

339203

12 ABR



339203

# MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de un a

## PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: FIERRO ESPONJA S.A. ....

RESIDENCIA: Apartado n.º 996, Monterrey, NL, .....

MEJICO.- .....

ENUNCIADO: "APARATO PARA EL TRATAMIENTO DE MINE-  
RALES" .....

Prioridad: Patente estadounidense n.º 542.027 del 12-4-66.

339203



1           Se refiere el presente invento a un aparato para  
el tratamiento de los minerales que tiene una aplicación  
particular en la producción del hierro esponjoso por medio  
del mineral de hierro. Es evidente, sin embargo, que el  
5           invento puede emplearse para llevar a cabo dichos tratamien-  
tos con otros minerales distintos del mineral de hierro.

Los reactores descritos en el presente invento  
pueden ser utilizados ventajosamente en los procesos enca-  
minados a obtener la reducción gaseosa del tipo en los que  
10           se reduce el mineral de hierro transformándolo, en hierro es-  
ponjoso, haciendo pasar una mezcla gaseosa reductora, a al-  
ta temperatura, por una masa de mineral en forma de blo-  
ques. En los reactores utilizados hasta ahora para llevar a  
cabo procesos de este tipo, la masa de mineral era soportada  
15           por rejillas o parrillas foraminosas, usualmente refrigera-  
das con agua. Aunque este dispositivo resulta conveniente  
para algunas aplicaciones y puede ser empleado con ventaja  
en ciertos casos particulares, se ha observado que, cuando  
la capacidad del equipo ha de ser forzada a adoptar grandes  
20           dimensiones, las rejillas o parrillas pueden crear ciertos  
problemas. La vida útil de estos miembros foraminosos pue-  
de ser seriamente afectada a causa de la elevada temperatura  
de los gases de exhaustación. Además, el ciclo térmico a  
que son sometidos estos miembros foraminosos, tiende a re-  
25           ducir aún más su vida útil. Por otra parte, estos miem-  
bros pueden asimismo estar expuestos a obstruirse progresi-  
vamente, lo cual reduce considerablemente el flujo efectivo  
del gas. La obstrucción de las parrillas impide el paso  
del gas y exige que éstas deban ser limpiadas, lo que trae  
30           conseguido que el equipo quede fuera de servicio indeseablemen-



12 APR 1957

339203

1 te en esas ocasiones.

Es un objetivo del presente invento proporcionar un nuevo y perfeccionado aparato para el tratamiento de los minerales.

5 Otro objetivo del presente invento consiste en proporcionar un nuevo y perfeccionado aparato para el tratamiento de los minerales del tipo en el que se reduce un óxido metálico sometiendo una masa de este mineral a una mezcla gaseosa reductora a alta temperatura.

10 Otro objetivo del presente invento consiste en proporcionar un aparato para el tratamiento de los minerales que facilite el tratamiento de cantidades de mineral relativamente grandes.

15 Otro objetivo más del presente invento consiste en proporcionar un aparato para el tratamiento de los minerales que no esté sujeto a las limitaciones y cortapisas de los equipos actualmente existentes.

20 Otros objetivos adicionales del presente invento consisten en proporcionar un aparato para el tratamiento de los minerales de funcionamiento eficaz y seguro y que necesite poco entretenimiento, pudiendo ser capaz de producir hierro esponjoso a un precio relativamente bajo.

25 El aparato para el tratamiento de los minerales construido de acuerdo con el presente invento no exige la utilización de una placa, rejilla o parrilla foraminosa sobre la cual haya de ser reducido el mineral de óxido metálico someténdolo al paso de una mezcla de gases reductores a elevada temperatura. En lugar de ello, el contorno interior de la cámara reductora tiene una forma tal que el  
30 lecho de partículas forma por lo menos dos interfases incon-

339203



1 finadas cuando se carga la cámara. Este lecho de partículas  
2 incluye partículas minerales que han de ser reducidas  
3 y puede o no incluir partículas de material inerte sobre las  
4 cuales reposen las partículas minerales, según las circuns-  
5 tancias. La frase "interfase inconfínada" se refiere a una  
6 superficie del lecho de partículas que define los límites  
7 entre el lecho de partículas y el espacio libre sin actuar  
8 como superficie soporte para el lecho. La mezcla de gases  
9 reductora se dirige sobre el lecho de partículas, alcanzando  
10 a una o más de las interfases inconfínadas, de manera que  
11 atraviese el lecho de mineral saliendo de él por una o más  
12 interfases diferentes.

13 Un reactor construido de acuerdo con el presente  
14 invento para producir hierro esponjoso, incluye una cámara  
15 cilíndrica, aislada interiormente y dispuesta verticalmente,  
16 que se carga de mineral de hierro en forma de bloques. Se  
17 hace pasar verticalmente, a través de la masa de mineral,  
18 un gas reductor a una temperatura aproximada de unos 1.095°C  
19 para convertir el mineral en hierro esponjoso. La tempera-  
20 tura a la cual se realiza este proceso es muy inferior a la  
21 temperatura de fusión del hierro, de manera que no se produ-  
22 cirá fusión o sinterización alguna del hierro. Las espon-  
23 jas resultantes de hierro poroso pueden cargarse directamen-  
24 te en el horno de fabricación del acero o almacenarse hasta  
25 que sean necesarias.

26 Una característica del aparato para el tratamiento  
27 de minerales del presente invento consiste en que la direc-  
28 ción del flujo de gas a través del lecho de mineral puede  
29 ser modificada, haciendo posible un sustancial mejoramiento  
30 en la economía térmica de las instalaciones reductoras de



1 grandes capacidades.

339203

5 Otros objetivos del presente invento serán más evidentes después de la lectura de la siguiente descripción con los dibujos que la acompañan, en los cuales los mismos caracteres de referencia representan partes similares en las distintas vistas. En esta descripción, y en los dibujos que la acompañan, se exponen algunas realizaciones preferentes del presente invento; pero ha de tenerse en cuenta que estas realizaciones no deben tomarse como exhaustivas o limitativas del invento. Por el contrario, las realizaciones ilustradas se presentan sólo a título de ilustración, con objeto de que los expertos en la materia puedan comprender perfectamente el invento, los objetivos que se propone y la manera de aplicarlo a fines prácticos, pudiendo modificarlo y adaptarlo en la medida de sus deseos para que sirva mejor a las condiciones de cada caso particular.

