

420582

18 NOV

PATENTE DE INVENCION

Tel. CIA. C 228

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"APARATO Y METODO PARA LA LIXIVIACION HIDROMETALURGICA DE
MINERALES"

Solicitante: MARCONA CORPORATION

una sociedad constituida según las Leyes
del Estado de Nueva York (EE.UU.),
establecida en SAN FRANCISCO, California
(Estados Unidos de América),
1 Maritime Plaza.

Prioridad: Solicitud de Patente Ser. N^o 305.144
y otra desglosada de ésta, Ser. N^o 411.912,
depositadas en los Estados Unidos de América
en 9 de Noviembre de 1972 y
en 1 de Noviembre de 1973, respectivamente.



La presente invención se refiere a un aparato y método para la lixiviación hidrometalúrgica de minerales, y, más particularmente, a la recuperación de valores de cobre o de otro metal, a partir de minerales, mediante tal lixiviación. Aun cuando el método y aparato que se describen en la presente se consideran con especial referencia a la lixiviación hidrometalúrgica de los minerales de cobre, los mismos podrán encontrar aplicación en otros tipos similares de minerales. Por consiguiente, la descripción específica relacionada con los minerales de cobre debe considerarse como ilustrativa de una aplicación específica de la invención a tal caso. Sin embargo, el campo de la invención debe considerarse con mayor amplitud, quedando únicamente limitado por el alcance de las cláusulas adjuntas.

En general, los procedimientos hidrometalúrgicos de recuperación de metales incluyen la preparación del material, que normalmente es un mineral, la disolución de los valores del mineral en una solución y la recuperación posterior de los mismos de la solución, por medio de procedimientos adecuados. La etapa de disolución se realiza corrientemente en forma de una operación de lixiviación; siendo los procedimientos más frecuentemente empleados la lixiviación en partidas, la lixiviación por percolación, o alguna forma de lixiviación por agitación. Aun cuando también se conoce la lixiviación bajo presión, o por efecto bacteriano, generalmente no son de interés en el contexto presente.

En algunas ocasiones, la lixiviación en partidas

420582

8



encuentra aplicación en los cuerpos de mineral de bajo grado, con aspectos económicos marginales, pero por lo general se requiere un ciclo de lixiviación prolongado, que puede extenderse a meses, así como un alto consumo de solvente de lixiviación. En la lixiviación por percolación en tinas, el mineral se tritura hasta un tamaño máximo de 1,59 cm, después de lo cual el mineral se carga en tinas y la solución de lixiviación se percola a través del mineral a una velocidad predeterminada. En términos generales, el mineral en el tipo de lixiviación en que se utiliza una tina permanece en condición estática, presentándose problemas al logro de una alta eficiencia de lixiviación, debido a la cantidad excesiva de finos, que se desarrolla durante la trituración del mineral, los cuales bloquean el flujo adecuado de la solución de lixiviación, a través de la tina, o provocan la canalización del flujo, de tal modo que la solución no consiga llegar a gran parte del mineral, con lo cual la extracción de todos los valores se hace dificultosa, si es que no imposible. Así, aun cuando la lixiviación en tina es de costo razonable, con respecto a los gastos de operación y de inversión, además de que no requiere elementos de trituración inadecuados, no es completamente satisfactoria, debido a la baja recuperación y prolongados tiempos de lixiviación. Además, el mineral agotado tiene que extraerse mecánicamente de la tina, usualmente con cucharón de quijada, lo cual se traduce en problemas de manejo de material cada vez que la tina se descarga y también en daños mecánicos en la tina con los



consiguientes altos costos de mantenimiento.

Aparte de lo dicho se han utilizado diversos tipos de lixiviación por agitación, particularmente para materiales finos procedentes ya sea de la separación de minerales triturados, empleados en la lixiviación en tina, 5 ya sea de una molienda adicional. La agitación se realiza ya sea por medio de agitadores mecánicos, en los cuales la energía de mezclado se suministra mediante un eje rotatorio, acoplado a un impulsor o brazo rastrillador, ya sea 10 mediante el agitador denominado Pachuca, en el cual la energía se proporciona mediante el levantamiento por aire de un lodo formado por el mineral y la solución de lixiviación. Con el fin de que cualquiera de estos sistemas trabaje satisfactoriamente, la trituración adicional debe 15 efectuarse hasta entre -10 y -48 mallas. La lixiviación por agitación de este tamaño de material proporciona un alto grado de recuperación; sin embargo, el costo de inversión y el costo de operación de tal combinación pueden ser elevados, además de que se requieren altos costos de prepa- 20 ración, en relación con la trituración y separación del mineral. Además, existe cierta gama de tamaños entre el material grueso, utilizado en la lixiviación en tina, y el material finamente dividido, empleado en la lixiviación por agitación, para la cual no existe ningún sistema de 25 lixiviación realmente satisfactorio.

En vista de las limitaciones y desventajas arriba citadas, existe la necesidad de un procedimiento y aparato mejorados para la lixiviación hidrometalúrgica.

420582



En términos generales, una finalidad de la presente invención consiste en proporcionar un método y aparato para la lixiviación hidrometalúrgica que eliminen las desventajas y limitaciones arriba expuestas y que, particularmente, puedan resolver los problemas de manipulación de material que se originan por el movimiento de la fase sólida, tanto durante la operación de lixiviación como cuando se efectúa la descarga, y que simultáneamente proporcionen esta ventaja y la eliminación de la necesidad de altos costos de trituración y de la separación fraccionada de gruesos y finos.

Otra finalidad de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato del tipo arriba expuesto, en que la preparación del mineral requiera solamente una trituración a un tamaño máximo de 0,95 cm., sin que el mineral así triturado requiera una trituración o separación posterior, y que permitan lograr eficiencias de recuperación tan altas como las que son posibles en la lixiviación por agitación. Además, el empleo de mineral triturado con un tamaño máximo inferior se traduce en la capacidad de formar un lodo bombeable que puede manejarse con facilidad mediante las técnicas descritas en la presente y también mediante los equipos de manipulación de lodo corrientemente disponibles.

Otra finalidad de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato para la lixiviación de minerales, que puedan adaptarse a una operación tanto de etapa sencilla como múltiple y en que puedan tratarse

420582

8 NOV 1954



fácilmente materiales tanto relativamente gruesos como finos, de modo que la lixiviación pueda realizarse en un solo sistema inherentemente inmune a obstrucciones.

Otra finalidad consiste en proporcionar un procedimiento y aparato del citado tipo, en que también se haga uso del aparato de inyección del líquido de lixiviación para lograr la extracción selectiva de los sólidos contenidos en el recipiente, ya sea en forma continua o intermitente.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato para la lixiviación hidrometalúrgica, que esencialmente no puedan obstruirse y que mantengan la fase sólida y la fase líquida en movimiento constante, y en que, adicionalmente, el contacto forzado de la fase líquida con la fase sólida se logre en una zona de agitación que produzca un entremezclado y redistribución continuos de los sólidos, en una corriente de entrada de la fase líquida.

