

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir clínker que comprende:
 - (a) poner en contacto un material no calcáreo que comprende calcio con ácido clorhídrico para producir una fracción sólida pobre en calcio y una fracción líquida rica en calcio que comprende cloruro de calcio;
 - (b) tratar la fracción líquida rica en calcio para producir un sólido que comprende cloruro de calcio;
 - (c) declorar el sólido que comprende cloruro de calcio para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio; y
 - (d) tratar el sólido declorado que comprende calcio para producir clínker.
2. El método de la reivindicación 1 que comprende además separar la fracción sólida pobre en calcio de la fracción líquida rica en calcio.
3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 donde la fracción líquida rica en calcio comprende una o más sales no cálcicas de aluminio, hierro y/o magnesio, y el tratamiento de la fracción rica en calcio comprende el tratamiento del líquido para precipitar uno o más compuestos insolubles de aluminio, hierro y/o magnesio.
4. El método de la reivindicación 3, donde el tratamiento de la fracción líquida rica en calcio comprende poner en contacto a la fracción con una base.
5. El método de la reivindicación 4 donde el tratamiento de la fracción líquida rica en calcio comprende someter la fracción a pirohidrólisis para precipitar compuestos insolubles que contienen aluminio y/o hierro, eliminar los compuestos insolubles que contienen aluminio y/o hierro y luego poner en contacto a la fracción líquida rica en calcio restante con la base.
6. El método de cualquier reivindicación anterior que comprende además deshidratar la fracción líquida rica en calcio para producir el sólido que comprende cloruro de calcio.
7. El método de cualquier modalidad anterior donde la decloración del sólido que comprende cloruro de calcio comprende calentar el sólido en presencia de vapor y sílice para producir el sólido declorado que comprende calcio.
8. El método de la reivindicación 7 donde el calcio y la sílice están presentes en una relación molar Ca:Si de entre 2,45 y 3,25.

- 9.** El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el tratamiento del sólido declarado que comprende calcio para producir clínker comprende el calentamiento del sólido con fundente.
- 10.** El método de la reivindicación 9, donde el fundente comprende óxidos de aluminio y de hierro.
- 11.** El método de cualquier reivindicación anterior que comprende además procesar el clínker para producir cemento.
- 12.** Un método para preparar un material sólido que comprende uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo que comprende:
- (a) poner en contacto un material inicial no calcáreo con un ácido para producir una fracción líquida rica en calcio que comprende magnesio y una fracción sólida pobre en calcio;
 - (b) tratar la fracción líquida rica en calcio para precipitar el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo;
 - (c) separar el precipitado rico en magnesio de la fracción líquida rica en calcio; y
 - (d) enjuagar y secar el precipitado rico en magnesio.
- 13.** El método de la reivindicación 12 que comprende además separar el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono del líquido y secuestrarlo.
- 14.** El método de la reivindicación 13 que comprende además enjuagar y secar el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo.
- 15.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 donde el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo comprenden óxidos, hidróxidos, oxihidróxidos, silicatos, silicatos hidratados, complejos de magnesio o una combinación de estos.
- 16.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 que comprende además la puesta en contacto del uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono, y secuestrarlo, con dióxido de carbono para secuestrar el dióxido de carbono como carbonato o bicarbonato de magnesio.
- 17.** El método de la reivindicación 16 donde la puesta en contacto comprende exponer el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo a

un gas de combustión que comprende dióxido de carbono, tal como un gas de combustión producido durante el proceso para producir el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo, para producir carbonato de magnesio.

18. El método de la reivindicación 16 donde la puesta en contacto comprende exponer el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo al aire que comprende dióxido de carbono, para producir carbonato de magnesio.

19. El método de la reivindicación 16 donde la puesta en contacto comprende colocar el uno o más compuestos de magnesio capaces de reaccionar con dióxido de carbono y secuestrarlo en una masa de agua, tal como un océano, para su reacción con dióxido de carbono en la masa de agua para producir bicarbonato de magnesio.

