



388557

388557

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>601</u>
SUBCLASE <u>D</u>

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de registro de una Patente de Invención por veinte años, en España, por "PROCEDIMIENTO PARA BENEFICIAR EL CLORURO SODICO", a favor de D. AGUSTIN PEREZ AGUADO, de nacionalidad española, vecino de Babezón de la Sal (Santander), con domicilio en la calle de Tresano, nº 1.

Estando en un continuo y progresivo aumento el consumo de Cloruro Sódico, tanto en lo que se refiere a la alimentación como a fines industriales, y siendo cada día mas imprescindible para su aplicación el disponer de este mineral al mas alto grado de pureza, condición que se extiende tanto a las especificaciones exigidas por los Códigos de Alimentación de todos los países como a las hoy indispensables para sus aplicaciones a las avanzadas tecnologías industriales de nuestra época, se estaba imponiendo la necesidad de disponer de nuevos y económicos

5

10



métodos de beneficiado aplicables con la misma eficacia a todas las fuentes de aprovisionamiento que existen en la naturaleza para la obtención industrial de cloruro sódico y que, prácticamente, se reducen a las siguientes:

5

A).- Las existentes en estado "SOLIDO" y las que, a su vez, se presentan en tres formas con particularidades bien definidas, es decir,

a).- Las sales GEMAS propiamente dichas.

10

b).- Las sales GEMAS existentes en los yacimientos de sales potásicas, pero formando grandes capas bien definidas y delimitadas.

15

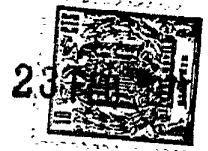
c).- Las sales de cloruro sódico, igualmente existentes en los yacimientos de sales potásicas pero que se encuentran con otras, principalmente potásicas y magnésicas, así como otras impurezas como anhídrita, arcillas, sílica, etc.,

B).- Las contenidas, en disolución, en el agua del mar, que representan, y con mucha la más importante reserva.

20

De todo tiempo, se ha servido el hombre, para sus necesidades en cloruro sódico, tanto de las precedentes de la evaporación del agua del mar como de las gemas comprendidas en los apartados a.-) y b.-). No puede decirse lo mismo de las que se presentan en la forma descrita en el apartado c.-), de las que únicamente pudo disponerse cuando el moderno aprovechamiento de las sales potásicas, como subproducto, nos ofreció las sódicas lo suficientemente concentradas. Desgraciadamente, las grandes y variadas cantidades de impurezas que todavía acompañan al cloruro sódico y la imposibilidad de su eliminación por los sistemas de beneficiado actualmente en uso, no dejaron otro camino que el de depositarlas en grandiosas escombros-

30



ras, con el tributo que en costos y, más particularmente, en molestias, representa esta solución.

Los resultados del procedimiento objeto de la presente patente, no solamente permiten extender el beneficiado a todo tipo de mineral, sino que han simplificado los metodos operacionales, hasta tal punto que la seguridad, eficacia, simplicidad y economia que esto supone, le ponen fuera de toda concurrencia con los actuales procedimientos.

Se trata de una invención de combinación en la que, poniendo en juego, por un orden establecido de antemano para cada mineral, toda una serie de fenomenos fisico-químicos que, aunque sobradamente conocidos por sí solos, nunca se aplicaron ni combinaron para el beneficiado de cloruro sodico, se consigue, con una serie de innovaciones operacionales, una gran pureza en el concentrado, manteniendo el mineral durante todo el proceso en estado sólido y sin ningún consumo de calorías ni de frigorías.

A continuación y para la mejor comprensión del procedimiento de la invención va a efectuarse una detallada descripción del mismo. Y no es necesario que tal descripción se haga con referencia a ninguna clase de planos o dibujos ya que, como se va a ver, no son en modo alguno precisos para la suficiente descripción del invento.

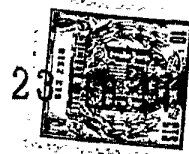
Tiene el procedimiento cinco fases distintas y bien definidas, las cuatro primeras fundamentales, en las que el material a beneficiar se mantiene del principio al fin en estado sólido, y la quinta y ultima condicionada, y sólo aplicable cuando el cloruro sodico haya de emplearse en forma de salmuera.



Según el orden cronológico con el que se opera, llamaremos a la 1ª la de MOLIENDA; a la 2ª., que ejecuta dos operaciones simultaneas, -y que se repite, según necesidades operacionales, varias veces a lo largo del proceso- la de DESLAMADO/CLASIFICACION; a la 3ª., la de ATRICION propiamente dicha; a la 4ª., la de ELOTACION; y, por ultimo, a la 5ª. que, como hemos dicho anteriormente, esta condicionada a un determinado uso y que va a cumplir, de ahora en adelante, un nuevo é importante papel en el beneficiado de salmueras durante el propio proceso de disolución, la llamaremos de DISOLUCION INSTANTANEA, dado que es en esta particularidad en la que está basada la posibilidad de mejorar notablemente el análisis de la salmuera con relación a la que se obtendría de la misma sal, disuelta por cualquiera de los procedimientos clásicos.

Esta reseña de las fases de trabajo no quiere decir que haya obligatoriamente que realizarlas todas, ni en el orden señalado, pues puede suceder, y en realidad sucede, que, para el tratamiento de algunos materiales, se pueda prescindir, individualmente, de alguna de ellas; esto será dictado, bien por la granulometria y composición en que se reciba el material de alimentación, bien por el objetivo que sea necesario alcanzar en relación con el empleo a que sea destinado el concentrado, lo cual señalaremos oportunamente cuando se reseñen los tratamientos de los distintos minerales.

Antes de entrar en detalles sobre las distintas fases del proceso, hay que consignar que, tanto los aparatos principales como los auxiliares, son modelos totalmente de serie, construídos por las casas especializadas en el ramo



5

10

15

20

de la minería u otras; que no necesitan ser preparados con materiales inoxidables -salvo las centrífugas- ya que, por el contrario, muchas partes de los mismos están recubiertas de caucho, para evitar la abrasión y el desmembramiento del mineral, y ciertas otras construídas en aceros duros; que si el esquema de trabajo de la planta es muy simple, en líneas generales, su puesta a punto en el proceso industrial es mucho mas compleja; y que unicamente a fuerza de experiencia operacional, se ha puesto en evidencia hasta donde llegaban las posibilidades de cada aparato, así como la conveniencia de añadirle cualquier detalle -generalmente pequeños y sencillos elementos que, sin desvirtuar los principios fundamentales, permitan, para algunos fenomenos, cierta variabilidad de maniobra- para que su trabajo resultase más eficiente, pues no hay que olvidar que el mejor concentrado se consigue retirando las mayores impurezas del bruto y que, dadas la elevada velocidad a que circula el material y la irreversibilidad del proceso, cualquier falta de cualquier fase del proceso que disminuya su eficacia produce una deficiencia imposible de corregir posteriormente.

DESCRIPCION DEL PROCESO

25

30

Sentado el principio de la conservación del mineral en estado solido durante todo el proceso y habiendo estudiado convenientemente la composición estructural y posicional de los distintos elementos que entran en los diferentes minerales, así como sus propiedades físico-químicas, la primera conclusión a que se llega es que resulta necesaria la separación de los cristales de cloruro sódico de los otros materiales que los impurifican y que, cuanto más completa sea ésta, más óptimos seran los resultados. Es indu-



dable que con una molienda a ultranza se llegaría siempre a su total separación; pero esto no resuelve el problema pues, en primer lugar, el valor comercial de las muy pequeñas granulometrías es casi nulo y, en segundo lugar, su tratamiento es muy caro, tanto por su baja recuperación como por lo costoso de la molienda y beneficiado de las muy pequeñas granulometrías.

MOLIENDA.- Partiendo de la base de que ningún procedimiento de desmembramiento clásico en medios secos es recomendable, por la grandísima cantidad de muy finos que se producirían para alcanzar las relativamente pequeñas granulometrías exigidas por el proceso, el invento objeto de la presente Patente viene a solucionar favorablemente esta difícil problema practicando la trituración en medios húmedos. Como aparatos verdaderamente idóneos para esta operación, se emplean los molinos de barras, que reúnen, entre otras, las siguientes ventajas:

1ª.- Que su forma de desmembrar el mineral produce pequeñas cantidades de finos. 2ª.- Que su robusta constitución y simplicidad de funcionamiento garantizan la máxima continuidad en el trabajo. 3ª.- Que para su alimentación admiten granulometrías de hasta 16m/m. -5/8"- a las que se puede llegar, sin recibir muchos muy finos, con una adecuada trituración con molinos impactares o empleando directamente el mineral según sale del arranque, siempre que éste se haya hecho con las modernas rozadoras. 4ª.- Que, combinado con un clasificador de granos, permite una perfecta marcha en continuo. Y, 5ª.- Que su consumo en energía es el más reducido para el trabajo que se le solicita.

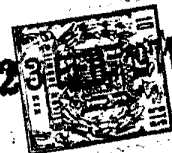
La forma operacional de esta 1ª. fase o fase de



MOLIENDA es la siguiente: El molino de barras, debida-
mente dimensionado, recibe una alimentación en sólidos
bien dosificada -operación fácil de realizar por tratarse
de un material totalmente seco- a la que se añade, a la
5 entrada del molino, la cantidad correspondiente de sal-
muera de cloruro sódico, saturada y bien clarificada, pa-
ra operar desde este momento en estado de pulpa, con las
proporciones líquidos/sólidos más apropiadas para cada
operación. Esta alimentación es indispensable que se man-
10 tenga bien uniforme, pues todos los aparatos y circuitos,
para que ejecuten un perfecto trabajo, son reglados para
un determinado caudal de pulpa homogeneizada.

La salida del molino vierte directamente sobre
un clasificador de espiral que, por un lado, retira las
15 granulometrías mayores, que son devueltas nuevamente al
molino, mientras que, por el rebose, se recoge en un de-
posito -comunicado con la aspiración de una bomba de só-
lidos- la pulpa a la granulometría conveniente para que
20 hayan sido liberadas la mayor cantidad posible de impu-
rezas, las muy finas de las cuales, junto con los pequeños
cristales de cloruro sódico, se encuentran en suspensión
en la salmuera, que igualmente contiene, en disolución,
la mayor parte de las sales mas solubles que el cloruro só-
25 dico. Al mismo depósito que recibe la pulpa se le añadi-
rá salmuera, igualmēte saturada y clarificada, que, al
mismo tiempo que ayuda a una más completa disolución de
las sales solubles, prepara la pulpa en las mejores condi-
ciones para pasar a su 2ª fase.

30 Como punto final del proceso de molienda seña-
laremos que, generalmente, no se aplica mas que a las sa-
les de criadero, pues tanto los estériles de silvinita -



comb los de carnalita, se presentan suficientemente triturados. En cuanto a las sales marinas, las impurezas que contienen pueden fácilmente retirarse sin molienda previa y, caso de necesitarla, se emplearían otros métodos que oportunamente describiremos.

5

DESLAMADO/CLASIFICACION.- Convenientemente preparada la pulpa, tanto en granulometría como en la proporción líquidos/sólidos, se utiliza la bomba acoplada al depósito que la recogió de la fase anterior para impulsarla en continuo a la presión y caudal precisos. Para alcanzar estas condiciones óptimas de trabajo se dispone de un variador de velocidad, que actúa sobre la bomba, y de un caudal de salmuera saturada regulable a voluntad. La impulsión de la bomba la recibe un ciclón hidráulico -aparato idóneo por excelencia para esta operación- interiormente recubierto de caucho y provisto de manómetros de control, tanto para medir la presión de entrada como para conocer la que actúa sobre la válvula de salida del concentrado, -la que se manobra con aire comprimido- y retirar la pulpa a la nueva proporción líquidos/sólidos que mejor conviene a la fase siguiente:

10

15

20

El rechazo del ciclón que contiene todos los muy finos en suspensión y algunos más gruesos que hubiesen podido escapar a la selección del ciclón, se dirigen a un pequeño depósito decantador donde, por el rebose, se separan verdaderamente los muy finos y, por el fondo y en continuo, los más gruesos, que pasan nuevamente, a reunirse con el concentrado sin deslamar.

