



180747

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

2 DIC. 1947

para solicitar

180747

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

e l

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de FREDERICK TROSTLER, de nacionalidad británica y de HUNTINGTON, HERBERLEIN & COMPANY LIMITED, entidad británica, residentes en 114, Cromwell Road, Londres, Inglaterra, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA LA SEPARACIÓN DE MATERIALES SÓLIDOS DE PESOS ESPECÍFICOS DIFERENTES".-

El invento se refiere a la concentración de minerales metalíferos y otros o, hablando en términos más generales, a la separación de mezclas heterogéneas de partículas sólidas de diferentes pesos específicos mediante el procedimiento de sedimentación y flotación. Más particularmente, el invento se refiere a la preparación de agentes de suspensión pesados.

5



180747

es decir, una dispersión en líquido de partículas sólidas insolubles para su empleo como agente de separación en dicho procedimiento, y al mantenimiento de los mismos en buenas condiciones de uso, por ejemplo, por limpieza y reacondicionamiento, durante su empleo. El invento hace uso de principios y de leyes físicas que, se cree, no se han conocido o comprendido plenamente con anterioridad en la producción y regeneración de tales agentes, con lo cual se obtienen diversos resultados útiles.

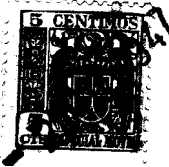
10 El procedimiento que aquí se describe permite la preparación de un agente de suspensión pesado con cualesquiera características específicas deseadas, especialmente en lo que se refiere a densidad, estabilidad relativa y viscosidad y, además, con la fase sólida de la dispersión formada con cualquier tipo adecuado de sólidos. Las propiedades deseadas de tales agentes pueden ser determinadas, antes de su preparación, y los mismos pueden producirse con arreglo a condiciones fijadas de antemano de un modo sencillo y fácilmente controlado, y el agente puede mantenerse en condiciones de servicio durante su empleo, realizándose estas operaciones de una manera que dé como resultado una economía en el coste en lo que respecta al material y a la instalación. Además, y de un modo más específico, el invento establece normas y formas de proceder mediante las cuales pueden producirse de un modo eficaz, sencillo y relativamente poco costoso, agentes de suspensión pesados que poseen ciertas características en extremo deseables (dentro de la amplia escala de propiedades que pueden obtenerse por medio del invento).



180747

Los objetos del invento comprenden la creación de fases mejoradas de procedimiento dirigidas a los fines a que se ha hecho referencia y a la producción de un agente mejorado de suspensión como en lo que sigue se verá con más detalle.

5. Según el invento, un procedimiento de producir, para fines de separación por el método de sedimentación y flotación, un agente de suspensión pesado que comprende una dispersión en líquido de partículas sólidas insolubles con tamaños comprendidos dentro de una escala que se extiende desde el relativamente grueso hasta el finísimo, cuyo agente ha de tener una densidad prescrita y una viscosidad y velocidad de sedimentación comprendidas dentro de valores de trabajo mínimo y máximo fijados de antemano, se caracteriza por las operaciones de averiguar el área superficial agregada requerida de las partículas sólidas insolubles por unidad de volumen del agente deseado para permitirles, cuando están en suspensión en dicho líquido en proporción adecuada para dar al agente la densidad prescrita, producir para el agente la velocidad de sedimentación y la viscosidad mencionadas;
- 10
- 15
- 20
- 25
- hacer el ajuste de medios para producir dichas partículas de modo que se creen partículas de dicha área superficial agregada dentro de dicha escala y sin tener en cuenta la presencia o ausencia de grupos de partículas de cualquier tamaño particular dentro de dicha escala y sin regulación de las proporciones de fracciones de tamaño diferente, salvo la que pueda ser necesaria para impedir la segregación prematura; y operar tales medios para producir dichas partículas sólidas insolubles.



180747

En este punto puede decirse brevemente que el invento se basa en el descubrimiento, establecido como resultado de investigaciones, de que puede producirse un agente de suspensión pesado de las características específicas requeridas para fines de separación por el procedimiento de sedimentación y flotación y de una suspensión en líquido de cualquier material sólido insoluble de peso específico apropiado en partículas cuyos tamaños estén comprendidos dentro de una escala considerable, por ejemplo, desde unas 300 mallas a menos de 1500 mallas, produciendo o creando las partículas de modo que la extensión agregada de sus superficies esté en relación determinada con el volumen del líquido en el cual están suspendidas. Es decir, para un agente de suspensión deseado - cuya densidad será determinada por la relación sólido/líquido y la densidad de los sólidos elegidos, y no importa qué sólidos insolubles se elijan mientras su peso específico esté dentro de límites adecuados - pueden obtenerse características deseadas y, principalmente, viscosidad y velocidad de sedimentación prescritas proporcionando un área superficial agregada determinada para las partículas en suspensión por unidad de volumen del agente. Esto es verdad cualesquiera que sean los tamaños y la proporción de las fracciones de diversos tamaños de que puedan estar compuestas las partículas, con tal solamente de que, si es necesario, se hagan ajustes para aportar el equilibrio ordinariamente requerido a obtener entre las partículas más gruesas y las más finas a fin de impedir la segregación prematura de las partículas de grueso máximo. Dentro de una escala determinada de densidades, pueden produ-



180747

5      cirse agente pesados de suspensión de viscosidad y velocidad de sedimentación prácticamente idénticas para fines de separación por el procedimiento de sedimentación y flotación, cualquiera que sea, casi, el tamaño de mallas y las proporciones de las fracciones de las partículas sólidas, con tal de que el área superficial agregada de todas las partículas en cada agente, por unidad de volumen, sea la misma.

10      De este modo, el invento proporciona un desarrollo de gran importancia en la práctica de la separación por el procedimiento de sedimentación y flotación porque, en efecto, significa que, cualquiera que sea el material sólido insoluble que ha de usarse para cualquier problema particular de separación por el procedimiento de sedimentación y flotación, el fabricante estará en situación, sin tener en cuenta  
15      si el material está dentro de los límites descritos y sin tener que molestarse en proporcionar tamaños particulares de partículas dentro de cualquier escala de tamaños desde el grueso al fino que sea utilizable de ordinario, de crear un agente apropiado produciendo sencillamente, a partir del material,  
20      partículas del área superficial agregada requerida por unidad de volumen del agente a elaborar y combinarlas con el líquido deseado.

25      Las operaciones que se adoptarían para producir las partículas comprenderían en general alimentar el material sólido insoluble a una combinación de molino-clasificador, ajustar dicha combinación de modo que produzca partículas del área superficial agregada y de la escala de tamaños a que se ha hecho referencia y, sin tener en cuenta la presencia o la



180747

ausencia de cualesquiera grupos particulares de tamaño y sin regulación de la proporción de fracciones de tamaño diferentes, salvo aquélla que pudiera ser necesaria para impedir la segregación prematura, y hacer funcionar la combinación  
5 molino-clasificador así ajustada para producir las partículas deseadas.

Se ha comprobado también que dentro de cada escala de relación sólido agua, o densidad, para estos agentes, se requiere una superficie agregada mínima de las partículas  
10 para obtener un grado especificado de estabilidad, y que puede determinarse una superficie agregada máxima por encima de la cual se excederá de un límite superior prescrito de viscosidad, y como resultado de ello se crea una escala útil  
15 (que difiere para densidades diferentes), de modo que la superficie agregada no precisa calcularse con tanta exactitud como en otro caso habría de hacerse. O, si se crean partículas con la superficie agregada mínima aproximada, resulta conocida la escala práctica dentro de la cual es admisible  
20 el aumento de la viscosidad de los agentes durante operaciones de separación por el procedimiento de sedimentación y flotación, estableciendo de este modo los requisitos para limpiar y reacondicionar los agentes de suspensión. Los valores mínimo y máximo de superficie en las diversas escalas de densidad están en relación matemática estricta entre sí y  
25 pueden calcularse y trazarse para cualquier familia deseada de características de los agentes.

Partiendo de esto, el invento incluye además, en un proceso de separación por el procedimiento de sedimentación

180747

y flotación que comprende el empleo de un agente pesado de suspensión preparado como antes se describe, las operaciones que consisten en preparar un agente pesado de suspensión de densidad deseada que consiste en una dispersión en líquido de partículas sólidas insolubles de varios tamaños que osci-  
5 lan desde el relativamente grueso al finísimo, cuyo medio está determinado para tener características de estabilidad y viscosidad dentro de valores de trabajo mínimo y máximo prescritos, determinar el incremento de área superficial  
10 agregada de las partículas en suspensión por unidad de volumen de dicho medio que, al usar el medio, hará que su viscosidad aumente al máximo valor de trabajo prescrito; usar el agente en la separación por el procedimiento de sedimentación y flotación, en circuito, y tratarlo según se requiere para  
15 impedir que el área superficial agregada de los sólidos del mismo por unidad de volumen aumente a más de dicho valor determinado.

El invento comprende también el agente producido de acuerdo con el procedimiento a que se ha hecho referencia,  
20 el material producido por las operaciones de procedimiento para su empleo al preparar un agente de suspensión pesado para fines de separación por el procedimiento de sedimentación y flotación, y el procedimiento de separación por sedimentación y flotación que comprende el empleo de tal suspensión  
25 como agente de separación.

A fin de que el invento pueda comprenderse con más claridad, se hará referencia a los dibujos anejos, en los cuales:

180747

- 2D



180747

5

La figura 1 muestra un gráfico que representa valores mínimos y máximos de superficie agregada de sólidos en suspensión, por unidad de volumen, para una escala de densidades de los agentes, entre los cuales se obtendrán características deseadas especificadas de los agentes.

La figura 2 es un diagrama de circuito de nueva limpieza y reacondicionamiento para un circuito cerrado de alimentación del agente.

10

La figura 3 es un circuito cerrado alternativo para el agente, que se ha representado parcialmente.

La figura 4 es un circuito abierto para el medio, y

La figura 5 es una vista isométrica de medios para concentrar el agente usado.

15

Aunque, como antes se ha indicado, el procedimiento de producción del agente del invento puede usarse para la preparación de agentes de suspensión que poseen una amplia escala de características, el invento se relaciona particularmente con la producción de agentes que son suspensiones de partículas de tamaños diversos, en agua u otro líquido, que poseen un elevado grado de estabilidad sin agitación, y cuya viscosidad no rebasa límites fijados de antemano. La descripción siguiente se basará, a modo de ejemplo, en la preparación de tales agentes.

20

25

Para ser útil, la referencia en esta Memoria a la "estabilidad" de un agente de suspensión debe definirse de un modo más claro que el usual. La técnica anterior, en conjunto, tiende a vaguedades en su referencia a las características de los agentes de suspensión empleados para fines de



separación por el procedimiento de sedimentación y flotación y la expresión "agente estable" se emplea a menudo con bastante poca precisión. Puede hacerse referencia a varios ejemplos. Algunas Memorias de patentes anteriores se re-  
5 fieren claramente a suspensiones de sólidos que son enteramente inestables y que, por tanto, requieren agitación continua, o la presencia de intensas corrientes ascendentes en el depósito de separación para el mantenimiento de una densidad uniforme. Se describen otros agentes como poseyen-  
10 do su incremento de densidad marcadamente en sentido de arriba a abajo, estando estos agentes, en general, estratificados en capas. Existen también cierto número de patentes de las cuales ha de citarse de modo particular la británica No 507.661 de Pearson, que especifican el uso de agentes que  
15 se describen como esencialmente estables, sin agitación y que son aptos para formar baños de separación cuyo peso específico es esencialmente uniforme a través de toda la altura del baño de separación.

Aun sin limitación consiguiente del invento, se  
20 hará referencia particular en esta Memoria a la preparación de agentes del tipo a que últimamente nos hemos referido. Debe observarse, no obstante, que no puede describirse ninguna suspensión como absolutamente estable, en rigor, a menos que su fase sólida consista enteramente de partículas  
25 de la clase coloidal verdadera. Esto no es cierto en cuanto a la mayoría, al menos, de los agentes de suspensión previamente descritos, y las referencias en las Memorias de patentes anteriores a medios estables pueden denotar, cuando



180747

no se definen claramente, cualquier grado de estabilidad relativa que varia desde el tipo en el cual hay mucha segregación o estratificación, hasta los agentes casi completamente estables que poseen viscosidad excesiva.

5                    Los agentes a que aqui se hace referencia, a modo de ejemplo, en relación con el presente invento, han de tener estabilidad tal que el peso específico del baño en el depósito usual de separación o como ha de ser mantenido constantemente con una diferencia ligerísima, de modo que  
10                    el peso específico en el fondo no ha de ser mayor de 0.01 - 0.02 que el del agente suministrado a la parte superior, o cerca de ella, del depósito.       Esto es solamente una condición parcial, puesto que tal diferencia de densidad puede obtenerse con un agente relativamente inestable mediante el empleo de intensas corrientes ascendentes para  
15                    contrarrestar la sedimentación de los sólidos, o puede lograrse por el uso de una corriente descendente suficiente para atajar la separación de los sólidos por sedimentación, como se explica en nuestra solicitud de patente No 154.965.

20                    La estabilidad que se desea de un modo especial y que se produce en los agentes cuya preparación se describirá de un modo particular, es tal que la diferencia de peso específico de 0.01 - 0.02 a que se ha hecho referencia, se mantenga con una corriente en el depósito de separación, ascendente o descendente desde el nivel de la alimentación del  
25                    agente, de un valor que no exceda de 1 mm. por segundo al nivel de la entrada del agente.       Este requisito exige un agente muy estable.       Se ha comprobado que puede obtenerse

BUENA REPRODUCCION  
POR EFECTO DEL ORIGINAL



180747

y también la ausencia deseada de segregación de las partículas mayores, cuando se observan las tres condiciones siguientes:

5

(1) Unos 100-200 c.c. del agente, cuando se dejan reposar en un tubo de vidrio de, por ejemplo, 25 mm. de diámetro, deben mostrar una velocidad de sedimentación de aproximadamente 5 minutos por centímetro, durante un periodo de, al menos, 15-20 minutos. En otros terminos, el medio no debe depositar más de 4 cm. en 20 minutos.

10

(2) La línea entre el sedimento y el agua que sobrenada u otro líquido debe ser recta y no interrumpida por corrientes.

15

(3) Como quiera que tales medios consisten en una combinación de sólidos finos y relativamente gruesos, la uniformidad de la suspensión se destruye si un agente está desequilibrado, y la existencia de un estado de esta clase puede comprobarse por observación visual. Si, a pesar de su baja velocidad de sedimentación, el medio está desequilibrado, la segregación de las partículas mayores será evidente. Tal segregación queda indicada por el movimiento oscilatorio descendente y ascendente de partículas, en lugar de una sedimentación uniforme de la suspensión. Se ha comprobado que en un agente adecuado, no debe ocurrir tal segregación antes de 20 minutos de duración de la sedimentación.