20. Un método para obtener un crédito de carbono que comprende:

(a) calcular un valor de dióxido de carbono (CO_2) neto evitado y/o un valor de CO_2 neto secuestrado mediante

(i) la realización del método de cualquiera de las reivindicaciones 1-18, 27-72 o 139-161;

(ii) el seguimiento de una o más cantidades de CO_2 secuestradas, una o más cantidades de CO_2 evitadas y una o más cantidades de CO_2 producidas;

(iii) determinar la cantidad de CO_2 evitada y/o la cantidad de CO_2 secuestrada a partir de la una o más cantidades de CO_2 secuestradas, una o más cantidades de CO_2 evitadas y las emisiones de CO_2 ; y

(b) obtener un crédito de carbono en función del valor de CO_2 evitado y/o secuestrado en (a)(iii).

21. El método de la reivindicación 20 donde se determina un valor de CO_2 evitado mediante la producción de la misma cantidad de cemento mediante un proceso que comprende calcinar piedra caliza y la comparación con la cantidad de CO_2 producida mediante un proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-18, 27-72 o 139-161.

22. El método de la reivindicación 20 o 21, donde el valor de CO_2 secuestrado se determina mediante el secuestro de CO_2 con compuestos de Mg y la cuantificación de la cantidad de CO_2 secuestrada por una cantidad determinada de compuestos de Mg.

23. El método de la reivindicación 22, donde al menos una parte del CO_2 secuestrado es CO_2 atmosférico.

- 24.** Una composición que comprende al menos 50, 60, 70, 80, 90 o 95 % p/p de cloruro de calcio, tal como al menos 90 %, en modalidades preferidas al menos 95 % de cloruro de calcio; y al menos 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 o 95 % de sílice, tal como al menos 60 %, preferiblemente al menos 75 %, más preferiblemente al menos 80 % p/p.
- 25.** La composición de la reivindicación 24 que comprende menos de 10, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 o 0,1 % de Cl p/p, en modalidades preferidas menos de 5 %, en una modalidad más preferida menos de 1 %.
- 26.** La composición de la reivindicación 24 o 25 que comprende menos de 20, 15, 10, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 o 0,1 % de CaO p/p, en modalidades preferidas menos de 5 %, en modalidades más preferidas menos de 0,5 %.
- 27.** Un método para declorar un sólido que comprende cloruro de calcio, que comprende:
- (i) combinar el sólido que comprende cloruro de calcio con un sólido que comprende sílice; y
 - (ii) calentar el cloruro de calcio y la sílice combinados en presencia de vapor a una temperatura de 750-1250 °C para producir gas de HCl y un producto cálcico declorado.
- 28.** El método de la reivindicación 27, donde la temperatura es 900-1250 °C.
- 29.** El método de la reivindicación 27, donde la temperatura es 1000-1250 °C.
- 30.** El método de la reivindicación 27, donde la temperatura es 1100-1250 °C.
- 31.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 30, donde, cuando la temperatura alcanza 700-750 °C, el calentamiento procede a una velocidad de no más de 60, 50, 40, 30, 10 o 5 °C por minuto hasta que se alcanza una temperatura de 800-850 °C.
- 32.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31 donde el sólido que comprende cloruro de calcio y el sólido que comprende sílice se combinan de forma tal que se alcance una relación molar Ca-Si de entre 2,5 y 3,5.
- 33.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31, donde el sólido que comprende cloruro de calcio está presente en un 50-90 %p y la sílice está presente en un 10-40 %p.
- 34.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 33 donde el sólido que comprende cloruro de calcio comprende al menos 80, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 o 99 % de cloruro de calcio, preferiblemente al menos 90 %, más preferiblemente al menos 95 %.

