



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO	10 AI
21	448.276	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	26 mayo 1.976	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
63317/1975	26 mayo 1.975	JAPON
63318/1975	"	
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C 21B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE UN GRANULO DE MINERAL DE HIERRO.		
71 SOLICITANTE (S)		
KOBE STEEL, LTD.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
3-18-, 1-chome, Wakinoama-cho, Fukiai-ku, Kobe, Japon.		
72 INVENTOR (ES)		
Kazumasa Taguchi; Isao Fujita; Tsutomu Nishida; Kan Akeba; Mamoru Onoda; Masaharu Kitajima; Nobuyuki Iminishi y Ryo Watanabe, todos ellos japoneses.		
73 TITULAR (ES)		
El mismo solicitante.		
74 REPRESENTANTE		
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.		

EXTRACTO DE LA INVENCION

Se refiere esta invención a un gránulo de mineral de hierro que tiene propiedades especialmente excelentes como materia prima de hierro, en la producción de hierro de primera fusión, y a un método para hacerlo, así como también a un método para hacer funcionar un alto horno.

Los gránulos ordinarios de mineral de hierro, debido a su configuración esférica, pueden no dar la uniforme distribución en el grueso de capa de los materiales cargados en el horno, lo que dará como resultado una reducción en la eficacia operativa del alto horno.

En la presente invención, después de haber sido sometido un mineral de hierro en polvo a la granulación y a caldeo, para dar gránulos esféricos, se aplica una posterior acción de trituración, al tiempo que se ajusta el tamaño de partícula del gránulo triturado, de manera que la superficie exterior de los gránulos se compondrá de superficies de forma esférica y de superficies rotas. Con ello, se consiguen mejoras en el ángulo de reposo y en la característica de reducción de los gránulos de mineral de hierro, y eventualmente se logra un funcionamiento eficaz y altamente económico del alto horno.

DESCRIPCION DE LA TECNICA ANTERIOR

En los últimos años, la técnica encaminada a mejorar el mineral en la industria del mineral de hierro, ha venido haciendo un notable progreso, de modo que los minerales en polvo producidos en las minas, que venían siendo desechados, se utilizan ahora positivamente como materia prima de hierro para cargar los altos hornos, al igual que se hace en general con el mineral en masa. Así, pues, su valor

como producto ha subido a un grado notable. Como es públi-  
camente conocido, el método de sinterización y el método de  
fórmación de gránulos, son los dos métodos principales para  
este aprovechamiento del mineral, según se refleja en un  
5 alto porcentaje de aproximadamente 80 %, que es la propor-  
ción de minerales aprovechados por medio de los dos métodos  
con respecto a la cantidad total de materia prima cargada  
en los altos hornos en el Japón. De estos minerales apro-  
vechados, la cantidad de producción de los sinterizados es  
10 abrumadoramente alta, pero recientemente va también en au-  
mento la de los gránulos con respecto tanto a la producción  
nacional como a la de importación, ocupando, pues, casi el  
20 % de los minerales aprovechados. Además, se ha estable-  
cido ya un sistema de producción en masa para los denominados  
15 gránulos "auto-fundentes", que se han ajustado previamente en  
un componente de escoria para el funcionamiento más eficaz  
del alto horno. Funciona una planta con una salida diaria de  
producción de 8.000 toneladas, y en algunas plantas, se ha  
iniciado con buenos resultados el funcionamiento de un alto  
20 horno con una mayor proporción de mezcla de gránulos.

No obstante, el funcionamiento de un alto horno  
cargado con muchos gránulos no siempre da un resultado fa-  
vorable si se compara con el caso en que se mezclan muchos  
minerales sinterizados. Los gránulos poseen ciertas propie-  
25 dades que son más ventajosas que el mineral sinterizado, en  
algunos aspectos, pero considerados en forma global, también  
presentan inconvenientes tales que no pueden considerarse  
como plenamente satisfactorios.

En particular, los inconvenientes de los gránulos  
30 ordinarios pueden atribuirse a la propiedad física de que

presentan la forma de una esfera, lo cual afecta bastante, en sentido negativo al funcionamiento del alto horno.

Se expondrán razones detalladas de ello más lejos, con referencia a las figs. 1 y 2. Cuando se utilizan gránulos en el funcionamiento del alto horno, se cargan gránulos esféricos previamente pesados, de diámetros de entre 5 y 20 mm, y coque como agente reductor, en forma alterna, dentro de un alto horno (1) por su parte de carga (2), según se ha representado en la fig. 1, de manera que dentro del horno se apilan una sobre otra una capa de gránulos (PL) y una capa de coque (CL), es decir, se establecen capa sobre capa. El resultado es que las capas apiladas en la parte superior del interior del horno forman en general cada una de ellas una depresión en la parte central, y una protuberancia en la periferia, dando así nacimiento a una distribución del tipo V. En este caso, se desea que las capas de gránulos (PL) y las capas de coque (CL) se apilen de modo uniforme con poco cambio en el grueso de capa en la dirección del radio, dentro del horno. En realidad, sin embargo, esto no se consigue, ya que el coque y los gránulos son acusadamente diferentes en sus propiedades físicas, es decir, según se ha representado en la fig. 2, cuando se cargan gránulos (P) sobre una capa de coque (CL) dentro del horno, habrá una cantidad mayor de gránulos que fluirán de la periferia a la parte central, si se compara con el caso del coque (C), con el resultado de que la capa de gránulos (PL) formada dentro del horno presentará un grueso de capa notablemente mayor ( $t_1$ ) en su parte central que el grueso de capa ( $t_2$ ) en su porción periférica, lo cual causará la falta de uniformidad en dirección radial. Por otra parte, cuando se cargan coques

sobre tal capa de gránulos (PL), habrá una menor cantidad de coques que fluyan hacia la porción central, ya que tendrán un ángulo mayor de reposo que los gránulos, con el resultado de que la capa de coque (CL) formada dentro del horno, tendrá un grueso notablemente menor ( $t_1$ )' en su porción central que el grueso de capa ( $t_2$ )' en su porción periférica, contrariamente al caso de la carga de gránulos, causando así también una distribución no uniforme del grueso de capa en dirección radial. Cuando esto se repite, el interior del horno en su totalidad presentará el aspecto que aparece en la fig. 2, es decir, se producirá una mala distribución, de manera que los gránulos serán impelidos a la porción central y los coques a la periferia, con lo que la velocidad de flujo del gas desde la parte inferior será mayor en la parte periférica y menor en la parte central, según se ha indicado con las flechas ascendentes en la fig. 2. En consecuencia, la temperatura de la porción periférica en el horno será más alta que la de la porción central, siendo mayor la cantidad de gas reductor producida en la periferia y la reacción de reducción de la materia prima de hierro impelida a la porción periférica.

La cantidad de un material cargado que fluya hacia la parte central del horno depende en gran manera del llamado ángulo de reposo de dicho material cargado. La Tabla 1 muestra el ángulo de reposo de los materiales cargados y el ángulo de inclinación dentro del horno. Como se ha representado aquí, el ángulo de reposo de los gránulos es pequeño en comparación con el del coque, y esta diferencia ocasiona el citado fenómeno de falta de uniformidad en el horno. Por otra parte, los valores del mineral sinterizado son sus-

tancialmente idénticos a los del coque, de modo que en el caso del mineral sinterizado es difícil que ocurra el citado fenómeno y se obtiene con relativa facilidad una distribución uniforme del grueso de capa. La razón por la cual los gránulos causan tal fenómeno de falta de uniformidad, es la de que el gránulo es esférico, casi totalmente, y presenta una superficie lisa, por lo que su resistencia friccional al contacto es extremadamente baja en comparación con la del mineral sinterizado y el coque, que abundan en una complicada falta de uniformidad.