En los dibujos:

20 la figura 1 es un corte vertical de una realización de un reactor para hierro esponjoso construido de acuerdo con el presente invento;

la figura 2 es un corte horizontal tomado por la línea 2-2 de la figura 1;

la figura 3 es una vista detallada de una porción del reactor para hierro esponjoso de las figuras 1 y 2;

25 la figura 4 es un corte vertical tomado por la línea 4-4 de la figura 3;

las figuras 5a y 5b son vistas en perspectiva de dos componentes de la porción del reactor representado en las figuras 3 y 4;

30 las figuras 6, 7 y 8 representan, en forma simpli-

339203

12



1 ficada, otras realizaciones de reactores construidos de acuerdo con el presente invento.

5 El reactor para hierro esponjoso 14, representado en las figuras 1 y 2, incluye una cámara 10, en la cual se reduce a hierro esponjoso el mineral de hierro 12, en forma de bloques. La cámara 10 está definida por una pared generalmente cilíndrica, forrada de ladrillos refractarios 16 en su superficie interna y revestida con chapa de acero 18 en su superficie externa. Entre los ladrillos refractarios 16 y el revestimiento de acero 18 se interpone una  
10 capa de material refractario 20. El forro de ladrillos refractarios 16 y la capa de material refractario 20 sirven para defender al revestimiento de acero 18 del calor interno del reactor.

15 El reactor 14 termina en una semiesfera en su extremidad superior. La cámara 10 se carga con mineral de hierro 12 por medio de una abertura de carga 22 situada en la parte alta del reactor 14. El forro de ladrillos refractarios 16 y la capa de material refractario 20 se prolon  
20 gan hasta el cargador 22. Este último está provisto de una puerta 24 que se abre durante la operación de carga del reactor y se cierra formando un cierre estanco durante la reducción del mineral de hierro 12.

25 El reactor 14 termina por su parte baja en una sección de forma troncocónica. En particular, las paredes del reactor se inclinan hacia adentro en busca de una abertura de descarga 32. Dentro de las paredes exteriores del reactor, en el fondo de la cámara 10, hay una pantalla troncocónica 26. La pared interior de la pantalla 26 está fo  
30 rrada con ladrillos refractarios 16a, que rodean completa-

339203



1 mente la pantalla, mientras que la pared exterior de la mis-  
ma está forrada con una capa de material refractario 28 que  
la cubre casi por completo. Entre los ladrillos refracta-  
rios 16a y el material refractario 28 se interpone una es-  
5 tructura cónica metálica, refrigerada por agua, 30. Dicha  
refrigeración por agua se utiliza para evitar que la estruc-  
tura metálica 30 pierda su forma física a causa del calor  
interno del reactor. El agua se suministra a través de  
una tubería 31a y sale por otra tubería 31b. Las tuberías  
10 31a y 31b están conectadas al sistema general de refrigera-  
ción por agua por medio de un sistema usual.

La abertura de descarga 32 tiene una entrada có-  
nica forrada con ladrillos altamente refractarios 34. Las  
paredes verticales de la abertura de descarga 32 están fo-  
15 rradas con material refractario 36 y ladrillos refractarios  
37. Un anillo de guarda de acero 39 sirve de soporte en  
la esquina donde se encuentran los forros de ladrillos 34 y  
37. Dicho anillo 39 está soportado a su vez por los miem-  
bros 41. La abertura de descarga 32 está provista de una  
20 puerta 38 que gira alrededor de un pivote 40. La puerta  
38 se abre para descargar el reactor y se cierra para for-  
mar un cierre estanco antes de recargar el mineral de hie-  
rro 12.

El gas reductor caliente se suministra al reactor  
25 a través de la entrada de gas 42, situada cerca de la parte  
superior de la cámara 10. El gas reductor sale del reactor  
por una abertura de salida 44, situada en la extremidad in-  
ferior de la cámara 10. El forro de ladrillos refractarios  
16 y la capa de material refractario 20 cubren asimismo la  
30 entrada de gas 42 y la salida de gas 44.

339203



1 El gas frío es suministrado al reactor a través  
de la abertura de entrada de gas 41, situada cerca de la  
parte alta de la cámara 10. La capa de material refracta-  
rio 20 se prolonga hasta el interior de la abertura de en-  
5 trada de gas 41.

El forro de material refractario 28 que recubre  
la pared exterior de la pantalla troncocónica 26 rodea toda  
la placa de acero 18 y se une con el forro de material re-  
fractario 36 de la abertura de descarga 32, de manera que  
10 la pared exterior de la pantalla troncocónica y la pared  
interior del reactor forman un paso anular 46. Como in-  
dica más claramente la figura 2, el paso anular 46 rodea  
completamente la parte inferior de la cámara. El paso  
anular 46 está en comunicación con la abertura de salida  
15 del gas 44. Un miembro de obstrucción 48, que se prolon-  
ga hacia abajo a partir del borde inferior de la pantalla  
26, en la proximidad de la abertura de salida del gas 44,  
evita que las partículas del lecho caigan en la abertura  
de salida del gas 44. La capa de material refractario 20  
20 se une en la abertura de salida del gas 44 con el forro de  
material refractario 36 de la abertura de descarga 32.

Como puede ser necesario para cualquier aplica-  
ción particular, la abertura de salida del gas 44 puede es-  
tar situada más convenientemente en un punto más elevado  
25 a lo largo de la envoltura de acero para que no sea preci-  
so utilizar un miembro de obstrucción como el 48 antes ci-  
tado.

