

288196

PATENTE DE INVENCION

Memoria Descriptiva

sobre:

"Procedimiento de obtención de ferrosilicio"

==.==.==.==.==.==.

Solicitante: Alfred Gordon Evans ROBIETTE, de nacionalidad inglesa, residente en: Bury Farm, Bovington, Hertfordshire, Inglaterra.

==.==.==.==.==.==.

Este invento se refiere a la fabricación de ferrosilicio.

El ferrosilicio es una aleación de hierro y silicio que contiene, en general, silicio en la proporción de 14 a 95%. La aleación con un contenido in-

5.



ferior al 14% de silicio se llama arrabio con menos del 3,5% de silicio, mientras que por encima del 95% de silicio, se denomina en general silicio "metálico".

5. El ferrosilicio contiene también pequeñas proporciones de impurezas, en general aluminio, fósforo y carbono.

10. El ferrosilicio inferior, de 15 a 25% de silicio de contenido puede obtenerse en un alto horno fundiendo un mineral de hierro mezclado con cuarzo u otra roca que contenga sílice y cok. Como variante, puede utilizarse un mineral silíceo de hierro.

15. Todas las demás aleaciones de hierro y de silicio se preparan en un horno eléctrico de arco sumergido, generalmente por la fundición de cuarzo en terrones u otra roca de un contenido elevado de sílice, mezclada con chatarra de acero y cok, que en general se utiliza como agente reductor. Ocasionalmente, se utilizan el carbón vegetal, la antracita o carbón bituminoso, que es el producto de la carbonización de un carbón bituminoso no-coquizable.

20.

25. Una de las dificultades que se tropieza en la práctica en el caso de la fusión de ferrosilicio en horno eléctrico, es la soldadura o adherencia entre sí de los componentes de la carga, y la formación de las llamadas "costras" o puentes. Dado que el monóxido de carbono gaseoso es un producto de la reacción de fundición, esto se traduce a menudo en la acumulación de gas a presión por debajo de dichas costras, y en la eventual soltura de la presión en forma de chorros de llamas, que se llaman "golpes". Para impedirlos, la carga del horno

30.



- 3 -

288196

- ha de picarse continuamente manual o mecánicamente para mantenerla porosa y abierta para la liberación o soltura del gas. Este gas, comúnmente, puede contener monóxido de silicio, SiO. Por esta razón los hornos para ferrosilicio han sido siempre del tipo de parte superior abierta para facilitar el picado de la carga. Si la formación de costras en la carga pudiera eliminarse, sería posible cerrar el horno por un tejado, y el monóxido de carbono gaseoso, podría recuperarse utilizando su valor térmico. Además, se aumenta la recuperación o aprovechamiento del silicio, por la evitación de la pérdida de monóxido de silicio.
- 5.
- 10.
- Ocasionalmente, el ferrosilicio se ha preparado en un horno eléctrico utilizando un mineral de hierro en lugar de chatarra de acero como origen del hierro, pero esto significa un aumento considerable en el consumo de potencia, y únicamente puede usarse de modo económico cuando la potencia eléctrica puede obtenerse a bajo precio.
- 15.
- 20.
- Un objeto de este invento consiste en eliminar los inconvenientes resultantes de la formación de costras o puentes en la carga, y en permitir que el mineral de hierro se utilice sin los inconvenientes consabidos, con preferencia a un mineral silíceo de hierro de precio económico como uno de los orígenes de silicio, y también como origen de hierro. Otro objeto de este invento es proporcionar un horno de techo cerrado para utilizarse y permitir la recuperación del gas del horno.
- 25.
- 30.
- De acuerdo con este invento, un procedimiento de fabricación de ferrosilicio comprende el mezclar un



