



16 ES	11 NUMERO	10 A1
	21	
22	FECHA DE PRESENTACION	

**PATENTE DE INVENCION**

10 PRIORIDADES:	12 FECHA	13 PAIS
11 NUMERO		
413.409	6 de noviembre de 1.973	EE.UU. de A.

14 FECHA DE PUBLICIDAD	15 CLASIFICACION INTERNACIONAL	16 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C 02 C	

17 TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA OXIGENAR UN CUERPO DE AGUAS RESIDUALES

18 SOLICITANTE (S)
AIRCO, INC

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
85 Chestnut Ridge Road, Montvale, Estado de New Jersey, EE.UU. de A.

19 INVENTOR (ES)
Bradley Stone Kirk, Ing., Raymond Mark Chappel, Ing.

20 TITULAR (ES)

21 REPRESENTANTE
GOMEZ-ACEBO

**POOR  
QUALITY**



La presente invención se relaciona en términos generales con la tecnología de depuración de aguas, y más específicamente con (métodos y aparatos para disolver oxígeno en aguas residuales), como las que se reciben para su depuración en instalaciones para aguas cloacales municipales, y lo similar.

El procedimiento convencional, que emplea fangos activados para la depuración de aguas residuales, comprende la degradación biológica de materiales orgánicos contenidos en éstas. Para ello hay que mantener condiciones aeróbicas, las que normalmente se logran por aireación abierta, para disolver en las aguas residuales el oxígeno del aire ambiental. Aunque esos procedimientos se han usado con éxito durante muchos años, su rapidez y eficiencia tienen límites definidos. Por ejemplo, tanto el régimen al que el oxígeno se puede disolver en el agua, como la concentración máxima del oxígeno, que se puede alcanzar, están claramente limitados. Por consiguiente, la necesidad cada vez más apremiante de una mayor y



mejor depuración de las aguas residuales, para proteger la ecología de nuestra sociedad en expansión, se puede satisfacer con procedimientos existentes sólo mediante una proliferación muy costosa de las instalaciones y un enorme consumo de fuerza motriz.

5

La presente invención está encaminada a métodos y aparatos para disolver oxígeno en aguas residuales con mayor rapidez y eficiencia, a fin de acelerar la biodegradación del material orgánico. Ello, a su vez, aumenta el rendimiento de las instalaciones de depuración y reduce el costo por unidad.

10

El costo se puede reducir aun cuando se usa oxígeno, o aire enriquecido en oxígeno (que cuesta dinero) en lugar del aire atmosférico (que es gratis). Además, para mantener mínimo el costo del tratamiento, hay que usar eficientemente el oxígeno; quiere decir que un elevado porcentaje del oxígeno suministrado debe disolverse en las aguas residuales y quedar retenido por éstas.

15

De acuerdo con esta invención se provee un aparato para tratar un cuerpo de aguas residuales por disolución de oxígeno en el mismo, que comprende

20

una cámara generalmente encerrada, que se coloca en dicho cuerpo de aguas residuales y que tiene

una entrada, para admitir una porción de dicho cuerpo de aguas residuales,

25

medios para oxigenar las aguas residuales admitidas



hasta un primer nivel de oxígeno disuelto,

una salida, para descargar las aguas residuales oxigenadas a dicho cuerpo de aguas residuales a un régimen y en una dirección predeterminadas de modo de diluir aquéllas en éste y llevar el nivel de oxígeno disuelto de dicho cuerpo de aguas residuales a un segundo nivel, inferior a dicho primer nivel.

La presente invención provee además una estructura que incluye una segunda cámara encerrada, que tiene una entrada, una salida, y entre éstas una zona oxigenante. La estructura se puede colocar en el tanque u otro cuerpo de agua a oxigenar, o puede ubicarse adyacentemente al mismo. El agua a oxigenar se lleva del cuerpo principal de la misma al interior del dispositivo por la entrada, y después de oxigenarla se descarga de la salida al mismo cuerpo principal del que se la retiró, o alternativamente a un segundo cuerpo principal para mezclarla con ésta y diluir el agua del mismo.

La oxigenación se efectúa dentro de la unidad, haciendo pasar la corriente de agua entrante a una cavidad de gas rico en oxígeno, que se mantiene dentro de la unidad, y haciéndola entrar en contacto con dicho gas aprisionado en una zona turbulenta restringida, adyacente a dicha cavidad. Se establecen parámetros para asegurar un adecuado tiempo de estada de la corriente en la zona turbulenta, después del cual la corriente entra a una zona más quieta que permite al oxígeno



no disuelto escaparse del agua y volver a la cavidad de gas para ser usado nuevamente . El agua, que tiene un elevado contenido de oxígeno disuelto, se descarga entonces direccionalmente de la unidad, a una velocidad predeterminada, para  
5 mezclarla a fondo con el cuerpo principal de aguas residuales en el tanque o estanque que, por lo común, es el mismo tanque o estanque del que se la sacó. En la forma de realización preferida, el agua que entra a la unidad se bombea por un conducto tipo trampa por sobre un vertedero, para hacerla caer libremente a través del volumen encerrado de gas rico en oxígeno, que se mantiene bajo presión adecuada dentro de la unidad.  
10 Después de caer sobre la superficie del agua, la corriente turbulenta se puede alejar de la zona de caída, mediante desviadores apropiados, a la zona más quieta, para separar el oxígeno no disuelto y recuperarlo.  
15