En la abertura de descarga 32 y en la parte in-  
ferior de la cámara 10 hay un residuo de material inerte  
30 50 sobre la cual descansa el mineral de hierro 12 cuando

339203



1 la cámara 10 está cargada. Con el término "inerte" se pre-  
tende indicar un material que no reacciona químicamente con  
los gases utilizados en el proceso y que es capaz de resis-  
tir las temperaturas que impone el proceso sin una excesiva  
5 degradación o un cambio excesivo en sus características fí-  
sicas al ser expuesto a tales temperaturas. En la mayoría  
de los reactores prácticos de gran escala y lecho fijo, uti-  
lizados para reducir óxidos metálicos, y más particularmen-  
te minerales de hierro, se produce siempre una cierta cana-  
lización del flujo de gases, ocasionando un flujo de gases  
10 no uniforme a través de la sección recta del lecho. Como  
consecuencia, las partículas situadas en el fondo del reac-  
tor pueden, en algunas regiones, estar sujetas a un contac-  
to con gases menos reductores de lo que es preciso para con-  
15 seguir el grado deseado de reducción. Por consiguiente,  
una cierta proporción del mineral reducido puede resultar  
incompletamente reducido. El empleo del residuo inerte  
50 beneficia considerablemente la uniformidad del flujo de  
gas a través de la sección recta de la porción inferior del  
20 lecho de mineral, y la caída de presión del gas en la zona  
del fondo del reactor será inferior a la caída de presión  
que se observaría si no se utilizase dicho residuo. Los es-  
pacios muertos de las porciones inferiores de la cámara re-  
ductora, que podrían estar llenas de mineral, pueden ser  
25 eliminadas por la deposición del material del residuo iner-  
te en estas porciones de la cámara.

La caída de presión del gas en los reactores de  
gran escala y lecho fijo, es una de las variables fundamen-  
tales del proceso que afectan a la economía y al rendimien-  
to del mismo. La caída de presión en la zona del residuo  
30



339203

1 inerte está determinada, en un grado elevado, por el tama-  
ño medio de las partículas del residuo inerte y por el  
volumen medio del vacío existente entre las partículas del  
material inerte. Este último factor depende de la distri-  
5 bución de las partículas entre las partículas de tamaño me-  
dio; mientras que el volumen del espacio vacío tenderá a  
aumentar cuando el tamaño de las partículas disminuye, es  
decir, cuando todas las partículas tienen aproximadamente  
el mismo tamaño. Por consiguiente, estableciendo el tama-  
10 ño de partículas más correcto del material inerte, la caí-  
da de presión en el fondo del reactor puede mantenerse den-  
tro de los límites deseados. Esta función del residuo  
inerte 50 es de un valor extraordinario para conseguir la  
capacidad de las instalaciones comerciales a gran escala  
15 para la reducción de los óxidos metálicos en los reactores  
de lechos fijos.

La caída de la presión del gas desarrollada cuan-  
do este último pasa a través del lecho, tiende a aumentar  
en la mitad inferior más estrecha de la pantalla troncocó-  
20 nica 26, donde el diámetro decrece hasta su mínimo valor.  
Para evitar una caída de presión importante en esta re-  
gión, se carga de material residual inerte hasta el nivel  
ilustrado.

El nivel al cual será cargada de residuos inertes  
25 dependerá también del orden de tamaños de las partículas,  
del peso específico y del volumen vacío del lecho de mine-  
ral. Por ejemplo, si el lecho de mineral 12 está forma-  
do por partículas pequeñas, entonces deberá cargarse mate-  
rial inerte en bloques hasta un nivel algo superior al del  
30 diámetro más pequeño de la pantalla troncocónica 26, co-



339203

1 mo se indica en la figura 1, con objeto de evitar que las  
partículas sean transportadas fuera del reactor por el flu-  
jo de gas, así como para evitar también una importante caí-  
da en la presión del gas en la estrecha porción inferior  
5 de la pantalla troncocónica. Cargando con material iner-  
te hasta este nivel, se produce una interfase confinada de  
material inerte dentro del lecho de partículas de la panta-  
lla troncocónica 26. De este modo, las partículas inertes  
forman la interfase inconfínada inferior o de salida y el  
10 gas fluye a través de la parte inerte del lecho situada en-  
tre la interfase confinada de material inerte-mineral y la  
interfase inferior inconfínada. Si el material inerte se  
cargase a un nivel inferior utilizándose para el proceso  
partículas del mismo tamaño, la caída de presión a través  
15 de la pantalla troncocónica 26 aumentaría a causa de que  
en su zona habría partículas de pequeño tamaño en lugar de  
material inerte en grandes bloques.

El tamaño de las partículas de mineral de hierro  
no puede, en cualquier caso, ser aumentado para crear pa-  
20 sos más amplios para el gas. El mineral de partículas más  
grandes hace más difícil la reducción debido al hecho de  
que se necesita más tiempo para calentar el interior de la  
partícula de mineral. Además, el recorrido de los gases  
reactivos y de los productos, al difundirse, resulta exce-  
25 sivamente largo en las partículas de mayor tamaño con la  
consecuencia de una pobre reacción. Por otra parte, cuan-  
do se someten a proceso minerales distintos del mineral de  
hierro, pueden emplearse partículas de mayor tamaño y velo-  
cidades inferiores para el gas. En estas condiciones, pue-  
30 de no ser necesario cargar de material inerte hasta el ni-



339203

1 vel indicado, pudiendo ser formada la interfase inconfina-  
inferior con partículas de mineral. Este hecho está ilus-  
trado en las figuras 6, 7 y 8.

5 Pueden utilizarse diversos materiales para el re-  
sido inerte 50. Uno de dichos materiales es el llamado  
"ganga", los cuales se encuentran a veces asociados con los  
depósitos de mineral de hierro en las minas. Los materiales  
de ganga preferidos contienen alúmina y un mineral capaz de  
resistir las manipulaciones y las temperaturas del proceso  
10 en el fondo de los reactores. Además, pueden emplearse tam-  
bién ladrillos refractarios procedentes de desperdicios a  
los que se les da la forma adecuada y el tamaño preciso pa-  
ra el residuo inerte. Asimismo, pueden emplearse también  
escorias resistentes no magnéticas procedentes de desperdi-  
cios, de otras operaciones precedentes, las cuales son some-  
15 tidas a operaciones subsiguientes de fusión y refinación, pa-  
ra ser transformadas en hierro esponjoso, con objeto de ob-  
tener lingotes de hierro o acero.