Tabla 1

<u>Material</u> <u>cargado</u>	<u>Angulo de reposo</u>	<u>Angulo de inclinación</u> <u>en el horno</u>
Gránulo	25 - 28	20 - 26
15 Mineral sinte-	31 - 34	29 - 31
rizado	30 - 35	33 - 38
Coque		

Según queda indicado, el flujo de los gránulos ordinarios hacia la parte central del horno y la distribución no uniforme resultante del grueso de capas, hace que las capas de coque queden desordenadas y que el flujo del gas reductor sea impulsado hacia la porción periférica o se haga no uniforme e inestable, dándose también una condición de desorden en el horno tal como un descenso desequilibrado en los materiales cargados, con el resultado de impedirse la reacción de reducción en el horno y descender la eficacia del funcionamiento. Además, incluso después de efectuarse el apilamiento en el horno, los gránulos sufren vibración o movimiento irregular debido al paso del gas y, por consiguiente, son incorporados a la capa de coque inmediata, lo

que es causa de que el grueso de la capa de coque deje de ser uniforme y que varíe la permeabilidad en el horno y sea negativamente afectada la reactividad del coque. Para ser más específicos, diremos que resulta imposible aumentar la relación mineral/coque, lo que da como resultado una menor productividad y un mayor consumo de coque.

Es sabido que la reacción en reducción de los gránulos procede topoquímicamente de la periferia hacia el centro, pero en una zona a alta temperatura, se forma en la periferia una capa apretada y dura de hierro metálico como producto de reacción, que impide la invasión del gas reductor hacia el interior, por lo que puede quedar en el interior del gránulo un núcleo que no haya reaccionado. Este inconveniente es también atribuible a la forma esférica del gránulo. La porción residual, carente de reacción, causa un descenso en los puntos de reblandecimiento y fusión del gránulo, y pueden ocasionar también un fenómeno de fusión entre gránulos. Debido a la forma esférica de los gránulos, además, las condiciones en el horno se aproximan a las de una carga excesivamente apretada, en cuyo caso solamente hay un pequeño número de espacios dentro de la capa de gránulos, y por consiguiente, se promueve aún más tal fenómeno de fusión. Inevitablemente se hace decir que tal fusión en la capa de gránulos da como resultado una permeabilidad pobre de gas reductor, haciéndose difícil el eficaz funcionamiento del alto horno.

#### RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención ha sido concebida para eliminar los inconvenientes antedichos que llevan consigo los gránulos esféricos ordinarios. Un primer objeto de la invención es el de proporcionar un gránulo de mineral de hierro que

presenta un amplio ángulo de reposo y una excelente característica de reducción, así como un método para producir el mismo.

5 El segundo objeto de la invención es el de aportar un gránulo de mineral de hierro en el que la distribución en el grueso de capas dentro del horno de los gránulos de mineral de hierro y de los coques, que son los materiales que se cargan en un alto horno, pueden ser uniformes, mejorándose la proporción mineral/gránulos, con lo que se contribuye a aumentar la cantidad de hierro de primera fusión  
10 producido, y un método para producirlo.

El tercer objeto de la invención es el de aportar un método ideal para el funcionamiento de un alto horno, método que es altamente eficaz y extremadamente estable.

15 El primer aspecto de la invención que logra los citados objetos es un gránulo de mineral de hierro, tal como un gránulo oxidado y un gránulo reducido, cuya forma externa se compone de una combinación de superficie o superficies esféricas, y de superficie o superficies rotas por trituración.  
20

El segundo aspecto de la invención es un método para hacer un gránulo de mineral de hierro según el primer aspecto citado, caracterizado porque se somete un mineral de hierro pulverizado, como material inicial, a granulación y  
25 caldeo o envejecimiento, para dar gránulos esféricos, y a continuación se trituran tales gránulos, al tiempo que se efectúa el ajuste de un tamaño de partícula del gránulo triturado, de modo que se logra una dimensión media de partícula de entre 5 y 25 mm.

30 El tercer aspecto de la invención es un método

para hacer funcionar un alto horno, caracterizado porque los gránulos de mineral de hierro del primer aspecto de la invención citado, cuyas formas externas en cada uno se componen de una combinación de superficie o superficies de forma esférica y de superficie o superficies rotas por trituración, se cargan al interior del horno para el funcionamiento del mismo.

BREVE DESCRIPCION DE LOS PLANOS

La fig. 1 es una vista longitudinal en corte de un alto horno, que muestra la forma de distribución en el horno de los gránulos y los coques que se han introducido en el mismo como materiales de carga;

la fig. 2 es una vista longitudinal en corte de la porción de carga del alto horno en la que se ha ilustrado la característica de flujo de los gránulos cargados;

las figs. 3 a 5 son vistas frontales que muestran formas típicas de ejecución del gránulo de esta invención;

la fig. 6 es un gráfico direccional que representa un método para la constitución del gránulo de la invención;

la fig. 7 es una vista longitudinal en corte de una trituradora, que muestra la fase de trituración del mismo método;

la fig. 8 es un gráfico que muestra el resultado de un experimento hecho para la investigación de la relación existente entre la proporción de mezcla y el ángulo de reposo de los gránulos de la invención, mezclados con gránulos ordinarios;

El gráfico A es una fotografía que muestra la forma externa del gránulo de la invención;

La fig. 9 es un gráfico que muestra la relación

entre el tamaño de partícula y el descenso de la presión;

las figs. 10 y 11 son gráficos que muestran la relación entre la proporción de reducción de los granulos del invento y el granulo esférico ordinario y el tiempo transcurrido;

la fig. 12 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción mineral/coque y la caída de presión;

la fig. 13 muestra la relación entre la productividad y el descenso de presión;

la fig. 14 muestra la relación entre la productividad y la proporción de coque cambiado para producir hierro de primera fusión, y

la fig. 15 muestra la relación existente entre la productividad y la proporción de combustible consumido en el funcionamiento del horno con respecto al hierro de primera fusión producido.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA DE REALIZACION PREFERIDA

Según se ve en las figs. 3 a 5, que representan tipos característicos del granulo de la presente invención, la forma externa del granulo de la invención se compone de una combinación de superficie o superficies proyectadas de forma esférica (K) y de superficie o superficies rotas (H). La forma de realización de la fig. 3 es el ejemplo más simple en el cual se ha triturado una esfera, partiéndola en mitades, siendo uno el número de superficies formadas (K) y el de superficie rota (H). La figura 4 muestra una estructura en la cual se ha triturado una esfera dividiéndola en ocho partes iguales, siendo uno el número de las superficies formadas (K) y siendo tres el de las superficies rotas por trituración (H). La estructura representada en la fig. 5 se ha obtenido

separando la parte superior y la parte inferior, y las porciones delantera y trasera de una esfera en una proporción por igual, mediante la trituración, estando compuesta la forma exterior de dos superficies formadas (K), una a la derecha y la otra a la izquierda, y cuatro superficies rotas (H).