- 35.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 34 donde el sólido que comprende sílice comprende al menos 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 o 95 % de sílice, preferiblemente al menos 60 %, más preferiblemente al menos 75 %, incluso más preferiblemente al menos 80 %.
- 36.** El método de la reivindicación 35 donde el sólido que comprende cloruro de calcio comprende al menos 90 % de cloruro de calcio y el sólido que comprende sílice comprende al menos 80 % de sílice.
- 37.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 36, donde el vapor está presente a 5-100 %vol.
- 38.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 37 donde el contenido de cloruro se reduce al menos 60, 70, 80, 90, 95, 96, 97, 98 o 99 %, preferiblemente al menos 90 %, más preferiblemente al menos 95 %, incluso más preferiblemente al menos 99 %.
- 39.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 38 donde el producto de calcio declorado comprende al menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 u 80 %p de silicato dicálcico, preferiblemente al menos 15 %, más preferiblemente al menos 25 %, de silicato dicálcico y menos de 30, 20, 15, 12, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 o 1 %p de CaO, preferiblemente menos de 10 %, más preferiblemente menos de 5 % de CaO.
- 40.** El método de la reivindicación 39, donde el producto cálcico declorado comprende al menos un 15 % de silicato dicálcico y menos de un 10 % de CaO.
- 41.** Un método para producir un clínker a partir de un sólido que comprende cloruro de calcio que comprende:
- (a) declorar el sólido que comprende cloruro de calcio para producir una composición declorada que comprende Ca y tiene menos de 10 % p/p de Cl; y
 - (b) calentar la composición declorada en presencia de un fundente para producir un clínker.
- 42.** El método de la reivindicación 41 donde el clínker comprende silicato dicálcico y silicato tricálcico.
- 43.** El método de la reivindicación 41 o 42, donde el clínker comprende clínker de cemento de Pórtland.
- 44.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 43, donde la composición que comprende cloruro de calcio comprende también sílice.

- 45.** El método de la reivindicación 44 donde la relación molar de Ca:Si en la composición que comprende cloruro de calcio y sílice es de 1,0 a 5,0, preferiblemente de 2,0 a 4,0, más preferiblemente de 2,5 a 3,25.
- 46.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 45 donde la composición que comprende cloruro de calcio comprende al menos 80, 90, 92, 95, 96, 97, 98 o 99 % de cloruro de calcio, preferiblemente al menos 80 %, más preferiblemente al menos 90 %, incluso más preferiblemente al menos 95 %.
- 47.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 46 donde la composición declorada comprende menos de 30, 20, 10, 8, 5, 4, 3, 2 o 1 % de CaO, preferiblemente menos de 10 %, más preferiblemente menos de 5 %.
- 48.** La composición de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 47 donde la composición declorada comprende no más de 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2 o 1 % de Cl en peso, preferiblemente no más de 10 %, más preferiblemente no más de 5 %, incluso más preferiblemente no más de 1 %.
- 49.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 48 donde la composición declorada comprende al menos 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 o 40 % de silicato dicálcico, preferiblemente al menos 15 %, más preferiblemente al menos 25 %.
- 50.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 49 donde la decloración de la composición que comprende cloruro de calcio comprende calentar la composición.
- 51.** El método de la reivindicación 50 que comprende además introducir vapor cuando la composición que comprende cloruro de calcio alcanza una temperatura de 300 °C o más.
- 52.** El método de la reivindicación 51 donde calentar la composición que comprende cloruro de calcio en presencia de vapor comprende calentar a una temperatura de al menos 750 °C y/o no más de 1250 °C.
- 53.** El método de la reivindicación 52 donde el calentamiento es a una velocidad de no más de 100, 80, 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 5 o 1%/min o más baja entre 700-750 °C y 800-1000°.
- 54.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 53 donde se produce HCl durante la decloración.
- 55.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 54 donde el fundente comprende compuestos de hierro y/o aluminio.