- 4 - 288196

- carbón, que pueda coquizarse desde una baja proporción a una elevada, con mineral de hierro y sílice de un grado de finura tal que la mezcla pueda convertirse en briquetas o prepararse en forma nodular, convirtiéndola en briquetas o nódulos, y coquizando o carbonizando las briquetas o nódulos, parcial o completamente, con objeto de obtener una estructura coquizada celular para mantener los componentes de la carga juntos hasta la reducción final en ferrosilicio, en un horno eléctrico.
- 5.
10. En la operación de coquización o carbonización, el mineral de hierro de las briquetas o nódulos puede reducirse parcialmente.
- Aunque es preferible una operación de nodulación y de una realización más económica, el briquetado de los materiales de carga puede realizarse, y cuando en los párrafos siguientes se habla de nódulos en esta memoria, e incluso en las reivindicaciones, ésta denominación se utiliza en gracia a la brevedad, y se trata de que comprenda tanto los nódulos como las briquetas. Análogamente, la denominación mineral de hierro se utiliza para comprender tanto el mineral natural como otras formas de óxido de hierro.
- 15.
20. Aunque con preferencia se utiliza el mineral de hierro como origen único de este metal, parte del mineral de hierro puede sustituirse por acero o hierro en pedazos pequeños, cuando sea económico o conveniente el proceder de este modo. Pueden usarse también otros tipos de óxido de hierro, tal como la escoria de talleres de laminación.
- 25.
30. El carbón es preciso que sea un tipo de enér-

20 MAY. 1963



- 5 - 288190

gica coquización, dado que el producto sólo se precisa que resista las fuerzas de compresión de la capa de carga de nódulos en el horno eléctrico de fundición, que no es preciso que sea superior a 1-1,5 metros.

5. Como se indica más detalladamente a continuación dado que se utiliza carbón como agente reductor, se comprueba en general que no es preciso agente de trabazón, ya que las resinas y otros compuestos orgánicos del carbón actúan como agentes de trabazón para proporcionar a los nódulos sus resistencia necesaria hasta que se carbonizan o coquizan.
10. Dado que, volumétricamente, el carbón es el componente principal de los nódulos coquizados o carbonizados, las partículas de sílice y de hierro se mantienen en una red celular de carbón impidiendo así la soldadura o adherencia de la carga y, por tanto, no se presenta la formación de costras o cortezas en el horno eléctrico, de tal modo que los hornos eléctricos pueden accionarse como horno de techo cerrado, con una recuperación completa del gas. Parte por lo menos del gas así recuperado, puede utilizarse para la coquización o carbonización de los nódulos, calentándolos a una temperatura que corrientemente es del orden de 800 a 1.300°C, llevándose así a cabo la reducción, corrientemente, del 50 al 98% del mineral de hierro de los nódulos. Dado que la mayor parte del hierro se reduce así en estado sólido, no existe un aumento considerable en el consumo de potencia por introducir hierro en esta forma en el ferrosilicio; el hierro reducido se halla en íntimo contacto con la sílice, que
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- 6 - 288196

cuando se reduce por el carbón en el horno eléctrico, se absorbe inmediatamente por el hierro, para formar ferrosilicio.

La coquización o carbonización puede reali-

5. zarse mediante calor de otros orígenes; por ejemplo por la combustión regulada con aire, de parte del carbón contenido en los nódulos, por ejemplo haciendo pasar aire a través de los nódulos situados en una rejilla. En este caso los nódulos han de contener carbón suficiente para proporcionar el hierro necesario para la coquización o carbonización, así como para llevar a cabo la reducción parcial del mineral de hierro en la etapa de coquización o carbonización, para dejar carbón suficiente para completar reducción en la etapa
10. final en el horno eléctrico, y proporcionar cualquier cantidad precisa de carbón en el ferro silicio resultante. Otro origen posible de calor para la coquización o carbonización, es la combustión de materia volátil desprendida durante esta etapa. Cualquiera de los orígenes antes citados de calor y cualquier otro origen
15. adecuado son de uso posible separadamente o en cualquier combinación deseada.
- 20.

La cantidad de carbón que se mezcla con la sílice y el mineral de hierro es tal que permanezca suficiente cantidad de carbón fijo después del arrastre de los hidrocarburos volátiles y la humedad, para que el hierro o por lo menos parte de él se reduzca en la etapa de coquización o carbonización y quede todavía suficiente carbón en los nódulos coquizados o carbonizados, para completar la reducción del hierro y también

30.



- 7 - 288196

de la sílice a la forma de silicio, en la etapa final realizada en el horno eléctrico, y para proporcionar cualquier proporción necesaria de carbón en el ferrosilicio resultante.