Era cosa conocida, con anterioridad a la presente invención, acelerar la depuración de aguas residuales con fangos activados empleando en lugar del aire ambiental una atmósfera enriquecida en oxígeno, como medio para mantener  
20 condiciones aeróbicas en una pileta de aireación. Tal procedimiento se describe en un artículo "Aeration with a High-Oxygen Atmosphere in A.S. Process", por Harold E. Babbitt, publicado en *Wastes Engineering*, mayo de 1952, páginas 258-259. Dicho artículo describe un procedimiento para oxigenar  
25 aguas residuales, que emplea una tapa estanca al gas en la



5 parte superior de un tanque de aireación, y una atmósfera en-  
riquecida por oxígeno en el espacio entre la superficie de las  
aguas residuales y la tapa. Gas consistente en un 95% de oxí-  
geno se introduce en el tanque de aireación mediante un dis-  
positivo alimentador sumergido, y el gas de aireación, que  
se junta en dicho espacio, se hace circular a través de un  
compresor al dispositivo de alimentación. Aunque ese procesa-  
miento alcanza en un tiempo aceptable niveles relativamente  
elevados de oxígeno disuelto, la acumulación de gran canti-  
dad de gas de aireación, enriquecido en oxígeno, representa  
10 un serio peligro para la seguridad.

Más recientemente, a fin de aprovechar mejor el  
oxígeno, se han ideado procedimientos similares para depurar  
aguas residuales, que emplean atmósferas enriquecidas en oxí-  
geno en el espacio superior de un tanque de aireación cubier-  
to, y agitadores mecánicos para mezclar dinámicamente el oxí-  
geno y las aguas residuales. Por ejemplo, dispositivos simi-  
lares al aparato y los métodos descritos en el artículo pre-  
citado, se describen también en cinco patentes estadouniden-  
ses numeradas del 3.547.811 al 3.547.815. También estos dis-  
positivos requieren el mantenimiento de una atmósfera enrique-  
cida en oxígeno en un gran espacio superior de tanques cubier-  
tos, y, por ello, proveen un abundante abastecimiento de ma-  
terial combustible. Además, el empleo de agitadores mecáni-  
cos en forma de ruedas móviles accionadas por ejes, aireado-



res superficiales, y lo similar, aumenta substancialmente la posibilidad de una chispa accidental que, en esa atmósfera enriquecida en oxígeno, podría causar un incendio o una explosión.

5           Además de ser un riesgo para la seguridad, las suso-  
dichas tentativas de mejorar el procedimiento que emplea fun-  
gos activados en instalaciones existentes necesitan substan-  
ciales modificaciones estructurales de las mismas, con el  
consiguiente tiempo de inactividad y la correspondiente inver-  
sión de capital.

10           La patente estadounidense 3.503.593 describe el uso  
de aireadores superficiales en una cámara sumergida, para di-  
solver en un líquido un gas, tal como el aire. En la cámara  
se forma un espacio de aire, por introducción de aire presioni-  
15           zado. Aunque este dispositivo evita el precitado peligro que  
fluye del uso de aireadores superficiales en una atmósfera  
enriquecida en oxígeno, necesita un consumo relativamente  
elevado de fuerza motriz para disolver en un líquido, tal co-  
mo las aguas residuales, el oxígeno del aire introducido.

20           Otros aparatos para disolver gas en líquido, por prolongación  
del contacto entre las burbujas y el líquido, se describen  
en las patentes estadounidenses 3.476.366 y 3.643.403. Esta  
técnica introduce burbujas de gas en un líquido que fluye en  
dirección descendente en un embudo sumergido. Las fuerzas bo-  
25           yantes, que actúan hacia arriba, y las fuerzas de arrastre,



que actúan hacia abajo, tienden a alargar el tiempo de contacto entre las burbujas de gas y el líquido. Pero, por lo general, estas técnicas no mezclan adecuadamente el líquido descargado del embudo con el líquido circundante, que forma un cuerpo mayor, y una mezcla adecuada es esencial en un procedimiento que emplea fangos activados. Además, esos procedimientos de disolución confían demasiado en un simple contacto entre el gas y el líquido, para efectuar una transferencia masiva que no se produce necesariamente, en forma eficiente, en la práctica.

La interpretación de la invención será facilitada por la siguiente descripción detallada, de una forma de realización ejemplificativa de la misma, que se ofrece con referencia a los gráficos adjuntos en los cuales;

La figura 1 es una vista en elevación y en corte, de un aparato oxigenante ejemplificativo;

La figura 2 es una vista en elevación lateral, del aparato ilustrado en la figura 1;

La figura 3 es una vista en planta, del aparato ilustrado en la figura 1;

La figura 4 es una vista en elevación y en corte, de otra forma de realización ejemplificativa de un aparato oxigenante de la presente invención;

La figura 5 es una vista en corte, de una forma de realización ejemplificativa de una tobera de salida;



La figura 6 es una gráfica que ilustra el consumo de oxígeno con respecto a la velocidad del flujo superficial de las aguas residuales en un aparato oxigenante de la presente invención;

5 La figura 7 es una vista en elevación y en corte, de otra forma de realización ejemplificativa del aparato oxigenante de esta invención;

La figura 8 es un perfil de niveles de oxígeno disuelto en aguas residuales tratadas con el aparato oxigenante de esta invención; y

10 La figura 9 es un perfil de la velocidad de las aguas residuales en un tanque de depuración, durante el trabajo del aparato oxigenante de la presente invención.