- 56.** El método de la reivindicación 55 donde los compuestos de aluminio comprenden Al_2O_3 y/o los compuestos de hierro comprenden Fe_2O_3 .
- 57.** El método de la reivindicación 55 o la reivindicación 56 donde los compuestos de hierro y/o los compuestos de aluminio y la composición que comprende cloruro de calcio se producen a partir de los mismos materiales iniciales.
- 58.** El método de la reivindicación 57, donde el material inicial comprende rocas y/o minerales con calcio.
- 59.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 44 a 58 donde la sílice es producida a partir de los mismos materiales iniciales tales como aquellos para la composición que comprende cloruro de calcio.
- 60.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 59 donde el calentamiento de la composición declorada en presencia de fundente comprende calentar la composición a 1200-1600, preferiblemente 1400-1600 °C.
- 61.** El método de la reivindicación 60 que comprende calentar la composición a 1500-1600 °C.
- 62.** El método de la reivindicación 60 que comprende calentar la composición a 1450-1500 °C.
- 63.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 62 donde la decloración y/o el calentamiento de la composición declorada se realiza en un horno.
- 64.** El método de la reivindicación 63, donde el horno comprende un horno giratorio.
- 65.** Un método para producir clínker que comprende calentar una composición que comprende silicato dicálcico y no más de 20, 15, 10, 5, 2 o 1 % de CaO , tal como no más de 10 % de CaO , en presencia de fundente para producir clínker.
- 66.** El método de la reivindicación 65 donde la composición contiene menos de 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 o 0,1 %p de silicato tricálcico, preferiblemente menos de 1 %, más preferiblemente menos de 0,1 %, y el clínker comprende al menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 o 60 % de silicato tricálcico, preferiblemente al menos 20 %, más preferiblemente al menos 50 %.
- 67.** El método de la reivindicación 65 o 66, donde el fundente comprende óxidos de aluminio y/o de hierro.

68. Un método para producir tanto clínker como material cementicio complementario (SCM) a partir de un material inicial que comprende un material no calcáreo que comprende calcio y silicio que comprende:

- (i) disolver el material no calcáreo en HCl para producir una fracción líquida rica en calcio que comprende cloruro de calcio y una fracción sólida pobre en calcio que comprende sílice;
- (ii) producir el SCM a partir de la fracción sólida pobre en calcio que comprende sílice; y
- (iii) producir clínker a partir de la fracción líquida rica en calcio que comprende cloruro de calcio.

69. El método de la reivindicación 68 que comprende además producir áridos a partir del material no calcáreo.

70. El método de la reivindicación 68 o la reivindicación 69 que comprende además producir cemento a partir del clínker.

71. El método de la reivindicación 70 que comprende además combinar el cemento, los áridos y el agua para producir hormigón.

72. El método de la reivindicación 71 que comprende además combinar el SCM con el cemento, los áridos y el agua para producir hormigón.

73. Un aparato para producir clínker a partir de materiales no calcáreos que comprende

- (i) un primer procesador configurado para tratar los materiales iniciales no calcáreos para producir una composición sólida que comprende cloruro de calcio, conectado de manera operativa con
- (ii) un segundo procesador configurado para formar un clínker a partir de la composición sólida que comprende cloruro de calcio.

74. El aparato de la reivindicación 73 donde el primer procesador comprende

- (a) un lixiviador configurado para poner en contacto el material no calcáreo con un ácido para producir una primera fracción líquida rica en calcio y una fracción sólida pobre en calcio, conectado de manera operativa con
- (b) un precipitador configurado para eliminar una o más sales no cálcicas de la fracción rica en calcio mediante la conversión de la una o más sales no cálcicas en forma sólida que se eliminan de la fracción rica en calcio; y
- (c) un deshidratador configurado para eliminar el agua de la fracción líquida rica en calcio procedente del precipitador, para producir el sólido que comprende cloruro de calcio.