La "superficie formada esférica" (K) corresponde a la superficie exterior de los gránulos ordinarios, es decir, es una superficie formada por el método común de preparar los gránulos mediante granulación, caldeo, etc., siendo su superficie relativamente lisa. Por su parte, la "superficie rota (H)" es una nueva superficie producida separadamente de la superficie formada cuando se ha triturado un gránulo esférico y se ha dividido mediante un choque físico o un efecto químico, siendo abundante en irregularidades.

Las figs. 3 a 5 son ejemplos de formas externas extremadamente simples, que se han representado con el fin de facilitar una mejor comprensión del concepto de la forma externa del gránulo de la presente invención. En estos ejemplos, el número de combinaciones entre la superficie formada (K) y la superficie rota por trituración (H) es pequeño.

No obstante, es innecesario decir que no se limita la presente invención a tales ejemplos, sino que se pueden combinar muchas superficies. En particular, se consideran como bastante preferibles los gránulos de la presente invención con un número algo mayor de superficies rotas. El gráfico A es una fotografía que muestra la forma externa de un gránulo actual triturado.

Este gránulo se ha preparado sobre la base de hacer un gránulo de gran tamaño de partícula, aproximadamen-

te 40 mm por un método ordinario, sometiendo el gránulo a caldeo y triturando el gránulo esférico resultante de modo que su tamaño de partícula sea de aproximadamente 15 mm. Como resulta evidente en la misma fotografía, el gránulo triturado presenta nuevas superficies rotas que resultan abundantes en irregularidades complicadas, de modo que presenta la propiedad única de que la resistencia friccional de contacto y la superficie del gránulo aumentan notablemente respecto a los gránulos esféricos ordinarios.

Con respecto a la presente invención, damos ahora la descripción siguiente referida principalmente al método de constitución del gránulo del invento. La fig. 6 es un esquema direccional que ilustra el proceso del método conforme a la presente invención. En primer lugar, en la fase destinada a ajustar la materia prima (A) se efectúa el ajuste del material de los gránulos por medios ya conocidos, es decir, trituración del material de mineral de hierro, ajuste de la dimensión de partícula, de los componentes y de la humedad, etc. Se efectúa la trituración utilizando una trituradora adecuada tal como una trituradora por esferas, para conseguir una dimensión de partícula de 60-95% por debajo de  $44\mu$  y 15-25% por debajo de  $10\mu$ . Después de la trituración se incorpora un componente de escoria tal como cal a la materia prima, si se requiere, y también bentonita como aglutinante en una cantidad de aproximadamente 0,5%, y después se mezcla con 8 a 10 % de agua, para la regulación de humedad.

Después del ajuste, la materia constitutiva del gránulo se traslada a la siguiente fase de granulación (B),

donde se granula en una forma esférica, dando el llamado gránulo verde. El tipo preferido de esta fase de granulación difiere del tipo ordinario. Se preparan gránulos verdes de tamaños de partícula grandes, de entre 30 y 50 mm, por medio de una máquina granuladora tal como una granuladora de caldero o una granuladora de tambor. Incluso con gránulos de los tamaños de partícula corrientes, de 10 a 20 mm, pueden lograrse los propósitos de la presente invención, pero la calidad y el valor del producto final son inferiores si se comparan con gránulos de tamaños de partícula grandes.

Después de la granulación, se hacen pasar los gránulos verdes a la fase de caldeo (C), donde se oxidan los gránulos y se someten a la acción del calor para obtener una resistencia a la compresión de cierta calidad, situada por encima de los 200 Kg por gránulo, un índice de tambor superior al 95 % sobre los 5 mm, un índice de dilatación inferior al 14 %. Se puede adoptar como método de caldeo cualquiera de los sistemas de horno de cuba, emparrillado y cubilote. La temperatura de caldeo está comprendida entre 1.150 y 1.400 °C. Como es sabido públicamente, el caldeo deberá ir precedido de una operación de perfecto secado y un previo calentamiento. Los gránulos sometidos al caldeo se enfrían al aire en la fase de enfriamiento (D) hasta llegar a una temperatura próxima a la ordinaria, mediante un enfriador anular o similar. Con los gránulos llegados a un tamaño de partícula de 30 a 50 mm, se pueden efectuar las precedentes fases de granulación, caldeo y enfriamiento, sin ninguna perturbación especial, y se puede asegurar una producción suficiente y una operación normal,

a una escala de producción ordinaria.

Se hacen pasar después los gránulos a la fase de trituración (E) y a la fase de ajuste (F) del producto. Estas fases constituyen una característica extremadamente importante en el método de producción de los gránulos de la presente invención. Hasta el presente, los gránulos después de haber sido enfriados, se han venido utilizando como la materia prima de hierro para el alto horno. En cambio, en el método de la presente invención, las citadas fases se han incorporado como nuevas características, con lo cual se ha obtenido un feliz resultado al mejorar fundamentalmente las propiedades de los gránulos ordinarios que presentaban los inconvenientes citados en los primeros párrafos de la presente. En la fase de trituración (E), según representado en la fig. 7, se emplea una trituradora provista de un par de planchas trituradoras opuestas (4) que se abren y se cierran, oscilando así a derecha e izquierda cuando se acciona mediante órganos de transmisión (no representados). Se introduce un gránulo esférico (P) y se deja caer entre las planchas (4). En este caso, se establece lo necesario en previsión de que, al caer, pase el gránulo por el espacio mínimo entre las planchas, por lo menos una vez, con el resultado de que el gránulo (P) quedará triturado por el choque con ambas planchas y se producirán diversos gránulos (P) por trituración. Estos gránulos triturados, según se ha expresado, corresponden al gránulo de la presente invención, presentando una forma externa constituida por una complicada combinación de superficie o superficies formadas esféricamente y superficie o superficies rotas por trituración. Como quiera que esta trituradora se puede

limpiar fácilmente de incrustaciones, con un aparato o maquinaria simple, resulta ventajosa su utilización, pero son también empleables diversas trituradoras conocidas, como la trituradora de mordazas y la trituradora de martillo. Es preferible que el tamaño de partícula de la trituración se establezca de manera que el valor medio de los diámetros representativos de los gránulos triturados resultantes (P)' se encuentre entre los límites de aproximadamente 5 y aproximadamente 25 mm. Con valores inferiores a los 5 mm, los gránulos, al ser cargados en el alto horno se apilan apretadamente, dando como resultado una pobre permeabilidad respecto al paso del gas por el horno, mientras que con valores superiores a los 25 mm, no mejora suficientemente la característica de reducción.

En la fase de ajuste (F) del producto, se ajustan los gránulos triturados hasta conseguir los límites apropiados arriba mencionados del tamaño de partícula, por medio de un clasificador. Es decir, que los gránulos cuyos tamaños de partícula sobrepasen el límite superior son devueltos a la fase de trituración (E) donde son triturados juntamente con los gránulos posteriores al enfriamiento. Por otra parte, los gránulos cuyos tamaños de partícula no alcancen el límite inferior, son devueltos a la fase de ajuste de materia prima (A) para su nueva utilización como materia prima o se utilizan como materia prima sintetizada (SF) . Los gránulos triturados que han sido ajustados a tamaños de partícula apropiados mediante la fase (F) de ajuste del producto son trasladados finalmente a un alto horno (BF) donde funcionan como parte o como totalidad de la materia prima de hierro.