20 En el funcionamiento del reactor para hierro es-  
ponjoso representado en las figuras 1 y 2, la puerta de la  
abertura de descarga 38 está inicialmente cerrada y sellada,  
mientras que la puerta de la abertura de entrada 24 está  
abierta. La cámara 10 se carga a través de la abertura de  
carga 22 con material refractario inerte que forma el residuo  
25 50.

A continuación, se carga la cámara 10 con el mine-  
ral de hierro 12 a través de la abertura de carga 22, depo-  
sitándose el lecho de mineral de hierro sobre el residuo 50.  
Algunas de las consideraciones sobre el tipo y cantidad de  
30 material refractario inerte que debe emplearse se dan ante-

339203

? 2



1 riormente. La cámara 10 está formada de tal manera que el  
lecho de partículas forma dos interfases. La primera de  
5 ellas, o interfase de entrada, se produce a través de la su-  
perficie superior del lecho de mineral de hierro y está re-  
presentada por la línea de trazos 52a. Esta interfase de-  
fine los límites entre el lecho de mineral de hierro 12 y  
el volumen del espacio libre situado sobre dicho lecho.  
La segunda, o interfase de salida, se produce a través de  
la superficie de las partículas que se han depositado en la  
10 vecindad del paso 46 y está representada por las líneas de  
trazos 52b. Esta interfase define los límites entre el le-  
cho de partículas del paso anular 46 y el volumen del espa-  
cio libre situado sobre esta porción del lecho. El volumen  
libre limitado por la pared interna del reactor 14, el fo-  
15 rro 28 sobre la pared exterior de la pantalla troncocónica  
26 y la interfase de salida 52b, constituye una cámara co-  
lectora de gas o plenum, que está en comunicación con la sa-  
lida de gas 44.

Una vez que ha sido cargada la cámara 10 con el  
20 mineral de hierro 12, se cierra y se sella la puerta de la  
abertura de carga 24. Se introduce entonces en la cámara,  
a través de la abertura de entrada de gas 42, gas reductor  
calentado a una temperatura del orden de  $925^{\circ}\text{C}$  a  $1.095^{\circ}\text{C}$ .  
El gas reductor entra en el lecho de mineral de hierro 12  
25 a través de la interfase de entrada 52a y pasa hacia abajo  
a través de la porción principal de dicho lecho. La direc-  
ción del flujo de gas reductor cambia después de haber pasa-  
do hacia abajo a través de las partículas que forman lecho  
sobre la pantalla troncocónica 26. En este punto, el gas  
30 reductor se mueve a través del lecho de partículas hacia

339203



1 arriba y hacia afuera por el paso definido por la pantalla  
truncocónica 26 y la pared interna del reactor. El gas  
reductor sale del lecho fijo de partículas a través de la  
interfase de salida 52b. La cámara colectora de gas o ple-  
5 num, situada sobre la interfase de salida 52b, sirve para  
distribuir el gas reductor desde la interfase de entrada  
hasta la abertura de salida del gas 44.

Las áreas de las secciones rectas de las interfa-  
ses de entrada y salida tienen tales dimensiones que la ve-  
10 locidad del gas será menor que la velocidad crítica neces-  
aria para inducir o sostener un transporte de partículas apre-  
ciable en la interfase de salida. La velocidad crítica es  
función de la temperatura, de la presión y del régimen mo-  
lar del gas, así como del tamaño y del peso específico de  
15 las partículas en la interfase de salida.

Una vez que ha sido reducido el mineral de hie-  
rro, se abre la puerta de la abertura de descarga 38 y se  
descarga el mineral de hierro de la cámara reductora con el  
residuo inerte 50. La mezcla resultante de mineral reduci-  
20 do y material inerte residual se somete a una operación de  
separación, después de la cual se hace pasar el mineral re-  
ducido directamente a un horno de fabricación de acero.

El material inerte residual separado puede enton-  
ces ser sometido a un tratamiento adecuado para separar to-  
25 da fracción de material residual inerte que no pueda ya vol-  
ver a utilizarse en subsiguientes operaciones de reducción  
del reactor. A pesar de la selección del material inerte  
particular, todavía es posible que este material pueda ex-  
perimentar ciertos cambios químicos o físicos durante la  
30 operación de reducción. En tales casos, el material iner-

12



339203

1 te que no puede volverse a utilizar debe ser eliminado.  
Por ejemplo, la degradación de tamaño puede producirse ha-  
ciendo inutilizable cierta fracción de material inerte.  
En este caso, deben ser eliminadas las partículas más finas  
5 del material inerte recuperado tamizándolo.

Pueden emplearse diversas técnicas para separar  
el material refractario inerte del óxido metálico reducido.  
Cuando se somete a tratamiento el mineral de hierro, es pre-  
ferible que el material inerte sea no magnético, pudiendo  
10 así separarse del mineral de hierro reducido magnético por  
medio de un separador magnético. Cuando se emplea el re-  
actor para reducir diferentes óxidos metálicos que son no  
magnéticos, el material inerte puede ser magnético, pudien-  
do entonces ser separado del mineral reducido, que es no  
15 magnético, también por medio de un separador magnético.  
Otras técnicas de separación potencialmente aplicables in-  
cluyen el uso de separadores electrostáticos, centrífugos  
y mecánicos. Además, pueden asimismo emplearse otras téc-  
nicas, basadas en la diferencia de pesos específicos.