Otra finalidad de la presente invención consiste en reducir al mínimo los gastos de inversión para el equipo de lixiviación, al propio tiempo que se mantenga un alto porcentaje de recuperación del valor requerido, y que, además, el tiempo del ciclo de lixiviación para el caso de sólidos gruesos se reduzca considerablemente.

Otra finalidad de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato hidrometalúrgico del tipo mencionado, que por sí mismos sean adecuados para una operación de etapas múltiples en que cada etapa

420582



es prácticamente análoga a la etapa posterior o precedente y, consecuentemente, intercambiable con ella, de modo que el reciclado de sólo líquido de lixiviación entre las etapas origine efectivamente la transferencia de sólidos
5 entre las mismas, sin necesidad de movimiento físico de los sólidos de un lugar a otro.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato mejorados para la lixiviación hidrometalúrgica del tipo citado, que eliminen la
10 necesidad de agitación mecánica directa, por ejemplo mediante brazos rastrilladores o impulsores, y que no impongan exigencias de separación de gruesos y finos con respecto al tamaño de material empleado, y que, en consecuencia, sean capaces de operar como reactor simple y etapa de pro-
15 cesamiento completa, aceptando mineral convenientemente triturado.

Otra finalidad de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato hidrometalúrgico que permitan lograr un alto grado de agitación y entremez-
20 clado del líquido de lixiviación con una fase de sólidos del mineral, haciendo uso de un chorro de líquido de alta energía.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un sistema cerrado para el reciclado de la solución
25 lixivadora y que permita el calentamiento de la solución y la adición a la misma de contenido mineral, tal como por ejemplo la adición de cloruro sódico, o bien la adición o relleno de agentes oxidantes apropiados para contribuir a

420582



la aceleración del proceso de lixiviación.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato hidrometalúrgicos del citado tipo, en que los sólidos fluyan a través del mismo
5 y el tiempo de permanencia quede determinado por la descarga periódica controlada de cantidades predeterminadas de sólidos.

Otra finalidad de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y aparato hidrometalúrgicos del
10 tipo expuesto, en que se introduzca un volumen de gas en la parte inferior del recipiente de reacción, por lo general periódicamente, a fin de lograr una turbulencia y agitación adicionales del lecho de material contenido en el recipiente.

15 En términos generales, las finalidades expuestas se logran mediante un método y aparato en que se hace uso de un recipiente vertical de grandes dimensiones, dotado de paredes laterales y de una pared de fondo. En la pared de fondo están previstas salidas de descarga de sólidos.
20 Además, se disponen medios para el suministro de un líquido lixivador en una corriente o chorros dirigidos esencialmente en sentido paralelo a la pared de fondo del recipiente y por encima de la misma. La corriente o chorros se desplazan progresivamente, por rotación u oscilación, de tal
25 modo que barran el fondo del recipiente y establezcan una zona de reacción sumamente agitada, en la región inferior del recipiente. Los sólidos de mineral se trituran hasta un tamaño máximo de aproximadamente 0,95 cm y se introducen

420582

8 NO



sin trituración o separación adicional alguna en la parte superior del recipiente, asentándose por gravedad y pasando en contracorriente con respecto a un flujo generalmente ascendente de líquido lixiviador. Al llegar los sólidos

5 a la región inferior del recipiente, chocan con los chorros y son sometidos a una fuerte agitación. Los sólidos son extraídos de la zona inferior del recipiente después de haber pasado por la misma y pueden reciclarse en la misma

10 etapa, o bien llevarse a etapas subsiguientes si se emplea una operación de etapas múltiples. Si la recuperación de mineral es satisfactoria, los sólidos pueden pasar inmediatamente a una etapa de lavado. El líquido lixiviador, ahora cargado, es extraído de la parte superior del recipiente y es o bien reciclado, llevado a la etapa precedente

15 te en flujo de contracorriente entre etapas con respecto a los sólidos en el caso de emplearse una operación de etapas múltiples, o bien tratado para recuperar los valores contenidos en el mismo. En una forma de realización preferente, el recipiente se dota de una trampa de descarga

20 que facilita la acumulación de sólidos con una cantidad mínima de líquido, para su descarga periódica del recipiente. La frecuencia de descarga de sólidos determina el tiempo de permanencia de los sólidos en su paso por el recipiente. Además, están previstos medios para la introducción

25 de una cantidad de gas, generalmente aire, en forma de burbujas que ascienden a través del lecho de sólidos y líquido para contribuir a la agitación del lecho en el recipiente. Estas y otras finalidades y características de

420582 8



la invención resultarán evidentes de la siguiente descripción detallada de la invención, con relación a los dibujos adjuntos, que se refieren tanto a disposiciones de una sola etapa como de etapas múltiples, para realizar la presente invención, y en los cuales:

La Fig. 1 es una vista esquemática del aparato hidrometalúrgico construido y adaptado de acuerdo con la presente invención;

la Fig. 2 es una ilustración esquemática de una etapa del método de lixiviación hidrometalúrgica según la invención y del aparato para realizar este método;

la Fig. 3 es una vista esquemática, en sección, de una forma de realización del aparato lixivador según la invención, para una sola etapa de funcionamiento en continuo; y

la Fig. 4 es una vista en sección según la línea 4-4 de la Fig. 3.

Con referencia a las Figs. 1 y 2, en ellas se muestra un aparato de etapa simple, para la realización del procedimiento de la invención. Deberá entenderse que etapas precedentes y posteriores, prácticamente idénticas a la etapa simple ilustrada en la Fig. 2, pueden conectarse en serie con esta última de modo que el líquido y los sólidos en movimiento vayan de una etapa a otra, en flujo de contracorriente, según se describirá más adelante. Ya que cada etapa es prácticamente igual, y para mayor claridad en la presentación de la descripción, ésta se hace ilustrando una etapa simple y haciendo referencia, en general,

420582

8 NO



a las etapas anterior y posterior. Constituye una característica de la presente invención que puede aplicarse tanto a una operación de etapa múltiple, si es preciso para lograr un tratamiento satisfactorio y económico del mineral, como a una operación de etapa simple.

Los sólidos adecuados para ser empleados en la presente invención deben clasificarse, molerse o triturarse hasta un tamaño máximo de 0,95 cm. En términos generales, esto requiere simplemente la aplicación de procedimientos conocidos de trituración de minerales, sin que sea necesaria la molienda. La molienda implica la reducción, por ejemplo, hasta -10 mallas o menos y requiere un molino de varillas o de bolas en la práctica usual. Esta molienda hasta un tamaño tan pequeño y sus costos pueden eliminarse mediante la presente invención.