En la fase indicada de enfriamiento (D), es también útil emplear, en lugar del enfriamiento lento ordinario, un medio de enfriamiento rápido por agua enfriadora o un enfriamiento por aire a presión, con lo que se puede mejorar la eficacia de la trituración en la antedicha fase de trituración (E). Asimismo, es incluso posible omitir la fase de trituración, lo que dependerá de las condiciones del enfriamiento rápido.

El método que hemos descrito es un método para preparar el llamado gránulo de oxidación, que suministra una materia fuertemente endurecida de estructura  $Fe_2O_3$  como producto final. No obstante, el gránulo del presente invento es aplicable también a gránulos por reducción o semi-reducción de estructuras principalmente de Fe y FeO que se obtienen por calcinación bajo una atmósfera reductora o neutra. Por consiguiente, su método de producción puede cumplirse también combinando las fases de trituración y de ajuste del producto con la fase de producción para este gránulo reducido o semi-reducido. Por otra parte, el método de la presente invención es aplicable no sólo a gránulos de minerales puros como materia prima, sino también a la técnica del gránulo en polvo y al gránulo frío.

El gránulo de la presente invención se caracteriza por su citada forma externa. Esta limitación se hace porque aportan una marcada mejora en el ángulo de reposo y en la característica de reducción, como se explicará después y también porque al hacer una superficie formada esféricamente, que coexiste, básicamente se puede obtener el gránulo deseado tan solo incorporando las fases de

trituration y de ajuste en el procedimiento ordinario de producción, como será evidente por la explicación que antecede del método de producción.

5                   Con el fin de dejar más claro el excelente efecto de la presente invención, haremos referencia a continuación a los resultados de los experimentos. La fig. 8 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción de mezcla y el ángulo de reposo en el caso en que se mezclen gránulos triturados, los cuales hayan sido preparados  
10                   triturando gránulos esféricos de un tamaño de partícula de aproximadamente 40 mm en gránulos de aproximadamente 15 mm. Puede verse con esto que mezclando solamente de 40 a 60 % de los gránulos de la presente invención con granos ordinarios, se logra un notable aumento en el ángulo de reposo. Con solamente los granos triturados (100 %)  
15                   el ángulo de reposo llega a ser de aproximadamente 33° que es aproximadamente el mismo nivel que el de los otros materiales cargados, es decir mineral sinterizado y coque. En términos generales, el ángulo de reposo de los gránulos triturados es de aproximadamente 28 a 35°, si bien  
20                   difiere según sea el método de trituración, por lo que existe una gran mejora frente a los gránulos esféricos ordinarios (ángulo de reposo de 25-28°). Por este resultado experimental, es evidente que cuando se utiliza este gránulo para un alto horno, no siempre es necesario  
25                   utilizar toda la cantidad, sino que se puede esperar una mejora suficiente incluso cuando se haya mezclado con gránulos ordinarios en una proporción adecuada. Además, se produce un aumento en la resistencia al contacto en  
30                   cuanto a la mejora del ángulo de reposo, y una superficie

mayor conduce a un aumento en la superficie de contacto, dando como resultado la reducción del gas la mejora de la propiedad de la reducción producida; además, como se acorta la distancia mínima al centro del gránulo, es difícil que se forme un núcleo sin reaccionar, por lo que se suprimen los fenómenos de reblandecimiento y fusión. Así pues, el gránulo de la presente invención posee tales propiedades.

La fig. 9 muestra la relación entre la permeabilidad y el tamaño de partícula en cada uno de los casos de gránulo esférico ordinario, un mineral sinterizado y el gránulo triturado de la presente invención, habiéndose calculado el descenso de presión midiendo el descenso de presión causado cuando se insufla aire en las cámaras cilíndricas de un diámetro interior de 150 mm y una altura de 1.500 mm, cada una de las cuales se llena con los citados gránulos, en una altura de 200 mm.

Se evalúa la permeabilidad mediante determinación del coeficiente del descenso de presión según la fig. 10, que indica la magnitud del descenso de la presión, según la relación siguiente:

$$K = \alpha D_p^{-1.13}$$

donde K es la caída de presión,  $D_p$  es un tamaño de partícula y  $\alpha$  es el coeficiente del descenso de presión, un resultado de lo cual aparece en la tabla 2.

Tabla 2

Coeficiente del descenso de presión

Gránulo esférico ordinario	10.5 X 10 <sup>3</sup>
Mineral sinterizado	7.0 X 10 <sup>3</sup>
Gránulo triturado	8.5 X 10 <sup>3</sup>

Es evidente por estos datos que el gránulo triturado de la presente invención muestra una permeabilidad excelente si se compara con el gránulo esférico ordinario.

5 El uso del gránulo de la presente invención resulta ventajoso en cuanto que no solamente es grande su área de contacto, sino que existe además una permeabilidad mejorada para reducir el gas del horno y porque, por consiguiente, se mejora la eficacia de la reducción, según citamos a continuación.

10 Las figs. 10 y 11 muestran los resultados de los gránulos triturados de un tamaño de 15, 10 a 15 y 5 a 10 mm y el gránulo ordinario en relación con el cambio de la proporción de reducción respecto al tiempo transcurrido, siendo la temperatura de reducción de 1.200 y 1.250° C, respectivamente y utilizándose como agente reductor una mezcla gaseosa de 30 % CO y 70 % N<sub>2</sub>. Como se verá por estas figs. la  
15 reacción de reducción tiene lugar a un alto régimen y se puede obtener con la presente invención una alta proporción de reducción.

20 La proporción final de reducción de cada gránulo se expone en la tabla 3 y los resultados de la prueba de reducción bajo carga se exponen en la tabla 4.

Tabla 3

25

% reduc- ción	Gránulo triturado de esta inven- ción			Gránulo esférico corriente	Mineral sinterizado
	5 - 10mm	10 - 15mm	más de 15mm		
Temperata				10-12 mm	
1200°C	65,8	70,3	67,7	41,2	70 - 80
1260°C	38,0	24,6	16,8	11,9	30

30

Tabla 4

		Gránulo triturado de la presente invención			Gránulo esférico ordinario
		5-10 mm	10-15 mm	más de 15 mm	10-12 mm
5	Proporción de contracción	24.0	28.0	34.0	35.8
	Proporción de reducción	98.1	94.6	88.8	88.9
10	Indice de dilatación	12.9	12.9	12.7	12- 12.5

La fig. 12 muestra la relación existente entre la proporción mineral/coque y el descenso de presión causado por la carga introducida en el alto horno, y la fig. 13 muestra la relación entre la productividad (ton/m<sup>3</sup>/día) y el descenso de presión, consistiendo los materiales cargados en un 50 % de mineral y, además un 50 % de gránulos esféricos auto-fundentes (marca X) 50 % de MgO añadido en gránulos esféricos (marca ©) y un 50 % de MgO añadido en gránulos triturados (marca 0), respectivamente.

Como dichas cifras indican, según la presente invención la proporción mineral/ coque puede mejorar notablemente en relación con los gránulos esféricos ordinarios, lo que da como resultado un aumento de productividad.

Las figs. 14 y 15 muestran la relación entre la productividad y la proporción del coque respecto al hierro de primera fusión producido y la proporción entre el combustible y el hierro de primera fusión producido, respectivamente.