20

25



= 2048

180747

5                    Existe otra condición que tiene una relación directa con la estabilidad de tales agentes de suspensión, a saber, su viscosidad. Un agente que responde a los tres requisitos citados puede prepararse con facilidad, pero teniendo una gran viscosidad, a causa de su elevado porcentaje de sólidos extremadamente finos. El efecto perjudicial de la gran viscosidad del agente sobre la exactitud de la separación se cree que hace necesario especificar una viscosidad de entre 1.1 y 1.25 (tomando como unidad la viscosidad del agua) para obtener los mejores resultados y establecer un límite superior de 1.4 para la viscosidad, por encima del cual resulta cada vez más difícil, si no imposible, una separación exacta. Estas condiciones se observarán en los ejemplos que se dan en esta Memoria. Se entenderá, sin embargo, que los límites admisibles de viscosidad, así como de otras propiedades de un agente a emplear, variarán en cierta medida en casos diferentes, por ejemplo, de acuerdo con la exactitud de la separación exigida por problemas particulares de concentración de minerales.

15                    Los agentes que se prepararon durante las investigaciones sobre las cuales se basan los presentes perfeccionamientos, estaban compuestos, en cuanto se refiere a su fase sólida, en proporciones variables, de fracciones de partículas elegidas como sigue:

- 25                    (1) Gruesa, en la escala de entre 300-500 mallas, para la cual se tomó un promedio de 400 mallas o 44.48 micras.
- (2) Gruesa - intermedia o partículas "pivotes" (el



180747

vocablo "pivote" se explicará luego) - entre  
500 - 800 mallas, promedio de 650 mallas o  
26 micras.

(3) Partículas intermedias entre 800-1500 mallas  
promedio 1250 mallas o 14 micras.

(4) Finos - 1500 mallas, promedio 2500 mallas o  
7.2 micras.

En esta descripción y en las reivindicaciones, los  
datos de los tamaños en mallas son según el sistema de la  
British Standards Institution. Su correspondencia con el  
sistema métrico se deduce, entre otros, del párrafo anterior.

Para ilustrar el grado de subdivisión, debe re-  
cordarse que un cubo de 10 mm. de lado, cuando se tritura al  
tamaño medio de mallas mencionado para cada fracción, dará  
por resultado, en el caso de (1), es decir, fracciones gruesas,  
11 millones de partículas individuales; en el caso de (2), es  
decir, fracciones gruesas-intermedias o "pivotes", 20 millones  
de partículas individuales; en el caso de (3), es decir, par-  
tículas intermedias, 300 millones de partículas individuales;  
y en el caso de (4), es decir, finos, 2700 millones de parti-  
culas individuales.

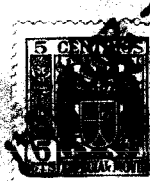
Se ha comprobado, como resultado de las investiga-  
ciones a que se ha hecho referencia, que las suspensiones que  
contienen partículas de área superficial agregada idéntica  
muestran dentro de amplios límites, cualquiera que sea el ta-  
maño y las proporciones de las fracciones de que se componen,  
viscosidades prácticamente idénticas y características de se-



180747

dimentación también prácticamente idénticas. Esto queda indicado, por ejemplo, mediante una serie de ensayos con un agente compuesto de partículas de galena, compuesto fraccionalmente como antes se ha dicho, en suspensión en agua; estos ensayos cubrieron un campo de relaciones sólido/agua que se extendía desde 39/61 a 23/77. Este campo corresponde a 81.77 de peso por ciento de sólidos a 67.65 de peso por ciento de sólidos, es decir, aproximadamente 68-81 de peso por ciento o, en términos de densidad, tomando como 7 el peso específico de la galena, de  $D = 3.44$  a  $2.44$ . El mencionado campo cubre todas las densidades prácticas que pueden presentarse en la concentración de minerales, recordándose que las densidades de la ganga que más comúnmente se encuentran en la práctica están entre 2.94 y 2.69, es decir, entre relaciones sólido/agua de 21/69 y 27/73.

Estos ensayos se hicieron con porcentajes variables de partículas finas, pivote (gruesa-intermedia) y gruesas como más arriba se definen y también con sólo una, o dos, de los tres grupos mencionados y en algunos casos se usaron grupos "intermedios" (entre 800 y 1500 mallas) junto con los otros grupos, tales como "finos" y "pivotes" y "gruesos". Los resultados de algunos de los citados ensayos, agrupados para ilustrar las conclusiones antes derivadas, se dan en forma condensada en la tabla siguiente:



180747

T A B L A I.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Nº del ensayo	Relación S/A	% de sólidos	Densidad	Sólidos c.o.	Composición % c.o.		Visc.	m <sup>2</sup> superficie	Velocidad de sedimentación	Sogr.	
5	1	37/63	80.5	3.51	11.5	23.0 F	2.64	1.27	2.24	6-5-5-5	14-19
						55.0 P	6.33		1.01		
						22.0 G	2.53		0.34		
								3.59			
10	2					27.6 F	3.17	1.28	2.69	8-7-7-1/2-6	
						53.0 P	6.10		0.98		
						19.4 G	2.23		0.30		
								3.97			
15	3					29.0 F	3.33	1.25	2.83	7-6-6-4	
						42.0 P	4.83		0.77		
						29.0 G	3.33		0.45		
								4.05			
20	4					29.0 F	3.33	1.28	2.83	9-7-7-5	
						45.0 P	5.17		0.83		
						26.0 G	3.00		0.41		
								4.07			
25	5					30.0 F	3.45	1.29	2.93	9-8-1/2-7-6	
						51.0 P	5.87		0.94		
						19.0 G	2.19		0.30		
								4.17			
25	6					23.4 F	2.62	1.40	2.22	7-5-5-5	
						24.9 I	2.86		1.23		
						33.1 P	3.81		0.61		
								0.28			
								4.34			
25	7	35/65	79.0	3.19	11.29	22.5 F	2.54	1.17	2.16	4 3/4-4 3/4-4	3/4-4-4.
						55.5 P	5.27		0.84		
						22.0 G	2.50		0.34		
								3.34			



180747

T A B L A I (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº del ensayo	Relación S/A	% de sólidos	Densidad	Sólidos c.o.	Composición % c.o.		Viscosidad	m <sup>2</sup> de superficie	Velocidad de sedimentación	Segr.
8					23.0 F	2.60		2.21		
					55.0 P	6.21	1.20	0.99	5-4	3/4-4
					22.0 G	2.48		0.33		1/2-4
										17
								3.53		
9					27.6 F	3.12		2.65		
					53.0 P	5.98	1.20	0.97	7-6-6-5	
					19.4 G	2.19		0.30		
								3.92		
10					29.0 F	3.27		2.78		
					42.0 P	4.74	1.18	0.76	6 1/2-6-6-5	
					29.0 G	3.27		0.44		
								3.98		
11					29.0 F	3.27		2.78		
					45.0 P	5.08	1.20	0.81	6 1/2-5	1/2-5-5
					26.0 G	2.94		0.40		
								3.99		
12					30.0 F	3.39		2.88		
					51.0 P	5.76	1.23	0.92	8-7-6-5	
					19.0 G	2.15		0.29		
								4.09		
13					36.0 F	4.06	1.36	3.45	11-10-7-5	1/2
					64.0 P	7.23		1.16		
								4.61		
14	33/67	77.5	3.06	11.07	27.6 F	3.06		2.60		
					53.0 P	5.87	1.11	0.94	4 3/4-4	1/2-4-5
					19.4 G	2.15		0.29		16
								3.83		
15					29.0 F	3.21		2.73		
					45.0 P	4.98	1.12	0.80	5-5-4-4	16-21
					26.0 G	2.88		0.29		
								3.88		



180747

T A B L A I (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº de sondeo	Relación S/A	% de solidos	densidad	Sólidos c.c.	Composición %		Viscosidad	m <sup>2</sup> de superficie	Velocidad de sedimentación	Segr.
5	16				29.0	F 3.21	1.12	2.73	5-4 1/2-4 1/2	17-20
					42.0	P 4.65		0.74		
					29.0	G 3.21		0.44		
							3.91			
	17				30.9	F 3.30	1.13	2.80	5-4 3/4-4 3/4-	12-19
					51.0	P 5.64		0.90		
					19.0	G 2.10		0.28		
							3.98			
10	18				33.3	F 3.69	1.14	3.14	6-5-5 1/2-5	10-16
					30.3	P 3.35		0.54		
					36.4	G 4.03		0.54		
							4.22			
15	19				34.5	F 3.82	1.14	3.25	7-6 1/2-6 1/2-	6 1/2
					41.0	P 4.54		0.73		
					24.5	G 2.71		0.37		
							4.35			
20	20				36.0	F 3.99	1.16	3.40	7-7-7-6	
					29.0	P 3.22		0.51		
					35.0	G 3.87		0.52		
							4.43			
20	21	31/69	75.9	2.94	27.6	F 3.00	1.3	2.55	4-4-4-4	9
					53.0	P 5.74		0.92		
					19.4	G 2.10		0.28		
							3.75			
25	22				33.0	F 3.57	1.12	3.05	5-5-5-4 1/2	12-14
					34.0	P 3.68		0.60		
					23.0	G 3.57		0.50		
							4.13			
25	23				33.3	F 3.61	1.14	3.07	5 1/2-5 1/2-5-	15-18
					30.3	P 3.28		0.52		
					36.4	G 3.95		0.53		
							4.12			



180747

T A B L A I (continuación)

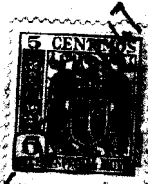
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº del ensayo	Relación S/A	% de sólidos	Densidad	Sólidos c.c.	Composición % c.c.		Viscosidad	m <sup>2</sup> de superficie	Velocidad de sedimentación	Segr.
24					34.5 F	3.74		3.12		
					41.0 P	4.44	1.13	0.71	6-6 1/2-5 1/2-7	18-20
					24.5 G	2.66		0.36		
								4.19		
25					36.0 F	3.90		3.32		
					29.0 P	3.14	1.15	0.50	7-7-7-6	
					29.0 G	3.79		0.51		
								4.33		
26					52.2 F	5.69	1.40	4.84	22-20-etc.	
					47.8 P	5.18		0.83		
								5.67		
27	29/71	74.10	2.81	10.6	33.3 F	3.53		3.00		
					30.3 P	3.21	1.09	0.51	5-5-4 1/2-4	13-15
					36.4 G	3.85		0.52		
								4.03		
28					34.5 F	3.66		3.11		
					41.0 P	4.35	1.07	0.70	5-5 3/4-5 1/2-5	14-16
					24.5 G	2.60		0.35		
								4.16		
29					36.0 F	3.81		3.24	5 3/4-6-5 1/2-5	14-16
					29.0 P	3.10	1.09	0.50		
					35.0 G	3.71		0.51		
								4.25		
30					37.5 F	3.98	1.16	3.38	10-9-etc.	
					62.5 P	6.63		1.06		
								4.44		
31					31.5 F	3.34		2.83		
					24.0 I	2.54	1.14	1.09	5 1/2-4 3/4-4 3/4-4 1/2	
					44.5 P	4.72		0.70		
								4.62		



180747

T A B L A I (continuación)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº del sayo	Relación S/A	% de sólidos	Densidad	Sólidos c.c.	Composición % c.c.		Viscosidad	m <sup>2</sup> de superficie	Velocidad de sedimentación	Segregación
32					42.0 F 29.0 P 29.0 G	4.45 3.07 3.07		3.78 0.49 <u>0.41</u>	6-6	3/4-7
								4.68		
33					44.2 F 15.6 I 40.2 P	4.68 1.65 4.26	1.30	3.98 0.66 <u>0.66</u>	10-6	1/2-5 1/2
								5.32		
34					57.2 F 42.8 P	6.06 4.54	1.40	5.15 <u>0.73</u>	31-25-etc	
								5.88		
35	27/73	72.15	2.69	10.3	45.7 F 54.3 P	4.71 5.60	1.21	4.00 <u>0.60</u>	14-11-10	
								4.60		
36					100.0 F	10.30	1.34	8.75	25-15-15-etc.	
37	26/74	71.1	2.62	10.16	45.7 F 54.3 P	4.64 5.52	1.16	3.94 <u>0.88</u>	12 1/2-11-etc.	
								4.82		
38	25/75	70.0	2.56	10.0	45.7 F 54.3 P	4.57 5.43	1.14	3.88 <u>0.87</u>	12-10-etc.	
								4.75		
39					100.0 F	10.0	1.24	8.50	25-12 1/2-13-etc.	
40	23/77	67.65	2.44	9.66	100.0 F	9.66	1.16	8.21	22-20-15-etc.	



180747

En la tabla anterior, la columna 2 indica las relaciones sólido/agua que, por lo demás, se expresan en porcentajes de sólidos dados en la columna 3, produciendo las densidades citadas en la columna 4. La columna 5 indica el volumen total de sólidos en centímetros cúbicos en suspensión en 100 g. de agente en cada caso. La columna 6 indica la composición porcentual fraccional en cada ensayo de los aquí resumidos, indicando F, I, P y G partículas finas, intermedias, pivotes y gruesas, al paso que la columna 7 expresa en centímetros cúbicos los volúmenes de sólidos para las fracciones de tamaño diferente cuyos porcentajes relativos se especifican en la columna 6, sumando los volúmenes de la columna 7 al total dado en la columna 5 en cada caso. La columna 8 menciona las viscosidades según se determinaron en cada ensayo.

La viscosidad a que arriba se ha hecho referencia se determina dividiendo el número de segundos requeridos para que 50 cc. de agente pasen a través del orificio del viscosímetro por el número de segundos que requiere la misma cantidad de agua.

La columna 9 muestra el área superficial para cada fracción individual y también la agregada en metros cuadrados y las cifras se calculan a partir de los volúmenes de la columna 7 multiplicando el número de c.c. por la superficie total de 1 c.c. de sólidos cuando se trituran al tamaño medio de mallas especificado característico para la fracción relativa. La superficie de 1 c.c. de sólidos (suponiendo que las partículas son cubos) cuando se trituran a 400, 650, 1250 y

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



180747

2.500 mallas (cuyas cifras se calculan como promedios de las escalas de tamaño elegidas) será como sigue:

400 mallas = 44.48 micras de diámetro medio de partículas = 1.350 cm<sup>2</sup> por c.c. (o ml.) de sólidos.

5 650 mallas = 26 micras de diámetro medio de partículas = 1.600 cm<sup>2</sup> por c.c. (o ml.) de sólidos.

1250 mallas = 14 micras de diámetro medio de partículas = 4300 cm<sup>2</sup> por c.c. (o ml.) de sólidos.