- 75.** El aparato de la reivindicación 73 o la reivindicación 74 donde el primer procesador comprende además un procesador de material configurado para procesar material inicial no calcáreo, conectado de manera operativa con el lixiviador.
- 76.** El aparato de la reivindicación 75 donde el procesador de material está configurado para reducir el tamaño del material no calcáreo y/o clasificar el material en uno o más intervalos de tamaño.
- 77.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 76 donde el primer procesador comprende además un tanque de almacenamiento de ácido conectado de manera operativa con el lixiviador.
- 78.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 77, donde el lixiviador comprende un elemento de calentamiento.
- 79.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 78 donde el lixiviador comprende un agitador.
- 80.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 79 donde el lixiviador comprende además un primer separador, conectado de manera operativa con el lixiviador y con el precipitador, con una configuración adecuada para separar la fracción líquida rica en calcio y la fracción sólida pobre en calcio, y dirigir la fracción líquida rica en calcio al precipitador.
- 81.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 80 donde el precipitador está conectado de manera operativa con un segundo separador para separar el sólido de la fracción líquida rica en calcio.
- 82.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 81 donde el precipitador comprende una primera unidad de precipitación que es una unidad de precipitación de base configurada para precipitar un primer conjunto de compuestos no cálcicos.
- 83.** El aparato de la reivindicación 82 que comprende además una o más fuentes de base conectadas de manera operativa con la primera unidad de precipitación.
- 84.** El aparato de la reivindicación 83, donde la una o más fuentes de base comprenden una fuente de base de calcio.
- 85.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 82 a 85 donde el precipitador comprende una segunda unidad de precipitación que es una unidad de precipitación con pirohidrólisis

configurada para precipitar un segundo conjunto de compuestos no cálcicos a partir de la fracción líquida rica en calcio.

86. El aparato de la reivindicación 85 donde la segunda unidad de precipitación está conectada de manera operativa con un tercer separador para separar el segundo conjunto de compuestos no cálcicos precipitados de la fracción líquida rica en calcio.

87. El aparato de la reivindicación 85 o la reivindicación 86 donde el precipitador comprende una tercera unidad de precipitación que es una unidad de pirohidrólisis para precipitar un tercer conjunto de compuestos no cálcicos a partir de la fracción líquida rica en calcio.

88. El aparato de la reivindicación 87 donde la tercera unidad de precipitación está conectada de manera operativa con un cuarto separador para separar el tercer conjunto de compuestos no cálcicos precipitados de la fracción líquida rica en calcio.

89. El aparato de la reivindicación 87 o la reivindicación 88, donde la segunda y tercera unidades de precipitación son las mismas y el segundo y tercer conjuntos de compuestos no cálcicos precipitados son los mismos.

90. El aparato de la reivindicación 87 o la reivindicación 88 donde la segunda y tercera unidades de precipitación son diferentes, y la segunda unidad de precipitación está configurada para precipitar compuestos de aluminio al calentar el líquido rico en calcio hasta una primera temperatura o un primer intervalo de temperaturas y la tercera unidad de precipitación está configurada para precipitar compuestos de hierro al calentar el líquido rico en calcio hasta una segunda temperatura o un segundo intervalo de temperaturas, superiores a los primeros.

91. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 74 a 90, donde el deshidratador comprende un elemento de calentamiento.

92. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 73 a 91 donde el segundo procesador comprende

- (a) un declorador configurado para declorar el sólido que comprende CaCl_2 para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio, conectado de manera operativa con
- (b) un clinkerizador configurado para calentar el sólido declorado en presencia de fundente para producir un clínker.

93. El aparato de la reivindicación 92 donde el declorador está configurado para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio y menos de 20, 15, 10, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2

o 1 %p de Cl.

94. El aparato de la reivindicación 92 o la reivindicación 93, donde la fuente de base comprende sólido declorado procedente del declorador y/o clínker de cemento procedente del horno de cemento.

95. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 92 a 94 donde el declorador está conectado de manera operativa con

1. una o más fuentes de vapor; y
2. una o más fuentes de sílice.

96. El aparato de la reivindicación 95 donde la una o más fuentes de vapor comprenden el deshidratador del primer procesador.

97. El aparato de la reivindicación 95 o la reivindicación 96 donde la una o más fuentes de sílice comprenden el primer procesador o una parte de este.