El mineral que ha pasado por la etapa de reducción de tamaño, se encuentra ya suficientemente subdividido y está listo para su empleo, sin necesidad de ninguna etapa de separación; todos los minerales con tamaño de partículas comprendido entre 0,95 cm hasta finos pueden procesarse en el reactor descrito en la presente memoria.

Cada etapa comprende un recipiente de reacción 10, en el cual se realiza la operación de lixiviación. Los sólidos triturados se introducen por la entrada 12, dispuesta en el extremo superior 14 del recipiente, mientras que el licor de lixiviación se introduce por la porción inferior 16 de dicho recipiente, de modo que el licor de lixiviación origine una columna gradualmente ascendente

420582



a través del recipiente y que eventualmente se derrama del mismo, mientras que los sólidos se asientan por gravedad y pasan esencialmente desde la parte superior hasta el fondo del recipiente. El recipiente está constituido
5 por paredes laterales 18 y una pared de fondo 20. Se disponen elementos para la formación de un sumidero 22 en la pared de fondo, juntamente con una tobera de chorro 24, para el suministro del líquido de lixiviación a alta velocidad, en una corriente dirigida esencialmente en sentido
10 paralelo a la pared de fondo, y por encima de ésta, desde una posición dispuesta por encima del sumidero. Se dispone una bomba 26 para recibir la solución de lixiviación desde una fuente de suministro, que se indica en su conjunto con el número 28.

15 Aunque el recipiente mostrado y descrito en la presente memoria comprende una disposición que incluye una pared de fondo horizontal y una corriente de chorro dirigida horizontalmente, deberá entenderse que también podría emplearse una pared de fondo inclinada cónicamente, del
20 recipiente, y que el chorro tendría que dirigirse entonces hacia arriba, en un ángulo igual y algo más arriba que la superficie de la pared de fondo. En esta posición, la corriente continúa dirigiéndose esencialmente en forma paralela a la pared de fondo, aún cuando esta última esté
25 inclinada. De acuerdo con lo expuesto, los términos "esencialmente paralelo a la pared de fondo", "prácticamente horizontal" y "a un gran ángulo respecto a la vertical", tal como se aplican en la memoria y reivindicaciones, deben

interpretarse en el sentido de que incluyen un intervalo razonable de direcciones, así como el límite horizontal descrito a fines ilustrativos. No es de esperar que este intervalo exceda de 45° en el otro límite.

- 5 Un sistema de impulsión adecuado 30 del líquido está dispuesto para soportar la tobera de chorro de líquido y para hacer girar la misma de tal modo que el chorro de líquido se mueva progresivamente por encima del fondo del recipiente y que la corriente del mismo lo barra en arco.
- 10 Un conducto adecuado 32 lleva la corriente de fondo del sumidero hacia un separador de líquido-sólido indicado con el número 34. Se disponen elementos para formar un vertedero 39 en la parte superior del recipiente con objeto de recoger el líquido de rebose, el cual se hace pasar a un
- 15 espesador 36 que extrae los sólidos y suministra la solución madre resultante en 38. El licor de lixiviación recuperado de la corriente de fondo se conduce también del separador 34 al depósito de solución madre 38.

El vertedero 39 está dispuesto por toda la periferia

20 del borde superior del recipiente, e incluye un canal colector 40, que rodea la parte superior del recipiente y que está inclinado hacia un tubo de salida 41 y desemboca en él. Mediante el uso de toda la periferia del recipiente, la altura de flujo sobre el vertedero se reduce a un

25 mínimo y se obtienen mayores eficiencias de separación de sólidos.

El recipiente está construido de forma vertical, con una sección transversal preferentemente circular, dispo-



niendo de una altura suficiente como para permitir la formación de esencialmente tres zonas, dentro del recipiente, que se describen a continuación. A este respecto es conveniente recordar que el asentamiento usual de una fase de sólidos, a partir de una fase líquida, resulta en tres zonas generales: la zona inferior compactada; por encima de ésta una zona de asentamiento controlado, en la que las partículas se encuentran en contacto durante cierto tiempo; y por encima de la zona de asentamiento controlado, una zona de asentamiento libre, en la que las partículas no tienen el suficiente contacto como para constituir un factor de importancia. En la presente invención se evita la formación de la zona compactada inferior, y esta misma región se transforma en una zona sumamente agitada, según se describe más adelante.

A este respecto, la presente invención posee una ventaja considerable, debido a que la iniciación de la operación, o la reiniciación después de una parada, se efectúa por medio de la actuación del propio chorro y constituye por tanto un procedimiento sencillo y fácil, en contraste con el sistema de lixiviación normal con agitación mecánica, en el que la iniciación, especialmente después del paro durante el funcionamiento, frecuentemente implica un gasto de tiempo y costo considerables.

Suponiendo que el recipiente se carga inicialmente con una cantidad adecuada de pulpa de mineral, la operación prosigue con la introducción de la solución de lixiviación a través de la tobera 34, en forma de una corriente

420582



de chorro de alta velocidad, indicada en 44. Esta corriente se mueve progresivamente a través de los sólidos, en la porción más baja del recipiente, alrededor de un eje de rotación, barriendo un camino generalmente circular

5 situado en un plano prácticamente horizontal. Ello origina el desarrollo, en la región más baja del recipiente, de una zona de reacción 46 sumamente agitada, en la que tiene lugar un constante entremezclado y un contacto forzoso entre el líquido de lixiviación y los sólidos. El grado de

10 agitación producido en la zona es suficientemente alto como para lograr una redistribución constante de los sólidos en la zona, sin que se presente acumulación alguna de sólidos asentados. A medida que se introduce líquido de lixiviación adicional, la corriente de líquido sube, generalmente a modo de una columna indicada por las flechas 50,

15 y pasa de la zona de agitación, a través de los sólidos, hacia arriba hasta que se produce el rebose a través del vertedero 39. La altura del recipiente es tal que la zona 52, situada por encima de la zona de agitación, opera

20 con flujo en contracorriente del líquido de lixiviación que se filtra hacia arriba, a través de los sólidos 54 que van asentándose. Por encima de estas zonas existe una tercera zona 56 en la que el líquido de lixiviación se clarifica gradualmente y llega a rebosar. Por consiguiente,

25 el recipiente puede caracterizarse en términos generales por el hecho de proporcionar un movimiento en contracorriente de una columna de sólidos con respecto a una columna ascendente de solución de lixiviación, siendo inyectada la

420532

8



solución a modo de una corriente de alta velocidad que origina una agitación constante en la zona más baja 46, por encima de la cual los sólidos están progresivamente más asentados, siempre con la percolación general de la solución de lixiviación a través de los sólidos. Por encima de la zona de sólidos 52 se halla esencialmente líquido del cual se han asentado ya los sólidos y el líquido madre procedente de la lixiviación efectiva.