Haciendo ahora referencia a los gráficos, y en particular a la figura 1, ésta ilustra una forma de realización ejemplificativa del aparato para oxigenar aguas residuales, que se puede usar en la depuración de aguas residuales con fangos activados. En este procedimiento de depuración, aguas residuales no tratadas se admiten, por lo común, a una pileta de sedimentación primaria, en cuyo fondo se asientan y se juntan los sólidos de fácil sedimentación. Las aguas residuales se hacen pasar entonces, juntamente con fango activado, a un tanque de tratamiento, y se disuelve en ellas oxígeno suministrado por un gas de alimentación. A esta altura del procedimiento, la combinación de aguas residuales y fango ac-

5

10

15

20

25



5      tivado se llama frecuentemente "licor mixto"; pero, para ma-  
yor comodidad, se usará aquí, como pleno equivalente, la ex-  
presión "aguas residuales". Después de retener las aguas re-  
siduales durante tiempo suficiente para reducir su demanda  
biológica de oxígeno al nivel deseado, se las hace pasar a  
un depósito de decantación o "clarificador", donde el efluen-  
te purificado se decanta y el fango activado se separa por  
sedimentación. A fin de mantener actividad microbiana sufi-  
ciente, una porción predeterminada del fango recogido se ha-  
ce volver al tanque de tratamiento.

10      El aparato oxigenante 10 comprende dos cámaras 11 y  
11' generalmente encerradas, substancialmente idénticas, que  
se ubican en un cuerpo de aguas residuales 12. Las aguas re-  
siduales 12 están contenidas en un tanque 13, que puede ser  
15      un convencional tanque de tratamiento secundario, abierto,  
destinado a recibir las aguas residuales a oxigenar.

20      La cámara 11 se coloca en el tanque 13, montada me-  
diante soportes apropiados sobre patas ajustables 14. Las  
extremidades superiores de la cámara 11 se extienden por en-  
cima de la superficie de las aguas residuales, pero también  
se la puede sumergir completamente en el tanque del caso. El  
fondo de la cámara 11 está espaciado desde el fondo del tan-  
que 13, lo suficiente como para poder establecer en el tan-  
que 13 flujos predeterminados de aguas residuales oxigenadas.



5 El aparato oxigenante 10 tiene una entrada 15 en forma de  
conducto convencional, situado bajo la superficie de las  
aguas residuales 12 y entre las cámaras 11 y 11'. Una bomba  
17, que puede ser una convencional bomba de rodete con flujo  
axil, está dispuesta dentro de la entrada 15 y montada para  
rotación en un eje, de manera conocida. Un motor eléctrico  
16, montado encima de las aguas residuales 12, está conecta-  
do por el eje en relación de accionamiento con la bomba 17.  
10 De esta manera, una corriente de aguas residuales 12 es obli-  
gada a entrar por el pleno 18 a las cámaras 11 y 11'. El ple-  
no 18 puede tener forma de divisor bilateral del flujo del  
fluido, provisto de elementos de soporte 19 para conectar  
rígidamente las porciones inferiores de las cámaras 11 y 11'.  
Además, las porciones superiores de las cámaras 11 y 11' se  
15 pueden fijar entre sí mediante apropiados elementos de sopor-  
te 22. Alternativamente, las cámaras 11 y 11' se pueden ubi-  
car fuera del tanque 13, de modo de recibir de éste las aguas  
residuales y descargar al mismo las aguas residuales oxigena-  
das.

20 La cámara 11, que está generalmente encerrada, com-  
prende una entrada 20, una zona de mezcladura estática 24,  
espacios de acumulación de líquido y de gas 25 y 26 respecti-  
vamente, y una salida 31. La entrada 20 de la cámara 11 es  
un conducto substancialmente vertical, definido por una pared  
25 vertical exterior de la cámara 11 y un tabique 21. En la cá-



5      mara 11 está montado apropiadamente un desviador vertical 23, espaciado desde una porción del tabique 21 y paralelo a la misma. La parte superior del desviador 23 está espaciada desde el techo de la cámara 11, y el extremo inferior del desviador 23 está espaciado desde una porción substancialmente horizontal del desviador 27, que se extiende desde el tabique 21. Por lo tanto, el tabique 21 y el desviador 23 definen una zona de mezcoladura estática 24, que se describirá más detalladamente más adelante.

10            Un espacio de acumulación de gas 26 se forma en la porción superior de la cámara 11 por introducción de gas oxigenado, apropiadamente presionizado. La extensión del espacio de acumulación de gas 26 y, por ende, la profundidad del líquido en el espacio 25 depende de la presión del gas introducido por la entrada 29 en la porción superior de la cámara 11. Es evidente que el gas presente en el espacio 26 durante el trabajo del aparato 10 comprenderá gas de alimentación, oxígeno desprendido de las aguas residuales en el espacio de acumulación de líquido 25, y otros gases separados de las aguas residuales. Por lo tanto, el gas en el espacio de gas 26 se llamará en adelante "gas oxigenante".