20 Aunque el reactor para hierro esponjoso de las fi-  
guras 1 y 2 ha sido descrito empleando un residuo de mate-  
rial inerte sobre el cual descansa el mineral durante el  
proceso de reducción del mismo, debe señalarse que el empleo  
de dicho material residual no es necesario en todas las si-  
25 tuaciones en las que se empleen reactores contruidos de  
acuerdo con el presente invento para el proceso de los mi-  
nerales metálicos. El material inerte puede ser eliminado  
enteramente, por ejemplo, en un caso en el que sea tolera-  
ble un cierto grado de reducción incompleta de una porción  
30 del lecho de mineral. Por consiguiente, la interfase in-

339203



1 confinada superior del lecho de partículas estará formado en  
casi todos los casos por partículas de mineral de hierro,  
mientras que la interfase inconfineda inferior puede estar  
formada, en algunos casos, por partículas de material iner-  
5 te, como se indica en las figuras 1 y 2, y en otros casos  
por partículas de mineral.

Las figuras 3 y 4 representan, en detalle, la cons-  
trucción de la pantalla troncocónica 26. El agua para la  
refrigeración de la pantalla 25 pasa por las tuberías 53,  
10 fijas la una a la otra por medio de un miembro 54 y por una  
pluralidad de miembros cortos 55. El sistema de tuberías  
va fijo a la envoltura o carcasa de acero 18 del reactor  
por medio de una plataforma 56. Suspendida de las dos tube-  
rías más bajas 53 y fija a las mismas hay una pluralidad de  
15 placas de fricción 57 y 58, cuya función será descrita de-  
talladamente más adelante. Las placas de fricción cita-  
das rodean preferiblemente todo el perímetro de la pantalla  
26. Como se ve en la figura 1, interpuesto entre las pla-  
cas de fricción radiales hay un material altamente refracta-  
20 rio 59. Este material refractario 59 está soportado por  
medio de los soportes 57a y 58a, que lo fijan a las placas  
de fricción 57 y 58, respectivamente, lo cual se observa  
más claramente en las figuras 5a y 5b. La necesidad de  
dos placas de fricción de forma diferente surge a causa de  
25 los medios particulares empleados para mantener unidas las  
tuberías 53. La placa de fricción 58 se emplea en aquellos  
puntos en que los miembros 55 se fijan a las tuberías 53.  
La forma de las placas de fricción facilita su conexión a  
las tuberías citadas en la forma indicada, y una vez coloca-  
30 do el forro de ladrillos 16a se pueden acumular ladrillos

339203

12



1 sobre las superficies 57b y 58b de las placas de fricción.

La necesidad de utilizar las placas de fricción 57 y 58 se presenta cuando la acción abrasiva de la carga descendente del reactor, al extraerla del mismo, es elevada. La construcción de placas de fricción radiales de acero al carbono o acero inoxidable, dispuestas radialmente alrededor de la circunferencia de la pantalla 26, con material altamente refractario interpuesto entre las placas, resiste perfectamente la elevada acción abrasiva de la carga del reactor. Las placas de fricción se conectan al sistema refrigerador de agua para proporcionar una disipación de calor a las placas con objeto de reducir al mínimo los adversos efectos que el ciclo térmico puede causar en dichas placas cuando éstas no están provistas de un medio eliminador de calor.

La disposición particular de las placas de fricción 57 y 58 reduce considerablemente la superficie total de las mismas expuesta a los gases de reducción calientes. Esta disposición es deseable, pues si la superficie metálica continua expuesta al gas reductor caliente fuese muy amplia estaría más expuesta a sufrir deformaciones, que deben ser preferiblemente evitadas. Esta deformación es debida al hecho de que la dilatación térmica de cada área incremental imaginaria de una amplia superficie metálica, en contacto con los gases calientes, sería un sumando que contribuiría a producir una deformación muy apreciable. Además, los esfuerzos impuestos a una superficie metálica amplia y continua en contacto con los gases, producirían un efecto de "termofluencia" en las deformaciones, es decir, que el metal, al ser sometido a muchos ciclos térmicos de calenta-

339203,2



1 miento y enfriamiento, no volverán a adquirir sus dimensio-  
nes originales al enfriarse, sino que una pequeña fracción  
de la deformación permanecerá después de cada ciclo térmico  
de la pieza. Después de muchos ciclos, la "termofluencia"  
5 o deformación acumulativa, puede incluso incrementarse.

El miembro de obstrucción 48 de la abertura de sa-  
lida del gas 44 se forma preferiblemente empleando placas  
de fricción radiales más largas en este punto del perímetro  
de la pantalla 26.

10 Las figuras 6, 7 y 8 representan, en forma simpli-  
ficada, otras realizaciones de reactores contruidos de acuer-  
do con el presente invento. Se han omitido descripciones  
detalladas de la estructura y el funcionamiento de estos re-  
actores porque serían similares, en general, a las corres-  
15 pondientes al reactor representado en las figuras 1 y 2.

El reactor representado en la figura 6 se llama  
reactor "J". Este reactor se carga por la abertura de car-  
ga 60, con un residuo 62 de material refractario inerte,  
después de haber cerrado y sellado la abertura de descarga  
20 64. A continuación, se forma un lecho de mineral 66 cuando  
se carga el reactor con mineral por la abertura de carga 60.  
El tamaño del residuo 62 es tal que el lecho de mineral for-  
ma dos interfases, una de ellas cerca de la parte alta de  
la pata larga de la "J", y la otra en la curva de la "J".  
25 La pata corta de la "J" tiene un suelo inclinado  $45^{\circ}$ , por  
ejemplo, para que el mineral que rebosa de la misma se des-  
lice hacia abajo y caiga en la abertura de descarga 64, quan-  
do la cámara es descargada una vez completado el proceso a  
que ha sido sometido el mineral.

30 Los gases reductores entran en el reactor por la



339203

1      abertura de entrada de gases 68, situada en la parte alta  
de la pata larga de la "J", y pasan a través del lecho de  
mineral 66, desde la interfase superior cerca de la parte  
alta de la pata larga de la "J" hasta la interfase inferior  
5      en la curvatura de la "J". Los gases reductores proceden-  
tes del reactor pasan por la abertura de salida de gases  
70, situada en la parte alta de la pata corta de la "J".