Además de la precedente descripción de las diversas zonas del recipiente, se logran ciertas características adicionales cuando se opera de acuerdo con la presente invención. En general, los materiales gruesos se asientan con mayor rapidez en el flujo de contracorriente del líquido de lixiviación, mientras que el material fino se asienta más lentamente. En su consecuencia, el tiempo de permanencia de los finos, al pasar a través del líquido de lixiviación, es algo mayor que el correspondiente al material más grueso. Según la velocidad de flujo del líquido de lixiviación, puede ocurrir que parte de los finos no se asienten en absoluto y que se derramen o se desplacen hacia arriba con el líquido de lixiviación. En el caso de que la velocidad de flujo sea lo suficientemente alta, el carácter de los finos puede ser tal que no se asienten con facilidad. Sin embargo, la proporción de tiempo de permanencia requerido para extraer los valores de los sólidos de mineral está en relación inversa con el tamaño de partículas, de modo que los finos solamente requieren un tiempo de permanencia breve, en el recipiente, mientras que los ma-

420582

#8



teriales gruesos deben permanecer en el mismo durante un período más prolongado. Por consiguiente, con frecuencia puede comprobarse que las velocidades de asentamiento de determinados materiales en la solución de lixiviación ascendente corresponden al tiempo de permanencia requerido. Por esta razón, en ciertas circunstancias, los finos que rebosan con el líquido de lixiviación pueden desecharse, después de haber pasado a través de un espesador para la recuperación del licor, y la velocidad de flujo ascendente del líquido de lixiviación puede ajustarse frecuentemente de modo que se mantenga un tiempo de permanencia adecuado para los materiales finos.

En otros casos, esta clasificación natural puede tener el efecto opuesto y ser indeseable, es decir, el hecho de que las piezas de mayor tamaño se asienten a mayor velocidad que las piezas de menor tamaño se traduce en que los finos con velocidades de asentamiento bajas, pero positivas, tienen un mayor tiempo de permanencia en el reactor que las piezas grandes. Además, la descarga de cualquier sólido por la parte superior del recipiente de reacción, requiere una separación adicional de líquido-sólidos del rebose, lo cual, en muchos casos, no es deseable. Así, la clasificación natural puede contribuir en contra de los resultados deseados, ya que las piezas de mayor tamaño, que requieren el tiempo de tratamiento más prolongado, se asientan y se descargan antes de haberse completado el tratamiento deseado. En esta situación, la extracción de los sólidos de la porción inferior del recipiente y la

420582

18 NOV



recirculación de los mismos a través del recipiente,
mediante su reintroducción por la parte superior, permi-
tirá que los sólidos reciban suficiente tratamiento. Además,
la carga existente de sólidos y de finos, ya en el reci-
5 piente, hará que los sólidos recirculados permanezcan un
segundo tiempo de permanencia incluso más largo, debido
a que se impide su asentamiento por parte de los sólidos
ya presentes. En cualquier caso, y dependiendo de la
naturaleza de la distribución de tamaños de los sólidos
10 tratados, es posible lograr tiempos de permanencia de
lixiviación satisfactorios, para las diversas fracciones
de sólidos, ya sea con la ayuda del asentamiento y clasi-
ficación naturales de los sólidos a medida que pasan a
través del reactor, ya sea, en caso de que ello sea adver-
15 so, por medio de recirculación adecuada de los sólidos de
mayor tamaño.

Los sólidos dentro del recipiente se extraen ya sea
periódicamente o de manera continua a través del sumidero
22, mediante la apertura de una válvula adecuada 57. La
20 naturaleza de la reacción de la tobera de chorro, en cuanto
a mantener la zona de lodo inferior, sumamente agitada,
dentro del recipiente, es tal, que la extracción de sólidos,
en forma de un lodo de fondo, es rápida y efectiva
bajo todas las condiciones. Los sólidos extraídos se hacen
25 pasar a la siguiente etapa, después de haber pasado por el
separador 34, para la recuperación del licor madre de
lixiviación, poseyendo la etapa subsiguiente un líquido
de lixiviación de menor concentración. Cuando los sólidos

420582



están agotados, pueden ser enviados a un depósito de residuos.

El flujo de rebose de solución madre de lixiviación se hace pasar por el espesador 36 para extraer cualquier sólido arrastrado, y luego se lo envía ya sea a una extracción de recuperación de valores de metal, ya sea a una etapa adyacente, para reaccionar con sólidos que estén menos agotados.

Durante la operación de cada etapa ilustrada, puede ser deseable hacer pasar una porción o la totalidad del flujo de rebose de nuevo a través de una válvula de regulación 58 y de la tobera de chorro, o directamente a lugares periféricos dispuestos en la porción inferior del recipiente, por ejemplo a través del conducto de recirculación del flujo de rebose y de la válvula 60.

En algunos casos, puede convenir la recirculación de los sólidos en el mismo recipiente, en cuyo caso ello se logra fácilmente haciendo retornar la corriente de fondo de sólidos descargada del sumidero, a modo de lodo, a la porción superior del recipiente, a través del conducto de recirculación de lodo y de la válvula 62. Esta forma de proceder asegura la circulación de los sólidos, particularmente cuando los mismos se procesan intermitentemente con respecto a esta etapa.

A continuación se da un ejemplo de aplicación de la presente invención:

Un mineral de óxido de cobre típico, que contenía 0,7 % de óxidos de cobre, se trituró en un triturador de

420582



cono hasta un tamaño de partículas de 0,95 cm. Una cantidad de este mineral se introdujo en el recipiente de reacción, mediante el bombeo del mismo en forma de lodo acuoso y el drenaje del agua arrastrada. El líquido de lixiviación, consistente en H_2SO_4 al 6 %, se suministró en forma de chorro a la región inferior del recipiente. Este ácido ascendió a través de los sólidos, formando una corriente de rebose, la cual se hizo pasar a través del espesador, y la fase líquida se hizo pasar de nuevo a través de la tobera de chorro. Estas operaciones se prosiguieron durante aproximadamente tres horas, al final de lo cual la recuperación de cobre por lixiviación se había completado en un porcentaje de aproximadamente 90 %, y el licor madre de lixiviación resultó adecuado para un tratamiento posterior.

Después se dejó salir el licor madre, y los sólidos se lavaron, por ejemplo con agua, para extraer cualquier posible valor residual. Posteriormente, los sólidos se descargaron en forma de lodo, mediante la operación del mecanismo de chorro, empleándose agua como fase de arrastre líquida.

En el ejemplo precedente es de hacer notar que los sólidos, una vez completada la lixiviación, se extrajeron en una suspensión acuosa en forma de lodo. Al igual que la propia operación de lixiviación, este procedimiento se efectuó en condiciones de inundación, en que la corriente de chorro de alta velocidad actuó sobre los sólidos en la región más baja del recipiente. Los sólidos golpeados por la corriente volvieron a ser transformados en pulpa por

420582



la misma y fluyeron de nuevo hacia el sumidero, en forma de un lodo descargable. Mediante el movimiento progresivo del chorro fueron golpeados continuamente nuevos sólidos y extraídos hasta que el material en la región más baja se redujo a menos del necesario para soportar el peso de los sólidos superpuestos. Entonces, toda la carga se desplazó hacia abajo, para ser a su vez extraída.