15            El espacio de acumulación de gas 26 comunica con la zona de mezcoladura estática 24 por un pasaje 28, definido por la parte superior de la cámara 11 y el extremo superior del desviador 23. El gas de alimentación, que se introduce

20

25



5 en la porción superior de la cámara 11, es preferentemente gas enriquecido en oxígeno, que contiene al menos un 40% de oxígeno. Está provista una abertura de ventilación o salida 30, para desventar los gases II agotados o residuales, tales como el nitrógeno que se separa de las aguas residuales durante su oxigenación, y que se junta en el espacio de acumulación de gas 26. Con preferencia, la boca de ventilación 30 está situada lejos del espacio de acumulación de gas 26 para que no entre en ella la espuma que se puede formar durante la oxigenación de las aguas residuales.

10 En la porción inferior de las cámaras 11 y 11' está provista una boca de descarga de las aguas residuales oxigenadas. La configuración específica de esta boca de descarga dependerá de la disposición específica del flujo que deberá mantenerse en las aguas residuales 12 para mantener en suspensión los sólidos activados (sólidos suspendidos) y mezclar las aguas residuales oxigenadas con las aguas residuales 12. Dado que el flujo requerido de las aguas residuales 12 depende también de la geometría específica del tanque 13, se comprende 20 rá que se puede usar una aleta 31 o una tobera 33 (figura 2), o una combinación de las dos, para producir tal flujo. Está provista una aleta ajustable 31, articulada en el fondo de la cámara 11, y que, con preferencia, se extiende a través del mismo. Una aleta similar está provista de manera similar en la 25 cámara 11'. Una varilla de control 32 está conectada apropiada



mente, en su extremo inferior, con la aleta 31 y se extiende hacia arriba para pasar en relación herméticamente estancada a través de la parte superior de la cámara 11. Subiendo o bajando a mano la varilla de control 32, fuera de la cámara, se ajusta la abertura de la aleta 31 y, por tanto, la velocidad de las aguas residuales oxigenadas descargadas de la cámara 11.

La cámara 11 está provista de una tobera 33 y una disposición mecánica para controlarla; para mayor claridad, esta estructura está ilustrada en la figura 2. La tobera 33, que por lo general puede comprender una canilla, se extiende sobre una porción substancialmente menor del fondo de la cámara 11, que la porción abarcada por la aleta 31. Por consiguiente, las aguas residuales oxigenadas descargadas de la cámara 11 por la tobera 33, tendrán más velocidad y menos área de sección transversal que las aguas residuales oxigenadas descargadas por la aleta 31. Como se describirá más detalladamente más adelante, la direccionalidad y la abertura de la tobera 33 se pueden controlar de modo de establecer en las aguas residuales 12 flujos predeterminados.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, ésta ilustra una disposición mecánica ejemplificativa para ajustar desde el exterior la aleta 31 y la tobera 33. Evidentemente, aunque esta disposición mecánica está ilustrada sólo con respecto a la cámara 11, una disposición substancialmente idéntica



tica (no representada) está provista para controlar una salida por aleta y tobera, similar, a la cámara 11'.

5 La disposición de control de la tobera 33 está destinada específicamente a facilitar la apertura y el control de la dirección de la tobera por un operario desde un punto fuera de la cámara 11, encima de las aguas residuales 12. Aunque la tobera 33 se describirá detalladamente más adelante con respecto a la forma de realización ilustrada en la figura 5, se pueden usar otras configuraciones de la misma. La 10 disposición de control de la tobera 33 comprende un tubo de rotación 34 que tiene una manija 36, y una varilla de control 35. La dirección de la tobera 33 se controla, haciendo girar la manija 36 y, por ende, el tubo 34 en un plano horizontal mientras la apertura de la tobera 33 se controla subiendo y 15 bajando simplemente la varilla 35, lo que a su vez cierra y abre una canilla de descarga de la tobera 33, como se describirá más detalladamente más adelante.

20 En la cámara 11 está provisto, como medida de precaución, un dispositivo de desahogo de la presión, que comprende una pieza tubular acopada 37 y un conducto 39, que tiene una salida en su extremo superior. La pieza 37 y el conducto 39 están dispuestos alrededor del tubo de rotación 34, a una altura predeterminada en el espacio de acumulación de líquido 25, y forman un obturador líquido que, en condiciones normales, impide el escape de gas por la salida del conducto 39.



5 Pero, si la presión del gas oxigenante introducido en la porción superior, de la cámara 11 es suficiente para oprimir el nivel del agua en el espacio de acumulación de líquido 25, por debajo del extremo inferior del conducto 39, el susodicho obturador líquido se rompe y así ventila el gas a la atmósfera e impone un límite superior a la presión del gas oxigenante introducido. Además, el obturador líquido desvía las burbujas de gas oxigenante, para que las mismas no se puedan escapar hacia arriba, por el tubo 39.

10 La figura 3 es una vista en planta de las cámaras 11 y 11'. Además, el flujo de las aguas residuales 12, particularmente en su superficie, está señalado esquemáticamente con flechas. Es obvio que, cuando el motor 16 acciona la bomba 17 (figura 1), las aguas residuales 12 son sometidas a una fuerza de succión y aspiradas al espacio entre las cámaras 11 y 11', antes del bombeo real de las aguas residuales a dichas cámaras, como ya se mencionó.