98. El aparato de la reivindicación 97 donde el primer procesador o la parte de este comprende el primer separador.

99. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 92 a 98 donde el clinkerizador está conectado de manera operativa con una o más fuentes de fundente.

100. El aparato de la reivindicación 99 donde la una o más fuentes de fundente comprenden el primer procesador o parte de este.

101. El aparato de la reivindicación 100 donde el primer procesador o parte de este comprende el precipitador.

102. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 92 a 101 donde el declorador y/o el clinkerizador comprenden un horno giratorio.

103. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 92 a 102 que comprende además un procesador de clínker para procesar el clínker procedente del clinkerizador.

104. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 73 a 102 que comprende además un sistema de control, donde el sistema de control comprende

- (i) una o más fuentes de entrada del primer procesador y/o del segundo procesador;
- (ii) un procesador para procesar la entrada procedente de la una o más fuentes de entrada y

proporcionar una salida; y

(iii) uno o más accionadores para recibir la salida y modular una o más operaciones del primer procesador y/o del segundo procesador.

105. El aparato de la reivindicación 104 donde la una o más fuentes de entrada comprenden uno o más sensores, tales como uno o más sensores de temperatura para detectar una temperatura del lixiviador, el deshidratador, el declorador y/o el clinkerizador, o una parte de estos.

106. El aparato de la reivindicación 104 o la reivindicación 105, donde los accionadores comprenden uno o más accionadores que modulan el funcionamiento de un elemento de calentamiento para el lixiviador, el deshidratador, el declorador y/o el clinkerizador.

107. Una red que comprende múltiples aparatos de cualquiera de las reivindicaciones 73 a 106, donde los aparatos están separados en el espacio y donde cada aparato envía información a un controlador y/o a controladores comunes.

108. Un aparato para producir un sólido que comprende cloruro de calcio a partir de materiales no calcáreos que comprenden calcio, donde el aparato comprende un procesador configurado para tratar los materiales iniciales no calcáreos para producir el sólido que comprende cloruro de calcio.

109. El aparato de la reivindicación 108 donde el procesador comprende

(a) un lixiviador configurado para poner en contacto los materiales no calcáreos con un ácido para producir una primera fracción líquida rica en calcio y una fracción sólida pobre en calcio, conectado de manera operativa con

(b) un precipitador configurado para eliminar una o más sales no cálcicas de la fracción rica en calcio mediante la conversión de la una o más sales no cálcicas en forma sólida que se eliminan de la fracción rica en calcio; y

(c) un deshidratador configurado para eliminar el agua de la fracción líquida rica en calcio procedente del precipitador, para producir un sólido que comprende cloruro de calcio.

110. El aparato de la reivindicación 108 o la reivindicación 109 donde el procesador comprende además un procesador de material configurado para procesar material inicial no calcáreo, conectado de manera operativa con el lixiviador.

- 111.** El aparato de la reivindicación 110 donde el procesador de material está configurado para reducir el tamaño del material no calcáreo y/o clasificar el material en uno o más intervalos de tamaño.
- 112.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 111, donde el procesador comprende además un tanque de almacenamiento de ácido conectado de manera operativa con el lixiviador.
- 113.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 112, donde el lixiviador comprende un elemento de calentamiento.
- 114.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 113 donde el lixiviador comprende un agitador.
- 115.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 114 donde el lixiviador comprende además un primer separador, conectado de manera operativa con el lixiviador y con el precipitador, con una configuración adecuada para separar la fracción líquida rica en calcio y la fracción sólida pobre en calcio, y dirigir la fracción líquida rica en calcio al precipitador.
- 116.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 115 donde el precipitador está conectado de manera operativa con un segundo separador para separar el sólido de la fracción líquida rica en calcio.
- 117.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 116 donde el precipitador comprende una primera unidad de precipitación que es una unidad de precipitación de base configurada para precipitar un primer conjunto de compuestos no cálcicos.
- 118.** El aparato de la reivindicación 117 que comprende además una o más fuentes de base conectadas de manera operativa con la primera unidad de precipitación.
- 119.** El aparato de la reivindicación 118, donde la una o más fuentes de base comprenden una fuente de base de calcio.
- 120.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 120 donde el precipitador comprende una segunda unidad de precipitación que es una unidad de precipitación con pirohidrólisis configurada para precipitar un segundo conjunto de compuestos no cálcicos a partir de la fracción líquida rica en calcio.