Haciendo ahora referencia a las Figs. 3 y 4, en ellas se ilustra otra forma de realización del aparato lixivador según la invención, que permite una operación de alimentación continua de sólidos particularmente sencilla, así como una extracción periódica de sólidos en forma controlada, a fin de regular el tiempo de permanencia de los sólidos, y que permite también la introducción intermitente de una corriente de gas de agitación en la región inferior del reactor. Así pues, tal como queda ilustrado, está previsto un recipiente 100 provisto de paredes laterales 102 y de una pared de fondo 104. Están previstos medios para la alimentación controlada de sólidos al reactor, los cuales consisten en la tolva 106 que se extiende en forma de conducto 108 hacia abajo, hasta la parte superior del recipiente. Los sólidos son introducidos, por tanto, en el recipiente hasta el extremo inferior del conducto 108, y a medida que desciende el nivel de sólidos son alimentados automáticamente, por gravedad, sólidos adicionales, de manera que el nivel de sólidos se mantiene siempre en el nivel establecido por el extremo inferior del conducto.

Están previstos medios para extraer intermitentemente

420582



los sólidos del recipiente, los cuales consisten en las trampas de descarga 110, 112 y 114. Cada una de estas trampas comprende una válvula superior 116 y una válvula inferior 118, unidas entre sí mediante una porción tubular

5 120 determinadora del volumen de descarga. Las salidas de cada una de las válvulas inferiores 118 conducen ya sea a una unidad de lixiviación sucesiva, ya sea, preferentemente si puede efectuarse una operación de una sola etapa, a la tolva 124 de carga de sólidos de una unidad de lavado

10 126. Cada válvula es de un tipo apropiado, tal como por ejemplo una válvula de compresión que comprende una caja en la cual está alojado un manguito de material elástico, el cual es comprimido por presión externa y neumática a fin de cerrar la válvula. Este tipo de válvulas

15 pueden adquirirse de la Clarkson Company de California (EE.UU.).

Durante el funcionamiento, controles asociados a las válvulas permiten la apertura y el cierre alternativos de las mismas, de modo que cuando se abre la primera válvula

20 penetran sólidos del reactor en la porción tubular y en dicha primera válvula. La citada porción tubular 120 determina por tanto un volumen de descarga de sólidos. A continuación se cierra la primera válvula y se abre la segunda válvula, para así descargar intermitentemente una

25 cantidad de material de la región inferior del reactor. Se ha podido comprobar que preveyendo un acceso al aire libre de la segunda válvula, de modo que después de la descarga del volumen determinado por la porción tubular

420502

8 N



ésta se llene de aire, después de la repetición del ciclo, cerrando la segunda válvula y abriendo la primera válvula, este volumen de aire es introducido en la región inferior del reactor en forma de una burbuja de gas que asciende por el recipiente y remueve el lecho, evitando así adicionalmente la formación de canales en el material contenido en el recipiente. Por consiguiente, las trampas de descarga sirven también como medio para introducir periódicamente una burbuja de gas en la región inferior del recipiente.

Están previstos medios para introducir líquido lixivador en la región inferior del recipiente 100, los cuales comprenden una tobera vertical 130 de tipo de cámara impenetrante. Además, para proporcionar un mayor campo de cobertura, están dispuestas toberas adicionales 132, 133 y 134 en la periferia del recipiente. Están previstos medios para desplazar en movimiento oscilatorio o giratorio cada una de las toberas, a fin de barrer según un arco de círculo el fondo del recipiente. A medida que se introduce el líquido lixivador, toda la región inferior del recipiente, hasta el nivel determinado por la altura de las toberas más altas, se transforma en una zona de reacción agitada, en la que los sólidos son vigorosamente entremezclados con el líquido lixivador entrante. A efectos de limpieza, puede también estar previsto un sumidero 150 en la región inferior del recipiente, de forma análoga a la descrita en relación con el aparato ilustrado en las Figs. 1 y 2, de manera que el recipiente pueda ser vaciado de tanto en tanto.

420582



La unidad de lavado 126 está construida de forma análoga a la unidad de lixiviación. Así pues, están previstos medios de tobera 136 para introducir un líquido de lavado, generalmente agua, en la región inferior de un
5 recipiente 138, a fin de crear una zona agitada en el fondo del recipiente y facilitar así la liberación de los valores metálicos de los sólidos mediante una acción de lavado. La tolva 124 de carga de alimentación regula automáticamente la alimentación del material, procedente de la etapa prece-
10 dente, al recipiente mediante el conducto 125, de igual modo que el descrito ya con respecto al recipiente 100 y al conducto 108. En la pared de fondo del recipiente de lavado están previstas salidas 140, 142, construidas de forma análoga a las trampas de descarga de sólidos 110,
15 112, 114 descritas más arriba. El material procedente de las trampas de descarga de sólidos es conducido a una bomba apropiada de transformación en lodo, que reciba suficiente agua de transformación para facilitar una rápida manipulación de los sólidos empobrecidos.

20 A continuación se describe con mayor detalle el funcionamiento del aparato ilustrado en las Figs. 3 y 4. Supóngase que en la región inferior del recipiente se vaya introduciendo líquido lixivador en una cantidad apropiada y que los sólidos hayan sido introducidos, a través de la tolva
25 106 y del conducto 108, hasta un nivel predeterminado en el recipiente. Al introducirse líquido lixivador adicional, este líquido crea una zona vigorosamente agitada en la región inferior del recipiente, en la que los sólidos que se han

420582



desplazado hacia abajo son golpeados vigorosamente por los chorros de líquido lixivador entrantes. Todo el flujo de material a través del reactor es de contracorriente, elevándose finalmente el líquido lixivador madre hasta
5 arriba, rebasando el vertedero de rebose 148. El líquido madre puede entonces tratarse de igual modo que el descrito en relación con el aparato de la Fig. 2.

Periódicamente se accionan las trampas de descarga para extraer una carga de sólidos, mediante la apertura de la
10 válvula superior mientras se mantiene cerrada la válvula inferior. Los sólidos llenan preferentemente la trampa, desplazando esencialmente todo el líquido, excepto el contenido en los intersticios. Entonces se cierra la válvula superior y se abre la válvula inferior para descargar una
15 cantidad predeterminada de sólidos. Al penetrar los sólidos en la trampa de descarga, se produce un movimiento gradual de todo el lecho contenido en el reactor. En términos generales, el mantenimiento de un alto grado de movimiento del material en el interior del reactor se consigue mediante
20 una combinación del movimiento del material, debido a la extracción periódica de sólidos por el fondo, con las corrientes creadas por los chorros atravesantes que se desplazan por toda la región inferior del recipiente.