10 2500 mallas = 7.2 micras de diámetro medio de partículas = 8500 cm<sup>2</sup> por c.c. (o ml.) de sólidos.

Los valores dados en la columna 9 pueden no ser absolutamente correctos, pero se cree que son razonablemente exactos.

15 La columna 10 muestra la velocidad de sedimentación en minutos por cm., registrado, es decir, que los cuatro números indican en cada caso el número de minutos para los primeros cuatro cm. de sedimentación.

20 Si no se ha hecho indicación en la columna 11, ello indica que no se observó segregación durante los primeros 20 minutos del ensayo de sedimentación. De otro modo se registró el tiempo en que apareció segregación y cuando fué máa.

25 Por la tabla anterior se verá que los cuatro ensayos, por ejemplo, los números 2 a 5, poseen áreas superficiales agregadas (columna 9) que son casi las mismas y que las viscosidades y características de sedimentación son, para los fines prácticos, las mismas, a pesar del hecho de que la composición proporcionada ha variado en los cuatro en



180747

sayos en medida considerable, como se ha indicado. Se ve que el mismo hecho es cierto considerando los ensayos 9 a 12; los ensayos 14, 15, 16 y 17; los ensayos 18, 19 y 20; los ensayos 30, 31, 32, los ensayos 29, 30, 32, etc. Los ejemplos muestran que, incluso en la misma escala de relaciones sólido/agua, son admisibles amplias variaciones en el tamaño y la proporción de las fracciones sin interferencia material con la viscosidad y la velocidad de sedimentación. De toda la serie de ensayos a que se ha hecho referencia, resalta el hecho de que un agente a base de galena puede contener cualquier proporción desde 0 a 36.4% de partículas gruesas (ejemplos 26, 30, 35, 37 - 18, 20, 27) o de 22% a 100% de finos (ejemplos 1, 7, 8 - 36, 39, 40) o hasta porcentajes importantes de partículas intermedias (ejemplos 6, 31, 33) mientras la superficie total de las partículas esté dentro de una escala determinada de antemano como correcta para cualquier densidad elegida. Los mismos principios se aplican en los casos en que se usan agentes distintos del agente a base de galena a que antes se ha hecho referencia, como se explicará después.

De los ensayos pueden deducirse otros principios de considerable valor práctico, cuya corrección queda confirmada por un número considerable de experimentos. Uno de ellos es que para cada densidad pueden establecerse superficies agregadas mínima y máxima siendo la mínima (S min.) el área superficial agregada más baja requerida para producir una estabilidad especificada, al paso que la máxima (S máx.) es la superficie agregada que no puede ser excedida sin au-



180747

5 menter la viscosidad más allá de una cifra que ha sido determinada previamente como la máxima admisible. La diferencia entre estos dos valores de la superficie (denominada en esta Memoria "intervalo") determina la escala práctica dentro de la cual se obtendrán características de sedimentación desecadas, mientras la viscosidad aumenta desde el mínimo al máximo.

10 Además los valores mínimo y máximo de superficie en los diversos campos de relaciones sólido/agua (o de densidad) parecen estar en relación matemática estricta entre sí y pueden calcular mediante una fórmula, deducida de los resultados de los ensayos, y trazarse consiguientemente sobre papel milimetrado, como se explicará ahora.

15 Han de notarse también los puntos siguientes. El "intervalo" es relativamente pequeño cuando el porcentaje de sólidos excede de 79% (es decir, en la escala sólido/agua por encima de 35/65), pero los valores máximos de superficie se apartan con rapidez creciente de los valores mínimos a medida que decrecen los porcentajes de sólidos en el agente, 20 de modo que el "intervalo" es considerable a escalas más bajas de densidad, tales como 74% o 72% de sólidos.

25 Además de los mencionados principios, se requiere cierto equilibrio entre las partículas relativamente gruesas y las finas para impedir la segregación o precipitación de las partículas gruesas, como ahora se explicará.

La anterior descripción podrá comprenderse más claramente examinando la figura 1. Esta es un gráfico, basado en parte sobre consideraciones teóricas deducidas de



180747

los resultados de los ensayos, sobre el cual se han indica-  
do las posiciones obtenidas en ensayos reales; ambos ensayos  
realizados con el agente a base de galena a que antes se ha  
hecho referencia y otra serie de ensayos con un agente a ba-  
5 se de pirita arsenical. En este diagrama, el eje de abscis-  
sas X-Y representa áreas superficiales agregadas en metros  
cuadrados de sólidos en suspensión en 100 g. de agente, al  
paso que el eje de ordenadas X-Z indica, a la izquierda,  
relaciones agua/sólido, en el centro porcentajes de sólidos  
10 en los agentes, y densidades a la derecha. La línea A-B  
representa valores mínimos de área superficial agregada  
(S mín.) al paso que C-D representa los valores máximos  
de área superficial agregada (S máx.) entendiéndose que este  
gráfico está hecho de acuerdo con las características prede-  
15 terminadas de los agentes según se suponen en los ensayos,  
en los cuales se prescriben una viscosidad máxima tolerada  
de 1.40 (entre 1.1 y 1.25 para condiciones óptimas) y las  
condiciones de sedimentación que se describieron antes.  
Las cruces en las curvas S mín. y S máx. que no se han nume-  
20 rado (y también en la línea "S. crít.", E-F, que ahora se  
describirá) se han derivado de fórmulas, como se explicará,  
al paso que los puntos numerados representan los resultados  
de ensayos, según se han descrito, siendo los números los  
adjudicados a diferentes ensayos.

25 Los números de referencia 1 - 40 inclusive se  
refieren a los ensayos descritos en la anterior Tabla I, al  
paso que los números 41 - 46, inclusive se refieren a en-  
sayos con un agente a base de pirita arsenical, descritos en



180747

la Tabla II, a que se hará referencia posteriormente.

Se verá que el gráfico muestra los valores calculados y también los teóricos para  $S$  máx. y  $S$  mín. para densidades entre 3.31 y 2.44, correspondiendo a relaciones sólido/agua de 37/63 y 23/77 respectivamente. También muestra una línea E-F paralela a la línea A-B y a la izquierda de la misma, la cual se denomina línea de "superficie crítica" ( $S$  crit.). La región entre las líneas E-F y A-B representa la escala de agentes que fracasan sólo ligeramente para producir la velocidad de sedimentación o las características de segregación especificadas; es decir, que si se hubieran prescrito características algo menos rigurosas, la línea E-F podría ser considerada como la línea de mínima superficie, y la inclusión de agentes cuyas posiciones están situadas entre las líneas E-F y A-B en la escala de agentes considerados utilizables en la práctica, incrementa algo el "intervalo" sin perjuicio indebido para la estabilidad del agente. Los agentes a la izquierda de la línea E-F o sobre ella, tales como los de los ejemplos 7, 8, 21, muestran características que los hacen inadecuados para la finalidad deseada.

Por consiguiente, resultará claro que los agentes que se aproximan más a los requisitos mínimos estarán representados por posiciones entre las líneas E-F y A-B y tendrán áreas superficiales agregadas de sus sólidos que corresponden a los valores trazados a lo largo de la ordenada horizontal X-Y a distancia del eje vertical X-Z que corresponden a tales posiciones; que los agentes representados por



180747

posiciones situadas entre las líneas A-B y C-D quedan dentro de los requisitos especificados, y que los puntos de la curva S máx., C-D, tiene viscosidades cercanas a la máxima admisible, pero sin rebasarla. Se desprende que si se prepara un agente determinado, cuyas características lo colocan sobre la línea S mín. o cerca de ella, es permisible el incremento de su superficie en servicio en el procedimiento de sedimentación y flotación (como tiende a hacer por varias razones) hasta que ha aumentado en viscosidad a aproximadamente 1.4, colocandolo así en la línea S máx. De este modo, por ejemplo, el agente representado por el punto 23 con una superficie agregada de 4.12 y viscosidad de 1.14 podría admitir un aumento en su superficie hasta 5.67 y en viscosidad hasta 1.40, quedando la densidad en 2.94 como señala el punto 26 del gráfico, sin requerir renovación, y la aproximación a la línea peligrosa puede determinarse determinando el área de la superficie agregada. Las viscosidades de agentes cuyas posiciones pueden trazarse en cualesquiera puntos entre las líneas S.máx. y S. mín. (o S crít) variarán más o menos de acuerdo con sus posiciones proporcionadas entre estas líneas.

Se observará que se prepararon tres agentes en la relación sólido/agua de 39/61 (densidad 3.44) como se indica por las posiciones -a-, -b- y -c- en la parte superior del gráfico, pero en ningún caso pudo obtenerse una viscosidad menor de 1.5, demostrando así que en esta escala de densidades la suspensión está demasiado nutrida para permitir la obtención de un agente de la viscosidad deseada, incluso a pesar

MAJA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



180747

de rebajar la estabilidad hasta el límite mínimo admisible.

Desde luego, si es admisible un menor grado de estabilidad o un mayor grado de segregación, será posible preparar agentes menos viscosos incluso en este campo de densidades, pero tal desviación de la estabilidad especificada causaría los inconvenientes, tales como diferencia incrementada en la densidad desde la parte superior a la inferior del separador, descritas en el principio de esta Memoria. El que tales desviaciones de los requisitos estrictos expuestos con respecto a los ensayos aquí descritos sean admisibles en algún caso, dependerá de la naturaleza del mineral u otro material a separar, es decir, de la exactitud de separación requerida para separar los estériles, los intermedios y los concentrados, respectivamente.

En gracia a la exactitud deben hacerse notar también los detalles de los ensayos realizados con un agente a base de pirita arsenical de cuyos ensayos los números 41 a 46 están trazados en el gráfico de la figura 1. Los sólidos empleados en estos ensayos poseen un peso específico de aproximadamente 6. Las fracciones usadas en los ensayos particulares registrados no se aislaron tan eficazmente como en los ensayos con galena, pero la exactitud obtenida fué suficiente para demostrar que los agentes en los cuales está en suspensión pirita arsenical responden a los mismos principios que se han expuesto arriba, aunque las respectivas relaciones sólido/agua corresponden a diferentes densidades de los agentes.



180747

Considerando el análisis de finura de los productos, las superficies medias de las fracciones se determinaron como sigue;

Gruesa (gruesa y pivote, combinadas) ....promedio	1400	cm <sup>2</sup>
Intermedias.....	4000	"
Finas.....	8200	"

Los resultados de algunos de estos ensayos se resumen aquí en la

T A B L A II.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº del ensayo.	Relación S/A	% de sólidos	Densidad	Sólidos c.o.	Composición %	c.o.	Visc. superficie m <sup>2</sup>	Velocidad de sedimentación	Segr.	
41	37/63	78.0	2.85	13.0	28.2 F 11.4 I 35.3 P 25.0 G	3.67 1.48 7.85	1.36	3.00 0.60 1.18	11-8	1/2-7 3/4-7
								4.78		
42	36/64	77.24	2.8	12.87	28.2 F 11.4 I 35.3 P 25.0 G	3.63 1.47 7.78	1.31	2.98 0.60 1.09	10-7	3/4-7 1/2-6 3/4
								4.67		
43	33.4/75.0 66.6	2.67	12.5		28.3 F 11.4 I 35.3 P 24.5 G	3.54 1.43 7.54	1.17	2.90 0.57 1.06	6-6-6-5	1/2
								4.52		
44					37.5 F 5.0 I 31.2 P 25.7 G	4.69 0.63 7.18	1.19	5.84 0.25 1.01	10 3/4-9-8-8	
								5.10		
45					46.0 F 3.3 I 19.7 P 32.0 G	5.75 0.41 6.34	1.24	4.71 0.16 0.89	14 1/2-10	1/2-9-7 1/2
								5.76		





180747

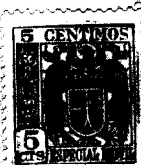
- 20

valor se calculan por la ecuación las cifras relativas que se refieren a agentes con relaciones inferiores sólido/agua. Por consiguiente, el 4.00 en la ecuación representa la superficie mínima en metros cuadrados (anotada de la ordenada horizontal X-Y) por 100 g. de agente a la relación básica sólido/agua, a la cual el volumen es 11.5 c.c., como se ha dicho, y V representa el volumen de sólidos en centímetros cúbicos por 100 g. de agente a cualquier relación sólido/agua para la cual ha de determinarse la superficie agregada mínima.

Si ha de calcularse, por el contrario, S máx., es decir, la superficie agregada máxima que puede aglomerarse en 100 g. de agente, el resultado se reduce a determinar el espacio máximo de relleno de, partículas trituradas a la viscosidad máxima especificada de (por ejemplo) 1.4. Si las partículas de superficie agregada tan basta se cargan en un espacio tan limitado, sus movimientos acaban por contrarrestarse entre sí, el agente pierde su fluidez y resulta demasiado viscoso. Así, el estado de llegada a S máx. coincide con el espacio de relleno máximo disponible en 100 g. del agente. Se ha comprobado que el número que expresa S máx. está en relación indirecta con el cuadrado de la disminución en el volumen y esta relación queda apoyada por la siguiente ecuación.

$$S \text{ máx.} = 4.35 + \left[ \frac{(11.5 - V) \times 100}{11.5} \right]^2 \times \frac{4.35}{100}$$

En la fórmula anterior, la composición con una relación sólido/agua de 37/63 se toma de nuevo como 0, representando otra vez V el volumen de sólido en la relación sólido/agua para la cual ha de determinarse la superficie máxima, y



180747

la constante 4.35 representa la superficie máxima en metros cuadrados a la relación fundamental sólido/agua.

Se observará que las fórmulas dadas arriba son específicas para el caso descrito, pero pueden adaptarse con facilidad para satisfacer otras condiciones que puedan especificarse.

Ahora se discutirán las deducciones en cuanto al "intervalo" entre los valores de las superficies mínima y máxima para la realización práctica. Como se ha dicho antes, la escala de densidades cubierta por el gráfico, que se extiende desde 2.44 a 3.31 incluye la escala práctica de 2.69 - a 2.94 usada en general para eliminar la ganga de los minerales no ferrosos o no metálicos. En cuanto a esta última escala, es evidente que incluso a la cifra superior de densidad, 2.94, el "intervalo" es todavía importante y asciende aproximadamente a una latitud de 2 metros cuadrados (esto es, considerando la línea S crit. E-F, no la línea S mín. A-B como marca de los valores mínimos admisibles) al paso que en el campo inferior de densidad, es decir, 2.69, asciende a tanto como  $4 \frac{3}{4}$  metros cuadrados. En otros términos, los sólidos en suspensión en el agente de densidad 2.69 pueden aumentar su superficie en más de 100% desde 4 a casi 9 metros cuadrados sin resultar más viscosos de 1.4, al paso que en la cifra de densidad de 2.94, la superficie total puede aumentar desde 3.75 metros cuadrados a 5.6 metros cuadrados, sin rebasar la marca de viscosidad de 1.4. Este análisis de los resultados experimentales muestra que en estas escalas prácticas de la densidad hay una considerable elásti-

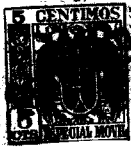


180747

5      cidad o latitud dentro de la cual las alteraciones en la compo-  
sición del agente y en el área efectiva agregada de sus sólidos no afecta materialmente a su utilidad. Por consiguiente, se desprende, que, con tal de que el material inicial del agente tenga la viscosidad mínima posible, aproximándose a la de S crit., sólo será precisa una modesta frecuencia de retirada de agente para el reacondicionamiento a fin de controlar el aumento hacia la cifra máxima admitida de viscosidad. Incluso un aumento, en la superficie agregada, de 25 o incluso de 50% de la superficie inicial, no incrementará la viscosidad de tales medios más allá de 1.2 a 1.25, lo cual queda bien dentro de la escala utilizable en la práctica.