25

30

Esta forma de repescar los "más gruesos" en las



5

operaciones de deslamado se repetirá con cada ciclón instalado en el circuito, pues el buen coeficiente de recuperación depende, en parte, de no dejar escapar ningún cristal aprovechable, ya que, si es interesante la cantidad, no lo es menos la calidad del producto final, dado que estas granulometrías semi finas, generalmente, tienen una gran pureza.

10

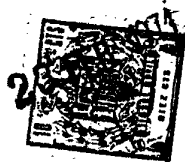
15

20

25

30

El rebose del depósito decantador se dirige a otro pequeño depósito, al que va acoplada una nueva bomba y que recibe igualmente los demás reboses de la planta cargados asimismo de sales e impurezas en suspensión. Recibe también la suficiente cantidad de agua dulce para disolver los muy finos de cloruro sódico acumulados y rehacer la suficiente salmuera para compensar las pérdidas que inevitablemente se producen en el proceso, bien acompañando a las espumas de flotación que se retiran en continuo, bien en la evacuación de los lodos de los tanques espesadores donde se decantan las salmueras. La bomba antes mencionada impulsa las salmueras sucias de todos los reboses, incrementada por la que se forma con la adición de agua dulce, a los tanques espesadores para su decantación y con un caudal perfectamente regulable, consiguiéndose, con facilidad, operar en circuito cerrado y siempre con salmueras saturadas en cloruro sódico. La posibilidad y necesidad de dilución de otras sales más solubles que el cloruro sódico -que en circuito totalmente cerrado llegaría a no ser posible- está condicionada a la aportación de agua dulce que se reciba en cualquier punto del circuito de salmueras, que si, en el caso del beneficiado de sales gemas y marinas, está sobradamente compensado con la adición de -



5 agua dulce al depósito que recoge los reboses en el caso
del tratamiento de estériles de silvinita o carnalita, es-
tá igualmente solucionado porque, para la indispensable
formación de las pulpas con que, en estos casos, se inicia
el proceso -sin necesidad de molienda-, consiguiéndose
los mejores resultados, se mezclan directamente los esté-
riles al agua dulce -en mayor o menor cantidad, según la
humedad y composición centesimal de los mismos-, con lo
que se crean las condiciones de solubilidad necesarias pa-
10 ra que pasen a la salmuera las sales que han de retirarse
de esta forma, operación que no se limita a esta sola fa-
se, pues, como durante todo el proceso se mantiene la pul-
pa en constante agitación, se produce un íntimo contacto
de sal/salmuera que facilita grandemente el fenómeno de
15 disolución.

AERICION.- Comentarios sobre la misma.

Como ya hemos señalado al ocuparnos del orden
operacional, esta 3ª. fase, casi siempre indispensable,
puede no serlo tanto en el caso de una sal gema cuyo ma-
20 terial bruto no contenga apenas arcillas y cayuelas, -que
son las impurezas que más ensucian el mineral- y para las
que el proceso de molienda haya sido suficiente para poner-
las en suspensión. Este mismo caso se manifiesta, a veces,
25 en ciertos estériles de sales potásicas, que se presentan
lo suficientemente limpios como para someterlos a un par-
ticular estudio que determine lo más conveniente. Por el
contrario, otros minerales contienen tal cantidad de su-
ciedades que es necesario repetir esta fase si se quieren
30 conseguir cristales verdaderamente limpios: De todas for-
mas y en la mayoría de los casos, no se hubiera podido lle-



gar a tan magníficos resultados en el beneficiado de no disponerse de este aparato, capaz de poner en suspensión grandes cantidades de impurezas en muy poco tiempo -de uno a tres minutos- y con el menor daño para los cristales.

5

La gran eficacia de las celdas de atricción obedece principalmente a su especial constitución, -tanto su interior como las paletas que producen la agitación están totalmente cubiertas de caucho- que imprime a las partículas del mineral un movimiento tan particular que el material se ve sometido a un fenómeno de frotamiento de los cristales entre sí que facilita:

10

El desmenuzamiento en pequeñas partículas de las impurezas más grágiles y su inmediata puesta en suspensión.

15

La rápida disolución en la salmura de las sales más solubles que el cloruro sódico.

La posibilidad de desmembrar, produciendo la menor cantidad de finos, los cristales de sal marina, operación que se ejecuta simultáneamente y en el mismo espacio de tiempo de su beneficiado.

20

PROCESO OPERACIONAL.- Como quedó reseñado anteriormente, el ciclón separador entrega un concentrado -lo mas exento posible de finos- que contiene el 60/70% de sólidos, lo que se conseguirá actuando sobre la entrada de aire comprimido al ciclón. Esta pulpa pasará directamente al primer grupo de celdas de atricción, -en caso de que haya mas de uno- que estará dimensionado, tanto en número de celdas como en su tamaño, en función del tonelaje a tratar y de la composición del mineral. La salida de la

25

30

388557



- 12 -

ultima celda se dirigirá a un pequeño deposito al que está acoplada la admisión de una bomba de solidos provista, si es posible, de una pequeña variación -mas-menos 10%- de velocidad.

5 La impulsión de la misma la recibe un nuevo ciclón, similar al descrito anteriormente, que trabajará igualmente de deslamador clasificador, pues la atrición de las celdas ha producido nuevos finos y ha puesto en suspensión nuevos materiales que han de ser retirados por
10 los mismos procedimientos; o sea, que el rechazo lo recibirá el deposito decantador, que eliminará por el rebose los verdaderamente muy finos, que pasarán a reunirse con los del anterior ciclón -caso de molienda preparatoria, en tanto que los más gruesos serán retirados por el fondo para
15 pasar, como siempre, a reunirse con los concentrados. Con minerales -ciertas sales gemas y estériles potásicos- que contienen grandes cantidades de arcillas y cayuelas conviene dividir el número total de las celdas de atrición en
20 dos grupos, en cierto casos desiguales, haciendo la conexión entre ambos por medio de un nuevo ciclón, con lo que se mejorará la eficacia del deslamado. Aún cuando se trate del beneficiado de sales gemas y estériles potásicos, el concentrado que entrega el ciclón, exento de muchas de sus
25 impurezas por los tratamientos anteriores, queda dispuesto para pasar directamente a la 4ª fase, si ésta fuera necesaria, pues puede suspenderse este último tratamiento, para los casos en que se necesiten solamente sales limpias aunque no sean de gran pureza, y terminar con un centrifugado.
30

Capítulo aparte merece el primerísimo papel que



5 las celdas de atrición pueden jugar en el beneficiado de sales marinas o de las obtenidas por evaporación solar de los manantiales salinos, y que, por representar una autentica innovación, debe considerarse incluido dentro del ámbito de protección de la presente patente.

10 Como ya es sobradamente conocido, un m³ de agua del mar contiene, en números redondos, 40 kgrs. de sales disueltas, de los cuales, 32 corresponden al cloruro sódico y los 8 restantes, principalmente, a cloruros, bromuros, carbonatos y sulfatos como sales de magnesio, potasio, calcio y otras menos importantes.

15 Los modernos métodos de evaporación solar consiguen, con sus afinadas cristalizaciones fraccionarias, muy buenos resultados, que varían, según las procedencias, del 96,5 al 98,5% de cloruro sódico. Los procesos de recolección -y, particularmente, los más mecanizados- vienen siempre a aumentar las impurezas, por la incorporación de los cristales de los materiales que forman los suelos de los cristalizadores. Esto se traduce en que, dadas las
20 exigencias cada día mayores del consumidor, que reclama inclusive sales puras, secas y en todas las granulometrías, se haga imprescindible el recurrir a una purificación posterior, si se quieren alcanzar estas calidades.

25 Para lograr estos objetivos se han perfeccionado los antiguos procedimientos de lavado de los cristales con salmueras no saturadas, pero con aparatos más modernos como son centrífugas especiales para gruesos cristales, deslamadores de hélice combinados o no con las mismas centrífugas, tromeles perforados, etc., todos los cuales
30 entregan sales gruesas más o menos escurridas, pero en granulo-



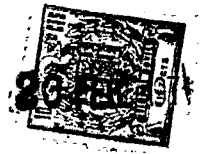
5 metria "todo uno" para consumo directo, y de la que se
partirá igualmente para ulteriores preparaciones. Las gra-
nulometrías inferiores se obtienen por la trituración del
"todo uno", con lo que se consiguen las sales húmedas de
los distintos gruesos solicitados por el mercado. Cuando
se trata de la preparación de sales deshidratadas, a las
que se exige mayor pureza, se somete una sal molida a un
nuevo proceso de lavado, seguido de un nuevo centrifugado
y secado; cuando se encuentra totalmente exenta de hume-
10 dad se la somete a una nueva molienda hasta obtener, por
clasificación, las granulometrías deseadas.

15 Esta serie de operaciones, si bien suele dar bue-
nos resultados en cuanto a calidad, no puede decirse lo
mismo en cuanto a la cantidad recuperada, ya que sufre mer-
mas hasta del 30% cuando se trata de la preparación de sa-
les secas. Esto es comprensible si se tiene en cuenta que
los aparatos lavadores dejan escapar grandes cantidades
de pequeños cristales al mismo tiempo que necesitan impor-
20 tantes caudales de salmueras no saturadas; y si ha de lle-
garse a productos deshidratados los resultados se empeo-
ran por la gran cantidad de "muy finos" que, inevitable-
mente, se producen en toda molienda en seco de cristales
de cloruro sódico.

25 El procedimiento objeto de la invención ha sim-
plificado el sistema y creado las siguientes ventajas ope-
racionales.

30 1ª.- Puede trabajar en continuo y en las mismas
condiciones, con una alimentación de sales escurridas, co-
mo son las que salen directamente de los cristalizadores.

2ª.- Es tal su eficacia que, aún, con las sa-
les más sucias, se consiguen concentrados de gran pureza.



5 3ª.- El espacio ocupado por las celdas de atrición es reducidísimo, ya que un grupo de dos celdas capaces de tratar 8/10 T./hora ocupa sólo una superficie de 1,6 x 1,-mts., con 1,6 mts. de altura.

4ª.- Por trabajarse con pulpas al 60/70% de sólidos, las salmueras necesarias para el lavado son reducidas y fáciles de recuperar al operarse en circuito cerrado.

10 5ª.- Las pérdidas de material en el proceso son dos o tres veces menores que las que se producen con el mejor de los procedimientos actualmente en uso.

15 6ª.- Partiendo de una sal "todo uno", escurrida y sin lavar, y previa una sencilla trituración en molinos de cilindros múltiples, que rompen los granos gruesos sin casi producir finos, pueden utilizarse las mismas celdas para el doble objetivo de depuración y, simultáneamente, de preparación de toda clase de - granulometrías, incluidas las más finas de mesa, aprovechando la triple función de estos aparatos como trituradores, disolvedores y lavadores de granos.

20 METODOS OPERACIONALES.- Por no ser necesarios, para el beneficiado de sales marinas o de manantiales, más tratamientos que los comprendidos en las fases 2ª y 3ª, lo que simplifica grandemente las instalaciones, expondremos la forma de trabajo en este capítulo, aunque haya que mencionar otras maquinas auxiliares que requiere el proceso. Puede éste dividirse, por tratarse de dos productos bien definidos, en dos formas de tratamiento: la del "todo uno" que retiene todas las granulometrías que salen del cristalizador y la de los clasificados obtenidos a partir del anterior.