10      El reactor representado en la figura 7 es una va-  
riación del reactor en forma de "J" de la figura 6. En la  
figura 7, una cuña refractaria 72 se introduce en el reactor  
para limitar la cantidad de mineral que rebosa de la pata  
corta de la "J". Esta disposición fuerza a los gases re-  
ductores a penetrar debajo del lecho de mineral, resultando  
así más completo el proceso del mismo en todo el volumen  
15      ocupado por el lecho.

20      El reactor representado en la figura 8 es similar  
a los reactores en forma de "J" de las figuras 6 y 7. En  
el reactor de la figura 8, toda la masa de mineral que cons-  
tituye el lecho del mismo, 80, está situada en una cámara  
82 dispuesta verticalmente. Una porción del lecho de mine-  
ral 80 cae dentro de una abertura lateral cilíndrica 84 que  
comunica con la cámara 82. Una interfase del lecho de mine-  
ral se forma cerca de la parte superior de la cámara 82,  
mientras que una segunda interfase inclinada se forma en  
25      la abertura lateral de salida 84. Los gases reductores  
penetran en el reactor por la abertura de entrada de gas  
86, situada en la parte alta de la cámara 82, y salen del  
reactor por una abertura de salida de gases reductores 88,  
situada en la extremidad superior de la abertura lateral de  
30      salida 84. Esta última está inclinada  $45^{\circ}$ , por ejemplo,

339203



1 para que, al descargarse el reactor, el mineral de hierro  
reducido que está en la abertura lateral de salida citada  
se deslice hacia abajo y penetre en la abertura de descarga  
90.

5 Aunque todas las realizaciones del invento han si-  
do descritas de manera que los gases reductores pasaban a  
través de la masa que forma el lecho de mineral de arriba  
abajo, debe observarse que los gases reductores pueden tam-  
bién pasar a través del lecho de mineral de abajo arriba.  
10 En este caso, las entradas de gas servirían de salidas y  
recíprocamente. Además, la dirección de los gases reducto-  
res puede modificarse de una hornada a otra de mineral o in-  
cluso durante el proceso de una hornada determinada de mine-  
ral. Estas modificaciones de la dirección del flujo del  
15 gas reductor hacen posible un mejoramiento sustancial de la  
economía térmica de las instalaciones reductoras de grandes  
capacidades.

20 Debe observarse también que la parte inferior de  
las realizaciones representadas en las figuras 6, 7 y 8  
puede cargarse con material residual inerte, si se desea,  
para reducir al mínimo las zonas de contacto del mineral con  
una pequeña proporción de gas.

25 De todo lo antedicho se deduce que el presente in-  
vento tiene muy valiosas y muy prácticas ventajas, una de las  
cuales consiste en que el problema de limpieza asociado con  
las placas, rejillas o parrillas foraminosas queda elimi-  
nado, ya que las partículas de la interfase de salida son  
arrastradas con el resto del lecho al ser descargada cada  
hornada de mineral reducido. En el presente invento, las  
30 fisuras o hendiduras inherentes al volumen vacío del lecho

339203



1 de mineral sustituyen a las aberturas o pasos del gas entre las parrillas o rejillas o placas perforadas foraminosas.

Otra ventaja del presente invento la constituye la eliminación de las estructuras previamente necesarias en la interfase de salida y la limitación de las temperaturas extremas, que ya no es necesaria, gracias a la selección de los materiales empleados en la fabricación de las mismas. Esto, a su vez, permite que el proceso de reacción sea llevado a cabo a temperaturas más elevadas en el lecho de mineral, reduciéndose en cambio el régimen de reacción del proceso de reducción.

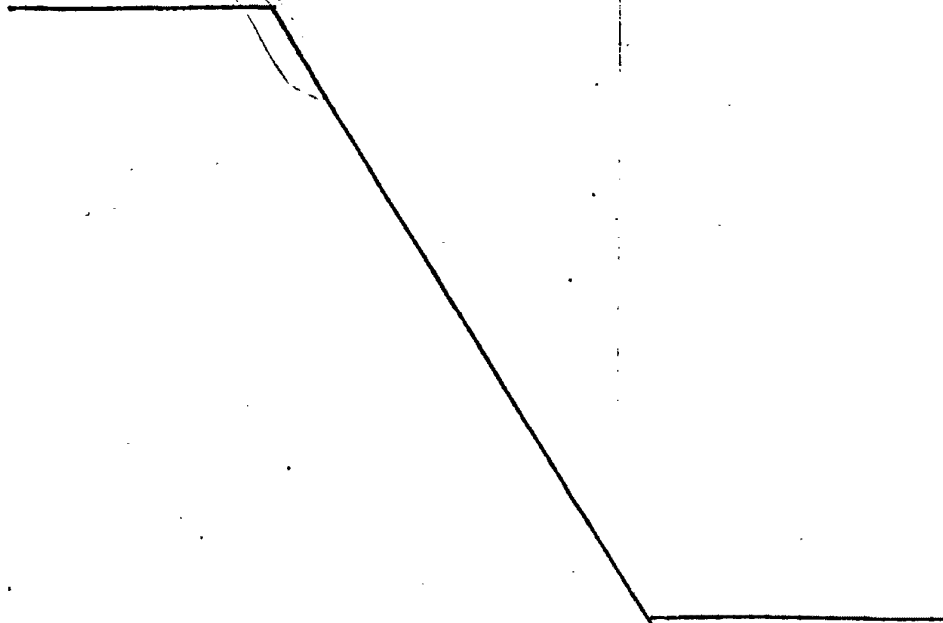
Aunque las que hemos descrito son las realizaciones preferentes del invento, es evidente, sobre todo para los expertos en esta materia, que pueden introducirse en ellas cuantas modificaciones se crean necesarias sin apartarse del alcance del invento y del espíritu del mismo.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita, deberá recaer sobre las siguientes:

20

25

30



339203<sup>12</sup>



REIVINDICACIONES

1  
5  
10  
15  
20  
25  
30

1. Aparato para el tratamiento de minerales, caracterizado por una cámara en la cual se reduce el mineral metálico; medios para cargar dicha cámara con mineral metálico para ser reducido; medios para hacer pasar gas reductor a través de dicho mineral metálico depositado en dicha cámara; y medios de descarga que incluyen una abertura de salida, situada en la parte baja de dicha cámara, para descargar el mineral reducido depositado en la misma, estando adaptados dichos medios de descarga para recibir una masa de material inerte refractario sobre el cual descansa dicho mineral metálico cuando dicha cámara está cargada, descargándose cuando se descarga el mineral reducido.