10      El "intervalo" se estrecha rápidamente en la escala de densidad superior a 2.94; así, en el valor de 3.19, por ejemplo, todo el intervalo no es mayor de un metro cuadrado, es decir, que variaciones incluso ligeras en el área superficial agregada determinarán un aumento de viscosidad intermedio y definido. Esto resulta incluso más evidente si hemos de atenernos a la línea S mín. En este caso el "intervalo" no es más que de 0.5 metros cuadrados y se estrecha hacia abajo hasta  $1/3 \text{ m}^2$  en el valor de 3.31 para la densidad.

15      Por lo que antecede es evidente que, al paso que en la escala de densidades de 2.69 a 2.91 son tolerables variaciones bastante amplias en la composición del agente, en los campos superiores de densidades resulta imperativo un control muy estricto de la superficie agregada total. El circuito reacondicionador (que luego se describirá) ha de operarse por consiguiente con mucha delicadeza en los campos superiores de



180747

densidades, a fin de mantener la superficie agregada tan próxima como sea posible a la línea de  $S_{crit.}$  o de  $S_{mín.}$

5 Por todo lo que antecede será evidente que los principios descritos pueden ser aplicados al uso práctico, habiendo en terminos generales, mediante operaciones que incluyen el ajuste de una combinación molino-clasificador para producir partículas dentro de un campo adecuado de tamaños de un material adecuado para una operación deseada, de modo que resulte un área superficial agregada deseada de sólidos por unidad de agente, determinada desde un gráfico o por resultados experimentales; esto puede hacerse fácilmente y el resultado determinarse por ensayos sencillos. También, como ahora se explicará, será preciso determinar equilibrio en los tamaños de partículas producidas. Habiendo sido preparado, y puesto en uso, el agente deseado como suspensión a la relación requerida sólido/agua, sólo es necesario mantenerlo de modo que se impida que el área superficial agregada de los sólidos exceda el máximo determinado para la densidad que se usa.

15 Deben hacerse algunas otras explicaciones preliminares antes de describir los detalles del procedimiento operativo. Puede ser aconsejable, primero, hacer referencia a consideraciones teóricas que pueden ayudar a arrojar alguna luz sobre los principios de superficie agregada que han sido expuestos. Se han expuesto varias teorías para explicar las razones por las cuales números tan grandes de partículas sólidas como aquéllas a los que aquí se ha hecho referencia, pueden ser mantenidos en suspensión y, aparentemente, desafían en cierto modo las leyes de la gravedad. Una de estas teorías, acerca



180747

de cuya certidumbre existe evidencia considerable, es la de que las partículas en suspensión llevan cargas eléctricas del mismo signo, de modo que se repelen mutuamente. Esta repulsión mutua hace que las partículas estén en constante movimiento, retardando de este modo su separación por sedimentación. La intensidad de tales cargas eléctricas y la acción cinética consiguiente deben depender, necesariamente, de las superficies efectivas y de la proximidad de las partículas entre sí. Por tanto, en una suspensión que contiene un número menor de partículas de la misma fracción de tamaño (es decir, en que la relación sólido/agua y la densidad son menores) que en otro caso, se obtendrá un grado menor de estabilidad. A fin de llevar la estabilidad del primer caso hasta la del segundo, ha de aumentarse el número de partículas y, por tanto, la superficie total. En otros términos, las partículas requieren cierto grado de densidad en el espacio disponible, a fin de ser mantenidas en suspensión uniforme. Después de un período, ocurre cierta medida de sedimentación, que cesa cuando se llega a un nuevo equilibrio, ocurriendo esto cuando las partículas que permanecen en suspensión han formado, aparentemente, un cuerpo más densamente apretado.

El vocablo "segregación" a que se ha hecho referencia en lo que antecede como algo diferente de la velocidad de sedimentación propiamente dicha, es una característica específica de cada suspensión. Puede considerarse como refiriéndose a la liberación preferencial de los componentes más gruesos del equilibrio cinético a que se ha hecho antes referencia siendo tal segregación fácilmente perceptible a simple vista.



180747

Puede ser favorecida por el fenómeno de que la repulsión mutua de los sólidos en suspensión hace que las partículas más pequeñas se muevan hacia fuera hacia los lados del depósito.

Cualquiera que sea el grado de certidumbre de las mencionadas teorías, los hechos que aquí se mencionan, de que la estabilidad, las características de segregación y la viscosidad de los agentes son dependientes primordialmente del área superficial agregada de las partículas sólidas en suspensión, fueron establecidas por ensayos reales. Esto es cierto, cualquiera que sean las proporciones de las fracciones de tamaños individuales, mientras haya cierto equilibrio entre partículas finas y gruesas. En cuanto a este requisito y en cuanto a ciertos perfeccionamientos que, si se observan plenamente, daran como resultado un control todavía más exacto de las condiciones requeridas de los agentes, deben hacerse las observaciones siguientes:

Las partículas más finas que poseen la máxima superficie y por tanto crean la capacidad portadora para las partículas más gruesas, son las responsables del mantenimiento de las últimas en suspensión. Se desprende, de la naturaleza de tal equilibrio, sin embargo, que si se rebasa determinado valor el sistema gruesos-finos resulta desequilibrado y que aquella parte de las partículas gruesas que no puede ser mantenida en suspensión precipitará en forma de sedimento de segregación. Se comprobó que:

1) Puede mantenerse un equilibrio perfecto mientras el porcentaje de gruesos, es decir, entre 300 mallas y 500 mallas, no exceda al porcentaje de finos.



180747

2) El porcentaje de finos no debe ser menor de 22%. En ningún caso se consiguió éxito al preparar agentes que contenían menos de 22% de finos del campo de tamaños especificado o, en términos generales, la superficie agregada de las partículas portadoras debe exceder del 70 - 75 % de la superficie total de todos los sólidos.

3) Las partículas intermedias-gruesas, es decir, entre 500 y 800 mallas, se comportan en todos los aspectos lo mismo que la fracción más gruesa y esta última puede substituirse convenientemente, en cualquier proporción, por el mismo porcentaje de sólidos de 500-800 mallas, a cuya fracción se ha hecho referencia, en gracia a la conveniencia, como fracción "pivote" expresando que el equilibrio de porcentajes variables de finos y "gruesos" tiene lugar en torno de este pivote que posee muy poca influencia sobre la naturaleza del agente. La viscosidad de la suspensión apenas se altera, por ejemplo, usando material "pivote" en lugar de una cierta proporción de gruesos. Este es otro descubrimiento importante, ya que permite el empleo de partículas gruesas no especificadas que se extienden sobre toda la escala de 300 - 800 mallas, mientras la porción de 300 - 500 mallas no exceda al porcentaje de finos.

La referencia a los ejemplos siguientes, que se muestran en la Tabla I, ilustra las observaciones que anteceden.

El ejemplo 7 muestra segregación marcada a 22.5% de finos equilibrando a 22% de gruesos; en la misma escala de densidad (ejemplo 8) 23% de finos equilibran por completo

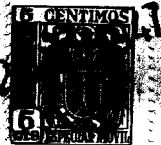


180747

a 22% de gruesos y este hecho queda por completo destacado por las respectivas velocidades de segregación, es decir, 4 contra 17 minutos. Similarmente, en el ejemplo 10, en que 29% de finos equilibran casi por completo un porcentaje igual de gruesos, ocurre sólo una ligera segregación al cabo de 20 minutos. Inversamente, como se representa en el ejemplo 18, 35.3% de finos equilibrando a 36% de gruesos conducen a segregación después de 10 minutos, la cual resulta marcadamente completa después de 16 minutos, aun cuando la rapidez de la sedimentación, como se ha registrado en la columna 10, era satisfactoria, en concordancia con el hecho de estar el valor de superficie cerca de la línea 3 mín.

Los ejemplos que ilustran la substitución de intermedios y gruesos por partículas pivote son, respectivamente, el 32 y el 30.

Al preparar diversos agentes que comprendían intermedios solamente se comprobó que esta fracción era virtualmente auto-soportadora y en la relación sólido/agua de 31/69, por ejemplo, la suspensión consistente exclusivamente en estos sólidos, ha mostrado la velocidad de sedimentación especificada sin segregación a una velocidad de 1.40 y un área superficial agregada correspondiente de 4.70, es decir, cercana a la cifra de S máx. de dicho valor. Se desprende, por consiguiente, que, dentro de límites, los intermedios son justamente auto-soportadores, pero también se desprende que no pueden dar gran empuje ascensional a las fracciones más gruesas y por tanto, a este respecto, son inútiles. Así, el papel de las partículas intermedias está muy restringido.



180747

Se observará que en los ejemplos representados en las Tablas I y II, se han seleccionado las escalas de partículas de modo que se obtenga una división en fracciones soportadoras ( -1500 mallas), justamente auto-soportadoras ( + 800 -1500 mallas) y soportadas ( 500-800 mallas ).

Aunque no es posible una discriminación tajante, tal clasificación no es totalmente arbitraria y al hacerse referencia anteriormente a las deseables proporciones de superficie entre partículas soportadoras y soportadas, o al fenómeno de auto-soporte de las intermedias, debe entenderse que, en general, han de considerarse como soportadoras aquellas partículas que pueden mantener en suspensión no segregante partículas más gruesas a la estabilidad especificada. Las fracciones auto-soportadoras, por otra parte, son aquellas que no precisan ser soportadas por las finas pero, no obstante, no pueden soportar cantidades apreciables de tamaños más gruesos. Su presencia, por consiguiente, puede despreciarse al establecer el equilibrio entre partículas soportadoras y soportadas, es decir, que el área superficial de las primeras debe estar en exceso de 70-75% de las áreas totales soportadora y soportada, tomando las partículas finas, las pivote y las gruesas como 100.

En la Memoria de la Patente británica N<sup>o</sup> 507.661 a que antes se ha hecho referencia, se señaló que un agente, hablando en terminos generales, se vuelve más viscoso a medida que aumenta la finura de las partículas, aumentando las intermedias la viscosidad en mayor medida que el mismo porcentaje de peso de fracciones más gruesas. Se consideró

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



180747

deseable, por consiguiente, cuando se requiera una disminu-  
ción de la viscosidad, eliminar partículas intermedias y  
sustituirlas por un peso equivalente de partículas más grue-  
sas, dejándose las partículas finas en la suspensión ya que  
5 . la retirada de este grupo tendería a rebajar la estabilidad.  
Los principios que aquí se exponen no son opuestos a los ex-  
plicados en la Memoria de la citada patente. El mayor in-  
cremento de la viscosidad por las partículas intermedias que  
por las más gruesas es explicable por el hecho de que las  
10 partículas especificadas aquí como intermedias, es decir,  
aquéllas con un tamaño medio de 14 micras, tienen  $4300 \text{ cm}^2$   
de superficie por c.c. de sólidos, al paso que la fracción  
siguiente más gruesa de 26 micras de tamaño medio de partícu-  
las, tiene sólo  $1600 \text{ cm}^2$  por c.c. de sólidos. Así es evi-  
15 dente que, entre otras cosas, de dos suspensiones, la que  
contiene una mayor proporción de tamaños intermedios a gruesos  
está obligada a ser más viscosa de acuerdo con la mayor su-  
perficie agregada de sus sólidos. Los descubrimientos de  
dicha patente requieren, sin embargo, calificación o amplia-  
20 ción en algunos aspectos, como aquí se muestra. Así, se  
comprueba que la sustitución de cierto porcentaje de partícu-  
las gruesas por el mismo porcentaje de intermedias no tendrá  
un efecto tan pronunciado y, por tanto, será menos crítica  
cuando tal sustitución tiene lugar en una escala baja de den-  
25 sidades que en las escalas más elevadas de densidades en que  
el intervalo (como se representa en el gráfico adjunto) es  
muy estrecho y en que el aumento del área superficial total,  
incluso dentro de una pocas décimas de  $\text{m}^2$  por 100 g. de agente



180747

puede dar como resultado un aumento crítico en la viscosidad.

El material inicial del agente se prepara, de acuerdo con los principios aquí expuestos, regulando el rendimiento de un circuito molino-clasificador (con preferencia una combinación bien conocida de molino de bolas-clasificador) de modo que se obtenga directamente de estas máquinas un agente que sea utilizable sin tratamiento ulterior. Con ello, el procedimiento es sencillo y económico, porque no tiene lugar desperdicio alguno de cualesquiera fracciones de partículas. Como se ha explicado, el invento no exige una rígida observancia de proporciones entre las diversas fracciones de tamaño de las partículas y, mientras la superficie total de las partículas en suspensión en la pulpa caiga dentro de los límites especificados, con preferencia cercanos a los valores de 3.mín., las proporciones de las diversas fracciones pueden dejar de tenerse en cuenta mientras exista un equilibrio suficiente para impedir la segregación. Las características de molienda de los sólidos a usar deben estudiarse y entonces el molino de bolas y el clasificador pueden regularse con facilidad para producir una pulpa que posea tales características óptimas.

Por consiguiente, la preparación de un agente de una densidad requerida comprende las siguientes operaciones: la escala admisible de viscosidad, la velocidad de sedimentación, y las características de segregación para el trabajo particular considerado se determinan, o se suponen como condiciones si se han determinado previamente, y se calculan o determinan las áreas superficiales agregadas máxima y mínima de



1947

180747

partículas de un material sólido deseado, a la relación sólido/fluido para la densidad requerida, para producir las características deseadas. (Esto puede hacerse muy sencillamente como se explicará luego con más detalle). Luego el molino de bolas y el clasificador se ajustan para producir las características de superficie requeridas, produciendo partículas dentro de una escala de tamaños determinada (que, como aquí se ha supuesto, puede ser de 300 mallas a -1500 mallas, estando el límite superior sujeto a alguna variación de acuerdo con determinadas características del agente. Si los requisitos son menos rígidos que los aquí supuestos, las partículas gruesas pueden ser algo mayores, si se desea). Una vez determinadas como satisfactorias las características de superficie de las partículas producidas, debe determinarse también si es satisfactorio el equilibrio de los tamaños de las partículas. Esto puede hacerse, hablando en términos generales, viendo si los porcentajes producidos caen dentro de los límites convenientes, como se ha descrito, o haciendo una suspensión de la densidad requerida de las partículas producidas, en agua, y ensayándola en cuanto a la segregación y, si se produce una segregación indebida, disminuyendo la proporción de las partículas más gruesas hasta que tal segregación cese de producirse. El agente deseado, tal como se determine finalmente, puede prepararse entonces y suministrarse al circuito de alimentación para el tanque de separación.