5. Existen grandes depósitos de minerales silíceos de hierro en muchas zonas del mundo. Estos minerales comprenden piedras veteadas de hierro y jaspilita. En estado "natural" o de arranque, no pueden utilizarse económicamente para la obtención de hierro,
10. debido a su alto contenido de sílice que puede llegar a 25-50% de SiO_2 . Sin embargo, a menudo pueden concentrarse por técnicas de preparación de minerales, que eliminan la mayor parte de los óxidos de hierro por métodos fundados en la acción de la gravedad, y/o magnéticamente. Estos métodos dejan un resto inferior,
15. que generalmente está constituido en alto grado por sílice con algo de hierro. Un resto típico al analizarlo acusa un 90% de SiO_2 , y un 10% de óxido de hierro. Este resto o residuo, que se halla ya finamente
20. molido, es ideal para usarse en el procedimiento de este invento. Además, la arena silícea o piedra arenisca está a menudo contaminada con óxido de hierro, y estos materiales son también adecuados para usarse en este procedimiento.
25. En la formación de los nódulos es corrientemente necesario añadir agua u otro agente de mojadura para que las partículas finas puedan adherirse entre sí en la operación de nodulación. Dado que se utiliza carbón y a menudo es difícil mojar las superficies del
30. carbón fino, puede añadirse al agua un agente de super



5. ficie activa para facilitar el procedimiento de humedecido. Aunque corrientemente no es preciso, puede ser también posible añadir agentes de aglomeración, tales como bentonita, lejía de sulfito o fécula para aumentar la resistencia de los nódulos "verdes" o sin tratamiento térmico, para manejarlos antes del tratamiento mediante calor para la coquización o carbonización.

10. Se ha comprobado también que el rápido secado superficial en una corriente de aire caliente, aumenta la dureza de los nódulos "verdes" y resulta ventajoso si estos han de someterse a un manejo considerable antes del tratamiento térmico para la coquización o carbonización.

15. El tratamiento térmico para la coquización o carbonización, puede realizarse fuera del horno eléctrico, por ejemplo en una rejilla o en una tolva de carga, o puede llevarse a cabo en la parte superior del verdadero horno.

20. Es esencial que los nódulos, después del tratamiento térmico para la coquización o carbonización, sean suficientemente resistentes para no desintegrarse antes de la reducción final, por ejemplo de tal modo que puedan cargarse en el horno eléctrico con facilidad mediante artesas o canaletas, sin rotura, y que no tiendan a amontonarse y a obstruir el horno.

25. Se ha comprobado también que si todo el carbón está finamente molido de tal modo que prácticamente atraviere todo él el tamiz de 150 mallas (norma británica) o sea de 0,104 mm. de abertura, y por lo menos 30. el 40% del mismo atraviere el tamiz de 200 mallas (0,076 mm. de abertura), demuestra una considerable acción de



- aglomeración o trabazón en la mezcla que, después de la adición de agua como sujetador temporal, puede moldearse o comprimirse en forma de nódulos. Estos nódulos tienen una considerable resistencia en "verde" (o sea en su estado sin tratar) sin adición de aglomerante. Es también esencial que el mineral de hierro y el material silíceo estén finamente molidos, con preferencia de tal modo que todos ellos atraviesen el tamiz de 60 mallas (0,251 mm. de abertura) y la mayoría pasen a través del tamiz de 100 mallas (0,152 mm. de abertura) todos ellos de acuerdo con las normas británicas. Si en la mezcla figuran partículas grandes de mineral de hierro y de material silíceo, algunas de éstas, cerca de la superficie, tienden a desprenderse en el manejo, lo cual acepta la composición de la mezcla y tiende a debilitar los nódulos. Cuanto más fino es el tamaño de las partículas, tanto mejor y más íntima será la mezcla, y más rápida resultará la reducción en la fase final de la misma. Por otra parte, es más costoso moler materiales en forma de partículas finas, de modo que debe llegarse a un término medio económico. Los tamaños de partículas antes citados son los máximos deseables para aplicar este procedimiento satisfactoriamente.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.