30 Para el primero, se recibirá directamente en



25 FEB 1954

la entrada de la celda y en continuo el material de alimentacion, correctamente dosificado: Al mismo tiempo e igualmente en continuo se añadira la salmuera necesaria para preparar la pulpa al 60/70% de sólidos, cuya densidad será de 1,6 a 1,8 (21 a 22 ° B^e). Las proporciones se escogeran, por una parte, en función de la granulometría, grado de suciedad y composición centesimal y estructural del bruto; y, por otra, del grado de pureza requerido para el concentrado. El trabajo de fricción entre los propios cristales, no solo pone en suspensión las suciedades, finos é impurezas que contenía a la entrada de la celda, sino las que igualmente se han reducido suficientemente durante el propio proceso. El empleo de salmueras no saturadas facilita preferentemente el paso a la salmuera de las sales más solubles que el cloruro sódico, disolución que continúa operándose durante todo el proceso y que se intensificará, si fuera necesario, con la adición de nuevas salmueras.

La separación mas eficiente de impurezas se haría enviando la pulpa, en las condiciones señaladas en el tratamiento de gemas, a un ciclón deslamador/clasificador, puesto que, por estar obñigado por condiciones operacionales a trabajar con pulpas poco concentradas en sólidos, hay necesidad de añadir grandes cantidades de salmueras saturadas en cloruro sódico -pero capaces de disolver otras sales- con lo que se crean mayores facilidades para retirar mayores cantidades de impurezas por disolución y deslamado. También, puede operarse prescindiendo del ciclón, enviando la pulpa a la salida de las celdas de atrición, -con o sin adición de nueva salmuera saturada en cloruro sódico- directamente a una centrifuga preparada para trabajar con granulometrías "todo uno", que separará los muy finos, pues muchos se esca-



parán por el tamiz, al mismo tiempo que hará un perfecto escurrido. Se aprovechará esta operación de centrifugado para un ultimo lavado de cristales, enviando salmuera finamente pulverizada y sin saturar -1,125 de densidad, 162 B^e.-, con lo se terminará de arrastrar los ultimos vestigios de sales mas solubles que el cloruro sódico, al mismo tiempo que se concentrarán disolviendo igualmente los muy finos de cloruro sódico que todavía pudieran contener.

10 Las salmueras sucias recogidas del deslamado o centrifugado, o de ambos si se emplearon los dos aparatos, se dirigirán a un tanque espesador, donde se decantarán y retirarán en continuo los loños, De esta forma se podrá trabajar con las salmueras en circuito cerrado y disponer de ellas perfectamente clarificadas a las densidades convenientes. Si, como es lo mas probable, estuviesen excesivamente concentradas para su reemplazo en los puntos del proceso donde haya que trabajar en esas condiciones, se rebajarán en esos puntos añadiéndoles agua o salmueras mas diluídas y conservándolas saturadas para los otros usos en que es necesaria esta concentración. Con esta forma de operar, no solamente se consiguen excelentes resultados en cuanto a la calidad, sino también en el volúmen de recuperación del concentrado, cosa esta no menos importantes que aquélla y en la que se puede alcanzar una recuperación del 85/90% del bruto.

25 La obtención de sales clasificadas de granulometrías inferiores, no puede lograrse por simple atrición de la sal "todo uno", a causa de las grandes diferencias de tamaño de sus granos, pues para reducir los mas gruesos



por frotamiento entre cristales se necesitaría mucho tiempo de permanencia en las celdas y, como este mismo trabajo demolería sobre las granulometrías inferiores, se produciría tal cantidad de "impalpables" que influirían muy desfavorablemente en la recuperación. Es necesario aclarar que, al hablar de mucho tiempo, se hace en términos comparativos con los corrientes de la fase de atrición, que son de apenas un minuto, lo que puede, en parte, explicar las ventajas del sistema.

Por el contrario, si a la sal bruta "todo uno" -sin lavar,-, se la somete a una simple trituración en molinos de cilindros múltiples, que producen muy pocos finos, se dispondrá de un material en condiciones óptimas para que el trabajo de las celdas de atrición sea verdaderamente eficiente, en todos los sentidos.

Los siguientes cuadros se refieren a un mismo material bruto, sin lavar y al que se le ha sometido a un minuto de atrición en dos clases de granulometrías; la gruesa, según sale de los cristalizadores, y después de una previa trituración. Tanto los análisis granulométricos como químicos, se refieren a materia seca.



Granulometrias bruto "todo uno"				Granulometrias después de la atrición				
Mallas-Abertura-Retenido-Acumulado				Mallas-Abertura-Retenido-Acumulado				
Tyler	en mm.	%	%	Tyler	en mm.	%	%	
5.	3	6,68	20,4	20,4	3	6,68	8,6	8,6
	4	4,76	19,8	40,2	4	4,76	11,8	20,4
	6	3,36	19,3	59,5	6	3,36	11,1	31,5
	10	1,68	30,-	89,5	10	1,68	51,-	82,5
	20	0,84	8,3	97,8	20	0,84	14,1	96,6
10.	-20		2,2		-20		3,4	
	Insolubles.....		0,25				0,10	
	Cloruro sódico..		96,71				99,01	
	Cloruro potásico		0,24				0,07	
	Cloruro magnésico		1,02				0,22	
15.	Sulfato magnésico		1,12				0,32	
	Sulfato cálcico,.		0,66				0,28	

Estos excelentes resultados se han conseguido manteniendo la recuperación al 85%. El 15% restante es el correspondiente a las impurezas retiradas y a las pérdidas de cloruro sódico empleado en la necesaria formación de nuevas salmueras por disolución, en las que se consumieron, principalmente, las más finas granulometrías; si, a pesar de eso, quedarán en las salmueras sucias "muy finas" de cloruro sódico en suspensión, se decantarán, en compañía de los lodos, en el tanque espesador, pudiéndose ser recuperadas, según las conveniencias, por disolución en aguas de baja concentración. Igualmente puede observarse cómo se han homogeneizado, en lo que cabe, los cristales; pues si en el bruto sin tratar se tenía el 59,5% con granulometrías superiores a 3,36 mm., ese porcentaje ha quedado reducido, en el atricionado, al 31,5%. Por el contrario, en el producto beneficiado se han invertido los térmi-

5.

10.

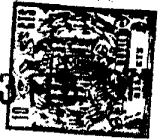
20.

25.

30.

12-0-73

38855723



nos, contando con el 68,5% de granos inferiores a 3,36 mm., contra el 40,5% que contenía el bruto. Con la sal triturada mejoran los resultados.

Granulometrias bruto triturado				Granulometrias despues 1 minuto atricion			
5. Mallas-Abertura-Retenido-Acumulado				Mallas-Abertura-Retenido-Acumulado			
Tyler	en mm.	%	%	Tyler	en mm.	%	%
6	3,36	1,4	1,4	6	3,36	---	---
10	1,68	25,6	27,-	10	1,68	13,8	13,8
10. 14	1,19	27,-	54,-	14	1,19	15,2	29,-
20	0,84	20,-	74,-	20	0,84	23,7	52,7
28	0,59	20,3	94,3	28	0,59	24,1	76,8
-28		5,7		-28		23,2	
Insolubles		0,25				0,05	
15. Cloruro sódico	96,71				99,52		
Cloruro potásico	0,24				0,04		
Cloruro magnésico	1,02				0,06		
Sulfato magnésico	1,12				0,17		
Sulfato cálcico.	0,66				0,16		
20.							

En este caso la recuperación llevo al 90% sobre el bruto, empleándose el 10% restante para los mismos fines que en el caso anterior. En cuanto a los cambios granulométricos, se acentua la homogeneización ya señalada de los cristales pues para este caso, el 54,-% del bruto, superior a 1,19 mm., ha quedado reducido al 29,-%, pero habiendo desaparecido totalmente los cristales superiores a 3,36 mm.; sin embargo, los inferiores a 1,19 mm. del material atricionado suponen el 71,-% del mismo, contra el 46,-% contenido en el bruto. Estos coeficientes son aún

30.



más interesantes si tenemos en cuenta que las muy finas granulometrías -inferiores a 0,2/0,15 mm. han sido casi totalmente eliminadas en el propio proceso lo que resulta altamente beneficioso para posteriores mantenciones del concentrado, ya que, en estas condiciones, desaparecen los riesgos de la aglomeración que, como ya se sabe, es originada, principalmente, por las propiedades adhesivas -entre cristales- que tienen los "muy finos" por su mayor grado de humedad. Esta cualidad, ni que decir tiene, es extensiva a cualquier clase de mineral tratado y cualquiera que sea el número y el orden de las fases empleadas en su beneficiado.

Por los ejemplos anteriores se puede sacar la conclusión de que, poniendo en juego el número de revoluciones de las caldas de atrición, al tiempo operacional -que ha de procurarse que sea al menor posible por la incidencia que tiene sobre la recuperación-, la concentración de la pulpa, la densidad de la salmuera de entrada y muy particularmente, la composición granulométrica de la alimentación -factores todos variables a voluntad-, pueden llegar a conseguirse, con precisión, concentrados con las especificaciones que sean necesarias para satisfacer las exigencias de la demanda, tanto granulométricas como analíticas.

Para terminar este capítulo y por la relación que tiene con respecto al orden operacional de las sales marinas, vamos a exponer un nuevo método de separación, por granulometrías, de los cristales de cloruro sodico de cualquier procedencia, lo que, por representar una autentica novedad para esta clase de sales, debe considerarse incluido en el ámbito de protección dimanante de la presente patente. Hay



que consignar, igualmente, que si por este método se consigue una muy eficiente uniformidad, ésta no puede extenderse por debajo de 0,5 mm.

5 Las ventajas que representa esta innovación sobre los métodos actualmente en uso son las siguientes:

1^a.- Una gran uniformidad entre los cristales, pues se pueden hacer tantas clasificaciones como se deseen.

10 2^a.- El no tener que abandonar la vía húmeda en la que se desarrolla todo el proceso de beneficiado, mientras que, con los métodos actuales, para obtener buenos clasificados es indispensable pasar por la deshidratación y la molienda en seco.

15 3^a.- Que no existe ninguna posibilidad de pérdidas por disolución por operarse con salmueras saturadas, de las que puede disponerse a voluntad retirándolas del propio circuito lo que indudablemente simplifica la operación.

20 4^a.- Que la energía consumida es pequeña, reduciéndose, en los clasificadores estáticos, a la necesaria para el vehiculado de pulpas y salmueras y, si se empleasen con vibración, aumentando la anterior con la empleada para este trabajo.

25 5^a.- Que el espacio que ocupan estas máquinas es muy reducido.

6^a.- Que, por carecerse de mecanismos de movimiento en las estáticas y estar muy simplificados en las vibrantes, su entretenimiento es muy reducido.

30 7^a.- Que su forma operacional se adapta perfectamente al trabajo, en continuo, propio de todo el proceso.

8^a.- Que está sobrada y satisfactoriamente probada su eficacia en el tratamiento de otros minerales de



parecida constitución.

PREPARACION DE CONCENTRADOS SOLAMENTE CENTRIFUGADOS -
Metodo operacional para sales GEMAS y ESTERILES de sales po-
tasicas.