Como puede verse por estas cifras, el uso de los gránulos de la presente invención resulta ventajoso, en

cuanto que, debido a las citadas propiedades de los gránulos así como a la mejora en la característica de reducción, es posible elevar notablemente la productividad, pese a que se cargue la misma cantidad de hierro como materia prima (mineral y gránulos), es decir, que se puede conseguir un funcionamiento del alto horno extremadamente económico.

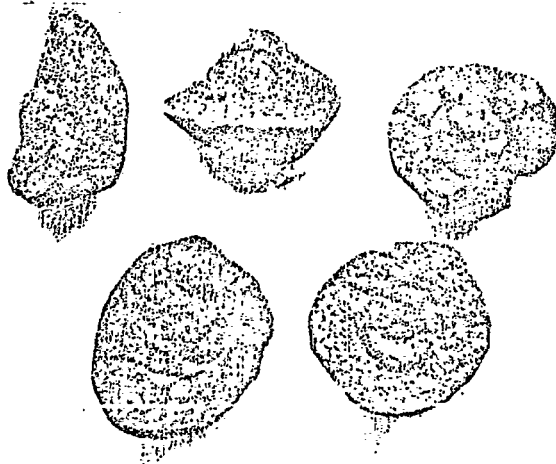
Según la presente invención, y como se señala más arriba, la resistencia friccional al contacto y el propio ángulo de reposo del gránulo mejoran grandemente, con lo que se impide que se corran los gránulos hacia la parte central del horno, así como que tiendan a apilarse cuando se cargan en el mismo, con lo cual se puede formar una capa de gránulos uniforme y estable. El resultado de ello es que el flujo del gas reductor se hace uniforme en dirección radial dentro del horno, la capa de coque se estabiliza también y se equilibra el descenso de los materiales cargados, al tiempo que aumenta la permeabilidad; además, mejora la característica de reducción debido a un aumento de la superficie, y la reacción dentro del horno tiene lugar de una manera extremadamente eficaz, se estabiliza el estado del horno durante un período prolongado y, por consiguiente, se puede establecer un funcionamiento ideal del alto horno. Sobre estas bases, la presente invención aporta efectos extremadamente excelentes en el campo técnico de esta clase y representa una invención de un alto valor técnico. Como ventajas concretas se pueden mencionar una reducción en la proporción del coque y un aumento en la cantidad de producción.

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

1

EJEMPLOS GRAFICOS

5



10

A

15



20



25

B

REIVINDICACIONES

1

1. Un procedimiento para la producción de un gránulo de mineral de hierro de forma específica, utilizable como materia prima de hierro en la producción de hierro de primera fusión, que comprende las etapas de:

5

a) someter un material de mineral de hierro pulverizado a granulación por medio de una máquina granuladora para producir gránulos de tamaño de partículas comprendido entre 10 y 50 mm;

10

b) caldear o envejecer los gránulos producidos en la etapa anterior a una temperatura de entre 1150 y 1400°C,

15

c) triturar los gránulos procedentes de la etapa anterior previamente enfriados, empleando una trituradora y ajustar el tamaño de las partículas para producir gránulos cuyo tamaño está comprendido entre 5 y 25 mm. Aproximadamente, con una forma externa compuesta de por lo menos una superficie esférica y por lo menos una superficie rota por la trituración seleccionada del grupo formado por una superficie plana, una superficie irregular compuesta de una pluralidad de porciones elevadas y hendiduras, y una combinación de superficies planas e irregulares.

20

2. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE UN GRANULO DE MINERAL DE HIERRO.

25

30

1            Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente memoria descriptiva que consta de veinticuatro  
páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 26 mayo 1.976

BERNARDO UNGRIA

P.P.