15  
20 Antes de describir el funcionamiento del aparato oxigenante 10, ilustrado en la figura 1, es importante comprender y apreciar con claridad varios requisitos de la depuración de aguas residuales, que debe satisfacer el aparato. El primer requisito de un trabajo eficiente es llevar al máximo la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas residuales, con relación a la energía necesaria para efectuar dicha disolución. El segundo requisito consiste en disolver en las aguas

25



residuales la mayor cantidad posible del oxígeno suministrado y, por consiguiente, desventar del aparato la cantidad mínima de oxígeno. Cuanto mayor sea el consumo porcentual de oxígeno, por el aparato oxigenante, tanto mayor será la eficiencia de éste en términos de aprovechamiento del oxígeno, y, por tanto, en términos del costo del oxígeno suministrado al aparato. El tercer requisito es particularmente importante para aparatos oxigenantes que se usan en la depuración de aguas residuales con fangos activados, en la cual, para que la acción bacteriana pueda consumir los materiales orgánicos de las aguas residuales, el fango bacteriano debe mantenerse en suspensión en las mismas. Por lo tanto, hay que agitar eficientemente las aguas residuales en un tanque de aireación, a pesar del gran consumo de energía que esta "mezcladura" causa hasta ahora en relación a la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas residuales. De la siguiente descripción del funcionamiento del aparato oxigenante 10, se desprenderá la capacidad de la presente invención de satisfacer las susodichas exigencias.

El funcionamiento del aparato oxigenante ilustrado en la figura 1 es el siguiente. Las aguas residuales 12 en el tanque 13 se introducen en el conducto de entrada 15 y se bombean mediante la bomba 17 al pleno 18. Se imparte así energía hidráulica cinética a las aguas residuales 12, que en el pleno 18 se dividen en dos corrientes aproximadamente igua-



5 les y son entonces bombeadas bajo presión hacia arriba, por el conducto de admisión 20 de la cámara 11, y fluyen por sobre el borde superior del tabique 21. Cabe hacer notar que al forzar las aguas residuales a fluir en dirección ascendente por el conducto de admisión 20, se mantiene un obturador líquido entre el espacio de acumulación de gas 26 en la cámara 11 y la bomba hidráulica 17.

10 Simultáneamente con la introducción de las aguas residuales 12 en la cámara 11, gas oxigenado se introduce bajo presión por la entrada 29 en la porción superior de la cámara 11, deprimiendo así el nivel de las aguas residuales en el espacio de acumulación de líquido 25 en medida proporcional a la magnitud de la presión del gas oxigenante.

15 Como ya se dijo, la zona de mezcladura estática 24 está definida por el tabique 21 y los desviadores 23 y 27; el tipo específico de la zona de mezcladura estática, aquí ilustrada, es el tipo de caída gravitacional. Las aguas residuales se hacen pasar por sobre el desviador 21, y caen entonces por gravedad a la zona 24 para dar en las aguas residuales en ésta. Se produce así una gran turbulencia entre las aguas  
20 residuales y el gas, y se forma una columna de espuma en la zona de mezcladura 24. Como consecuencia de esta gran turbulencia del líquido, burbujas de gas oxigenante, que tienen áreas superficiales relativamente grandes, se dispersan a  
25 fondo en el líquido. Además, la gran turbulencia de la fase



líquida promueve un mayor régimen de transferencia de masa a través del área interfacial creada por las burbujas formadas en la zona 24.

5 Aunque la importancia de crear condiciones de turbulencia se desprende de las precedentes explicaciones, otro parámetro, la velocidad de flujo "superficial" del agua por la zona 24, es también factor importante para aprovechar al máximo el gas oxigenante alimentado a la zona 24. La velocidad de flujo superficial de las aguas residuales se puede

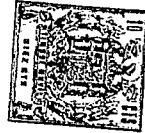
10 calcular fácilmente, dividiendo el régimen de flujo por el área de sección transversal entre el tabique 21 y el desviador 23. Se ha observado que para una altura específica de la caída, definida por ejemplo por la distancia entre el extremo superior de un tabique o vertedero y el nivel deprimido

15 del agua, tal como agua de canilla, en un espacio de acumulación de líquido, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de canilla varía en función de la velocidad de flujo superficial del agua por la zona de mezcladura estática. Así, para una particular zona de caída, la "relación de reducción del déficit" del oxígeno se puede trazar en función de diferentes velocidades de flujo superficial del agua. Esta gráfica está representada en la figura 6, donde la relación de reducción del déficit, que se puede definir mediante la ex-

20

presión  $\frac{C_{out} - C_{in}}{C_s - C_{in}}$ ,  $\sim \frac{DA}{V} \Delta$

25 está trazada en la ordenada y detalla como III. Los términos



$C_{out}$  y  $C_{in}$  representan las concentraciones del oxígeno disuelto en el agua de canilla respectivamente antes y después, de haber experimentado el agua una caída gravitacional en una zona de mezcladura estática. El término  $C_g$  representa la concentración saturada del oxígeno disuelto en el agua, en condiciones experimentales. Así, la precedente expresión, o relación de reducción del déficit, representa una medida de la eficiencia de la zona de caída gravitacional, en el aprovechamiento del oxígeno suministrado. Por consiguiente, esta relación refleja la cantidad de oxígeno realmente disuelto en el agua, en la zona de caída, en comparación con la cantidad máxima que se podría disolver así en forma experimental.