5 Si la trituración a que fué sometido el mineral
de alimentación no sobrepasase 1,0 ó 1,2 mm., puede hacerse
una clasificación por vía húmeda separando el material en dos
fracciones, es decir, tal como se presenta, a la salida de las
celdas de flotación, más la incorporación de la salmuera sa-
turada necesaria-. La que ha pasado por el tamiz, que habrá
10 recogido con los cristales mas pequeños la casi totalidad de
la salmuera, se dirigirá, directamente y como de costumbre,
a un ciclón deslamador que separa, por el rechazo, el exceso
de salmueras con los "muy finos" en suspensión, que pasarán
a los tanques espesadores para su decantación; y la salida
15 del concentrado la recibirá la centrífuga para su total escu-
rrido. Lo retenido por el tamiz, con una pequeña aportación
de salmuera, necesaria para conseguir la proporción líquidos
sólidos, pasará directamente al centrifugado, que como es sa-
bido, completará el último lavado.

20 SALES MARINAS.- Más interesante que para las ante-
riores resulta el poder aplicar el procedimiento a las obteni-
das por evaporación sojar del agua del mar o manantiales sa-
linos, pues con ellas se pueden conseguir, sencilla y perfec-
tamente clasificadas todas las granulometrias solicitadas por
25 el mercado -hoy tan exigentes en la homogeneidad como en el
análisis- y donde cada tamaño de grano tiene su especial apli-
cación.

La operación en sí sigue el mismo proceso que en el
caso anterior, con la única diferencia de que el material a
30 clasificar ha de recogerse a la salida de las celdas de atri



ción y habrá que añadirle igualmente salmuera saturada.

5 La obtención de varios clasificados de la misma pulpa atricionada, obliga a pasarla por distintos tamices, que separarán los concentrados a las distintas granulometría-
10 trías; antes de dirigirles a sus correspondientes centrifugas, ha de añadirseles la cantidad de salmuera más conveniente para ese trabajo. Lo que pase por el ultimo tamiz se llevará, como en el caso anterior, a un ciclón que, como de costumbre, retirará las salmueras sucias y concentrará los sólidos para pasarlos últimamente al centrifugado.

15 Esta forma de clasificación obliga a disponer, aunque más pequeñas, de varias centrífugas. Por el contrario, se consiguen obtener en continuo las cantidades y granulometría-
20 s que se necesiten; y ello, en sales de gran pureza, perfectamente limpias, bien clasificadas, con el grado de humedad que asegure una perfecta manutención sin peligro de aglomeración, en las condiciones precisas para continuar su deshidratación, si fuese necesario, y, principalmente, con el alto coeficiente de recuperación que,
25 por sí solo, supone un aumento de producción del 10 al 20% para las sales marinas.

FLOTACION.- Si bien esta operación puede suprimirse en el tratamiento de sales marinas o de manantial
25 -a menos que las primeras se hayan obtenido sin separación alguna, al no emplear el método de cristalización fraccionaria-, es absolutamente indispensable su empleo si se pretende conseguir sales de gran pureza a partir de gemas o estériles de sales potásicas, pues tanto las unas como las
30 otras contienen, por lo general, cantidades importantes de sulfato cálcico, sílice, cayuelas y carbonatos que no



fueron eliminados en las fases anteriores más que en la parte en que, por ser muy finos, fueran arrastrados en suspensión con las salmueras sucias, pero que es necesario separar para poder conseguir las altas especificaciones propuestas.

5

Este objetivo pudo alcanzarse al responder los minerales al método de beneficiado por flotación que, si ya había sido empleado con éxito con muchos otros, en este caso revistió particulares dificultades que, poco a poco, fueron venciendo.

10

La primera consistió en encontrar el reactivo adecuado que colectase, simultáneamente, a los sulfatos, carbonatos y sílice que se presentan, en la flotación, como las principales impurezas que acompañan al cloruro sodico. Que, a su vez, fuese totalmente inócuo para que el concentrado pudiese aplicarse tanto a los usos alimenticios como a los industriales. Habría de ser, igualmente, de gran eficacia, para que su empleo quedase reducido a cantidades mínimas, tanto por lo que supondría su incidencia sobre los costos, como por que no quedasen vestigios del mismo sobre el material, una vez beneficiado. Como consecuencia de todo ello, se seleccionaron los ácidos grasos animales y, en particular, los de muy bajo punto de fusión, que respondieron perfectamente a las exigencias.

25

20

25

La forma de su más eficaz aplicación necesitó igualmente de numerosos trabajos de puesta a punto.

Fué necesario encontrar la más apropiada proporción líquidos/sólidos de la pulpa. El caudal y tiempo más apropiados de permanencia en las celdas, relacionados ambos con el nivel de pulpa más conveniente. La precisa agitación creadora de las mejores condiciones de contacto entre las impurezas y

30



el reactivo, lo que se consiguió actuando sobre las revoluciones del rotor por medio de un variador. La justa regulación de las entradas de aire a fin de conseguir, todo a lo largo del banco de flotación, la más eficiente formación de espumas cargadas de impurezas. Y, lo que es más importante, la más completa eliminación de las mismas, facilitando al máximo su salida de la celda.- Merece particular atención la necesidad de recibir perfectamente limpios los cristales entregados por la atrición pues, de no ser así, disminuiría en eficacia la flotación, ya que una gran parte del tiempo de paso por la misma, así como de la cantidad de reactivo agregado, se consumiría en retirar por flotación las arcillas colectadas, que son las que generalmente los ensucian, y ello con la agravante de que cuanto más finas son las impurezas más reactivo consumen ya que en este caso las arcillas se encuentran en estado coloidal.

Conseguidas estas condiciones de trabajo, la eficacia del procedimiento no ha podido ser más completa, hasta el extremo de que, a partir de minerales con solamente el 86% de cloruro sódico, y contando entre sus impurezas el 7% de sulfato cálcico, se han conseguido concentrados de hasta al 99% del primero, con disminución del segundo hasta el 0,5% y esto sobre estériles de sales potásicas muy difíciles de tratar por estar muy cargados en arcilla, sílice, potasio y magnesio. No es, pues, de extrañar, después de estos resultados, que cuando se opera con minerales con pocas impurezas y fácilmente liberables, se alcancen concentrados próximos al 99,5% en cloruro, con solamente el 0,25% de sulfatos.

Metodo operacional.- La primera atención es la de dimensionar debidamente las celdas para que los tiempos de



flotación sean suficientes. Esto se determinará en función del tonelaje a tratar y de las dificultades que presenten las impurezas para su eliminación, lo que, a su vez, está en relación con la cantidad, calidad y granulometría de las mismas. Si de este estudio resultase un número de celdas elevado para colocarlas en un solo banco -por la mucha pérdida de carga y la consiguiente dificultad de mantener el mismo nivel en todas ellas- se dividirán en dos bancos que trabajarán en serie y a distinto nivel, efectuando el pase de un banco a otro, por caja de conexión o acondicionador de reactivos.

Alimentación de mineral a la flotación.- Según se ha descrito anteriormente, la pulpa bien limpia, con la máxima concentración en sólidos que sea posible y que entregará el ciclón, es recogida en continuo por un depósito al que esta conectada la aspiración de una bomba de sólidos. A dicho depósito se dirige una adición de salmuera saturada en continuo y regulable a voluntad, que procede exclusivamente de un nuevo tanque espesador alimentado por los líquidos recogidos en los procesos de flotación y centrifugación -rechazo del ciclón deslamador/clasificador más los líquidos retirados por la centrífuga-, con lo que se crea un nuevo circuito de salmueras, pero con mucha menor cantidad de sales disueltas, distintas del cloruro sódico. Maniobrando convenientemente sobre la valvula de salmuera, se consigue preparar una pulpa al 25/30% de sólidos, -con concentración experimentada como más conveniente- que, por medio de la bomba, es conducida a un depósito acondicionador que recibe igualmente y mezcla la cantidad de reactivo total o parcial, reservando en este último caso el resto para otros puntos del proceso de flotación. Del acondicionador, por gra-



vedad, se alimentará la primera celda del banco de la que, por estar comunicadas entre sí, seguirá circulando la pulpa a través de todas ellas para terminar en la caja de descarga acoplada a la última. En uno o en ambos lados del

5 banco, están girando lenta, pero continuamente, una serie de paletas que empujan las espumas cargadas de impurezas colectadas sobre un canal exterior que las retira como estériles. A este mismo conducto convergen los lodos decantados en los tanques espesadores -retirados por bombas de

10 diafragma- y con los que, conjuntamente y como residuos, son evacuados a la escombrera por medio de una bomba.

El mineral, una vez terminada la fase de flotación, es dirigido, siempre en continuo, hacia un nuevo depósito conectado a la aspiración de una bomba de sólidos, depósito que recibirá igualmente y en continuo la salmuera saturada y limpia procedente del tanque espesador que alimenta el segundo circuito de salmueras. La pulpa, con la

15 concentración apropiada de líquidos/sólidos, es impulsada por la bomba antes mencionada hacia un nuevo ciclón deslamador/clasificador que, por una parte, cederá un concentrado con la cantidad precisa para una perfecta centrifugación y, por la otra, el rechazo, que llevará en suspensión los muy finos que hayan podido producirse durante la flotación,

20 pasará primeramente al depósito colector de las salmueras de retorno al segundo tanque.

25

CENTRIFUGADO.- Si bien esta última operación que vamos a describir es una especialidad de sobra conocida, tiene una particular importancia dentro del sistema operacional por las funciones siguientes: La posibilidad que ofrece para un último y provechoso lavado con agua dulce o salmueras sin saturar, con separación, por disolución, de los

30



5 muy finos así como de los últimos vestigios de sales más solubles que el cloruro sódico. Procurar los líquidos necesarios para mantener el caudal conveniente para el segundo circuito de salmueras, compensando las mermas en líquidos que se pierden con las espumas de la flotación y retirada de los lodos del segundo tanque espesador.

10 Metodo operacional.- Como hemos señalado anteriormente, el concentrado del último ciclón -que hace el deslamado del máneral ya flotado- pasa directamente a alimentar la centrifuga; ésta, a su vez, hace dos entregas: Una, de concentrado perfectamente escurrido y purificado con humedades de 2 á 4%, según granulometrias y que, recogido por una cinta transportadora, queda dispuesto para su almacenado o para continuar con los procesos de secado, 15 clasificado, etc., la otra, de una salmuera de recuperación que se dirigirá al depósito colector de salmueras de retorno al segundo circuito, donde se reunirá con el rechazo del mismo y último ciclón. Este conjunto de líquidos pasará por medio de una bomba, al segundo tanque espesador para su decantación, quedando cerrado el ciclo incluida la formación 20 de salmueras sin saturar en otras sales que no sean cloruro sódico.

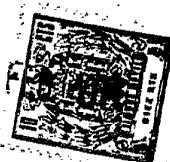
25 Hemos dejado para último lugar el enjuiciar la importancia que la temperatura ambiental tiene sobre las distintas fases del proceso y de cuyo estudio se han sacado las conclusiones siguientes:

30 Los cambios de temperatura, aún con las más bajas, ejercen muy poca influencia para el desarrollo de las fases primera, segunda y tercera, principalmente, por la particularidad de operar en todo momento con salmueras saturadas. No sucede lo mismo, en cambio, para la cuarta fase ó fase



de flotación, donde, a pesar de continuar en las mismas condiciones, la necesidad de operar con reactivos que pueden congelarse por debajo de ciertas temperaturas, no solo dificultaría su dosificación, -lo cual aún podría solucionarse fácilmente por calentamiento del reactivo- sino, y esto es lo mas importante, que perderia parte de su eficacia ante la dificultad de una perfecta dispersión -por su solidificación al contacto con la salmuera muy fria-, indispensable para una eficaz labor colectora de impurezas. Esta posibilidad dificilmente suele presentarse, pues no hay que olvidar que tanto la molienda como el vehiculado con potentes bombas y, más principalmente, la atrición, son generadoras de calor que, en la mayoría de los casos, compensan las inclemencias ambientales. Si no fuese asi, en casos extremos, se resolvería. el problema mediante un ligero calentamiento de la salmuera que obligatoriamente hay que añadir al concentrado entregado por la atrición para preparar la pulpa a la proporción líquidos/sólidos requerida para la flotación, lo que, en todo caso, no supondría mas que una mínima incidencia sobre los costos de tratamiento, solamente en sesas desfavorables condiciones.