La determinación del área superficial agregada de las partículas sólidas introduce en la técnica de la separación por sedimentación y flotación un nuevo procedimiento que, sin



180747

embargo - usado para diferentes finalidades en otras indus-  
trias - resultó perfeccionado y se convirtió en un método  
usado extensamente. Para la finalidad a que aquí se ha  
hecho referencia, se prefiere el método de sedimentación  
5 para tal determinación y se hará referencia particular a  
las publicaciones siguientes sobre esta materia, que contie-  
nen una descripción completa del aparato y método recomen-  
dados y también de la evaluación matemática sencilla de las  
lecturas por medio de gráficos;

10

- 1) F. C. Bond; "The Sedimentation Balance for  
Measurement of size distribution  
of Fine Materials". Mining  
Technology, Noviembre 1939.  
15 A.I.M.M. Publicación Técnica 1129.

15

- 2) A. J. Weining; "A Functional Size-Analysis of  
Ore Grinds" Colorado School of  
Mines quarterly (julio 1933).

20

- 3) F. C. Bond y W.L. Maxson "Grindability and  
Grinding Characteristics  
of Ores." trans. A.I.  
M.E. (1939) 134,296

25

- 4) A. M. Gaudin; "An Investigation of Crushing  
Phenomena", Trans. A.I.M.E.  
(1926), 73,253.

Pueden encontrarse otros métodos igualmente adecuados



180747

en el libro titulado "Measurement of the fineness of powdered materials", de Harold Heywood, publicado por la Institution of Mechanical Engineers, Diciembre de 1938, Storey's Gate, St. James's Park, Londres S.W.1, notablemente el del Profesor Andreasen según se describe en la página 279 de dicho libro.

Se verá que los resultados de los experimentos tales como los aquí descritos y representados en el gráfico de la figura 1, permitirán al operador producir a partir de sólidos de una densidad dada, un agente de suspensión de la máxima densidad posible que puede obtenerse a la velocidad de sedimentación, velocidad de segregación y viscosidad especificadas. Por tanto se incrementará el campo efectivo de densidades de una determinada sustancia sólida, de modo que resultará posible el empleo de sólidos de densidad relativamente baja para la preparación de agentes muy densos. Un ejemplo específico es el uso de pirita arsenical, con una densidad algo menor de 6, para la preparación de un agente de densidad de 2.80 a 2.85 a viscosidades utilizables y buena estabilidad. Como quiera que las densidades mencionadas están dentro de la escala de los componentes de ganga corriente de los minerales, el manejo entendido de la arsenopirita de acuerdo con el procedimiento aquí descrito permite el empleo de este mineral, barato y fácilmente obtenible, que en muchos casos es en realidad un producto de desecho procedente de la concentración de minerales. Aparte de su bajo costo inicial, el empleo de tal sustancia barata tiene otras ventajas respecto a los costes resultantes de las pérdidas de agente y gastos de funcionamiento del circuito del agente, el



180747

cual, naturalmente, no precisa ser tan complicado como los requeridos para la completa recuperación de sólidos de más valor.

5 Como se ha explicado, anteriormente, también, el procedimiento descrito permite al operador preparar un agente a partir de un material sólido seleccionado que mostrará un "intervalo" considerablemente mayor entre el área superficial agregada de tal agente según se ha preparado y la superficie agregada máxima admisible, a la densidad requerida, de lo que  
10 sería posible de otro modo, con las ventajas que previamente se han explicado. A este respecto debe considerarse la cuestión de si se emplea un circuito abierto o uno cerrado para el agente. En el primer caso, es decir, cuando el agente se retira del circuito y pasa directamente a la instalación de  
15 flotación produciendo material denominado aquí concentrados comerciales, que pueden venderse, el operador posee una mayor libertad de elección y no precisa poner tanto cuidado como ocurriría en un circuito cerrado. Con el circuito abierto sólo es necesario asegurar que la pulpa que viene del circui-  
20 to molino de bolas-clasificador tiene un área superficial total entre los límites mínimo y máximo (preferiblemente en la proximidad de 3 mín. de modo que se asegure la mínima viscosidad posible de trabajo) y que las fracciones gruesa y fina estén en equilibrio. El circuito abierto para el agente pue-  
25 de considerarse como una fase transitoria de la producción del concentrado y si, por el ajuste adecuado del circuito molino de bolas-clasificador solamente sin ninguna clasificación intencionada y proporcionamiento de los tamaños de las partículas

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



180747

se obtiene directamente un agente utilizable, esto debe constituir una ventaja.

5 En el caso del circuito cerrado, es decir, en que el agente es devuelto de un modo constante, la creación de un área superficial total de las partículas en las proximidades de 3 mín. asegurará la existencia de un gran "intervalo" y, por consiguiente, un ciclo menos intenso de retirada del agente del circuito de alimentación para los fines de nueva limpieza y reacondicionamiento de lo que sería preciso en otro caso. Como consecuencia de ello, resultarán gastos inferiores de nueva limpieza y reacondicionamiento, así como pérdidas menores en agente.

10 El mantenimiento del agente en buenas condiciones de servicio, en la separación por sedimentación y flotación, se describirá en lo que sigue. Mediante los métodos que se explicarán ahora, con referencia a la separación de minerales, pero que son de aplicación general a la separación por sedimentación y flotación, se consiguen la simplificación de la instalación, gastos disminuídos, y un mantenimiento eficaz y controlado del agente en operación.

20 El mantenimiento o rejuvenecimiento del agente es principalmente asunto de control de la estabilidad y viscosidad. Debe tenerse en cuenta que la viscosidad de cualquier agente, inicialmente de viscosidad reducida, aumenta durante el funcionamiento a causa de (a) los lodos que se adhieren al mineral en terrones si tales lodos no son completamente expulsados por lavado antes del suministro a la instalación de sedimentación y flotación; (b) trituración de los constituyentes de la ganga de



180747

la alimentación durante el paso a través del separador;  
(c) la trituración de los minerales (la mayor parte sulfuros quebradizos) de la alimentación durante el paso a través del separador; y (d) desintegración de la fase sólida del agente.

5

Para controlar la viscosidad y la estabilidad dentro de los límites admisibles, se crean dos medios de ajuste, a saber: nueva limpieza y reacondicionamiento.

La nueva limpieza puede llevarse a cabo por los medios conocidos, generalmente por flotación, para eliminar las contaminaciones detalladas bajo (a) y (b), efectuando esto la restauración de la densidad original de los sólidos que forman la suspensión A. La disminución en el peso específico de los sólidos por mezcla de sólidos de peso específico menor, tales como lodos arcillosos o cuarzo o caliza desintegrados, debe achacarse un aumento en la viscosidad puesto que, para mantener la densidad al valor deseado, ha de ponerse en sus pensión una proporción porcentual mayor de sólidos de menor densidad, conduciendo esto inevitablemente a un "intervalo" menor, correspondiendo a la relación más elevada sólido/agua y, en definitiva, al aumento en la viscosidad.

10

15

20

"Reacondicionamiento" es el vocablo que describe el reajuste de las características del agente, especialmente la viscosidad o la segregación, o ambas, para corregir cambios perjudiciales debidos a las causas mencionadas arriba bajo (c) y (d), produciendo las mismas, variaciones en la composición de tamaños de las partículas sólidas de la suspensión. Puede llevarse a cabo, hablando en términos gene-

25



180747

5 rales, eliminando una porción o porciones, tales como una  
o más fracciones de tamaños, de los sólidos o, por el con-  
trario, puede haber una retirada continua de una proporción  
de los sólidos totales sin hacer distinción alguna entre las  
fracciones retiradas, siendo sustituido el agente retirado en  
ambos casos mediante una nueva entrega de composición adecua-  
da. Los métodos aquí descritos proporcionan medios para la  
nueva limpieza y reacondicionamiento en una forma sencilla y  
facilmente controlada, y con un mínimo de funcionamiento tan-  
10 to del dispositivo de nueva limpieza como del de reacondicio-  
namiento. En muy pocas palabras, la técnica preferida es la  
de limpiar nuevamente y reacondicionar a frecuencias que se  
determinan como las mínimas en los casos particulares de tal  
forma que se restablezca el área superficial agregada de los  
15 sólidos en suspensión aproximadamente al valor indicado por  
S mín. en cada caso, efectuándose el reacondicionamiento, en  
la mayoría de los casos, por una retirada continua de una pro-  
porción determinada de los sólidos totales, incluyendo las frac-  
ciones de todos los tamaños, y compensando el agente retirado  
20 por el suministro de nuevo material de agente de composición  
adecuada en cuanto a las fracciones de tamaños y en cuanto al  
área superficial agregada.

25 Puede describirse un método adecuado de restaura-  
ción del agente en relación con el diagrama de la figura 2,  
en el cual el material de agente procedente de la combinación  
molino de bolas-clasificador, 1, pasa al re-preparador de la  
pulpa, 2, de donde pasa como alimentación de agente de la  
densidad deseada al depósito de separación o cono, 3, como  
se indica en 4. Las partículas flotantes retiradas por enci-



180747

ma de la platabanda 5 del separador, y las partículas sedi-  
mentadas eliminadas del fondo del separador por el elevador  
6, caen sobre tamices de escurrido, 7, 8; la descarga de  
agente de estos tamices es devuelta al circuito (no repre-  
5 sentado en la figura 2). Las partículas sedimentadas y  
flotantes todavía recubiertas con cantidades variables de agente,  
se hacen pasar luego independientemente a dispositivos denomi-  
nados concentradores de densidad, donde se lavan. Se hace  
que estos concentradores descarguen un agente diluido de una  
10 densidad suficientemente elevada (1,5 a 1,6) para ser envia-  
do directamente a las celdas de flotación o filtros. Estos  
medios que se prefieren usar para aumentar la densidad del  
agente diluido en esta medida, en los mismos tamices lava-  
doras, están indicados con 9, 9<sup>A</sup> en el dibujo, y se descri-  
15 birán después. El rebose de agente del vertedero 10, en  
la caja del elevador 11 se hace pasar usualmente al tamiz  
7, donde se une con los estériles. La pulpa concentrada  
procedente de estos varios orígenes pasa por las conexiones  
indicadas en 12, bien directamente, por la conexión 13, al  
20 filtro 14, o parcialmente por este trayecto al filtro y par-  
cialmente por la conexión 15 a las celdas de flotación 16  
para su nueva limpieza. Los sólidos sometidos a nueva flo-  
tación procedentes de las celdas 16 pasan, como se indica en  
17, al mismo filtro 14, pasando la torta de este filtro, al  
25 menos en parte, como se indica en 18, al re-preparador de  
la pulpa, 2. La pulpa relativamente diluida procedente  
del molino de bolas se utiliza para volver a convertir en  
pulpa la torta del filtro, en este punto, en agente de la



180747

densidad de operación. Si se precisa un reacondicionamiento, una parte del agente se retira, teniendo esto conveniente mente lugar una vez que ha pasado por las celdas de flotación y el filtro, como se indica en 19, y esta parte puede descargarse como concentrados comerciales. Si parte del medio es así retirado del sistema, el déficit resultante se compensará con pulpa procedente del circuito molino de bolas-clasificador, preparada como se describirá, de modo que en el funcionamiento normal, la alimentación principal del separador procederá de los tamices escurridores, 7, 8, y por la conexión 18 al re-preparador de la pulpa, compensándose cualesquiera pérdidas en el sistema, requeridas para que tenga lugar el reacondicionamiento, como se indica en 19, desde el molino de bolas-clasificador.

Se hace referencia aquí al citado circuito con fines de ilustración; otros circuitos ligeramente modificados resultarán más apropiados en circunstancias diferentes, como luego se describirá.

En cuanto a la nueva limpieza, la frecuencia a la cual debe tener lugar dependerá de la eficiencia de la remoción de los lodos en el lavado del mineral, antes de que el mismo se suministre al separador, y también de la blandura de los constituyentes de la ganga. Esta frecuencia puede establecerse averiguando el aumento en el área superficial de los sólidos del agente después de su paso a través de los tamices y antes de su paso por las celdas de flotación, y también el área superficial después del tratamiento de flotación. El aumento de superficie antes de la flotación (con



180747

referencia al área superficial del agente inicial, por unidad de volumen en cada caso) es el resultado neto de cambios que han de corregirse, si es necesario, tanto por nueva limpieza como por reacondicionamiento. La diferencia entre las áreas superficiales después y antes del tratamiento de flotación indica la parte del aumento de superficie atribuible a los lodos y al desgaste por la ganga, que pueden separarse por flotación. Es evidente, por consiguiente, que la frecuencia de las nuevas limpiezas (usualmente la proporción de la corriente de agente usado que se somete al tratamiento en las celdas de flotación) se determina por la relación  $\frac{S1 - S2}{S}$ , donde S1 y S2 son las áreas superficiales agregadas de los sólidos antes y después del tratamiento de flotación, y S es el área superficial agregada de los sólidos del agente inicial, por unidad de volumen en cada caso. La espuma de la flotación, si no tiene lugar desgaste importante o desintegración de los minerales o de los sólidos que componen el agente, debe recobrar casi el carácter original del agente nuevo. Por consiguiente, la frecuencia de las nuevas limpiezas queda determinada, entendiéndose que, de acuerdo con la magnitud del "intervalo" proporcionado en el caso particular, puede tolerarse un aumento mayor o menor en la viscosidad del agente durante la operación. Determinada esta frecuencia (debe ser bastante constante para cada operación particular) el procedimiento puede consistir en derivar un porcentaje calculado del agente que llega al punto 20 del diagrama, figura 2, continuamente a través de las celdas de flotación 16, pasando el resto de la corriente de agente di-



180747

5 rectamente al filtro 14. Un procedimiento alternativo consistiría en hacer pasar toda la corriente del agente directamente al filtro, durante parte del tiempo, y desviarla, para que pase toda por las celdas de flotación a intervalos determinados y durante periodos de tiempo determinados.

10 Si, al ensayar el agente después de pasar por las celdas de flotación, se comprueba que su estabilidad o viscosidad, o ambas, se han menoscabado, ello es una muestra de que durante su paso a través de la unidad de sedimentación y flotación le fueron añadidas al agente demasiadas partículas gruesas e intermedias, o demasiadas partículas finas del material del mineral. Comprobando la viscosidad y la estabilidad del agente en este punto puede establecerse fácilmente el ciclo requerido para el reacondicionamiento.