Los distintos componentes pueden molerse separadamente o pulverizarse al grado de finura deseado, antes de la mezcla, o es posible también moler o pulverizar la mezcla de los mismos.

Si toda la mezcla de carbón mineral y material silíceo se muele o pulveriza junta, es conveniente que dicha mezcla contenga por lo menos 25% de partículas

30.



- 10 - 288196

que atraviesen un tamiz de 200 mallas (0,076 mm. de abertura) norma británica.

- La proporción de humedad necesaria en la mezcla de que se forman los nódulos "verdes" variará considerablemente según la naturaleza de los materiales y su grado de finura. En un caso particular, una mezcla que contenía una elevada proporción de partículas muy finas casi coloidales, precisó de 6 a 8% de agua para proporcionar nódulos suficientemente coherentes. Si la resistencia de los nódulos es inadecuada utilizando agua sola, puede usarse un agente de trabazón, tal como bentonita.
- 5.
- 10.

- Si se desea, los nódulos pueden reforzarse ulteriormente, antes del tratamiento térmico de coquización o carbonización, secándolos a temperatura relativamente baja, por ejemplo de 100 a 300°C.
- 15.

- Los nódulos "verdes" han de ser suficientemente resistentes para permitir su caída sobre superficies duras, desde una altura de por lo menos un metro, sin roturas.
- 20.

- Solamente determinados carbones son de tipo susceptible de coquización. Todos los carbones que admiten la coquización se hinchan al calentarse y existe una fusión incipiente al expulsar el material volátil; y el residuo poroso y celular, relativamente exento de materiales volátiles, es lo que se conoce como cok, que tiene propiedades distintas según el tipo de carbón con que se preparó, la temperatura de carbonización o coquización y la proporción de caldeo. Los carbones débilmente coquizables, se hinchan solo muy ligeramente y forman
- 25.
- 30.



- 11 - 288198

- un cok quebradizo y mecánicamente débil; los carbones enérgicamente coquizables dan lugar a un cok duro, después de hincharse considerablemente. Los carbones de coquización de tipo medio, tienen características intermedias. En la especificación nº 1.016 de las normas británicas, figura un ensayo para determinar el índice de hinchazón o dilatación de los carbones. El mencionado índice proporciona una medida de las propiedades de coquización de un carbón. Un carbón con un índice de dilatación de 0 a 2, norma británica, puede considerarse como un carbón débilmente coquizable; otro, con un índice de dilatación de 3 a 5, como carbón de coquización media, y un tercero con un índice de coquización de 5 a 9, como carbón enérgicamente coquizable.
5. Los carbones útiles para la aplicación de este invento son aquellos en los que se comprueban índices de dilatación medios, norma británica, comprendidos entre 3 y 9. Es posible, mezclar, por ejemplo 40% de un carbón con un índice de dilatación de 2 con, por ejemplo 60% de un carbón con un índice de dilatación de 6, y obtener una mezcla con un índice medio de 4,2 que proporcionará una estructura coquizada celular, de resistencia adecuada para el procedimiento. En realidad si se utiliza una elevada proporción de un carbón enérgicamente coquizable, parte del agente reductor carbono, puede presentar la forma de material que no tiene propiedades de coquización o aglomeración de ninguna clase, tal como antracita, carbón vegetal o cok, finamente pulverizados.
10. Los nódulos, después del tratamiento térmico
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

20 MAY



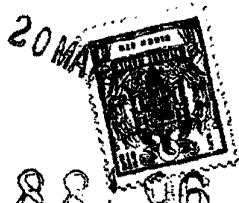
- 12 -

288196

de coquización o carbonización, tienen una estructura celular o pasta de cok que contiene en sus intersticios la mayor parte del mineral de hierro y del material silíceo parcialmente reducidos y es suficientemente energética o resistente para soportar la altura de la carga en un horno de arco sumergido que puede ser de hasta 2 metros de altura, pero que generalmente es de 1,2 a 1,5 metros de profundidad. Los nódulos son también suficientemente resistentes para manejarse sin desintegración por equipo convencional de manejo, tal como máquinas o conductos de carga. Dichos nódulos constituyen un producto nuevo y útil para la venta incluidos también por esencia en el alcance de este invento.