5

10

15

20

25

30

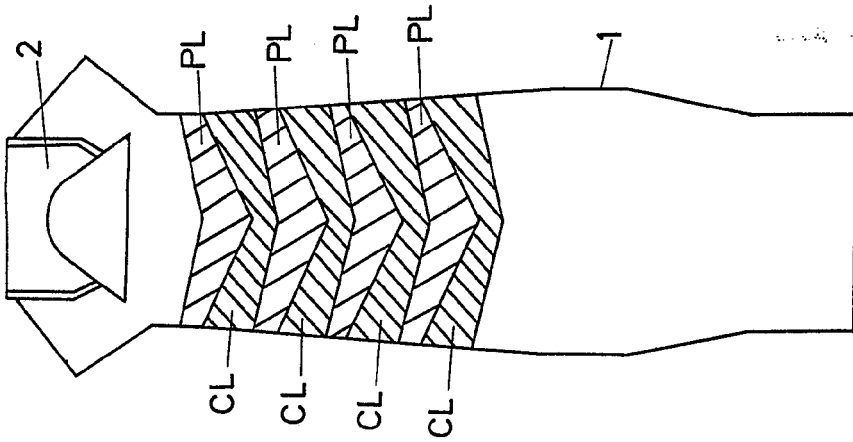


FIG. 1

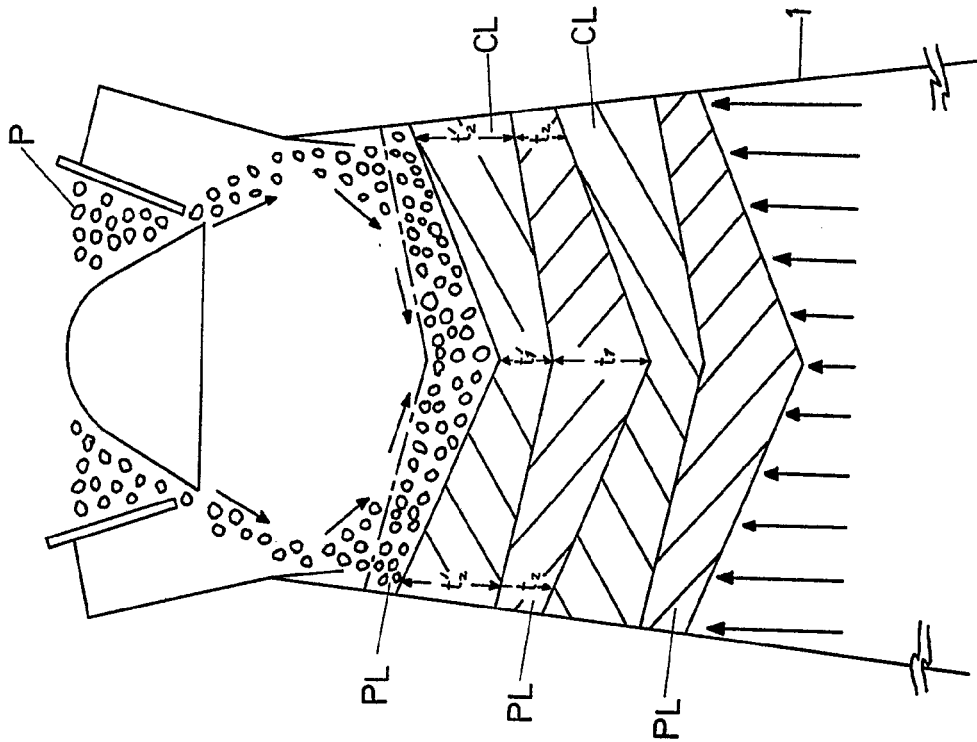


FIG. 2

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Mayo de 1976

BERNARDO UNGRIA

P. P.

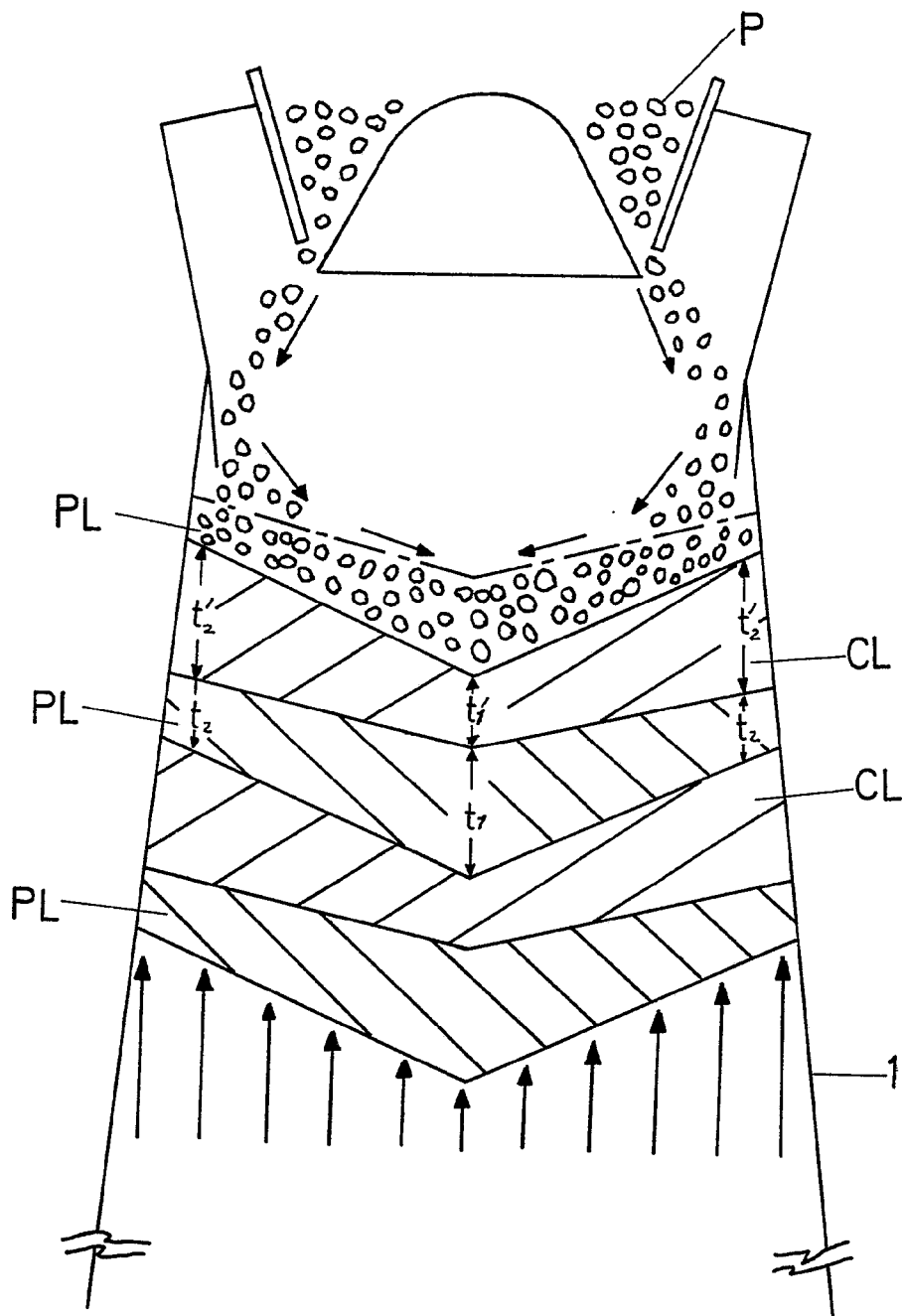


FIG. 2

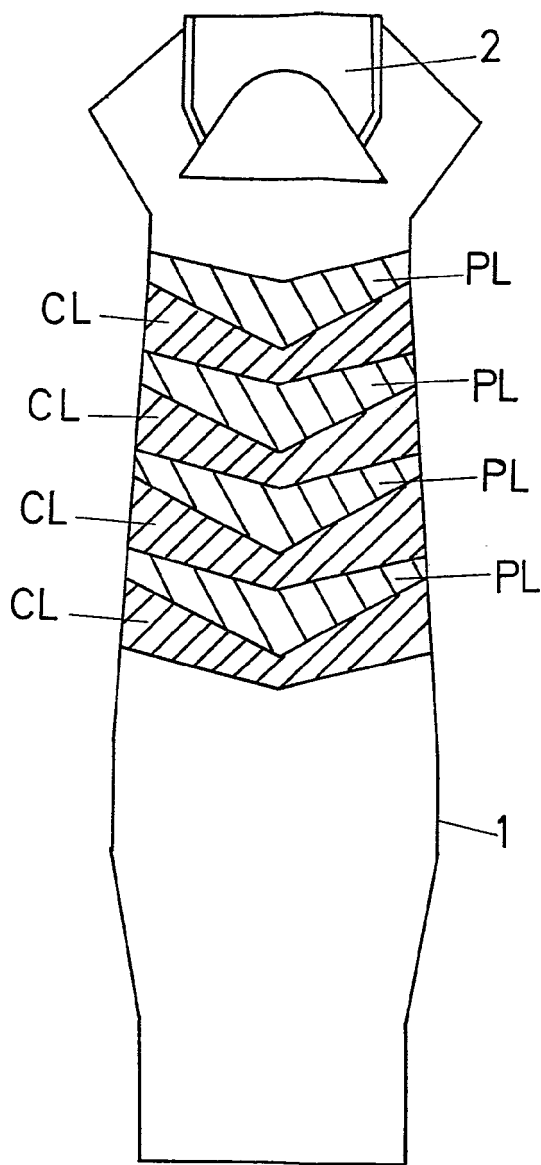


FIG. 1

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Mayo de 1976

BERNARDO UNGRIA

p. p.

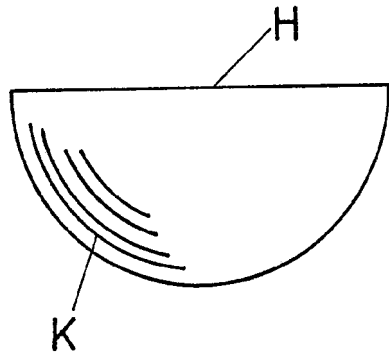


FIG. 3

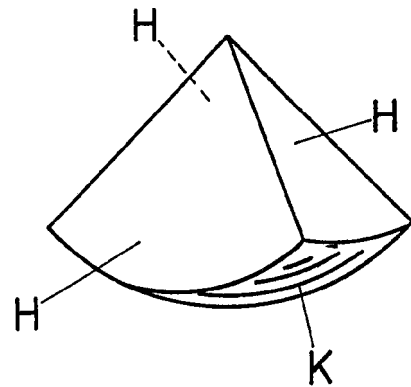


FIG. 4

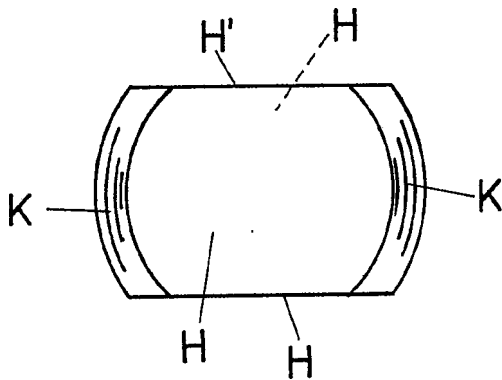


FIG. 5

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Mayo de 1976

BERNARDO UNGRIA

p. p.