La velocidad de flujo superficial del agua está trazada en la abscisa  $V_w \sim \frac{1}{\Delta t}$ , y se puede variar fácilmente por control de la velocidad de trabajo de la bomba hidráulica 17, de manera convencional. Se denomina como IV.

Haciendo ahora referencia a la figura 6, se ve que para una particular altura de caída la máxima relación de reducción del déficit se presenta a aproximadamente la misma velocidad de flujo superficial del agua. Quiere decir que la máxima relación de reducción del déficit se presenta a una velocidad de flujo superficial de aproximadamente 0,30 cm/segundo, sea cual sea la altura de caída de una zona de caída gravitacional.

En dicho gráfico de la figura 6, las referencias V, VI y VII corresponden a  $hf=40$ ,  $=30$  e  $=20$ , respectivamente.



Una explicación posible de la existencia de una óptima velocidad de flujo superficial, y de las relaciones entre velocidades de flujo superficial y relaciones de reducción del déficit, ilustradas en la figura 6, es la siguiente.

5 A medida que aumenta la velocidad del flujo superficial del agua, es de esperar más turbulencia en la zona de caída, lo que promueve más oxigenación, es decir una mayor disolución del oxígeno en el agua, como ya se mencionó. Pero, al aumentar la velocidad del flujo superficial, se acorta el tiempo

10 durante el cual se puede producir la oxigenación en la zona de caída y, por tanto, disminuye en forma correspondiente el grado de oxigenación en la zona de caída. Se ha observado que velocidades de flujo superficial del orden de 10 cm/segundo hasta 90 cm/segundo dan como resultado máximas relaciones

15 de reducción del déficit para una determinada altura de caída.

Se ve, pues, que si las aguas residuales se mantienen en estado altamente turbulento en una zona de mezcla estática 24 restringida, y si la velocidad de flujo superficial de las aguas por la misma es óptima, se obtiene una elevada

20 concentración del oxígeno disuelto en las aguas residuales.

Las aguas residuales, que salen de la zona de mezcla estática 24, arrastran consigo burbujas del gas oxígeno. Así, al pasar las aguas residuales por debajo del extremo inferior del desviador 23 y subir hacia el nivel depri-

25



mido de las mismas en el espacio de acumulación de líquido 25, se establece una circulación de aguas residuales con burbujas de gas arrastradas, generalmente de acuerdo con las flechas representadas en la figura 1. Durante este flujo, la turbulencia se disipa en la zona de acumulación de líquido 25, relativamente quieta, lo que permite la separación de las burbujas de gas. Burbujas de gas de mayor tamaño pasan al espacio de acumulación de gas 26 con relativa rapidez, al disminuir en el espacio de acumulación de líquido 25 la velocidad del flujo proveniente de la zona de mezoladura 24. Burbujas de gas de menor tamaño, también se separan de las aguas residuales, a pesar de una mayor tendencia a arrastrarlas hacia abajo en el espacio de acumulación de líquido 25. Se provee así otra oportunidad para la disolución del gas oxigenante en el líquido, en el espacio de acumulación de líquido 25, y aunque algunas burbujas de gas muy pequeñas salen de este espacio por la aleta 31 o por la tobera 33, o por ambas, estas burbujas muy pequeñas salen cerca del fondo del tanque 13 y pueden disolverse todavía en las aguas residuales 12. Además, la cantidad de gas oxigenante que se puede escapar a la superficie de las aguas residuales 12, está bien dentro de los límites fijados por razones de economía y de seguridad, aun durante el tratamiento de aguas residuales que contienen elevadas concentraciones de detergentes.

En la práctica, la mayor parte del gas oxigenante



arrastrado por las aguas residuales que salen de la zona de  
mezcladura estática 24, se separa de las mismas en el espa-  
cio de acumulación de gas 26. Este gas oxigenante separado  
se recicla por el pasaje 28 a la zona de mezcladura estáti-  
ca 24.

5

La disolución del oxígeno en las aguas residuales  
separa de éstas ciertos otros gases, tales como el nitrógeno,  
y los libera al espacio de acumulación de gas 26. A fin de  
impedir la acumulación excesiva de impurezas, tales como el  
nitrógeno, que reducirían el contenido de oxígeno del gas  
oxigenante por debajo de niveles aceptables, se provee el con-  
ducto de ventilación 30. La ventilación del gas oxigenante,  
que contiene dichas impurezas, puede ser intermitente e con-  
tinua y se puede controlar de manera convencional mediante  
apropiados dispositivos de válvula (no representados). Se ha  
observado que la cantidad de oxígeno desventada juntamente  
con los gases de desecho está bien dentro de límites econó-  
micos.

10

15

Es obvio que la disolución eficiente del oxígeno  
es facilitada por el reciclaje del gas oxigenante no disuel-  
to inicialmente en la zona 24. El flujo de las aguas residua-  
les por la zona de mezcladura barre el gas hacia abajo, a  
través de la zona 24, al espacio de acumulación de líquido  
25. Pero las fuerzas boyantes normales, que actúan sobre las  
burbujas del gas oxigenante arrastrado, hacen pasar el gas al

20

25



espacio de acumulación de gas 26 y así empujan el gas oxigenante hacia arriba, en dirección al pasaje 28. De esta manera el gas oxigenante es reciclado a la zona de mezcladura 24 y está disponible nuevamente para disolución en las aguas residuales entrantes.