Las fuerzas primarias arriba mencionadas son asistidas,
25 adicionalmente, por la introducción de una burbuja de gas, generalmente aire, durante cada ciclo operativo de las trampas de descarga. Este gas ascendente atraviesa el lecho de material y remueve el material suficientemente

420500



para evitar la formación de canales de recorrido del líquido a través del lecho. De esta manera se dispone en el aparato descrito de un medio para una extracción selectiva, controlada, de esencialmente sólidos del fondo del reactor, manteniéndose un flujo superior en contracorriente de líquido lixivador. Se ha podido comprobar que el contenido de sólidos en el material extraído de la región inferior del recipiente puede mantenerse a un nivel tan alto, que la pérdida de líquido lixivador, simultáneamente con la descarga de sólidos, no constituye factor apreciable alguno. El tiempo de permanencia de los sólidos que pasan por el reactor es controlado por la velocidad de trabajo y el volumen determinado por las trampas de descarga.

En términos generales, el funcionamiento del reactor arriba descrito es extremadamente sencillo en cuanto a la manipulación de los sólidos, ya que la alimentación es por gravedad y se realiza automáticamente sin parte móvil alguna. Las válvulas empleadas en las trampas de descarga son de funcionamiento seguro y sencillo y proporcionan un control total de la velocidad de movimiento de los sólidos. Se hace también constar que el circuito de líquido lixivador puede mantenerse en forma de circuito cerrado, a fin de evitar cualquier daño en el medio ambiente y permitir también la modificación controlada del líquido lixivador hasta condiciones óptimas. Ello incluye la posibilidad de calentamiento o de adición de agentes oxidantes al líquido lixivador.

Aunque el funcionamiento del aparato ilustrado en las

420522



Figs. 3 y 4 es similar al de la Fig. 2, existen importantes diferencias. Así por ejemplo, excluida la disposición particular de alimentación, el reactor está dividido en solamente dos zonas: la zona inferior agitada y una zona
5 sobrepuesta a ella, de sólidos en contacto mútuo que se desplazan lentamente hacia abajo y hacia la zona agitada. Por consiguiente, la zona de libre asentamiento del aparato ha sido eliminada, obteniéndose la característica adicional de una disposición de alimentación de sólidos automática,
10 no mecánica. Aunque se han descrito formas particulares de realización de la invención, que se consideran apropiadas para realizar la presente invención, resultará evidente que pueden introducirse múltiples modificaciones y variaciones en el aparato descrito sin apartarse del espíritu y ámbito
15 de la presente invención. Así por ejemplo, las trampas de descarga del aparato ilustrado en las Figs. 3 y 4 comprenden también medios para introducir burbujas de gas en las porciones inferiores del reactor. Tales medios podrían fácilmente estar dispuestos separadamente, si se deseara. Además,
20 aunque se ha ilustrado un aparato provisto de toberas de chorro dispuestas en el fondo, es evidente que la disposición de montaje de dichas toberas puede variarse, disponiéndose por ejemplo todas las toberas en forma de una estructura separable o fija, colgada de la parte superior del recipiente y que se extienda hacia abajo hasta la región
25 inferior. Por consiguiente, el alcance de la presente invención debe considerarse en términos generales de acuerdo con el alcance determinado por las siguientes reivindicaciones

420582

8 NO



y sin referencia específica a las características particulares descritas más arriba, a título de ejemplo.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de ponerlo en práctica, se hace constar que todo cuanto no altere, cambie o modifique su principio fundamental puede quedar sometido a variaciones de detalle. También se hace constar que esta invención corresponde a la descrita en la Solicitud de Patente Ser. N^o 305.144 y otra desglosada de ésta, Ser. N^o 411.912, depositadas en los EE.UU. en 9 de Noviembre de 1972 y en 1 de Noviembre de 1973, respectivamente, cuya prioridad se reivindica de acuerdo con los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo esencial y por lo que se solicita Patente de Invención, por veinte años, lo que queda resumido en las siguientes reivindicaciones:

1^a.- Aparato para la lixiviación hidrometalúrgica de minerales, caracterizado porque comprende un recipiente vertical provisto de paredes laterales y de una pared de fondo, medios de tobera destinados a constituir una salida de descarga de sólidos en la pared de fondo, medios adaptados para suministrar líquido lixiviador en al menos un chorro dirigido esencialmente en sentido paralelo a la pared de fondo desde un punto situado esencialmente por encima de la pared de fondo, medios para desplazar progresivamente dicho chorro de modo que barra el fondo de dicho recipiente, medios para suministrar solución lixiviadora a dichos medios de tobera, medios para suministrar sólidos a la zona superior de dicho recipiente, un conducto de des-

420582



carga de líquido de rebose dispuesto en el extremo superior de dicho recipiente, de modo que el líquido lixivador introducido por el fondo pasa hacia arriba a través de los sólidos contenidos en dicho recipiente y en flujo de contracorriente con respecto a los sólidos contenidos en el
5 recipiente que se desplazan hacia abajo y resulte, por tanto, un flujo de rebose de dicho recipiente, medios para recibir el flujo de rebose y para extraer cualquier contenido de sólidos del mismo, y medios de descarga de
10 sólidos de la corriente de fondo desde dicha salida de descarga.

2^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque comprende además medios para devolver dichos sólidos de la corriente de fondo a la zona superior del
15 recipiente.

3^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque comprende además medios para devolver el flujo de rebose a la zona inferior de dicho recipiente.

4^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado
20 porque dichos medios de descarga de la corriente de fondo comprenden una primera válvula, una segunda válvula, y una porción tubular determinadora de un volumen de descarga y que conecta dichas válvulas en serie, así como también
medios para abrir y cerrar selectivamente dichas válvulas
25 en una sucesión tal que se llene dicha porción tubular y subsiguientemente se cierre dicha primera válvula y se abra dicha segunda válvula para descargar una cantidad predeterminada de sólidos de dicho recipiente.



5^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque dicha salida de descarga comprende una trampa de descarga constituida por una primera válvula y una segunda válvula interconectadas por una porción tubular, estando
5 previstos medios para accionar dichas válvulas a fin de llenar y vaciar periódicamente dicha porción tubular.

6^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque dichos medios para suministrar sólidos comprenden medios de alimentación controlada adaptados para suminis-
10 trar sólidos, por efecto de la gravedad, hasta un nivel predeterminado en dicho recipiente, manteniéndose automáticamente este nivel a medida que se extraen los sólidos.

7^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque dichos medios para suministrar líquido lixiviador
15 comprenden un circuito cerrado.

8^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque comprende además medios para introducir periódicamente un volumen de gas en dirección ascendente a través de dicho recipiente.