2. Aparato para el tratamiento de minerales de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por un residuo de material inerte refractario amontonado en la abertura de salida sobre el cual reposa el mineral metálico cuando la cámara está cargada, y medios para abrir dicha abertura de descarga después de que dicho mineral metálico depositado en dicha cámara ha sido reducido para descargar dicho residuo de material inerte refractario y el mineral metálico reducido.

3. Aparato para el tratamiento de minerales de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que la cámara reductora está dispuesta verticalmente formando un lecho de materia particulada en dicha cámara, cuya parte inferior comprende el residuo de material inerte refractario y la parte superior del mismo comprende un cuerpo de partículas de mineral metálico en bloques, estando formado dicho lecho por una primera interfase inconfiada en

339203



1 la parte alta de dicho lecho, la cual define los límites en-  
tre dicho lecho y un primer volumen de espacio libre, estan-  
do formada la parte inferior de dicha cámara reductora para  
5 formar un paso para el flujo de gas que se prolonga hacia  
arriba y hacia afuera por medio del cual se carga dicha cá-  
mara con dicha materia particulada, la cual entra en la por-  
ción inferior de dicho paso para el flujo de gas para for-  
mar una segunda interfase inconfínada que define los lími-  
tes entre dicha porción de dicho lecho depositado en dicho  
10 paso para el flujo de gas y un segundo volumen de espacio  
libre.

4. Aparato para el tratamiento de minerales de  
acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho  
de que el gas reductor se suministra a través de una aber-  
15 tura de entrada que comunica con el primer volumen de espa-  
cio libre, saliendo el gas reductor a través de una abertu-  
ra de salida que comunica con un segundo volumen de espacio  
libre.

5. Aparato para el tratamiento de minerales de  
20 acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por una pan-  
talla troncocónica situada en la parte inferior de la cáma-  
ra, formando las paredes exteriores de dicha pantalla y las  
paredes interiores de la cámara reductora un paso anular  
que contiene el paso para el flujo de gas y el segundo vo-  
lumen de espacio libre, comunicando dicho paso anular con  
25 la abertura de salida,

6. Aparato para el tratamiento de minerales de  
acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el he-  
cho de que la pantalla troncocónica está refrigerada por  
30 agua.

339203



1                   7.    Aparato para el tratamiento de minerales de  
acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,  
caracterizado por el hecho de que la cámara de reducción in-  
cluye una porción dispuesta verticalmente y una abertura de  
5                   salida cilíndrica inclinada que comunica con dicha porción  
dispuesta verticalmente.

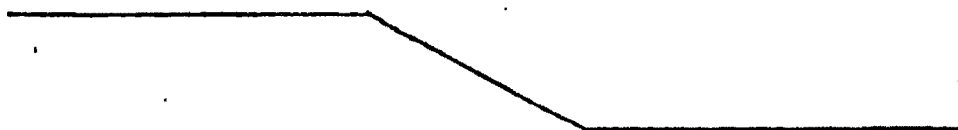
                  8.    Aparato para el tratamiento de minerales de  
acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,  
caracterizado por el hecho de que una sección vertical de  
10                  la cámara reductora tiene sustancialmente una forma de "J"  
y el paso del gas reductor va desde la parte alta de la pa-  
ta larga de la "J" hasta la parte alta de la pata corta de  
dicha "J".

                  9.    Aparato para el tratamiento de minerales de  
15                  acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por el hecho  
de que la parte inferior de la pata corta de la "J" está  
inclinada, y una cuña refractaria sobresale hacia abajo a  
partir de la pared interna de la cámara penetrando en la  
curvatura de dicha "J".

20                  10.   Aparato para el tratamiento de minerales de  
acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,  
caracterizado por el hecho de que los medios cargadores de  
mineral están constituidos por una abertura de entrada cer-  
ca de la parte superior de dicha cámara.

25                  11.   Se reivindica por último como objeto sobre  
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solici-  
ta: "APARATO PARA EL TRATAMIENTO DE MINERALES".

30





339203

1

· Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de veinticinco páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 12 de Abril de 1.967

BERNARDO UNGRIA  
P.P.