No es esencial que el carbón esté completamente coquizado después del tratamiento térmico de coquización o carbonización, a condición de que los nódulos resultantes sean de resistencia adecuada. Así, el contenido de carbón de los nódulos, después del tratamiento térmico de coquización o carbonización, puede tener de 8 a 9% de material volátil residual, lo cual significa de 2 a 3% de material volátil, en los nódulos coquizados o carbonizados.

Un tratamiento de carbonización a baja temperatura, entre 600 y 900°C, es de uso posible si se utiliza un carbón energíamente coquizable. Por otra parte, no se realiza reducción apreciable del mineral de hierro hasta que la temperatura es superior a unos 750°C. Sin embargo, es preferible llevar a cabo la coquización o carbonización a una temperatura tal que se reduzca la proporción máxima posible del contenido de hierro, con



preferencia a una temperatura del orden de 1000 a 1250°C, que convierte entre el 60 y el 90% del mineral de hierro en hierro metálico.

- El procedimiento puede utilizarse para preparar solamente parte de la carga del horno eléctrico.
5. Por ejemplo, sería posible preparar el 75% de las materias primas del modo que se ha descrito, y añadir el 25% restante en forma de terrones machacados y graduados, y con el hierro en forma de torneaduras de acero machadas, o similares. Sin embargo, es preferible que la carga esté constituida, en grado elevado por materiales finos, del modo indicado.
- 10.

A continuación figuran algunos ejemplos del procedimiento de este invento.

15. EJEMPLO 1 - Se mezclaron 185 partes de carbón con 61 partes de mineral de hierro (que contenía 41% de Fe y 40% de SiO₂) y 150 partes de arena silicea.

- Estos ingredientes se molieron juntos en un molino de varillas, hasta que el 30% de la mezcla atravesó el tamiz de 200 mallas. La mezcla se humedeció a continuación con 9% de agua y luego se trató en un tambor para formar nódulos de 12 a 15 mm. de diámetro.
- 20.

- Los nódulos se trasladaron a continuación a una rejilla horizontal estacionaria, constituida por barrotes de pamilla a través de los cuales se hacía pasar un tiro ascendente de aire.
- 25.

- La rejilla tenía paredes de ladrillo refractario, por sus cuatro costados, permitiendo la retención de una capa de nódulos de 203 mm. de profundidad. Quemadores de aceite o petróleo situados por debajo de
- 30.

20 MAY. 1961

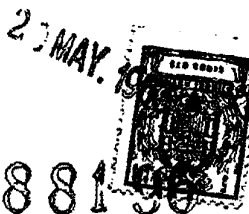


- 14 - 288196

la rejilla, servían para encender el carbón de los nódulos en dos o tres minutos, y luego un soplante de aire se ponía en movimiento para continuar calentando los nódulos por combustión de una parte del carbón que contenían. Cuando la superficie superior de la capa alcanzaba una temperatura de 900°C, el soplante se interrumpía, y se separaban los nódulos coquizados después del encendido, reuniéndolos en un depósito adecuado. Se comprobó que eran apreciablemente ferromagnéticos, indicado que parte del contenido de hierro del mineral se había reducido. Los nódulos eran duros y resistían una caída de 1,2 metros sobre una placa de acero, y tenían una estructura de cok celular.

Los nódulos se introducían en un horno eléctrico de arco sumergido, sin adición de ningún otro material, y producían 100 partes de un ferrosilicio con un contenido del 75% de silíceo.