DISOLUCION INSTANTANEA.- Estando orientado el mayor consumo de cloruro sódico en el mundo para su empleo en forma de salmueras, y siendo cada día mas indispensable para las industrias que las aplican que tales salmueras sean de la mayor pureza -llegando incluso las exigencias a lo mas aproximado a las "quimicamente puras"-, la busqueda de un procedimiento que mejore los actuales sistemas de disolución y purificación, de gran incidencia sobre los costos, viene siendo objeto de continuos y variados estudios que



persiguen la consecución de este anhelado objetivo. El procedimiento objeto de la presente Patente de Invención lo ha conseguido plenamente y en todos los aspectos, como podrá apreciarse por la descripción que del mismo se hace.

5

Tecnologías en que está fundado el procedimiento de beneficiado de salmueras.- El proceso de disolución de las sales de cloruro sódico de cualquier procedencia lleva consigo la obtención de una salmuera en la que están representados, en mayor o menor proporción, todos los elementos solubles que entraban en su composición.

10

Si analizamos la composición centesimal de los distintos brutos, bien sean marinos, gemas o de estériles de sales potásicas, observaremos que están formadas por todas o parte de las disueltas en el agua del mar, además de por otros elementos de distinta procedencia que se les incorporaron accidentalmente. Tal es el caso de las dos últimas, que generalmente se presentan acompañadas de otros cuerpos que formaban parte de la corteza terrestre, tales como arcillas, cayuelas, carbonatos, sílice, etc, y que, en la mayoría de los casos, se encuentran íntimamente mezclados a los cristales de cloruro sódico; presencia que se explica por los innumerables fenómenos geológicos a que estuvo sometido nuestro planeta en el correr de los tiempos.

15

20

25

Partiendo de las leyes y fenómenos ya conocidos propios de la disolución de las mezclas de sales con distintos grados de solubilidad, lo que verdaderamente simplificaría el proceso de depuración sería el encontrar un sistema ó forma de saturación ideal que, poniendo en

30



juego esos mismos fenómenos, permitiese que pasase a la salmuera unicamente la sal que se desea separar de la mezcla, -en este caso concreto, el cloruro sódico-, dejando sin disolver las otras sales que le hacen compañía, con lo que existiría la posibilidad de poder retirarlas al mismo tiempo que se separan los insolubles propiamente dichos. Este sistema ideal no puede alcanzarse nunca en toda su perfección, por la imposibilidad material de su sola disolución y separación instantánea. Pero lo que sí se ha logrado por el procedimiento objeto de la invención es acortar hasta tal punto el tiempo empleado en la saturación de la salmuera -máximo objetivo perseguido-, que prácticamente se han creado las condiciones precisas que permiten la obtención de resultados "prácticos" suficientemente concluyentes. Es obvio señalar que se conseguirán mejores cuantas menos clases de sales y en menores proporciones estén contenidas como impurezas en la sal a disolver, dándose las condiciones óptimas en el caso de no existir o de existir en cantidades mínimas sales más fácilmente solubles en agua que el cloruro sódico pues, de contenerlas, y por el mismo principio, serían las primeras en pasar a la solución. El mayor enemigo, por consiguiente, serán las sales magnésicas, por ser, y con mucho, las más solubles de las que acompañan, en ciertos minerales, al cloruro sódico y para las que no hay mas que dos formas de separarlas; bien por previa disolución, aplicand el presente sistema de beneficiado sinperdida - del estado sólido del cloruro sódico, bien obligándose a tener que hacerlo, después de disueltas en la salmuera, por los métodos clásicos del tratamiento químico, Siguen en orden de dificultad las potásicas, aunque en menor grado por la posibilidad de retirarlas en gran parte dada



5 su menor solubilidad, sobre todo a bajas temperaturas que pueden fácilmente mantenerse por las frigorías producidas en el propio proceso de saturación de reacción endotérmica; aparte que, si su aplicación es para la electrolisis, son generalmente admitidas siempre que se encuentren en -
pequeñas cantidades.

Presentación de las distintas impurezas susceptibles de disolución.-

10 Sales de calcio.- Acompañan invariablemente al cloruro sódico, cualquiera que sea su procedencia.

Sales magnésicas.- Forman parte, en todos los casos, de -
los estériles de los yacimientos potásicos, así como de -
la sal gema de los mismos; estan contenidas igualmente en
las sales marinas, formando su principal impureza; en cam
15 bio, están exentas de ellas, o las contienen en muy peque
ñas cantidades, las sales gemas propiamente dichas.

Sales potásicas.- Se las encuentra solamente en los esté-
riles y gemas de los yacimientos potásicos.

20 Como el presente sistema de beneficiar la sal-
muera se produce exclusivamente durante el propio proceso
de disolución, apoyándose especialmente en conseguir la -
saturación en un reducidísimo espacio de tiempo, es evi-
dente que en los minerales que contengan sales con mayor
solubilidad en frio que la que tiene el cloruro sódico y
25 que resulten molestas para posteriores aplicaciones de la
salmuera, tales sales han de ser eliminadas previamente si
se desea conseguir salmueras de la máxima pureza. En este
caso se encuentran las sales marinas, así como las gemas
y los esteriles de yacimientos potasicos, en todas las -
30 cuales están presentes las sales magnésicas en forma de -
cloruros y sulfatos y, en estas últimas, las potásicas en



forma de cloruro potásico. Un previo proceso de deslamado por atricción -como quedó varias veces reseñado con anterioridad- será suficientemente eficaz para su eliminación, con un costo operacional muy reducido.

5

Son de sobra conocidas las importantes cantidades de sulfato y carbonato calcico que se incorporan a -- las salmueras de cloruro sódico en los procesos de saturación, a pesar de su casi nula solubilidad en el agua. Pero lo que no lo es tanto -y que ha sido objeto de nuestra particular atención- es conocer cuál es la concentración de la salmuera que más facilita esta disolución, así como el periodo de tiempo que fué necesario tener en contacto la salmuera en formación con la sal a disolver hasta conseguir la saturación, que suele ser su forma de empleo en los procesos industriales; y, por ultimo, que, en los mismos tiempos y condiciones operacionales, el paso a la salmuera de las otras sales que acompañan al cloruro sódico, cualquiera que sea su solubilidad, no solamente va en función de su concentración centesimal, sino igualmente de la diversidad y número de sales diferentes que como impurezas contiene el material de alimentación.

10

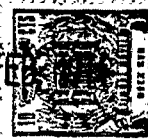
15

20

25

30

Después de estas observaciones es fácil deducir la mejor forma de trabajo y que queda reducida a dos condiciones: Una, operar con minerales que contengan la menor cantidad posible de impurezas, bien porque reúnan estas condiciones tal como salen del criadero, bien porque se consiga mediante una preparación previa, si es económicamente aconsejable; la otra, disolver lo más rápidamente posible y en continuo el cloruro sódico, con la inmediata separación de la salmuera que se forma de los insolubles que nos queden como esteriles.



Referente a la primera condición, están ya reseñadas las posibles soluciones. En cuanto a la segunda, -- que es para este proceso la más importante, quedó resuelta al conseguirse la rapidez operacional que no era posible alcanzar con ninguno de los modelos de saturadores empleados hasta la fecha, pues, tanto en los de trabajo continuo como en los de carga intermitente, los tiempos de contacto entre la sal bruta y la salmuera, hasta alcanzar la saturación, resultaban excesivamente largos, pasando, según los casos, a contarse desde muchos minutos -con empleo de agitadores y material bien troceado- hasta meses -líquidos en reposo en grandes balsas de saturación, inyecciones sobre el mismo criadero- lo que, como es fácil de comprender, facilita el paso a la salmuera de grandes cantidades -las de calcio alcanzan corrientemente concentraciones de 3 a 6 gramos por litro- que habrán de ser eliminadas posteriormente, -si es posible ya que para las potásicas no hay un correcto tratamiento industrial- por tratamiento químico.

Las observaciones llevadas a cabo en los trabajos de disolución con empleo de saturadores clásicos nos señalan que la concentración de 150 gramos por litro es -rápida y fácilmente alcanzada y que es precisamente a esta concentración -150 gramos/litro- a la que las sales de calcio se disuelven mas rápidamente en la salmuera, disminuyendo la velocidad de disolución a medida que aumenta -la densidad de la misma; mientras que, a partir de dicha concentración de 150 gramos/litro, se ralentiza muy rápidamente y progresivamente la disolución del cloruro sódico, -prolongándose por tanto como consecuencia de la lenta variación, a partir de ese punto, de las dos curvas, el periodo de mayores facilidades de disolución de las sales -

de calcio. Estas particularidades justifican, por sí solas, las elevadas concentraciones de sales de calcio que se encuentran en las salmueras saturadas y que, con el presente procedimiento se evitan.

5 Este fenómeno se ha pretendido conseguir con aparatos más o menos ingeniosos que, si bien han permitido alcanzar ciertas mejoras, no pueden compararse a lo que puede conseguirse con el presente procedimiento, con el que resulta posible hasta prescindir de la planta final de tratamiento químico que acompaña aún a los más perfeccionados.

10 La novedad mas representativa de este sistema de combinación que presentamos es la de aplicar a este proceso de disolución las inigualables condiciones de trabajo que se obtienen con las celdas de atrición, en las que, por la acción de frotación entre si de los propios cristales, se consigue su rápido desmembramiento y, por ende, un gran aumento de la superficie de contacto con el liquido, lo que, unido a la gran velocidad y turbulencia a que se encuentra constantemente sometida la pulpa, facilita y acelera la disolución hasta tal extremo que dejan reducida esta operación a limites insospechados hasta este momento.

25 Estos tiempos, aun siendo siempre muy cortos, varian en función de las distintas clases de minerales y granulometrías. En el caso de trabajar con sales marinas, cualquier tipo de grano es bueno, pues, por ser sus cristales relativamente frágiles, son casi instantaneamente desmembrados en el proceso, máxime si, para la eliminación de las sales de magnesia fueron sometidas a un beneficiado previo que mejoró, igualmente, la homogeneización

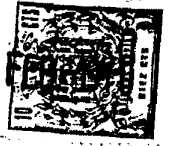
30



de granos. Si se emplean sales beneficiadas -sin esta con-
dición son generalmente inadecuadas, principalmente por -
las potásicas y magnésicas que siempre las acompañan- de
las que se retiran como estériles en la obtención del clo-
5 ruro potásico, por el hecho de haber sido previamente mo-
lidas para esta operación, proporcionan un material en --
las mejores condiciones, tanto analíticas como granulomé-
tricas, para la obtención de salmueras de gran pureza. Si
se tratase de sales gemas propiamente dichas sería muy --
10 conveniente una previa trituración hasta granulometrias -
inferiores a 5.-/8.- milímetros, operación de desmembra-
miento esta que habría de hacerse en molinos impactores -
que apenas producen finos, con lo que se facilita la sepa-
ración de las sales de calcio por recibirlas al mayor ta-
15 maño posible, lo que supone menor superficie de contacto
con la salmuera.