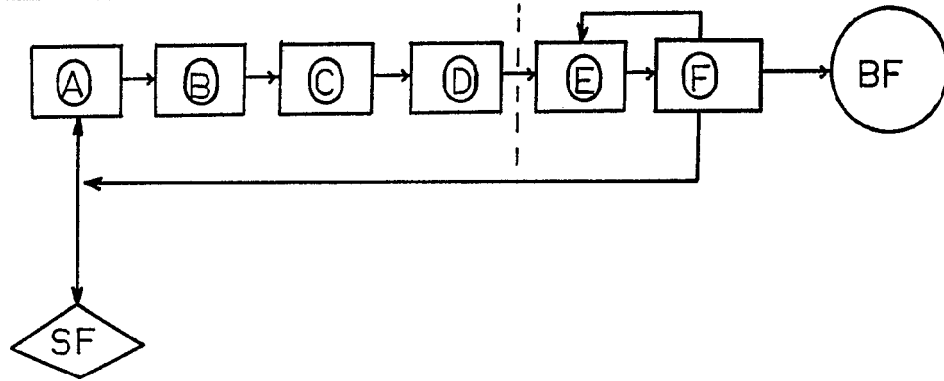


FIG. 6

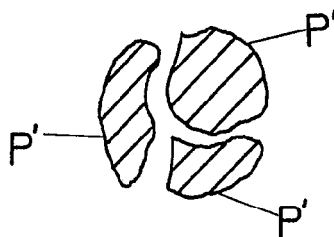
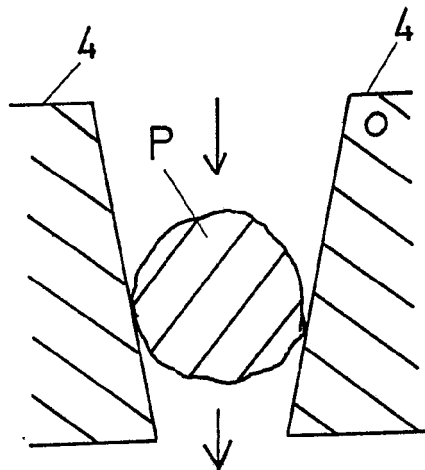


FIG. 7

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Mayo de 1976

BERNARDO UNGRIA

p. p.

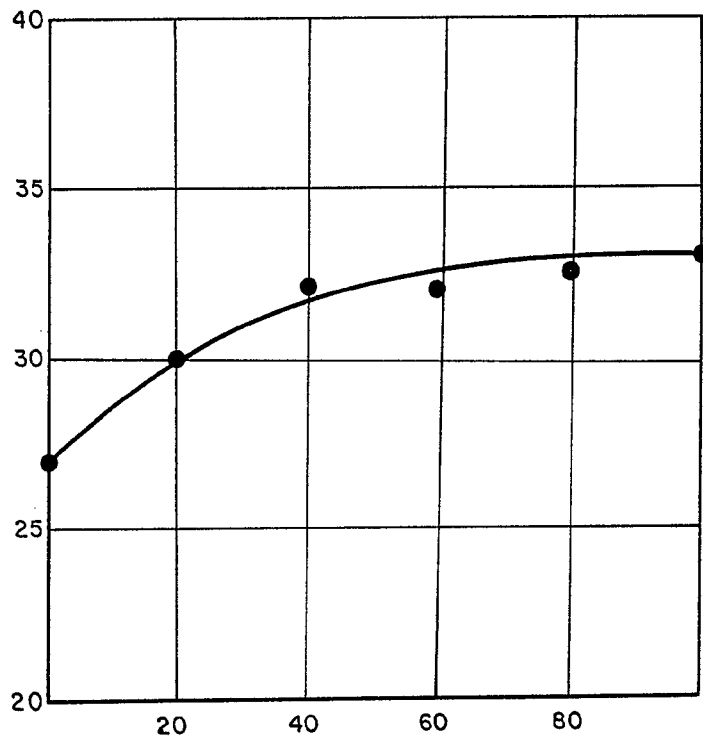


FIG. 8

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de Mayo de 1976

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.