121. El aparato de la reivindicación 121 donde la segunda unidad de precipitación está conectada de manera operativa con un tercer separador para separar el segundo conjunto de compuestos no cálcicos precipitados de la fracción líquida rica en calcio.

122. El aparato de la reivindicación 120 o la reivindicación 121 donde el precipitador comprende una tercera unidad de precipitación que es una unidad de pirohidrólisis para precipitar un tercer conjunto de compuestos no cálcicos a partir de la fracción líquida rica en calcio.

123. El aparato de la reivindicación 122 donde la tercera unidad de precipitación está conectada de manera operativa con un cuarto separador para separar el tercer conjunto de compuestos no cálcicos precipitados de la fracción líquida rica en calcio.

124. El aparato de la reivindicación 122 o la reivindicación 123, donde la segunda y tercera unidades de precipitación son las mismas y el segundo y tercer conjuntos de compuestos no cálcicos precipitados son los mismos.

125. El aparato de la reivindicación 122 o la reivindicación 123 donde la segunda y tercera unidades de precipitación son diferentes, y la segunda unidad de precipitación está configurada para precipitar compuestos de aluminio al calentar el líquido rico en calcio hasta una primera temperatura o un primer intervalo de temperaturas y la tercera unidad de precipitación está configurada para precipitar compuestos de hierro al calentar el líquido rico en calcio hasta una segunda temperatura o un segundo intervalo de temperaturas, superiores a los primeros.

126. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 109 a 125, donde el deshidratador comprende un elemento de calentamiento.

127. Un aparato para producir clínker a partir de un sólido que comprende cloruro de calcio, donde el aparato comprende

(a) un declorador configurado para declorar el sólido que comprende cloruro de calcio para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio, conectado de manera operativa con

(b) un clinkerizador configurado para calentar el sólido declorado en presencia de fundente para producir un clínker.

128. El aparato de la reivindicación 127 donde el declorador está configurado para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio y menos de 20, 15, 10, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 o 1 %p de Cl.

129. El aparato de la reivindicación 127 o la reivindicación 128 donde el declorador está conectado de manera operativa con

1. una o más fuentes de vapor; y
2. una o más fuentes de sílice.

130. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 127 a 129 donde el clinkerizador está conectado de manera operativa con una o más fuentes de fundente.

131. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 127 a 130 donde el declorador y/o el clinkerizador comprenden un horno giratorio.

132. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 127 a 131 que comprende además un procesador de clínker para procesar el clínker procedente del horno de cemento.

133. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 127 a 132 que comprende además un sistema de control, donde el sistema de control comprende

- (i) una o más fuentes de entrada del declorador y/o del clinkerizador;
- (ii) un procesador para procesar la entrada procedente de la una o más fuentes de entrada y proporcionar una salida; y
- (iii) uno o más accionadores para recibir la salida y modular una o más operaciones del declorador y/o del clinkerizador.

134. El aparato de la reivindicación 133 donde la una o más fuentes de entrada comprenden uno o más sensores, tales como uno o más sensores de temperatura para detectar una temperatura del declorador y/o el clinkerizador, o una parte de estos.

135. El aparato de la reivindicación 133 o la reivindicación 134, donde los accionadores comprenden uno o más accionadores que modulan el funcionamiento de un elemento de calentamiento para el declorador y/o el clinkerizador.

136. Un sistema que comprende:

- (a) un primer procesador configurado para producir cemento a partir de un material no calcáreo;
- (b) un segundo procesador configurado para producir SCM a partir del material no calcáreo.