De cualquier forma, los tiempos de trabajo nece-
sarios hasta conseguir la saturación están comprendidos -
en el reducidísimo espacio de 3 á 6 minutos -según la gra-
20 nulometría y procedencia del material de alimentación- pe-
ro con la importantísima particularidad de que la concen-
tración de 150 gramos/litro es sobrepasada en unos pocos
segundos.

Si el haber superado los problemas de disolución
25 instantánea supone la mas auténtica novedad del procedi-
miento no deja de ser importante el haber conseguido igual-
mente una rápida e inmediata separación de la salmuera de
los elementos que se mantuvieron en estado sólido, y en-
tre los que, si bien se encontraban los totalmente insolu-
30 bles, cuya presencia no era de urgente eliminación, exis-
tan asimismo los que sólo lo son en parte y que, si no tu



vieron tiempo de hacerlo durante el propio proceso de di-
solución, pueden muy bien pasar a la salmuera en el de de
cantación si no se toman las medidas adecuadas para impe-
dirlo.

5 Para esto ha sido necesario inventar una nueva
y auténtica combinación de separación en la que aparatos
ya conocidos y que han demostrado sobradamente su efica-
cia pudieran encajar en la simplicidad y seguridad opera-
cional en que se desarrolla todo el procedimiento, mante-
10 niendo igualmente la línea de trabajo en continuo.

Los aparatos aplicados han sido los ciclones hi
dráulicos combinados con tanques decantadores/espesadores,
con lo que quedan perfectamente cubiertas las mayores exi
gencias operacionales ya que, respecto de los primeros, -
15 pueden trabajar con grandes caudales y a altas veloci-
dades de los flúidos con gran poder de clasificación; y, en
cuanto a los segundos, al permitir retirar los insolubles
a la más alta concentración de solidos -a la que no puede
llegarse con los ciclones sin pérdida de selectividad- --
20 pueden alcanzarse los mas altos indices de recuperación -
que, en el caso de resaturación de salmueras de las cel-
das de mercurio, supone la menor pérdida del metal y por
consiguiente la mínima contaminación por los estériles.

Mención aparte merece señalar la posibilidad de
25 suprimir la planta de tratamiento químico que, para la ob
tención de salmueras de gran pureza, se hacía, hasta aho-
ra, indispensable. Con la aplicación del presente procedi
miento y si se dispone de un buen material de alimentación,
se obtendrá directamente un producto de excelente calidad.
30 Si, por el contrario, hubiese que operar con minerales in-
feriores, o si las exigencias en cuanto a calidad llega-
sen al máximo límite de pureza que industrialmente puede



conseguirse, se puede aplicar igualmente el tratamiento -
químico obligado, pero sirviéndose para ello, con muy pe-
queñas modificaciones, de los mismos aparatos empleados -
en el proceso de disolución, tanto para la toma de reacti-
vos como para la separación de precipitados.

METODO OPERACIONAL.- Siendo la mas importante -
de las aplicaciones de las salmueras saturadas su empleo
para la electrolisis -bien operando con celdas de mercurio o de diafragma-, dentro de la descripción general se
han estudiado los mejores procedimientos empleados para -
estas particularidades, pero procurando generalizar al má-
ximo las operaciones que puedan ser comunes a cualquier -
aplicación.

Para alcanzar una salmuera que reúna las condi-
ciones exigidas, ha de estudiarse previamente la composi-
ción del mineral lo que orientará sobre la conveniencia -
de una previa depuración, sobre la granulometria de traba-
jo mas indicada y sobre los tiempos mínimos indispensables,
tanto para la disolución como para la perfecta decantación
de la salmuera.

A la vista de todos estos datos y, naturalmente,
en función del tonelaje a tratar, se determinará el tama-
ño, número y disposición de los distintos elementos que -
entran en la composición de la planta, capaz de alcanzar
las especificaciones exigidas.

Siendo la mas importante aplicación de las sal-
mueras saturadas la de su empleo en electrolisis, tanto si
se utilizan celdas de diafragma como de mercurio, se ha -
estudiado dadas sus particularidades, el método de trabajo
más apropiado para cada una, pero procurando que sus va-
riantes sean las mínimas posibles.



Proceso de disolución para una planta de electrolisis que trabaje con celdas de diafragma.-

El equipo principal que ha de ejecutar esta operación está formado por los siguientes elementos: Dos grupos de dos celdas de atrición cada uno, comunicándose las dos unidades de cada bancada por rebose; dos ciclones hidráulicos separadores de sólidos, cada uno de ellos al servicio de cada grupo de celdas; dos tanques espesadores/decantadores, el mayor de los cuales se empleará en la decantación -y separación en continuo de lodos- de las salmueras saturadas, retirando los "muy finos" que las acompañen en suspensión y que estarían compuestos, bien de los producidos exclusivamente en el solo proceso de disolución -arcillas, cayuelas, etc.- bien de los precipitados resultantes del proceso de tratamiento químico, si hubiese habido lugar a emplearlo; el otro tanque, mucho más pequeño, recibirá las salmueras a muy débil concentración en cloruro sódico que entrega por la salida del concentrado el segundo ciclón y en las que estarán reunidos todos los sólidos de mayor tamaño que no fueron disueltos, así como los que, una vez decantados, se retiraran igualmente como estériles.- El resto del apareillage menor, sera detallado en el curso de la descripción del procedimiento.

La alimentación, bien dosificada y en continuo, la recibirá la primera celda de atrición y estará compuesta por tres aportaciones, a saber:

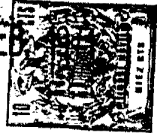
- 1ª.- El reciclaje que contiene la sal recuperada de la planta de electrolisis.
- 2ª.- La proporción necesaria del mineral en estado solido que compense el consumo de la electrolisis mas las perdidas, tanto en la preparación de la salmuera como en cualquier otro punto de consumo.
- 3ª.-



La cantidad precisa de salmuera de débil concentración que se haya recogido del rechazo del ciclón del segundo grupo de celdas, aumentada con la de la misma densidad que entrega el rebose del tanque espesador pequeño, ya perfectamente decantada de los sólidos.

De estos tres factores que regulan la alimentación, el primero, o sea, la sal recuperada de la electrolisis, es necesario que pueda ser perfectamente controlado y que sirva de señal para ajustar automáticamente las dos otras aportaciones -nuevo mineral y salmueras diluidas-, a fin de poder mantener bien equilibrados todos los circuitos.

Recibidas las alimentaciones en la primera celda de atrición de la primera bancada, nos encontramos con una pulpa en la que, en todo momento, el cloruro sódico está en mayor proporción de la necesaria para la saturación del líquido. En estas óptimas condiciones comienza el acelerado proceso de disolución que, para esta primera celda -como es lógico, dada su alta concentración en sólidos- exige un mayor consumo de energía; su inmediato paso a la segunda celda lo hace por rebose, pero ya con una salmuera de alta densidad pero de poca concentración en sólidos, y en ella se encuentra con una agitación mas violenta que en la primera, lo que permite alcanzar la disolución del cloruro sódico necesario para conseguir la saturación. El rebose de la segunda celda -formado de salmuera saturada, cloruro sódico sin disolver y los otros sólidos no disueltos- lo recibe un depósito al que está acoplada la bomba adecuada para alimentar el primer ciclón -separador y que, como siempre, entrega por dos conductos diferentes. Uno de ellos, el que contiene el concentrado



y recoge los cristales de cloruro sódico a recuperar mas los otros sólidos sin disolver, se enviará a la primera celda del segundo grupo de celdas de atrición donde, como veremos mas adelante, se terminará la puesta en solución del cloruro sódico y la separación definitiva de los sólidos que no pasaron a la solución. La otra entrega, o sea, el rechazo del ciclón, esta ya dispuesta para, a) terminar su depuración, si fuese necesaria, con la aplicación de un tratamiento químico y la consiguiente decantación de precipitados; b) pasar directamente al tanque espesador/decantador; con lo que se dará por terminada la operación. En el caso a) se adelanta la operación comenzando por añadir en la segunda celda de la primera bancada, perfectamente dosificado, el reactivo adecuado y aprovechando su excelente trabajo de homogeneización y dispersión que facilita la consecuente precipitación del insoluble formado, fenómeno que se verá continuado y favorecido por el continuo movimiento a que está sometida la salmuera en su obligado recorrido a través del depósito receptor de la bomba y del ciclón. Para la adición del resto de los reactivos que reclama la depuración química habrá que intercalar en el circuito los consiguientes acondicionadores, que serán los únicos aparatos adicionales que exigirá la instalación. Una vez terminadas estas operaciones estará dispuesta la salmuera para pasar al tanque decantador/espesador, donde se retirarán, en forma de lodos, los precipitados producidos por su tratamiento químico conjuntamente con los insolubles que desde el primer momento, arrastraba en suspensión, dando como resultado un producto de la mayor pureza.

El segundo grupo de dos celdas de atrición reci



5 be, como alimentación de la primera, el concentrado que --
entrega el primer ciclón y la cantidad precisa de agua --
dulce para que se forme la salmuera saturada correspondien
te a las aportaciones de cloruro sódico --reciclaje de la
electrolisis y mineral sólido--; como este concentrado con
10 tiene solamente pequeñas cantidades de mineral sin disol-
ver que, por otra parte, se encuentra en presencia de la
totalidad del agua dulce que necesita el proceso y como,
por si fuera poco, puede disfrutar, para esta operación --
ya de por si simplificada, del gran poder disolvente de --
estas dos últimas celdas, no es de extrañar que, a pesar
de la rapidez de la operación, se pueda alcanzar con faci
lidad la recuperación total --referida sólo al fenómeno de
disolución-- del cloruro sódico entregado en la alimenta
15 ción.

Después de su paso por las celdas, el rebose de
la segunda --formado por una salmuera a débil concentración
y los sólidos no solubilizados-- lo recoge un nuevo deposi
to, del que aspira la bomba que alimenta al segundo ciclón,
20 que tiene por misión separar todas las materias que no pa
saron a la solución, formándose, como siempre, dos entre
gas: la del rechazo y la del concentrado. El primero, for
mado por la salmuera libre de sólidos pero de poco grado,
se dirigirá directamente a la alimentación del primer gru
po de celdas; el segundo, es decir, el concentrado con --
25 los sólidos y algo de salmuera, pasará al pequeño tanque
espesador/decantador. Los líquidos decantados del tanque,
también de débil graduación, se reunirán con los del re
chazo de este segundo ciclón, aplicándoles igualmente a la
alimentación en líquidos del primer grupo. Los sólidos pre
30 cipitados en el tanque se retirarán como estériles por me



dio de una bomba de diafragma, bien en continuo, bien con intermitencias.

5 El peligro de disolución de las sales de calcio es mínimo por su rápida decantación, por la mínima agitación a que da lugar la lentísima velocidad de las paletas rascadoras, que no producen mas que un ligero desplazamiento laminar del líquido, con lo que el que está en contacto con los precipitados será el mismo que se retirará con los lodos, y por el hecho de que el medio líquido apenas
10 tiene cloruro sódico en disolución.

Proceso de preparación de salmueras saturadas, para una planta de electrolisis que trabaje con celdas de mercurio.-

15 Para esta operación, puede utilizarse el mismo apareillaje del anteriormente descrito para el caso de electrolisis con celdas de diafragma y, generalmente, con el mismo número de máquinas y dimensiones. Las variantes están en la proporción líquidos/sólidos que contiene la alimentación del primer grupo de celdas; en el hecho de
20 recogerse salmueras saturadas en los rechazos de los dos ciclones, con lo que no hay que enviar para su saturación a la alimentación del primer grupo de celdas, el rechazo cedido por el segundo ciclón; y en el hecho de alimentar con la salmuera de recuperación de la electrolisis los
25 dos grupos de celdas.