20 9^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracterizado porque comprende una primera unidad y una segunda unidad de construcción análoga a la primera, así como medios para transportar los sólidos de la corriente de fondo desde la primera unidad a la segunda unidad, y medios para suminis-
25 trar el líquido de rebose desde la segunda unidad a dicha primera unidad, de modo que dichos sólidos y líquido lixiviador se desplazan entre las unidades en un flujo de contracorriente.

420582



10^a.- Aparato según la reivindicación 1^a, caracteri-
zado porque comprende además medios para introducir periódicamente un volumen de gas en la zona inferior de dicho recipiente para agitar de este modo el material contenido en
5 el mismo.

11^a.- Método para la lixiviación hidrometalúrgica de minerales con empleo de un aparato según las reivindicaciones precedentes, particularmente para la extracción de valores minerales susceptibles de ser extraídos de un mineral triturado, en el que se hacen entrar en contacto simultáneamente, en un recipiente de reacción, el mineral y un líquido lixivador, caracterizado porque comprende las etapas de introducir el mineral en la zona superior del recipiente de reacción y de introducir simultáneamente el
10 líquido de extracción en la zona inferior del recipiente, de modo que los sólidos se desplacen gradualmente hacia abajo, por efecto de la gravedad, a través de una columna ascendente de líquido extractor para originar una extracción en contracorriente de los valores de dichos minerales,
15 y porque comprende adicionalmente las etapas de dirigir el líquido de extracción en forma de un chorro agitador a una zona esencialmente paralela a la pared de fondo de dicho recipiente y dispuesta por encima de la misma, de desplazar progresivamente dicho chorro alrededor de dicha
20 zona a una velocidad suficiente para dar lugar a la formación de una zona de reacción altamente agitada, en la que la agitación sea lo suficientemente grande para obtener un constante entremezclado y repetido contacto superficial
25

420582

8 NOV



entre el líquido y los sólidos en dicha zona e impedir acumulación sustancial alguna de sólidos asentados, extrayéndose simultáneamente un flujo de rebose de la zona superior y los sólidos de la zona inferior de dicho recipiente.

5 12^a.- Método según la reivindicación 11^a, caracterizado porque comprende además las etapas de desmenuzar el mineral a un tamaño máximo de aproximadamente 0,95 cm y de suministrar el mineral así desmenuzado para la introducción del mismo en el recipiente, sin subdivisión o clasificación
10 adicional alguna.

 13^a.- Método según la reivindicación 11^a, caracterizado porque comprende además las etapas de extraer el líquido
15 lixiviador de dicho recipiente después de la recuperación de los valores, de lavar los sólidos para recuperar el líquido lixiviador residual, de extraer subsiguientemente los sólidos empobrecidos restantes mediante introducción de un líquido en forma de un chorro de alta velocidad en la zona inferior del recipiente para convertir en pulpa los sólidos y transformarlos en un lodo bombeable, y de
20 extraer de manera continua dicho lodo a medida que se va formando en el recipiente.

 14^a.- Método según la reivindicación 11^a, caracterizado porque comprende adicionalmente las etapas de extraer el líquido lixiviador del recipiente cuando los valores minerales han sido suficientemente recuperados para dejar en el
25 recipiente sólidos al menos parcialmente empobrecidos, y de extraer subsiguientemente los sólidos inyectando un chorro líquido en la zona inferior del recipiente y desplazando

420582

8 NOV.



progresivamente dicho chorro, de modo que el impacto del chorro dé lugar a la formación de un lodo bombeable de dichos sólidos, y de extraer simultáneamente el lodo recién formado de manera continua a través del fondo de dicho recipiente.

5 15^a.- Método según la reivindicación 11^a, caracterizado porque comprende además las etapas adicionales de extraer periódicamente una cantidad de sólidos del fondo de dicho recipiente de reacción con una cantidad mínima de líquido y de introducir periódicamente una cantidad de gas en la
10 zona del fondo de dicho recipiente de reacción, elevándose dicho gas a través del recipiente para agitar de este modo el lecho de material contenido en el mismo.

16^a.- APARATO Y METODO PARA LA LIXIVIACION HIDROMETALURGICA DE MINERALES,
15 tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria que consta de treinta y tres hojas mecanografiadas por una sola cara y de dos láminas de dibujos.

BARCELONA, 8 de Noviembre de 1973.