137. El sistema de la reivindicación 136 que comprende además (c) un tercer procesador para producir áridos a partir del material no calcáreo.

138. El sistema de la reivindicación 136 y la reivindicación 137 donde el primer y el segundo procesadores son iguales.

139. Un método para producir clínker que comprende

- (a) disolver un material no calcáreo que comprende calcio en ácido para producir una fracción líquida rica en calcio que comprende cloruro de calcio y una fracción sólida pobre en calcio;
- (b) separar la fracción sólida pobre en calcio de la fracción líquida rica en calcio;
- (c) producir un sólido que comprende cloruro de calcio a partir del líquido rico en calcio; y
- (d) tratar el sólido que comprende cloruro de calcio para formar clínker.

140. El método de la reivindicación 139 donde el material no calcáreo también comprende silicio.

141. El método de la reivindicación 139 o la reivindicación 140, donde el material no calcáreo comprende rocas y/o minerales.

142. El método de la reivindicación 141, donde el material no calcáreo que comprende rocas y/o minerales comprende anortosita, skarn, gabro, piroxenita, mafurita, basalto, skarn de cobre, skarn de tungsteno, roca de cantera, roca máfica, roca ultramáfica, o una combinación de estas opciones.

143. El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 142, donde no más de 40, 30, 20, 15, 10, 5, 4, 3, 2 o 1 % del calcio en el material inicial está presente como carbonato de calcio, preferiblemente no más de 10 %, más preferiblemente no más de 5 %.

144. El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 143, donde el material inicial comprende además aluminio, hierro y/o magnesio.

145. El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 144, donde el método produce menos del 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 o 5 % de CO₂ emitido en comparación con la producción de la misma cantidad de cemento hidráulico a partir de piedra caliza mediante un proceso que comprende la calcinación de la piedra caliza.

146. El método de la reivindicación 145, donde el método produce menos del 80 % de CO₂ emitido.

147. El método de la reivindicación 145, donde el método produce menos del 60 % de CO₂ emitido.

- 148.** El método de la reivindicación 145, donde el método produce menos del 40 % de CO₂ emitido.
- 149.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 148, donde el método produce además un material cementicio complementario (SCM), un derivado de Mg y/o un árido.
- 150.** El método de la reivindicación 149, donde el SCM, el derivado de Mg y/o el árido se producen a partir del mismo material inicial que el utilizado para producir el cemento.
- 151.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 151, donde el ácido comprende HCl, HBr, HI, HNO₃, o una combinación de estos.
- 152.** El método de la reivindicación 151, donde el ácido comprende al menos 80, 90, 95, 99 o 100 % de HCl.
- 153.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 152, donde el ácido está en una concentración de 10-37 %.
- 154.** El método de la reivindicación 153, donde la concentración del ácido es de 15-25 %.
- 155.** El método de la reivindicación 153, donde la concentración del ácido es de 20 %.
- 156.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 155 donde la producción de un sólido que comprende un compuesto de calcio que comprende cloruro de calcio a partir del líquido rico en calcio comprende la precipitación de uno o más compuestos que comprenden aluminio, hierro y/o magnesio a partir del líquido rico en calcio.
- 157.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 156 donde la producción de un sólido que comprende compuestos de calcio que comprenden cloruro de calcio a partir del líquido rico en calcio comprende deshidratar el líquido para producir el sólido que comprende cloruro de calcio.
- 158.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 139 a 157 donde el tratamiento del sólido que comprende cloruro de calcio para formar clínker comprende declorar el sólido que comprende cloruro de calcio para producir un sólido declorado que comprende compuestos de calcio.
- 159.** El método de la reivindicación 158 donde la decloración comprende calentar el sólido que comprende cloruro de calcio en presencia de vapor y sílice.

160. El método de la reivindicación 158 o la reivindicación 159 comprende además tratar el sólido declorado que comprende compuestos de calcio para producir un clínker.

161. El método de la reivindicación 160, donde el tratamiento comprende calentar el sólido declorado que comprende compuestos de calcio en presencia de fundente.