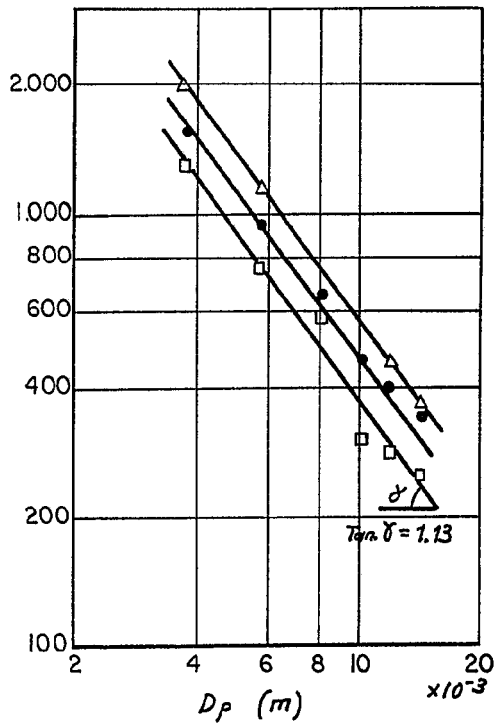


FIG. 9

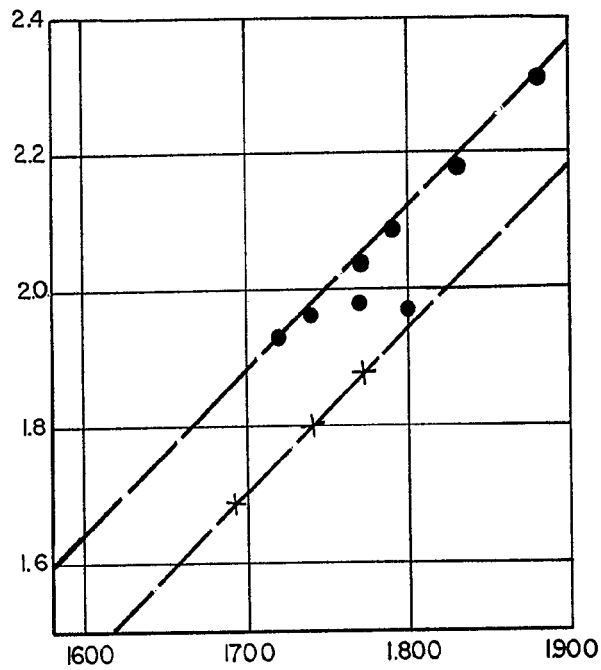


FIG. 13

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de Mayo de 1976

**BERNARDO UNGRÍA**

P. P.

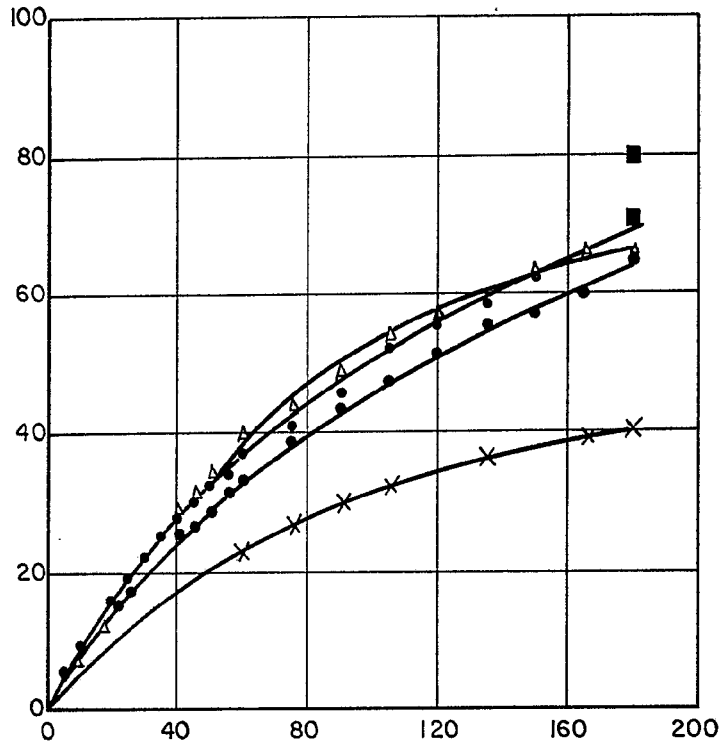


FIG.10

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de Mayo de 1976

**BERNARDO UNGRIA**

p. p.

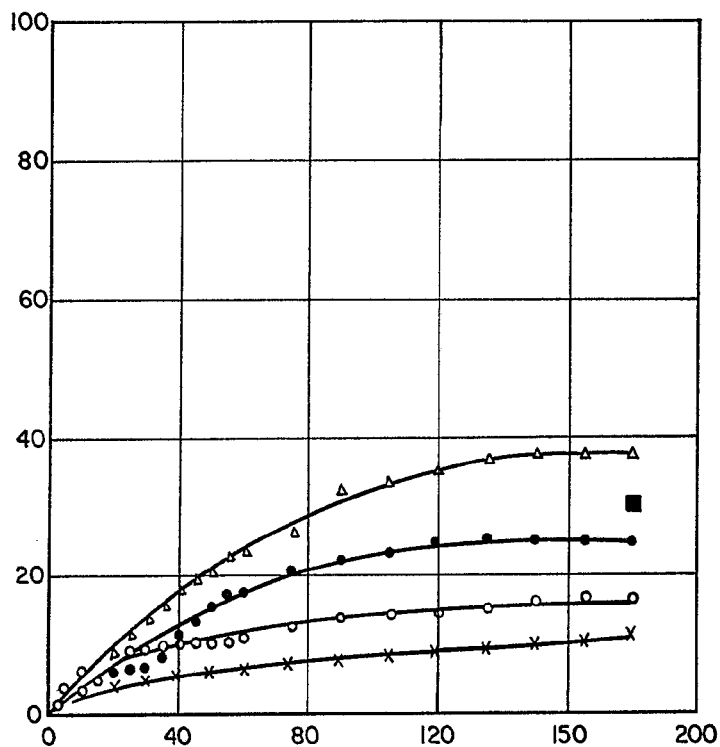


FIG. 11

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de Mayo de 1976

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.

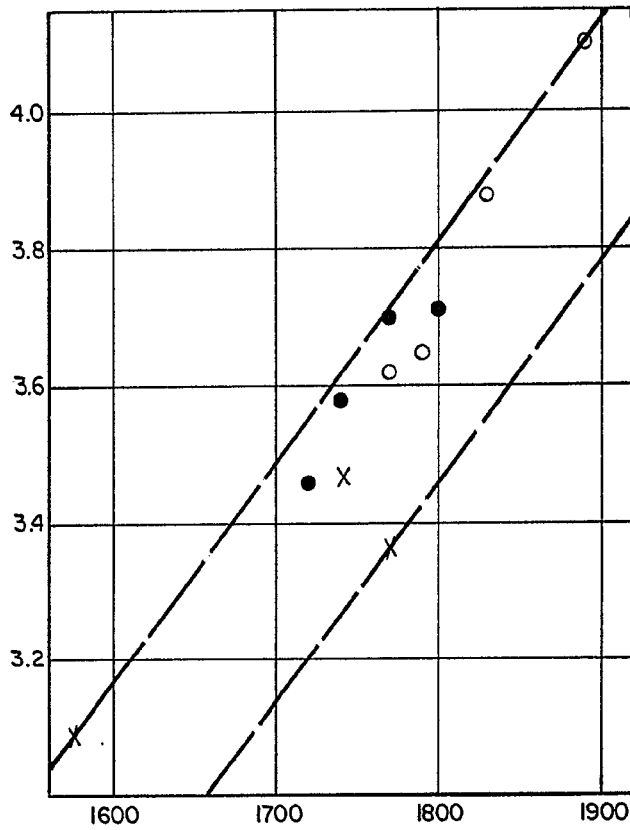


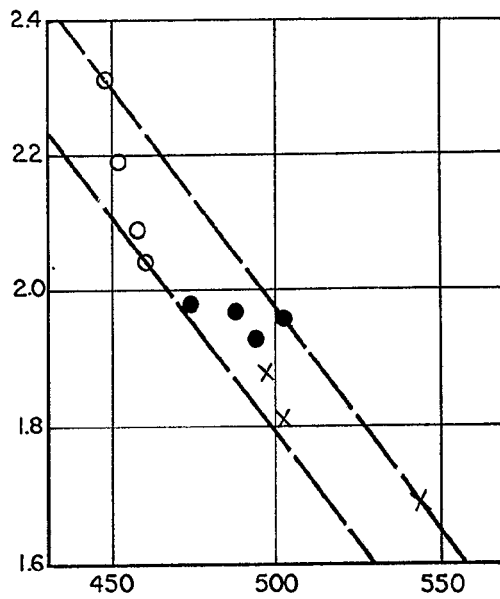
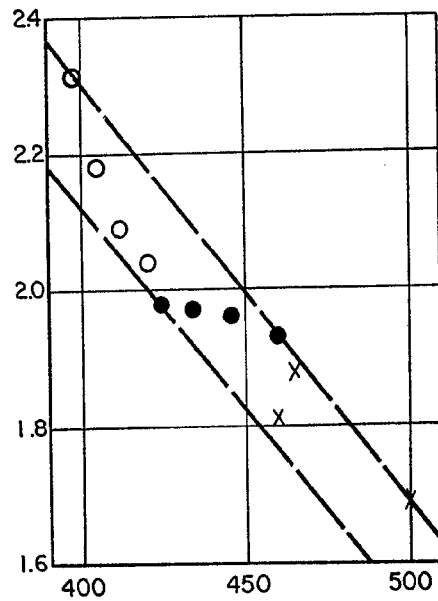
FIG. 12

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de Mayo de 1976

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Mayo de 1976

BERNARDO UNGRIA

P. P.