Por lo tanto, el comienzo de la operación que, como siempre, se inicia con la alimentación de la primera celda del primer grupo, constará solamente de dos aportaciones: 1ª. El reciclaje que contiene la sal recuperada
30 de la planta de electrolisis, pero esta vez en forma de -



salmuera diluída; 2ª. La cantidad necesaria de mineral, -
en estado solido, para conseguir la saturación de la sal-
muera de la primera aportación, incrementada con la indis-
pensable para la formación de otras nuevas que compensen
5 las pérdidas de la misma, tanto en la planta de electrolí-
sis como en la de saturación.

Será necesario efectuar un control contínuo de
la cantidad de salmueras recuperadas de la electrolisis -
para ajustar automáticamente la aportación de mineral so-
lido.
10

Como en el proceso anterior y después de su pa-
so por el primer grupo de celdas de atrición, será recibi-
da la pulpa en un depósito, del que aspirará la bomba que
lo impulsa hacia el primer ciclón clasificador, que dará,
15 por el rechazo, una salmuera saturada que seguirá el tra-
tamiento ya conocido. El concentrado compuesto de salmue-
ra saturada, sal todavía sin disolver y los otros solidos
no disueltos, pasará directamente al segundo grupo de cel-
das. En éstas se recibirá igualmente salmuera de recicla-
20 ge procedente de la electrolisis, así como la cantidad --
proporcional --para la formación de salmuera saturada-- de
agua dulce correspondiente a la sal que, para compesa-
ción de pérdidas, se recibió en la alimentación. Un nuevo
depósito recogerá el rebose de este segundo grupo de cel-
25 das y la bomba correspondiente lo enviará al segundo ci-
clón. Habiendose disuelto el cloruro sódico, el concentra-
do que cederá el ciclón y que pasará al pequeño tanque es-
pesador/decantador, contendrá todos los sólidos sin disol-
ver acompañados de una cantidad de salmuera saturada que
30 se recuperará por el rebose y se unirá a la entregada por
el rechazo del propio ciclón --igualmente saturada--, yendo



ambas a reunirse con el rechazo del primero para conti-
nuar todas juntas el tratamiento final -depuración quí-
mica seguida de decantación o sólomente decantación-, -
para lo que se operará de la misma forma descrita para
5 la electrolisis con diafragma.

RESUMEN GENERAL.- Detalladas minuciosamente -
las distintas aplicaciones de los fenómenos físico-quí-
micos en que está basado este invento, así como todos -
los datos operacionales, aparatos y circuitos que inter-
vienen y los resultados alcanzados, pueden ya sacarse -
10 las conclusiones siguientes:

A).- Que es posible obtener sales de alta pu-
reza partiendo de materias primas de muy baja calidad,
incluso cuando existan mezclas de sales con solubilidad-
15 des superiores é inferiores a la del cloruro sódico.

B).- Que su separación se conseguirá sin que
el mineral haya perdido su estado sólido en el curso --
del proceso, salvo en el caso especial de preparación -
de salmueras.

20 C).- Que el consumo de energía calorífica, co-
mo tal, es prácticamente nulo.

D).- Que los costos de las instalaciones re-
presentan una economía, con relación a los sistemas con-
vencionales, de la sexta a la octava parte, y los del -
tratamiento propiamente dicho, se reducen igualmente de
25 dos a tres veces.

E).- Que en el caso de los estériles de sales
potásicas no hay comparación posible, por no poder ser
aplicados a su beneficiado ninguno de los procedimientos
3P clásicos actualmente en uso.

F).- Que es posible conseguir la preparación -
de sales marinas y de manantiales salinos, hasta alcan-



zar la mas alta calidad y en todas las granulometrías, a un reducido coste de tratamiento e instalación y con un elevado índice de recuperación.

5 G).- Que con cualquier mineral de cloruro sódico bruto, siempre que haya sido beneficiado por este procedimiento y posteriormente sometido al procedimiento de disolución, puede conseguirse una salmuera saturada de la más elevada pureza, sin necesidad de tratamiento químico.

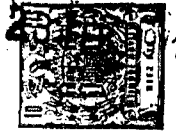
10 H).- Que si hubiese que operar, para la preparación de salmueras saturadas, con minerales de inferiores calidades, pueden también lograrse excelentes resultados con el presente sistema de disolución; pero, si fuera necesario, también se puede, con los propios elementos de la planta, completar la purificación por tratamiento químico.

15 I).- Que la seguridad de una absoluta continuidad en el trabajo está garantizada gracias al empleo, durante todos los procesos, de aparatos robustos y de gran simplicidad de funcionamiento, lo que unicamente ha sido posible conjugar por la sencillez del procedimiento.

20 J).- Que, por las anteriores condiciones, no es necesario emplear personal especializado para la conducción de las plantas.

25 K).- Que, aunque es recomendable el trabajo totalmente en continuo, son perfectamente toleradas las intermitencias ya que, al contrario de lo que sucede con otros procedimientos, no necesita de especiales paradas periódicas para revisiones y limpiezas.

30



L).- Que todos los aparatos que se utilizan a lo largo del proceso son absolutamente de serie.

5 M).- Y, finalmente, que la combinación de todas estas ventajas permite la obtención de productos de gran pureza con costos de instalación y fabricación jamás igualados, consiguiéndose, además, el aprovechamiento de minerales que hasta ahora se consideraban inadecuados para su beneficiado.

10 En esta descripción que del procedimiento acaba de hacerse -y que no tiene, según la Ley, más finalidad que de la de constituir una explicación técnicamente suficiente, y no la de delimitación jurídica del objeto de la patente, que es el propio de la "nota reivindicatoria"- se han expuesto muchos detalles que no son,
15 en sí mismos, como tales detalles, rigurosamente esenciales o insustituibles, sino que pueden ser sustituidos -- por otros técnicamente equivalentes, desde el punto de vista de la esencialidad de la invención. Es claro, pues, que todas las variantes, en cuanto en relación con la
20 esencialidad del procedimiento reivindicado sean meramente accidentales y no determinen la obtención de resultado industrial nuevo y distinto, deben considerarse cubiertas por la protección derivada de la concesión de la patente que se solicita.

25

N O T A

Descrito suficientemente el objeto para el que se pide la patente, se declara que lo que constituye la esencia del mismo, nuevo y de propia invención, es lo que se concreta en las siguientes reivindicaciones:

30

1ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro sódico, cualquiera que sea la composición, origen o pro-

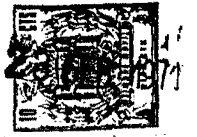
ref.



cedencia de los minerales que lo contengan en elevado -
porcentaje, caracterizado por que, salvo en el caso de
aplicarse específicamente a la preparación de salmueras,
tales minerales conservan, a través de todo el proceso,
5 el mismo estado sólido con que se recibieron a la ali-
mentación, para lo cual se utilizan y combinan seis fe-
nómenos físico-químicos que permitirán separar, durante
tal proceso, los elementos considerados como impurezas
de los verdaderos cristales de cloruro sódico, siendo -
10 tales fenómenos los de desmembramiento del mineral -si
fuera necesario-, separación por diferencias de solubi-
lidad, separación por arrastre en suspensión, separación
por clasificación granulométrica, separación por flota-
ción de impurezas y separación por decantación de lodos,
15 fenómenos que, en su totalidad o en parte, se aplicarán
a cada mineral de acuerdo a la composición del bruto y a
la que se desea obtener en el beneficiado, lo que a su
vez determinará el número de operaciones y el orden de
aplicación de las mismas con sus respectivos tiempos de
20 trabajo y, por consiguiente, el número y dimensiones de
los aparatos necesarios.

2ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según la reivindicación anterior, caracterizado,
además, por que para poder aplicar eficazmente el proce-
25 dimiento de beneficiado en cuestión, es indispensable,
que durante todo el proceso circule el mineral en forma
de sal/salmuera saturada, en cloruro sódico, pues es en
este estado de pulpa en el que los fenómenos físico-quí-
micos que sirven de base al procedimiento pueden desa-
30 rrollarse con la mayor eficiencia.

Refi.

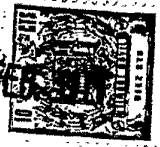


3^a.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracte-
rizado, además, por el hecho de tener que mantener el -
mineral en estado sólido, ya que en muchos casos las im-
5 purezas a eliminar, igualmente sólidas, se encuentran -
intimamente aprisionadas entre los cristales de cloruro
sódico, lo que obliga a practicar un desmembramiento --
del material bruto a fin de conseguir, como condición -
indispensable para su posterior separación, la libera-
10 ción de tales impurezas, que suele obtenerse cuando se
han alcanzado granulometrias vecinas de un milímetro; -
trabajo este de desmembramiento que ha de hacerse ope-
rando con el mineral en forma de pulpa sal/salmuera co-
mo única solución para producir muy pocos "finos" y con-
15 seguir una elevada recuperación.

4^a.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracte-
rizado, además, por que, como aparatos más idóneos para
esta operación, tratándose de sales gemas, se emplean -
20 molinos de tipo conocido, con barras o bolas en su inte-
rior, de forma cilíndrica y terminados en dos secciones
truncocónicas por una de las cuales se recibe en conti-
nuo el material bruto, en estado sólido pero con granu-
lometrías no superiores a diez y seis milímetros, así -
25 como la salmuera conveniente en tanto que por la otra -
se vierte la pulpa producida a un clasificador de heli-
ce, de tipo conocido, que, por un lado, devuelve los más
gruesos para nueva trituración entregando por el rebose
una pulpa con la granulometria que se necesita.

30 5^a.- Procedimiento para beneficiar el cloruro

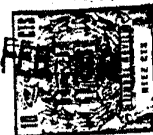
ky



sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado, además, por que, durante toda la fase de desmembramiento del mineral y dada la peculiar forma de trabajo de los molinos, se efectúa, simultáneamente, el proceso de disolución en la salmuera de las sales mas solubles que el cloruro sódico -si las hubiere-, así como la puesta en suspensión en la misma salmuera de las partículas "muy finas" producidas por la molienda y compuestas por insolubles propiamente dichos y solubles o menos solubles que no tuvieron tiempo ni forma de pasar a la solución, incluidos los pequeñísimos cristales de cloruro sódico, materiales todos estos que han de ser eliminados rapidamente y en continuo a fin de no entorpecer la continuación del proceso, efectuándose su separación mediante el empleo de ciclones hidraulicos, de tipo conocido, instalados de la siguiente forma: una bomba de sólidos, de tipo conocido, que tiene conectada su aspiración al depósito que recibe el reboso del clasificador de hélice, impulsa la pulpa hacia el ciclón que, a su vez, entrega por el concentrado los sólidos de mayor granulometría que han de seguir el proceso, ya en parte beneficiados, retirándose por el rechazo las salmueras saturadas en cloruro sódico cargadas de impurezas, en disolución y suspensión, que se dirigirán a su correspondiente circuito para su recuperación,

6ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro sódico; según las reivindicaciones anteriores, caracterizado, además, por que, el empleo de CELDAS DE ATRICION, de tipo conocido, es el dispensable complemento de la fase de desmembramiento, en el caso de ciertas sales gemas muy cargadas de impurezas, o para la INICIACION del proceso, si se tratase de minerales que no tuvieron necesidad de molienda previa, como sucede en el caso del beneficia-

/m



do de sales marinas o estériles de sales potasicas, pues su trabajo resulta eficiente tanto cuando se trate de hacer pasar a la salmuera las sales más solubles que el cloruro sódico, como para la puesta en suspensión de impurezas, bien por que se encontrasen ya en pequeñas partículas, bien por que se hayan reducido de tamaño por la acción de frotación entre los propios cristales; esta fase necesita que el mineral se encuentra siempre en el estado de pulpa, ya alcanzado en los casos de previa molienda, que se prepara en la misma celda de atrición por la conveniente aportación de mineral y salmuera, completándose la fase con una rápida separación para la que se emplea, igualmente, al ciclón hidráulico que entregará el concentrado con los más gruesos ya limpios y exentos de sales mas solubles que el cloruro sodico y, por el rechazo, las salmueras cargadas de impurezas que se dirigirán, para su recuperación, al correspondiente circuito, pudiendose repetir esta operación en serie -celdas de atrición-ciclón- tanto como lo requieran ciertas calidades de sales gemas y estériles de sales potásicas, muy cargadas de impurezas.