15 Hablando en términos generales, la proporción de partículas sólidas sometidas a nueva flotación procedentes de las celdas de flotación, que se retira del circuito en 19, con las partículas sólidas de nueva flotación devueltas por 18, quedaría determinado por la relación 32:3.

20 La frecuencia de reacondicionamiento depende de (a) la friabilidad y, por consiguiente, la rapidez de desgaste, de los minerales; (b) la desintegración de los sólidos del agente durante el servicio; y (c) el "intervalo" entre la viscosidad del medio recién preparado o reacondicionado y la viscosidad máxima que puede tolerarse. Es evidente que si se tiene éxito en reparar un agente con una viscosidad inicial de 1.1, y se tolera una viscosidad máxima de 1.4, la frecuencia de retirada de agente para el reacondicionamiento

25



180747

será menor que en los casos en que el agente inicial tiene una viscosidad de 1.25 y existe la misma viscosidad máxima tolerable.

5 Con relación a (a), los productos del desgaste están, hablando en términos generales, dentro de una escala de tamaños constante y consisten muy raramente en material de -1500 mallas, pero usualmente cubren toda la escala de las fracciones de otros tamaños de que se compone el agente, es decir, entre 300 y 1500 mallas en tamaño. Una parte  
10 considerable de estos productos de desgaste consiste en partículas de +300 mallas y deben eliminarse en cualquier caso.

Con respecto a (b), la producción de fracciones del mineral que interfieren con la composición de tamaños del agente viene favorecida por el movimiento violento y/o  
15 los medios mecánicos usados en el depósito separador o por el transporte del agente a través de secciones transversales restringidas a velocidades excesivas. La desintegración del agente durante el uso depende enteramente de (1) la velocidad en los tubos; (2) el tipo de bombas empleado; (3)  
20 la intensidad de circulación para una capacidad de separador dada; y (4) la dureza de los sólidos.

Con relación a (c) el agente nuevo introducido debe regenerar el agente del circuito, de modo que el medio alimentado para el separador, que comprende agente usado de-  
25 vuelto de los tamices 7, 8 y el filtro más algo de agente nuevo procedente del molino- de bolas-clasificador, debe tener una viscosidad que se aproxime a la viscosidad inicial de la alimentación con agente original. Es evidente que comienzan-



180747

5 do a la viscosidad más baja admisible para la escala dada, pueden acumularse más componentes deletéreos antes de que la nueva limpieza o el reacondicionamiento resulten necesarios de lo que de otro modo sería el caso. También debe observarse que los beneficios efectivos de un "intervalo" mayor quedarán aumentados por el debido cuidado en evitar cambios rápidos e importantes en la distribución de las partículas del agente, debidos a causas especificadas bajo (b) del párrafo anterior.

10 En la técnica anterior el reacondicionamiento se ha llevado a cabo, con mayor o menor éxito, mediante expedientes diversos, tales como la retirada continua de partículas intermedias en la Memoria de la patente antes mencionada, o la retirada continua de partículas finas y extremadamente gruesas como se ha defendido por otros inventores anteriores, substituyendolas por sólidos gruesos en cada caso. Se ha comprobado, sin embargo, que es muy difícil retirar en funcionamiento continuo fracciones de ciertos tamaños de una suspensión y hacer una distinción neta selectiva entre los tamaños deseables y los indeseables y se prefiere, por consiguiente, en la mayoría de los casos, retirar una parte del agente total en circulación, de modo continuo. El método anterior de eliminar los productos intermedios, para ser seguros, puede recomendarse en aquellas escalas de densidades  
15 en que el "intervalo" es muy estrecho, pero este procedimiento parece suponer complicaciones innecesarias en aquellos casos, o sea, en la mayoría de las aplicaciones prácticas, en que el "intervalo" es más amplio. Y en cuanto a los métodos  
20  
25



180747

a que se ha hecho referencia en los cuales se retiran principalmente partículas finas, y se sustituyen por una compensación, principalmente, de partículas gruesas, parece que tales procedimientos darían como resultado que el agente cambiara constantemente de composición, resultando cada vez más inestable y segregante, en razón de que los productos del desgaste, añadidos al agente durante su uso, no son idénticos en su composición de tamaños a las fracciones de tamaños que se retiran. De hecho, los productos del desgaste quedan usualmente en la escala de 300-800 o en la de 800-1500 mallas, es decir, exactamente en la escala que es retenida en el circuito en tales procedimientos. Tales procedimientos de reacondicionamiento serían desventajosos para usarlos en relación con el procedimiento que aquí se describe puesto que, con retiradas selectivas de partículas finas y nueva introducción simultánea de partículas gruesas, sería difícil, sino imposible, rejuvenecer el agente de modo que se restableciera el área superficial de los sólidos a la cifra de 8 mín., o aproximadamente a ella, y retener las deseadas condiciones de equilibrio. De hecho, como luego se describirá, estará indicada a menudo, no la separación, sino por el contrario, la adición de partículas finas de -1500 mallas, y la retirada indiscriminada de finos alteraría por completo las características del agente con todos los efectos consecuentes sobre el proceso de separación.

La forma de proceder preferida, por tanto, consiste en retirar continuamente una porción del agente sobre una



180747

base cuantitativa, no sobre una selectiva, como se ha dicho, y sustituirla por agente de compensación producido en el circuito molino de bolas clasificador, estando calculada el área superficial específica de la pulpa añadida de modo que se restaure, cuando se añade al resto, el área superficial aproximada especificada por 3 mín. Esto se aplica, desde luego, a operaciones con un circuito cerrado para el agente, ya que el reacondicionamiento será innecesario cuando se opera con un circuito abierto, mientras se observen estrictamente las especificaciones necesarias en el procedimiento de preparar el agente nuevo.

La forma de proceder preferida consiste primero en determinar la escala de tamaños y los porcentajes de las partículas en el agente usado producidos por el desgaste. Como se ha mencionado anteriormente, deben hacerse ensayos del agente antes y después de su paso por las celdas de flotación. El último ensayo, que permite al operador registrar, con la observación debida del retardo temporal, la composición del agente, establecerá el aumento en el área superficial que deberá eliminarse (o la disminución que deberá corregirse) y la rapidez de tal cambio. Esta es una forma de proceder relativamente simple (anteriormente descrita en esta Memoria) y los hechos, una vez establecidos, determinarán el porcentaje de flujo de agente que se retira del circuito, continuamente, y el reajuste del circuito molino de bolas-clasificador para devolver el equilibrio al agente.

Así, si es preciso, la combinación molino-clasificador se reajustará y se hará funcionar de tal modo que se



180747

5 asegure en el agente durante su uso un equilibrio suficiente de los grupos de tamaños de que se componen las partículas sólidas del agente, para impedir la segregación perjudicial en el agente, al mismo tiempo que se mantiene el área superficial agregada de dichas partículas por unidad de volumen del agente virtualmente al mismo valor.

10 En cuanto a este reajuste, debe observarse que la escala de tamaños de las partículas de los productos de desgaste dependerá primordialmente de la dureza del mineral. Así, un mineral de sulfuro muy duro, por ejemplo, producirá inevitablemente productos de desgaste cuyo tamaño estará en la escala de los gruesos, al paso que sulfuros muy friables tenderán a desintegrarse en intermedios, pivotes y, solamente en muy raras ocasiones, en un determinado porcentaje de partículas finas. Por consiguiente, en el primer caso, el

15 molino de bolas habrá de ajustarse para producir un gran porcentaje de finos con el fin de asegurar un contrapeso al porcentaje incrementado de gruesos acumulados en el circuito. En el último caso se requerirá operar a la inversa.

20 La citada forma de proceder que da como resultado la modesta retirada de sólidos durante las operaciones, es útil en los casos en que el origen de los concentrados de compensación está cercano o en que, por cualquier razón el coste de los mismos no es grande. En algunos casos sin embargo, la cantidad de sólidos desviados finalmente del

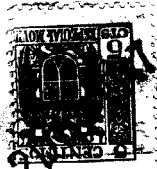
25 circuito deberá mantenerse lo más baja posible, a causa del gran coste debido a elevados gastos de transporte, o a otras causas locales. En tales casos un procedimiento alternativo



180747

de acondicionamiento se indica en la figura 3. Como en  
ella se representa, el agente diluido procedente de los con-  
centradores de densidad, se divide, como en el circuito repre-  
sentado en la figura 2, yendo parte directamente al filtro  
5 14 de dos compartimentos, al paso que una proporción determi-  
nada pasa a las celdas de flotación, 16, para la nueva limpie-  
za, yendo también algo del agente de nueva limpieza al filtro,  
como antes. El agente a derivar del circuito, sin embargo,  
va ahora desde las celdas de flotación, sin filtrar, a un de-  
10 posito, 21, donde se deja acumular hasta que el depósito está  
lleno. Luego el agente se examina, y se reajusta su compo-  
sición y el área superficial agregada de sus sólidos, bien  
por separación selectiva o por adición de ciertas fracciones;  
en cualquier caso, la intención es proporcionar un material  
15 que, vuelto a introducir en el circuito del agente, en la mis-  
ma forma que el procedente del molino de bolas, reduzca, en  
la medida de lo posible, o aumente, el área superficial de los  
sólidos del agente hasta las proximidades de 3 mín. Si la  
corrección fué por adición sin separación de ninguna fracción,  
20 todo el material tratado pasa, como se indica en 22, al filtro,  
cuya torta pasa al preparador de la nueva pulpa; si la correc-  
ción fué por eliminación de una fracción o fracciones, el res-  
to pasa por el mismo trayecto al filtro y al circuito del agen-  
te, al paso que los tamaños rechazados, como se indica en 23,  
25 pasan a través de un compartimento del filtro y pueden vender-  
se luego.

Si se requiere una separación selectiva de las frac-  
ciones para este método, se exige entonces la segregación con-



trolada de la pulpa bastante concentrada. Esto puede conseguirse muy fácilmente una vez que en el laboratorio se ha analizado cuidadosamente una muestra. La rapidez de dilución y el tiempo permitido para la segregación y la altura del sedimento para las respectivas fracciones pueden determinarse con facilidad, y reproducirse estas condiciones en un tratamiento por cargas del agente en condiciones estáticas.

Se apreciará que la separación continua de ciertas fracciones no es idéntica en efecto al tratamiento por cargas aquí descrito, porque es casi imposible incluso a partir de pulpas muy diluidas, obtener en un clasificador continuo una separación definida entre dos, o incluso más fracciones, pero es relativamente fácil llevar a cabo un reajuste del área superficial total de todos los sólidos, y la eliminación parcial de gruesos, o de gruesos más intermedios, cualquiera de ellas haya aumentado hasta estar desproporcionada, de vez en cuando según se requiera aparentemente, en un procedimiento de tratamiento por cargas estáticas como aquí se describe. Poniendo en práctica este método, la sustitución de sólidos mediante el molino de bolas será en una proporción modesta, ya que el material es ampliamente corregido devolviendo el agente nuevamente clasificado al agente en circulación. Tal método de nueva clasificación ocasional, sólo debe practicarse, desde luego, si los gastos de tal tratamiento son inferiores al precio de los sólidos, si se vuelven a vender.

La figura 4 muestra un circuito abierto para el



180747

5 agente, en el cual se crean medios para la nueva limpieza, como parte del diagrama de paso del molino, pero donde no se precisa reacondicionamiento. Como se representa, el agente diluido procedente de los concentradores de densidad se lleva en parte por la conexión 13 al filtro 14 y el resto pasa por 15 a las celdas de flotación 160 desde las cuales la descarga es hacia el filtro 140 descargandose de él como concentrados comerciales.

10 Queda por describir otro punto de los citados métodos perfeccionados, por el cual se evita la necesidad de emplear condensadores en el circuito. Como antes se ha dicho, los sistemas lavadores de "flotación" y "sedimentación" anteriormente en uso en el tratamiento de minerales se han modificado para producir una pulpa de densidad aproximada de 15 1.5 desde el sistema lavador, eliminando así los condensadores usados anteriormente. La clasificación selectiva de la pulpa para fines de reacondicionamiento, tal como se practicaba en la técnica anterior de tratamiento de minerales, había de llevarse a cabo con una pulpa muy diluida de densidad aproximada de 20 1.1 o inferior, y por tanto la eliminación de los condensadores no fué indicada ni era practicable.

25 El procedimiento, tal como aquí se describe, sin embargo, especifica el uso de un agente de densidad relativamente elevada en el circuito de reacondicionamiento y de nueva limpieza, que permite prescindir del empleo de condensadores. Para conseguirlo, el agente adherido se quita por lavado de las partículas sedimentadas y de las flotantes después de su descarga de los tamices de escurrido del agente, en tal forma



180747.

y condición de agua limpia de tal modo calculada, que se produzcan estériles y concentrados limpiamente lavados y rebosando al mismo tiempo el agente diluido procedente de este proceso a una densidad suficientemente elevada para permitir

5 que se suministre directamente a las celdas de flotación o a los filtros, es decir, más de 1.3 y, con preferencia, de 1.5 a 1.6. Se observará que la operación a que se ha hecho referencia rebaja la densidad del agente desde la escala que se requiere en las operaciones de concentración de minerales

10 (por ejemplo, de 2.6 a 3.0 aproximadamente hasta 1.3 a 1.6 aproximadamente, como se ha dicho, con un agente a base de galena). Exponiéndolo en términos más generales, debe decirse que el agente usado, antes del lavado y de la dilución, contiene de 60 a 85 de peso por ciento de sólidos (ligeramente

15 más de la escala indicada en la figura 1 de los dibujos) y por el lavado se diluye para producir una suspensión que contiene de 25 a 40 de peso por ciento de sólidos.