Las aguas residuales oxigenadas, contenidas en el espacio de acumulación de líquido 25 y que tienen una concentración de oxígeno relativamente elevada, por ejemplo de 15 mg/litro, salen de la cámara 11 a mayor velocidad por la aleta 31 o la tobera 33, o ambas, y entran al cuerpo principal de aguas residuales 12. Las aguas residuales oxigenadas, en el espacio de acumulación de líquido 25, se mantienen bajo carga de presión para poder salir de la cámara 11 a mayor velocidad, suficiente para causar una agitación adecuada de las aguas residuales 12 en el tanque 13 y mantener así en suspensión las partículas de fango activado. Además, ajustando la abertura de la aleta 31 y/o la abertura y dirección de la tobera 33, se puede establecer en el tanque 13 un determinado flujo de aguas residuales altamente oxigenadas. La producción de este flujo permite una dilución relativamente constante de las aguas residuales altamente oxigenadas, que salen del espacio de acumulación de líquido 25, y asegura así la oxigenación de las aguas residuales en substancialmente todas las partes del tanque 13 hasta un cierto nivel, por ejemplo 0,5 ppm., suficiente para mantener en las mismas



condiciones aeróbicas. Además, por ajuste de la abertura y la dirección de cada una de las toberas 33 en las cámaras 11 y 11', las corrientes que salen de dichas toberas se pueden hacer cooperar para establecer en el tanque 13 un flujo pre-

5 determinado de aguas residuales altamente oxigenadas.

Las susodichas operaciones, para agitar las aguas residuales en el tanque, se pueden llevar a cabo con el aparato oxigenante 10, sin dispositivos mecánicos agitadores adicionales. También, de acuerdo con la presente invención,

10 la atmósfera enriquecida en oxígeno, que se mantiene dentro del aparato oxigenante 10, no se extiende por sobre la superficie de las aguas residuales 12 y, dado que en el espacio de acumulación de gas 26 no se usan piezas movibles, la producción de una chispa en el mismo es sumamente improbable.

15 Además, dado que el aparato oxigenante 10 de esta invención está al menos parcialmente sumergido en las aguas residuales 12, y contiene sólo una cantidad relativamente pequeña de gas oxigenante, la posibilidad de un incendio es mínima. En ciertas porciones, y particularmente a mayor profundidad en

20 el tanque 13, hay relativamente mucho oxígeno disuelto. Ello se debe principalmente a la descarga de aguas residuales altamente oxigenadas desde el fondo del aparato 10, lo que produce un "fregado de fondo" del tanque 13, que se describirá más detalladamente más adelante. Pero a pesar de dicho

25 elevado contenido de oxígeno disuelto bajo la superficie



de las aguas residuales 12, las concentraciones de oxígeno en la superficie están claramente dentro de los límites de seguridad prescritos.

5 El aparato oxigenante 10 ilustrado en las figuras 1 a 3 se ha ensayado experimentalmente. Las aguas residuales a depurar experimentalmente eran aguas industriales de una fábrica de productos cárneos, que se alimentaron al tanque de tratamiento 13 desde una pileta de retención agitada. El tanque de tratamiento 13, usado en la depuración de aguas re-  
10 siduales con fangos activados, es cuadrado, tiene 7,50 m de costado y 3 m de profundidad. Cada una de las cámaras 11 y 11' del aparato 10 es cuadrada, tiene aproximadamente 1,20 m de costado y una altura de aproximadamente 3 m. Ambas aie-  
15 tas 31 y toberas 33 se ajustaron de modo de establecer en el tanque de tratamiento predeterminados flujos de las aguas residuales oxigenadas.

La demanda biológica de oxígeno (DBO) de aguas in-  
20 dustriales a depurar es típicamente del orden de 800 hasta 2500 mg por litro, es decir considerablemente mayor que la DBO media de aguas cloacales municipales. Aunque este tanque de tratamiento estaba originalmente destinado a tratar 151.400 litros de aguas residuales con una DBO de 400 ppm., por día, usando un aireador superficial convencional, se alcanzaron  
25 usando sólo el aparato oxigenante 10 en este tanque, regímenes de tratamiento de hasta 378.500 litros de guas residuales



con una DBO de 1100 ppm., por día.

Haciendo ahora referencia a la figura 8, ésta es un perfil de los niveles de oxígeno disuelto en las aguas residuales, determinados en doce puntos en todo el tanque de tratamiento. Además, en cada uno de estos puntos de medición se verificaron los niveles de oxígeno disueltos OD a diversas profundidades, 2,89 2,13, 1,40 y 0,30 m bajo la superficie de las aguas residuales, indicados como D, C, B y A, respectivamente. Para medir las concentraciones de oxígeno disuelto, consignadas en la figura 8 en miligramos por litro, se usó una convencional sonda con membrana. En estas pruebas, cada una de las aletas 31 y 31' se ajustó a una abertura de 5 cm. y las toberas 33 y 33' estaban cerradas. Aguas residuales no tratadas se admitieron al tanque de tratamiento en una esquina alejada del aparato 10, y las aguas residuales tratadas se retiraron desde un punto en el costado del tanque, opuesto a la admisión de las aguas residuales. Por un conducto de retorno de los fangos, éstos se descargaron al tanque de tratamiento en un punto adyacente a la admisión de las aguas residuales.