7º.- Procedimiento para beneficiar el cloruro sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado, además, por que la perfecta clasificación por granulometrías, que por los métodos clasicos no es posible realizar sin pasar por la deshidratación, resulta facilitada, sin necesidad de secar los cristales, por el hecho de mantener el mineral en estado de pulpa, permitiendo el empleo de cribas clasificadoras de tipo conocido, tanto estáticas como con vibración, que separarán los distintos tamaños de cristales para que, previa una ligera adición de salmuera, queden listos para el centrifugado, efectuándose el último clasificado, que naturalmente contiene los cristales



mas pequeños, por medio de un ciclón hidráulico que, además de ser el único verdaderamente eficiente para clasificar pequeñas granulometrias por via húmeda, permite separar por el rechazo, con las otras impurezas en suspensión, los "muy finos" de cloruro sódico tan molestos en la manu
5 tención y que pasaran, con las salmueras, a recuperación, pasando directamente el concentrado que, en la proporción precisa de líquidos/sólidos, entrega el ciclón, a la centrifuga, la que no solamente retirará la salmuera de im-
10 pregnación hasta el límite correspondiente a la humedad del centrifugado, sino que, por un último lavado con agua dulce, la eliminará totalmente.

8ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado, además, por que si, a pesar de los anteriores trata
15 mientos, el mineral que se trate de beneficiar contuviese todavía impurezas, principalmente sales de calcio y sílica, se le someterá a una nueva fase de FLOTACION, empleando como reactivo colector ácidos grasos en la proporción
20 aproximada de uno por mil; esta operación se practicará en celdas de flotación, de tipo conocido, y manteniendo el mineral en estado de pulpa durante toda la fase, defen
25 diendo el número de celdas, tiempo operacional y reactivo consumido de la cantidad y calidad de las impurezas a retirar y cuya evacuación como estériles se efectuará acompañando a las espumas, aunque, de cualquier forma las cel
30 das reunidas en un solo banco no pueden pasar de un cierto número a fin de evitar perdidas de carga y nivel y dis
poniéndolas, en caso necesario, en dos bancos en serie y a distintos niveles; después de pasar por las celdas, el cloruro sódico, ya exento de impurezas pero mantenido en

pag.



5 forma de pulpa, se dirigirá a un ciclón hidráulico que, -
por el rechazo, retirará la salmuera para su posterior re-
cuperación; el cloruro sódico retirado como concentrado,
lo recibirá una centrifugadora, la cual, después de reti-
rar la salmuera de impregnación y efectuar un último lava-
do con agua dulce, lo dejará perfectamente escurrido y --
dispuesto para el consumo o para continuar hasta la deshi-
dratación.

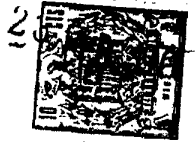
10 9ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro só-
dico, según las reivindicaciones anteriores, caracteriza-
do, además, por que el empleo de las CELDAS DE ATRICION,
en su particular aplicación a las sales marinas o de ma-
nanciales salinos de evaporación solar, no solamente ser-
virá para hacer la específica labor de depuración anterior-
mente citada, sino que, simultaneamente y sin ningún otro
15 consumo de energía, efectuará la no menos importante ope-
ración de reducir y homogenizar las granulometrías sin ape-
nas producir pérdidas por la formación de "muy finos" --
cristales, conduciendo este trabajo de molienda, que no --
20 es posible más que con estos tipos de sales debido a la -
fragilidad de los cristales, a la posible obtención de --
concentrados de gran pureza, en cualquier granulometría y
en las proporciones deseadas, siempre que se prepare pre-
via y convenientemente el material bruto de alimentación,
25 preparación que consistirá solamente en su paso por un -
tritador de cilindros múltiples, de tipo conocido, que
romperá los cristales por compresión, quedando el mineral
en estas condiciones, después de su paso por las celdas -
de atrición, dispuesto para su clasificación pudiendo lle-
30 garse a las mas finas granulometrias, con recuperaciones
de hasta el 90 %.

Ref.



10ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracteri-
zado, además, por que, para mantener el constante e indis-
pensable caudal en salmueras perfectamente clasificadas,
5 con capacidad de disolución suficiente para sales mas so-
lubles que el cloruro sódico, es necesario, por un lado,
disponer de la suficiente capacidad de decantación de las
que se retiran para que se pueda continuar el trabajo en
continuo, y, por otro, crear constantemente otras nuevas,
10 sólomente saturadas en cloruro sódico, que habrán de tener
cavida en el circuito; necesidades estas que están favora-
blemente resueltas con el empleo de tanques espesadores -
suficientemente dimensionados, de tipo conocido, que dis-
ponen de una bomba de diafragma, de tipo conocido, para -
15 retirar en forma de lodos los insolubles precipitados, ce-
diendo por el rebose salmueras decantadas; la preparación
de nuevas salmueras se conseguirá, sin ningún costo, reu-
niéndolo en un solo depósito, antes de ser enviados al tan-
que espesador, los rechazos de los ciclones, que como, al
20 mismo tiempo que arrastran las impurezas en suspensión, -
se llevan igualmente los cristales "muy finos" de cloruro
sódico formados en el proceso y que no pudieron pasar a -
la salmuera por estar saturadas en este sal, proporcionan
el cloruro sódico necesario para que, con la cantidad pre-
25 cisa de agua dulce que se añade en el mismo depósito, for-
mar la salmuera suficiente para compensar las pérdidas --
que se producen con la retirada de lodos, compensándose -
las salmueras que se escapan acompañando a las espumas en
la flotación con las que se preparan con el agua dulce em-
30 pleada para el lavado de cristales en la centrifuga, que
disolverá igualmente los "muy finos" de este segundo cir-

h.



5 cuito, provisto de tanque espesador propio al servicio ex
clusivo de la flotación y centrifugación, no empleándose
más que un solo circuito de salmueras, al que, como es na
tural, estará incorporado el centrifugado, en aquellos ca
sos en que, por no considerarla necesaria, se prescinda -
de la fase de flotación.

10 11ª.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracteri-
zado, además, por que para su aplicación exclusivamente a
la preparación de salmueras, saturadas o no, se aprovecha
para su beneficiado la particularidad de las diferencias
de VELOCIDAD DE DISOLUCION en la salmuera, entre el clorur
o sódico y el sulfato cálcico, principal impureza a eli-
minar, y la posibilidad de provocar una forma de disolu-
15 ción que permita, el rapidísimo paso a la solución del -
primero -el cloruro sódico- sin que el segundo -el sulfa-
to cálcico- haya tenido tiempo material de hacerlo o, en
el peor de los casos, lo haya hecho en tan mínimas canti-
dades que resulte muy económica y simplificada su eliminau
20 ción por medios químicos, si se considerase necesaria, pu-
diéndose aplicar este método a plantas de electrolisis, -
tanto si se emplean celdas de diafragma como de mercurio;
esto ha sido posible de alcanzar empleando como disolvedor
res dos grupos separados de CELDAS DE ATRICION, que trabau
25 jan en serie, cada uno de los cuales está compuesto por -
dos unidades de tipo conocido que se comunican por el re-
bose, grupos el primero de los cuales, que es el que reciu
be la alimentación inicial de sal y salmuera sin saturar,
comienza su acelerado proceso de disolución haciendo cir-
30 cular la pulpa por las dos celdas; el rebose de la segun-
da descarga sobre un depósito que alimenta un primer ci-

104.



clon hidráulico, de tipo conocido, por medio de una bomba igualmente de tipo conocido; el rechazo del ciclón, con salmuera ya saturada, o bien pasa directamente a los tanques espesadores/decantadores, o eventualmente a tratamiento químico y consiguiente decantación en los mismos tanques; el concentrado, ya con poco cloruro sódico, es entregado como alimentación al segundo grupo de celdas, pero acompañado de AGUA DULCE o SALMUERA SIN SATURAR, según se trate de recuperar el reciclaje de una electrolisis con celdas de diafragma o de mercurio, terminando de disolverse todo el cloruro sódico en este segundo grupo de celdas que hace la descarga sobre un segundo depósito que alimenta a un segundo ciclón a través de su correspondiente bomba y cuyo concentrado, conteniendo las impurezas sólidas que haya dejado el mineral, pasará a un tanque espesador/decantador que eliminará los sólidos como estériles por medio de una bomba de diafragma, de tipo conocido, operación que es común a los dos sistemas de electrolisis; la recuperación de la salmuera de rebose del tanque, si se trabaja con reciclaje de una planta con celdas de diafragma y al no estar saturada, se reunirá con la que entrega el rechazo del segundo ciclón con igual concentración, formando ambas la única alimentación en líquidos que recibe el primer grupo de celdas de atrición; si se operase con el reciclaje de una planta de electrolisis con celdas de mercurio, con lo que se producen salmueras saturadas tanto en el primero como en el segundo ciclón y, por lo tanto, en el rebose del tanque, se reunirán con los rechazos de los dos ciclones para, conjuntamente, pasar a los tanques espesadores/decantadores o, eventualmente, a tratamiento químico y consiguiente decantación en los mismos tanques, retirándose en forma de lo-

[Handwritten signature]



dos todos los precipitados.

12^a.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico, según las reivindicaciones anteriores, caracteri-
zado, además, por que si, en el caso de preparación de --
5 salmueras y por exigencias de su empleo, se plantease la
necesidad de completar su beneficiado con un posterior -
tratamiento químico, podría éste realizarse sin necesidad
de montar una planta especialmente preparada al efecto,
pues, salvo un pequeño complemento de acondicionadores de
10 reactivos, de tipo conocido, serían suficientes los apar-
tos e instalaciones del propio proceso de disolución apli-
cados en la siguiente forma: Si se operase con reciclages
de celdas de diafragma la primera toma de reactivos se -
aplicará a la segunda celda de atrición del primer grupo,
15 que es la única que entrega salmueras saturadas; Si se -
operase con reciclages de celdas de mercurio, la primera
toma de reactivos se aplicará proporcionalmente a las se-
gundas celdas de atrición de cada grupo, puesto que las -
dos entregan salmueras saturadas; la adición de los otros
20 reactivos que necesitase el proceso, se logrará por medio
de acondicionadores intercalados en el circuito, aplicándo-
se los tanques espesadores/decantadores, debidamente di-
mensionados, tanto a la recogida de los precipitados por
la adición de reactivos, como a la de los demás insolubles
25 que originalmente acompañan a la salmuera.

13^a.- Procedimiento para beneficiar el cloruro
sódico.

Todo según se describe y reivindica en la pre-
sente Memoria descriptiva que consta de cincuenta y nueve
30 hojas debidamente foliadas y escritas a máquina por una

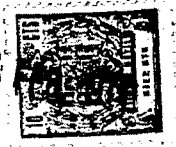
Inf.

12-9-73

- 59 -

388557

23



sola de sus caras,

Madrid, 23 de febrero de 1.971

EL AGENTE:

P.P.