10

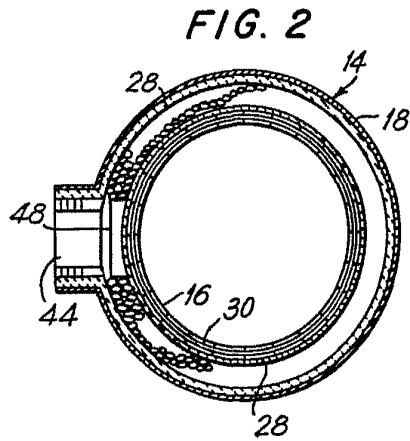
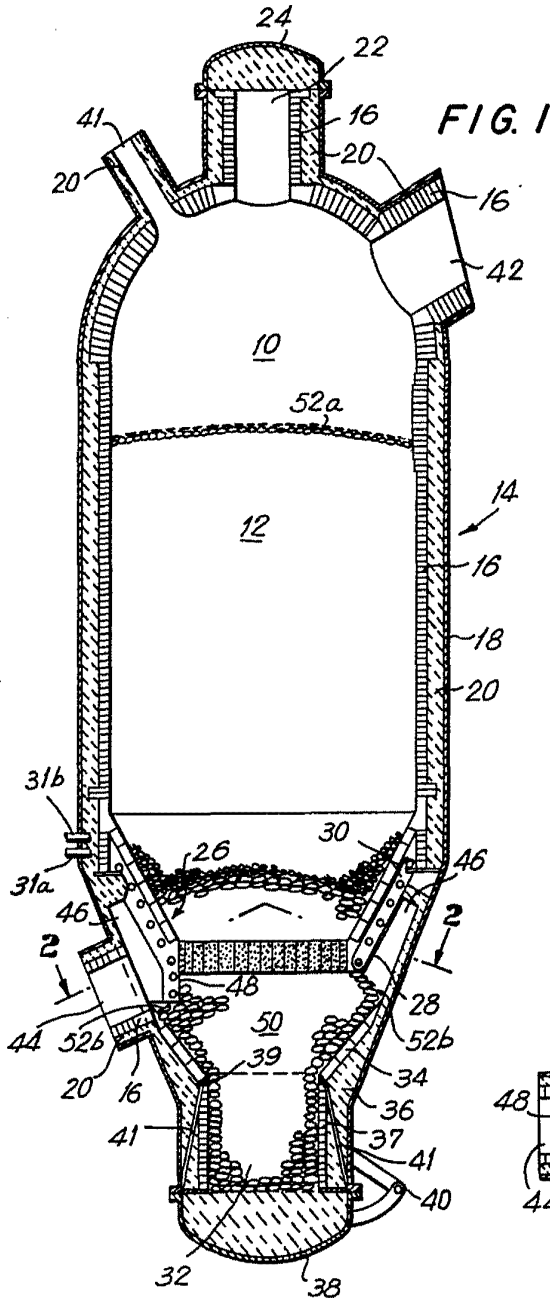
15

20

25

30

339203



**ESCALA VARIABLE**  
 MADRID, 12 DE Abril DE 1867  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.

339203



FIG. 3



FIG. 4

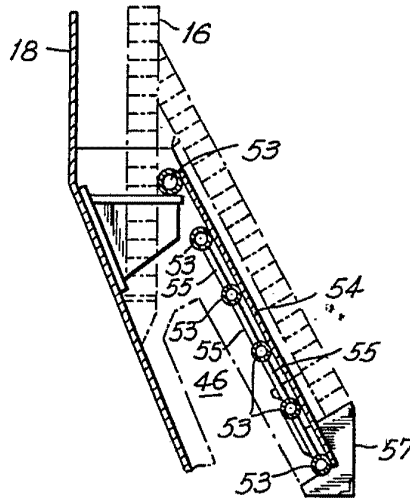


FIG. 5a

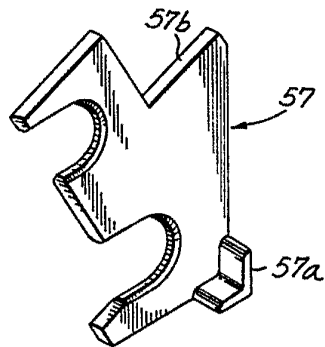
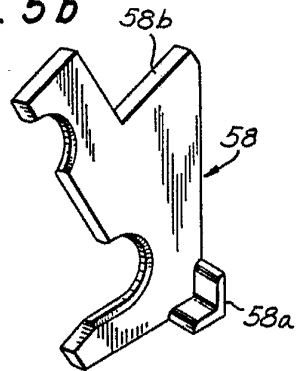


FIG. 5b



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 12 DE Abril DE 1967

10  
21 ABR 1967

339203

FIG. 6

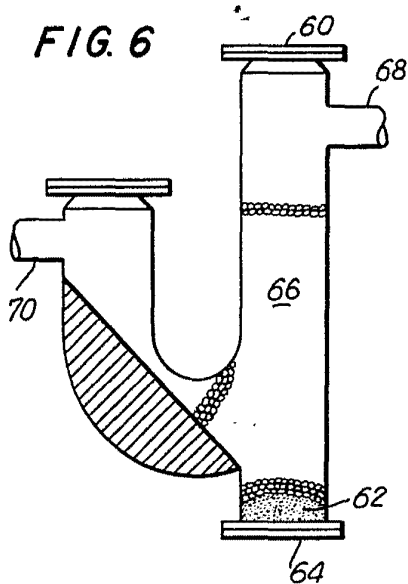


FIG. 7

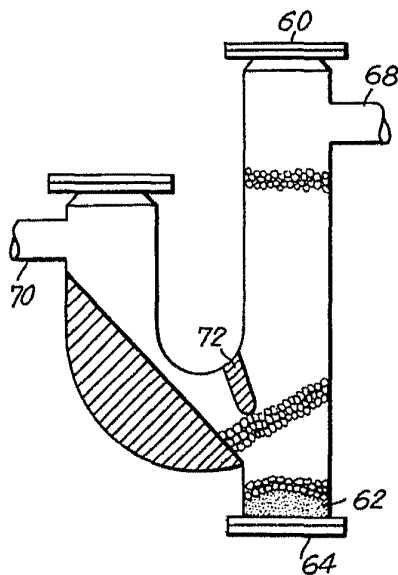
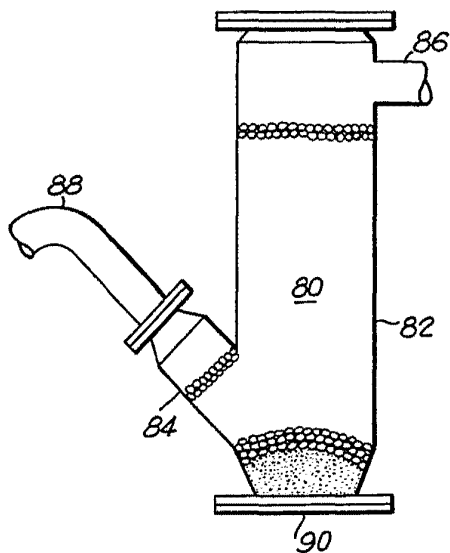


FIG. 8



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 12 DE Abril DE 1967

*[Handwritten signature]*