MARCONA CORPORATION
P.P.
J. GOMEZ-ACERO Y MODET
p.p. fdo.: E. Ferragüela Colón

ESCALA VARIABLE

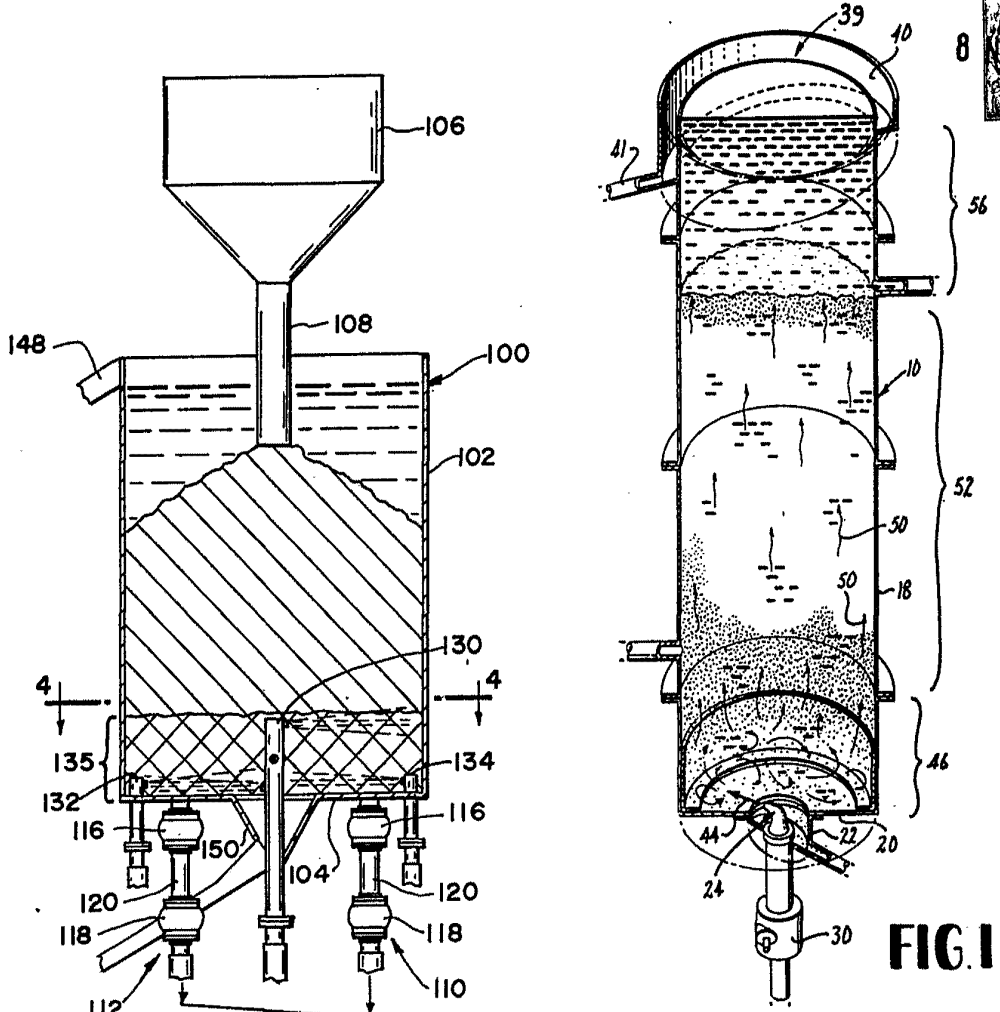


FIG. 1

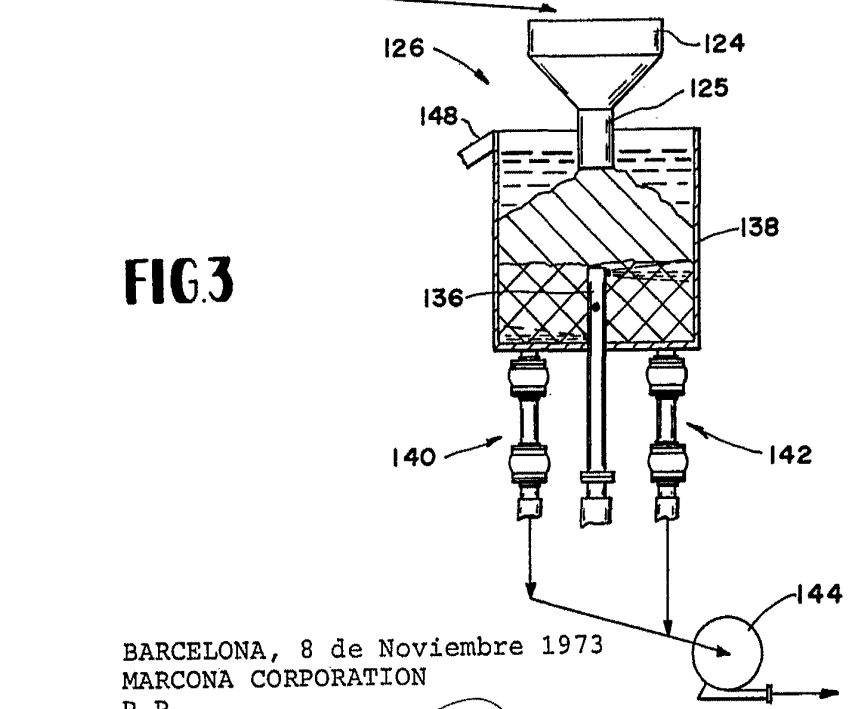


FIG. 3

BARCELONA, 8 de Noviembre 1973
MARCONA CORPORATION
P.P.

M. SOMER
[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE

FIG. 2

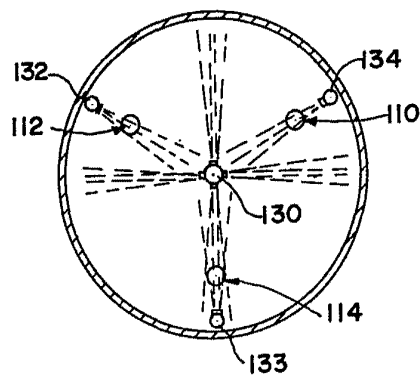
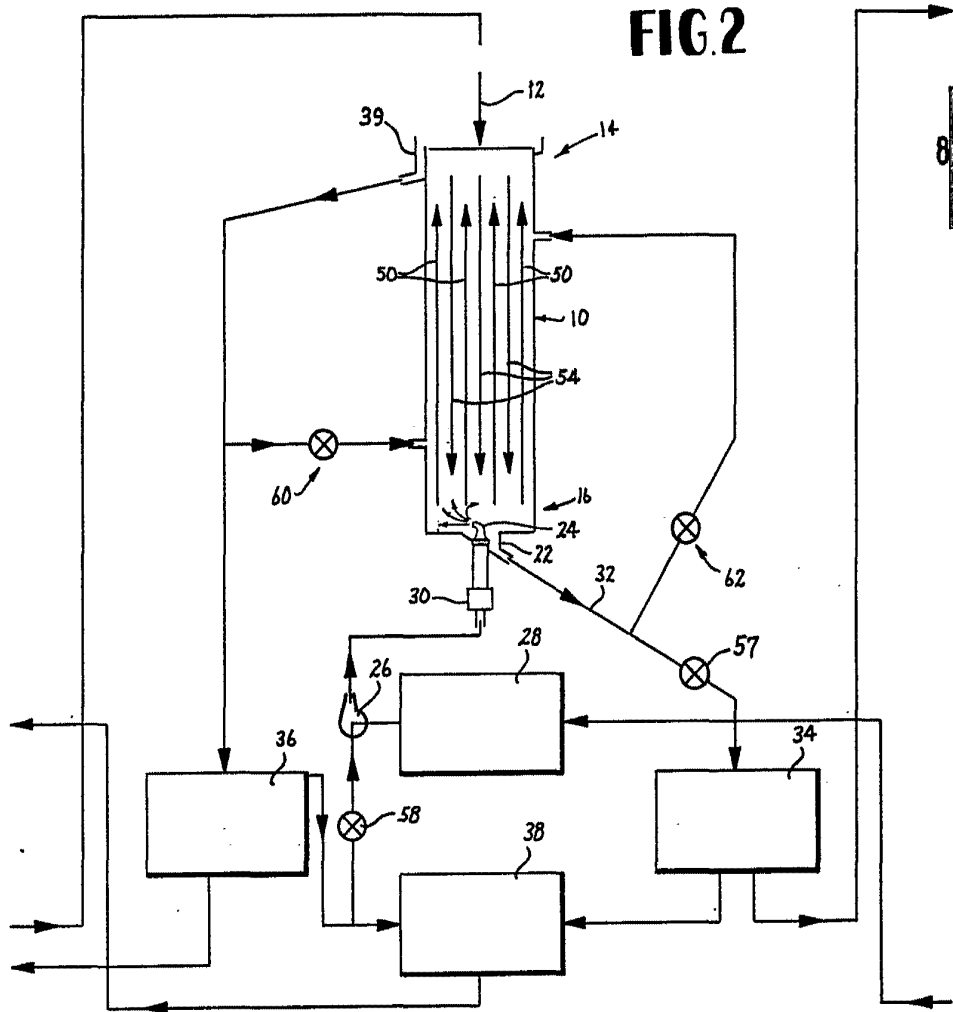


FIG. 4

BARCELONA, 8 de Noviembre de 1973
 MARCONA CORPORATION
 P.P. 3000000000 MODELO

A handwritten signature or mark at the bottom of the page.