La operación, hablando en términos generales, consiste en producir el movimiento de los productos de la operación de separación con el agente adherido a los mismos en o

20 través de agua, sobre el principio de la contracorriente, mientras al mismo tiempo se produce una vigorosa acción de frotamiento o de lavado de los sólidos para determinar la separación del medio adherido de los productos, retirándose

25 entonces los productos lavados; la frecuencia de suministro de agua en esta operación debe calcularse de modo que, cuando se añade al agente, este último resulte rebajado de una suspensión que contenga 60 a 85% a una que contenga 25 a 40%



180747

de sólidos en peso. Esto puede conseguirse de varios mo-  
dos, por ejemplo, por dispositivos 9, 9A de la construc-  
ción representada en la figura 5, en los cuales un recipien-  
te 24 que tiene una porción horizontal 25 y una porción in-  
clinada hacia arriba 26, va montado sobre el tamiz lavador  
27, del tipo de cribón de vaivén. La alimentación proce-  
dente del escurrido del agente se introduce en 28 en la por-  
ción horizontal del recipiente 24, mientras unas lluvias de  
5 agua, 29, actúan sobre el extremo inclinado del recipiente.  
Estando el ángulo de inclinación de esta parte del recipien-  
te adecuadamente ajustado, por ensayos (por ejemplo, en unos  
10 12° cuando se tratán estériles), el movimiento de vaivén ha-  
ce que las partículas estériles o sedimentadas se desplacen  
hacia arriba por la pendiente del recipiente y salgan por  
15 encima de la extremidad, hacia el tamiz. Las lluvias 29  
lavan el producto y el agua desciende por la parte inclinada  
para formar un encharcamiento 30 junto con el agente que se  
ha separado por lavado de las partículas. En este ejemplo,  
la acción de vaivén y el agua hace que se produzca la vigoro-  
sa acción de lavado a que antes se ha aludido. Se ha compro-  
20 bado que las partículas sólidas del agente no se abren cami-  
no hacia arriba por la parte inclinada, sino que permanecen  
en el encharcamiento cuyo rebosamiento, a través de una hen-  
didura en 31, pasa al circuito hacia el filtro y de nuevo al  
25 preparador de la nueva pulpa, como se ha descrito. Con un  
flujo de agua debidamente regulado el agente puede ser descar-  
gado a la densidad deseada, siendo notablemente limpios los  
estériles finales. Operando sobre estériles de galena, se



180747

comprobó que solamente eran necesario como unos 4 litros de agua de lavado por 50 Kgs. de estériles tratados.

5 El método que se acaba de describir da como resultado la supresión de los condensadores del circuito, determinando menores gastos de instalación, menos espacio y gastos de bombeo más reducidos. Otro resultado consiste en que las partículas más finas de los sólidos del agente, que tienden a perderse con el rebose de los condensadores, se economizan; también existe un retorno de sólidos al circuito  
10 separador principal más rápido de lo que ocurre en el caso en que se emplean uno o más condensadores, de modo que ha de guardarse en reserva menos material sólido para el agente. La gran capacidad de los condensadores, requerida en algunos procedimientos, hace que la instalación de dispositivos de  
15 sedimentación y flotación sea difícil, si no imposible, en algunos casos, por ejemplo, cuando se desea una instalación subterránea, y las extensas disposiciones de almacenaje y bombeo requeridas para el transporte de grandes cantidades de agente diluido, y otros inconvenientes.

20 Volviendo, finalmente, al asunto del cálculo de las áreas superficiales de partículas individuales, y por tanto, de las cifras agregadas correctas, los cálculos descritos en la primera parte de esta Memoria se refieren a partículas de forma cúbica. La relación entre masa y superficie de  
25 tales partículas cúbicas y la relación entre masa y superficie de partículas esféricas, difieren sólo muy ligeramente, de modo que las normas dadas pueden considerarse como buenas para ambas formas.



180747

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, el 10 de febrero de 1941, bajo el número 1808/41, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial, y a los derivados de los Decretos de Moratoria del 7 de febrero y 4 de julio de 1947.

5

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10

1º.- Un procedimiento de producir, para fines de separación por sedimentación y flotación, un agente de suspensión pesado que comprende una dispersión en líquido de partículas sólidas insolubles que poseen tamaños comprendidos dentro de una escala que se extiende desde el relativamente grueso al finísimo, y cuyo agente ha de tener una densidad prescrita y una viscosidad y velocidad de sedimentación dentro de valores de trabajo mínimo y máximo prescritos, caracterizado por las operaciones de averiguar el área superficial agregada requerida de las partículas sólidas insolubles por unidad de volumen del agente deseado para que sean capaces, cuando están en suspensión en dicho líquido, en relación apropiada para dar al agente la densidad pres-

15

20



180747

crita, de producir para el agente la velocidad de sedimentación y la viscosidad mencionada; ajustar medios para producir dichas partículas de modo que se creen partículas de dicha área superficial agregada dentro de la escala citada y sin tener en cuenta la presencia o la ausencia de grupos de cualquier tamaño particular de partículas dentro de dicha escala y sin regulación de las proporciones de fracciones de diferente tamaño, salvo la que pueda ser necesaria para impedir la segregación prematura; y hacer funcionar tales medios para producir dichas partículas sólidas insolubles.

2º.- En un procedimiento según se reivindica en el punto 1º, las operaciones de alimentar material sólido insoluble a una combinación molino-clasificador; ajustar tal combinación de modo que produzca partículas del área superficial agregada y de la escala de tamaños a que se ha hecho referencia y sin tener en cuenta la presencia o la ausencia de grupos de partículas de cualquier tamaño particular y sin regulación de las proporciones de fracciones de diferente tamaño, salvo la que pueda ser necesaria para impedir la segregación prematura; y hacer funcionar la combinación molino-clasificador así ajustada para producir las partículas.

3º.- En un procedimiento según se reivindica en el punto 1º o en el 2º, las operaciones ulteriores de reajustar y hacer funcionar los medios productores de partículas o combinación molino-clasificador de tal modo que se asegure en el agente durante su uso un equilibrio sufi-



180747

ciente de los grupos de tamaños de que se componen las partículas para impedir la segregación inconveniente en el agente, mientras se mantiene el área superficial agregada de dichas partículas por unidad de volumen del agente substancialmente al mismo valor.

5

4º.- En un procedimiento según se reivindica en los puntos 1º, 2º o 3º, las operaciones que consisten en averiguar qué escala de áreas superficiales agregadas de las partículas sólidas insolubles se necesita por la velocidad de sedimentación requerida y la viscosidad admisible del agente, y ajustar los medios productores de partículas o combinación molino-clasificador para producir partículas dentro de dicha escala.

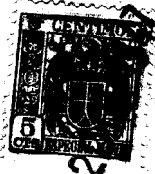
10

5º.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación que comprende el empleo de un agente de suspensión pesado preparado de acuerdo con cualquiera de los puntos anteriores, las operaciones que consisten en preparar un agente de suspensión pesado de densidad deseada que comprende una dispersión en líquido de partículas sólidas insolubles de tamaños diversos que oscilan desde el relativamente grueso al finísimo, cuyo medio esté determinado para tener características de estabilidad y viscosidad dentro de valores de trabajo mínimo y máximo prescritos; determinar el aumento en el área superficial agregada de las partículas en suspensión por unidad de volumen de dicho agente que, en el uso del agente, hará que su viscosidad aumente hasta el valor de trabajo máximo prescrito; usar el agente en separación por sedimentación

15

20

25



180747

y flotación, en circuito, y tratarlo según se requiera para impedir que el área superficial agregada de los sólidos del mismo por unidad de volumen, aumente a más de dicho valor averiguado.

5

69.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en el punto 51, las operaciones que consisten en retirar continuamente agente usado del depósito de separación; determinar periódicamente del agente retirado cuál de los diversos grupos de tamaños de que están compuestas las partículas del agente se ha incrementado, debido a la operación de separación, y la rapidez de dicho incremento; eliminar continuamente de la corriente de agente retirado un porcentaje del flujo total del mismo, sin dividir en cuanto a las fracciones de tamaños; devolver el resto del agente a la alimentación de agente en el separador; y añadir al mismo agente nuevo compuesto de una pluralidad de grupos de tamaños y con una proporción disminuida de los grupos de tamaños que se han incrementado en la operación de separación, y una proporción incrementada de los grupos de tamaños que no han sido incrementados de este modo.

10

15

20

25

79.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en el punto 59 o en el punto 69, las operaciones que consisten en determinar periódicamente el aumento o disminución de área superficial agregada de las partículas sólidas del agente usado, por unidad de volumen, debido a la operación de separación y añadir a la alimentación de agente agente nuevo para sus



180747

tituir al agente usado que se ha retirado y compuesto de una pluralidad de fracciones de tamaños de modo que el área superficial agregada de sus partículas sólidas por unidad de volumen sea menor o mayor que la de las partículas sólidas del agente retirado, de acuerdo con el hecho de que el agente usado haya aumentado o disminuido en área superficial agregada de sus partículas sólidas por unidad de volumen.

5  
10  
15  
8º.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en los puntos 5º, 6º o 7º, la operación que consiste en crear medios, en el caso de utilizar un agente de suspensión pesado relativamente estable, para que un porcentaje de agente usado sea retirado, cuyo porcentaje es mayor o menor según que el aumento o la disminución en el área superficial agregada de las partículas de sólido por unidad de volumen del mismo por unidad de tiempo sea mayor o menor, a fin de acomodarse a los efectos del desgaste.

20  
9º.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en el punto 8º, la operación de añadir al depósito de separación agente nuevo compuesto de modo que viscosidad reducida y/o estabilidad y características de segregación similares en comparación con el agente usado retirado.

25  
10º.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en cualquiera de los puntos 5 a 9, las operaciones de filtrar parte de la corriente de agente usado y tratar otra porción en celdas de flotación para separar el material de ganga perjudicial por



180747

flotación; filtrar parte de los sólidos de la nueva flota-  
ción y retirar la porción restante sin clasificación del  
circuito y mezclar la torta de filtro en un preparador de  
nueva pulpa, desde el cual se suministra la corriente de  
5 agente del separador, con pulpa nueva diluida para reempla-  
zar el agente usado retirado, teniendo dicha pulpa diluida  
un área superficial agregada de sus partículas sólidas, por  
unidad de volumen, menor o mayor que la del agente usado  
retirado y calculada para compensar el aumento o la dismi-  
10 nución, respectivamente, de dicha área superficial en el  
agente usado.

11º.- Un procedimiento de separación por sedi-  
mentación y flotación según se reivindica en cualquiera de  
los puntos 5 a 10, en el cual el nuevo agente añadido al de-  
15 pósito separador está compuesto, con respecto a sus fraccio-  
nes de tamaño y a sus proporciones, de modo que la estabili-  
dad y las características de segregación del agente completa-  
do con él y el agente usado devuelto, sean aproximadamente  
las mismas o sólo ligeramente menos favorables para operacio-  
20 nes de separación que las características correspondientes  
del agente inicial.

12º.- En un procedimiento de separación por se-  
dimentación y flotación según se reivindica en cualquiera de  
los puntos 5 a 11, las operaciones que comprenden tratar una  
25 porción del agente usado en celdas de flotación para separar  
del mismo por flotación los materiales deletéreos y devolver  
el resto a la alimentación de agente en el separador, deter-  
minándose la proporción del agente usado así tratado con la



18.0747

porción devuelta por medio de la relación  $\frac{S1 - S2}{S}$ , donde  
S1 y S2 son las áreas superficiales agregadas de las partí-  
culas sólidas del agente antes y después de tal tratamiento  
de flotación, respectivamente, y S es el área superficial  
5 agregada de las partículas sólidas del agente inicial, por  
unidad de volumen en cada caso, y devolver al menos una  
parte de las partículas sólidas nuevamente flotadas desde  
las celdas de flotación a la alimentación de agente al  
separador.

10 13°.- En un procedimiento de separación por se-  
dimentación y flotación según se reivindica en el punto 12°,  
la operación de retirar una porción de las partículas sólidas  
sometidas a nueva flotación procedentes de las celdas  
de flotación de la circulación y devolver el resto de las  
15 mismas a la alimentación de agente al separador siendo de-  
terminada por la relación  $S2 : S$  la proporción de partícu-  
las sólidas sometidas a nueva flotación así retiradas con  
las partículas sólidas sometidas a nueva flotación y devuel-  
tas.

20 14°.- En un procedimiento de separación por se-  
dimentación y flotación, según se reivindica en cualquiera  
de los puntos 5 a 13, y en el cual el agente de suspensión  
retirado después del uso contiene de 60 a 85% en peso de  
partículas sólidas, las operaciones que consisten en lavar  
25 los productos de la operación de separación para quitar el  
medio adherido a las mismas y regular el suministro de agua  
de lavado de modo que se produzca con ella un agente diluído  
a partir de tales productos lavados que contiene 24 a 40% en



180747

peso de partículas sólidas, haciéndose adecuado dicho agente diluido, por tal tratamiento, para tratamiento de filtración o de flotación, o para ambos, sin tratamiento intermedio en un condensador, y eliminar del mismo las impurezas de un modo apropiado.

5

15e.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en el punto 14e, la operación que comprende producir el movimiento de productos de la operación de separación con el medio adherido, en agua sobre el principio de la contracorriente, determinando al propio tiempo una vigorosa acción de frotamiento de dichos productos en el agua para producir la separación del agente adherido de dichos productos.

10

16e.- En un procedimiento de separación por sedimentación y flotación según se reivindica en cualquiera de los puntos 5 a 15, las operaciones de tratar una porción del agente usado en celdas de flotación para eliminar del mismo el material deletéreo por flotación y devolver el resto a la alimentación de agente en el separador, acumular las partículas sólidas sometidas a nueva flotación procedentes de las celdas de flotación en un encharcamiento hasta que una cantidad importante de las mismas esté contenida en el encharcamiento, averiguar la composición de las mismas en cuanto a la distribución de los grupos de tamaño de las partículas sólidas en el mismo y el área superficial agregada de las partículas sólidas en el mismo por unidad de volumen del agente, averiguar la composición del agente nuevo que se está alimentando al separador y el área superficial agregada de

15

20

25



180747

partículas sólidas en el mismo por unidad de volumen, reajustar la composición y el área superficial agregada por unidad de volumen del agente en dicho encharcamiento en igualdad substancial con la composición y el área superficial agregada por unidad de volumen del agente nuevo, y devolver dicho agente reajustado a la alimentación de agente al separador.

179.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 19 en el cual las operaciones se realizan de tal forma que se cree un agente de suspensión pesado que tiene como características de trabajo un porcentaje de partículas sólidas que oscila desde aproximadamente 68 a 81 en peso, una viscosidad entre 1.1 y 1.4, una velocidad de sedimentación no perturbada, en ausencia de un agente dispersante, de no más de aproximadamente 5 minutos por cm., durante un período de unos 20 minutos, y ausencia de segregación de partículas relativamente grandes en 20 minutos, consistiendo dicho agente en una dispersión de partículas de sustancia mineral en un líquido, conteniendo dichas partículas algunos o todos los grupos de tamaño de una 300 - 500 mallas (promedio 400 mallas o 44.8 micras), 500 - 800 mallas (promedio 650 mallas o 26 micras), 800 - 1500 mallas (promedio 1250 mallas o 14 micras) y unas 1500 mallas (10 micras) o menores, siendo el área superficial agregada de las partículas sólidas en tal medio, por unidad de volumen en cualquier porcentaje de peso de partículas sólidas especificado, sustancialmente el mínimo para tal porcentaje al cual se producen las antes citadas características, comprendiendo las partículas del grupo de una 1500 o más mallas, aproximadamente 22% y más de



180747

los sólidos totales, y siendo el área superficial agregada de los sólidos de dicho grupo por unidad de volumen superior a 70-75% del área superficial total por unidad de volumen de todos los grupos de una 300-500, 500-800 y 1500 mallas o menores.