EJEMPLO 2 - Se obtuvieron nódulos "verdes" del modo indicado en el Ejemplo 1. Estos nódulos se cargaron a través de una artesa de carga, al interior de la parte superior de un horno eléctrico de arco sumergido, dotado de un tejado de forma de cono truncado, y electrodos verticales de carbón. En la parte superior del horno, cada electrodo estaba rodeado por un revestimiento o manguito aislado, refrigerado por agua, para proteger dicho electrodo en la parte superior del horno e impedir la circulación de corriente entre los electrodos en esta zona. Alrededor del horno se disponían, separadas, varias toberas perforadas entre la parte superior indicado y la parte inferior, en la que los elec



- trodos están exentos de envolturas, y se realiza la reducción final. Las toberas estaban dispuestas de tal modo que proporcionaban una corriente prácticamente uniforme de aire para encontrarse con una corriente
5. de gas combustible del horno (predominantemente monóxido de carbono) de dirección ascendente desde la parte inferior del horno. Los productos calientes de combustión de gas del horno, con el aire introducido a través de las toberas, calentaban los nódulos de la
 10. parte superior del horno, en grado suficiente para carbonizar o coquizar el carbón de los mismos, y reducir parcialmente el mineral de hierro. Los productos de combustión salían a través de la artesa, calentando previamente los nódulos "verdes" que circulaban gradualmente a través de la artesa al interior del horno. Este proporcionaba un ferrosilicio análogo al obtenido en el ejemplo 1.
- Ejemplo 3 - Se prepararon nódulos "verdes" del modo descrito en el ejemplo 1 y se cargaron en
20. la artesa de carga de un horno eléctrico similar al del ejemplo 2, excepto que en este caso las toberas estaban situadas en la base de la artesa inmediatamente encima del tejado del horno, llevándose a cabo el tratamiento de coquización o carbonización por medios
 25. térmicos, en la artesa y no en la parte superior del horno. La artesa era de tamaño suficiente para asegurar que los nódulos tardaban un período bastante largo, para atravesarla, con objeto de proporcionar un período adecuado de coquización o carbonización, en este caso, de 10 a 15 minutos. El horno proporcionaba un
 - 30.



- 16 -

288196

ferrosilicio análogo al obtenido en el ejemplo 1.

En esta memoria todos los porcentajes y partes son ponderales.

NOTA

5. Describa suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente británica presentada con fecha 21 de mayo de 1.962, nº 19469/62, acogándose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE FERRO SILICIO"; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
20. 1ª.- Procedimiento de obtención de ferrosilicio, caracterizado por mezclarse un carbón débil a energicamente coquizable, con mineral de hierro y sílice, de un grado de finura tal que la mezcla pueda transformarse en nódulos ; nodulizando dicha mezcla y coquizando o carbonizando los nódulos parcial o
25. completamente para obtener una estructura coquizable celular para mantener los componentes de la carga juntos hasta la reducción final a ferrosilicio en un horno eléctrico.
30. 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el mineral de hierro se reduce



parcialmente en las operaciones de coquización o carbonización.

5. 3ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª y 2ª, caracterizado porque la coquización o carbonización se realiza dentro del horno eléctrico, utilizando calor proporcionado, por lo menos en parte, por la combustión de por lo menos parte del gas combustible producido en la reducción final.
10. 4ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado porque la coquización o carbonización se realiza fuera del horno eléctrico.
15. 5ª.- Procedimiento según reivindicación 4ª, caracterizado porque por lo menos parte del calor para la coquización o carbonización se produce por combustión de por lo menos parte del gas combustible producido en la reducción final en el horno eléctrico.
20. 6ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos parte del calor para la coquización o carbonización se produce por combustión de parte del carbón de los nódulos.
25. 7ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos parte del calor para la coquización o carbonización se obtiene por combustión de productos volátiles obtenidos en la etapa de coquización o carbonización.
30. 8ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la coquización o carbonización se realiza a una tempera

20 MAY



288196

tura del órden de 800 a 1300°C.

9ª.- Procedimiento según reivindicación 8ª, caracterizado porque la coquización o carbonización se realiza a una temperatura del órden de 1000 a 1250°C.

5. 10ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque el carbón es un carbón enérgicamente coquizable, y porque la coquización o carbonización se realiza a una temperatura del órden de 600 a 900°C.

10. 11ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mezcla se transforma en nódulos utilizando solamente la humedad como aglomerante.

15. 12ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los nódulos se secan antes del tratamiento de coquización o carbonización.

20. 13ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los nódulos constituyen solamente parte de la carga del horno eléctrico.

14ª.- "Procedimiento de obtención del ferro-silicio"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.

25. Esta memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 20 MAY. 1963

Alfred Gordon Evans ROBIETTE.

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
S. S.