5

18.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 4, en el cual el área superficial agregada de las partículas sólidas insolubles, cuando consisten en galena, no es menor de 4 metros cuadrados por 100 gramos del agente

10

19.- Un procedimiento de preparar un agente de suspensión pesado para fines de separación por sedimentación y flotación, virtualmente como se ha descrito en esta Memoria.

20.- Un procedimiento de separación por sedimentación y flotación, que comprende el empleo en el mismo como agente de separación, de un agente de suspensión pesado preparado de acuerdo con el procedimiento reivindicado en cualquiera de los puntos 1 a 4, 17, 19 y 20.

15

21.- Un procedimiento de separación por sedimentación y flotación, en esencia como se ha descrito en esta Memoria.

20

22.- Un procedimiento para la separación de materiales sólidos de pesos específicos diferentes.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

25

Esta Memoria consta de setenta y dos hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 2 DIC. 1947

P.  
Alberto de Elizaburu

Por Poder

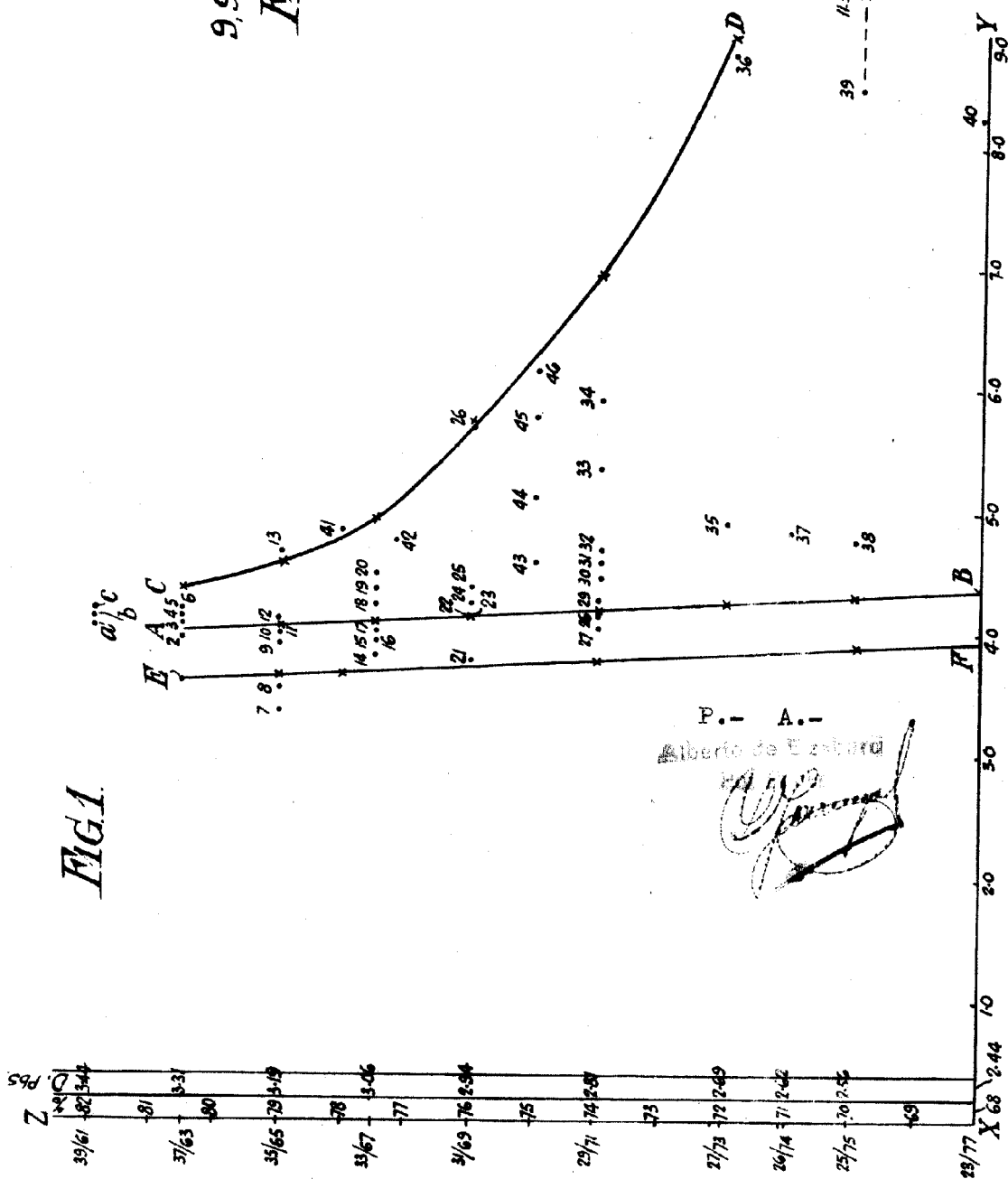
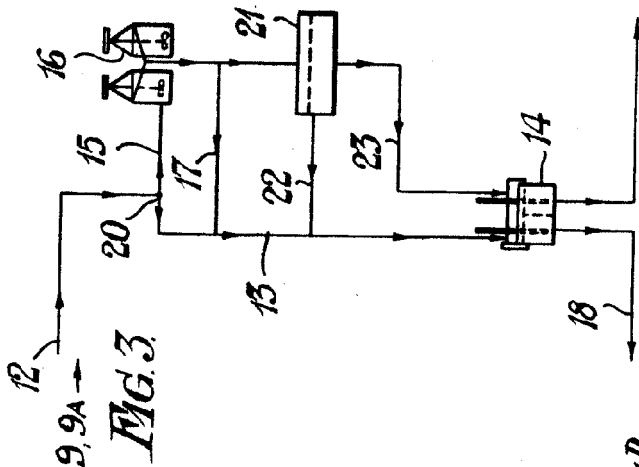
180747

180747

ESCALA VARIABLE.-

FREDERICK TROSTLER Y HUNTINGTON  
HEBERLEIN & COMPANY LIMITED.-

I/III.-



180747

180747

ESCALA VARIABLE.-

FREDERICK TROSTLER Y HUNTINGTON  
HEBERLEIN & COMPANY LIMITED.-

II/III.-



FIG. 2.

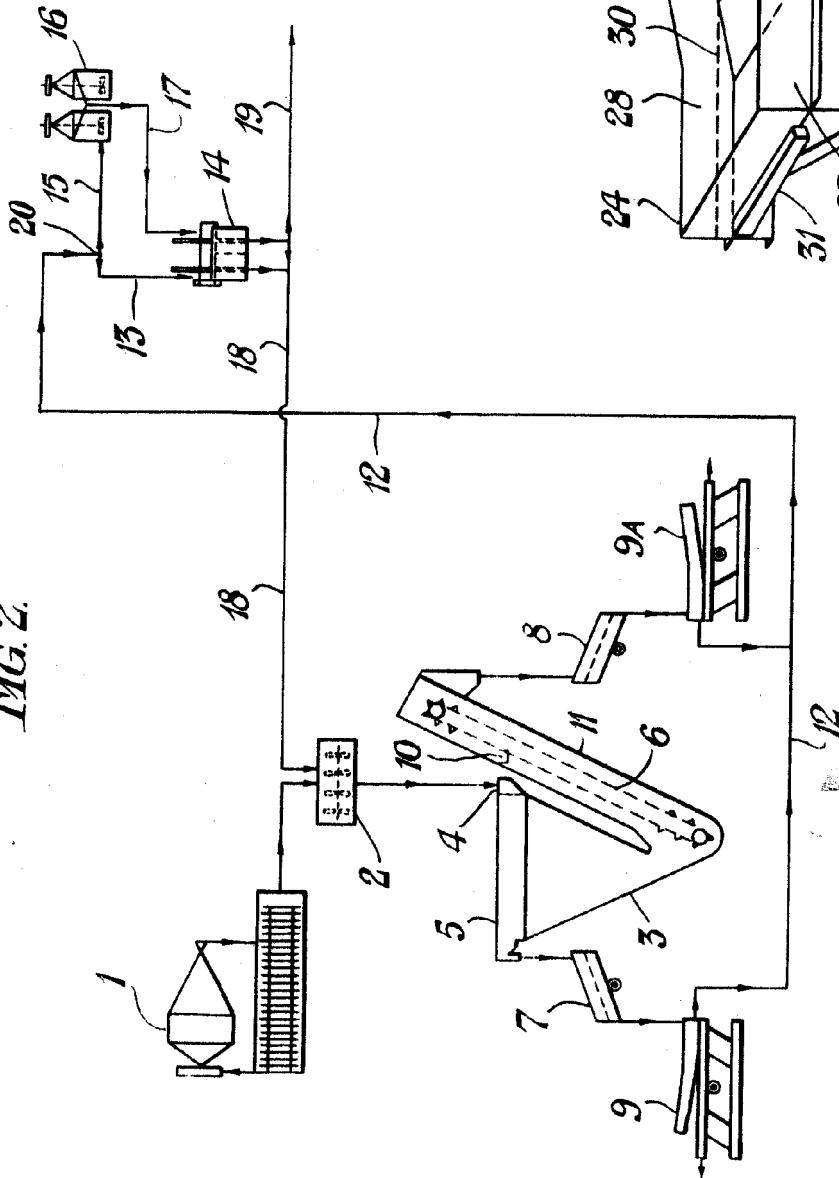
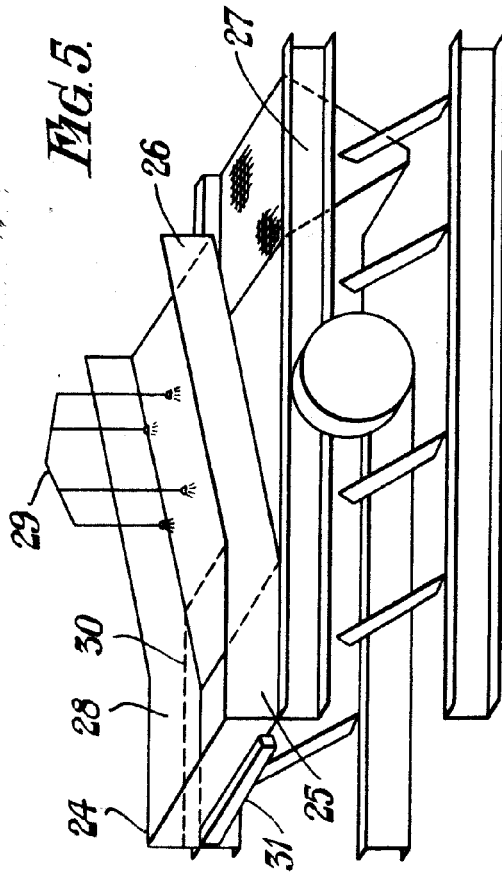


FIG. 5.



P.- A.-

*[Handwritten signature]*

180747

180747

ESCALA VARIABLE.- FREDERICK TROSTLER Y HUNTINGTON  
HEBERLEIN & COMPANY LIMITED.-

III/III.-

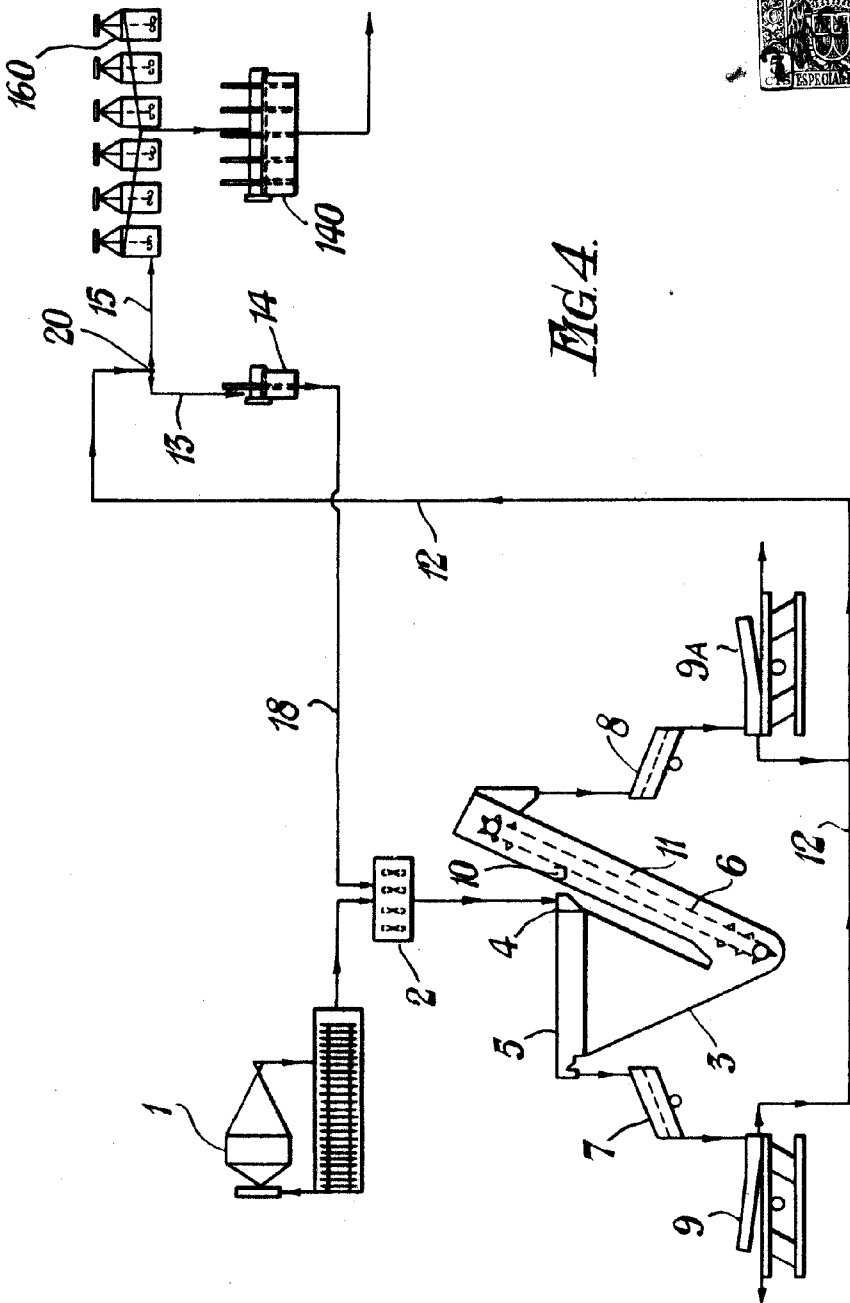


FIG. 4.

P.- A.-  
Alberto de Elstburu