A continuación se detallan las mediciones correspondientes a A, B, C y D, efectuadas en los puntos 1 a 12 (Fig. 8) y 1 a 7 (Fig. 9), y expresadas en mg/lt.

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Fig. 8:				
1	5,0	5,0	5,2	5,2
2	6,0	6,4	6,4	6,5
3	5,3	5,3	5,5	11,0
4	5,7	5,8	6,0	8,3



	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
5	7,2	7,0	7,5	8,0
6	5,0	5,3	5,3	8,0
7	5,0	5,1	5,1	7,5
8	6,7	6,7	6,7	7,2
9	4,5	4,5	4,5	4,7
10	5,7			5,4
11	5,5	5,3	5,2	5,2
12	6,2	6,2	6,4	6,4

10 Fig. 9.

1	0,20	0,28	0,30	0,32
2	0,51	0,45	0,32	0,67
3	0,20	0,22	0,28	0,95
4	0,37	0,22	0,31	0,91
5	0,42	0,50	0,56	0,79
6	0,38	0,41	0,37	0,00
7	0,63	0,40	0,32	0,16

20 En base a las mediciones de los niveles OD, efectuadas, se observa una distribución generalmente pareja de éstos por todo el tanque de tratamiento. Así, en cada uno de los puntos 1-12, y a diversas profundidades en cada punto, se observaron niveles de oxígeno disuelto entre 4,5 y 7,0 mg/litro. Estos niveles de oxígeno disuelto son más que adecuados



para mantener condiciones aeróbicas en las aguas industriales a tratar. Durante el trabajo del aparato oxigenante 10 se midieron ciertos niveles OD mayores. Por ejemplo, en el punto 3, profundidad D, se midió un nivel OD de 11,0 mg/litro. Dado que esta medición se efectuó muy cerca de la aleta 31 (que, como ya se dijo, se encuentra en el fondo de la cámara 11), era de esperar un nivel OD relativamente elevado porque las aguas residuales altamente oxigenadas, provenientes de la cámara 11, no se habían diluido todavía a fondo con las aguas residuales en el tanque de tratamiento. Además, se obtuvieron niveles OD relativamente elevados a la profundidad D en los puntos 4 y 5, que están alineados con la aleta 31 y se encuentran aproximadamente a la misma profundidad en el tanque de tratamiento. De manera similar, niveles OD relativamente elevados se obtuvieron a la profundidad D en los puntos 6, 7 y 8, que están alineados con la aleta 31'. Niveles OD satisfactorios se midieron también en los puntos 1 y 9, que no están expuestos directamente a las aguas residuales oxigenadas descargadas del aparato 10. Por lo tanto, los niveles OD medidos en los puntos 1 y 9 indican que se ha efectuado una dilución y mezcla adecuada de las aguas residuales en el tanque de tratamiento, y que se ha disuelto oxígeno suficiente para mantener condiciones aeróbicas en substancialmente todas las porciones del tanque de tratamiento.

Se efectuaron mediciones de la velocidad del flujo



en diversos puntos del tanque de tratamiento, y la figura 9 es un perfil de dichas velocidades, en el cual A, B, C y D corresponden a 0,3, 1,06, 1,83 y 2,59, respectivamente. En cada uno de los puntos 1-7, la velocidad del flujo se midió a

5 diversas profundidades, aunque la precisión de dichas mediciones no se considera ser totalmente confiable, debido a los instrumentos usados en las mismas. Las velocidades de flujo medidas a una profundidad de 2,60 m bajo la superficie de las

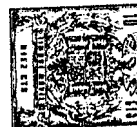
10 aguas residuales, en los puntos 2-5, eran desde 0,20 hasta 0,29 m/segundo. Estas velocidades a dicha profundidad no eran inesperadas, por cuanto las mediciones se efectuaron en puntos

15 y a una profundidad alineados con la descarga de las aletas 31 y 31', antes de una dilución substancial de las aguas residuales altamente oxigenadas. Pero, menores velocidades de flujo, medidas a otras profundidades y en otros puntos en el tanque

20 de tratamiento, parecen ser el resultado de la mezcla y dilución general de las aguas residuales altamente oxigenadas, en el tanque de tratamiento. Además, el régimen de admisión de las aguas residuales al tanque de tratamiento fluctuaba, y estas fluctuaciones se reflejaban en velocidades de flujo desparejas en diversos puntos de medición.

Varias velocidades de flujo, medidas a diversas profundidades en los puntos 1-7, se encuentran cerca del extremo inferior de la gama de velocidades de flujo que por lo general se consideran ser aceptables para una mezcla adecuada de los sólidos suspendidos, en la etapa secundaria de

25



la depuración con fangos activados. Pero, al obtener el perfil de velocidades ilustrado en la figura 9, las toberas 33 y 33' estaban cerradas. Por ello, si las aletas 31 y 31' se ajustan adicionalmente, y las toberas 33 y 33' se abren, se pueden obtener otras disposiciones de flujo y otras velocidades de flujo en el tanque de tratamiento. Aunque en ciertas porciones del tanque 13 las velocidades de flujo son menores que las tradicionalmente consideradas como necesarias para mantener sólidos en suspensión (por ejemplo, 15-30 cm/segundo en la superficie de las aguas residuales), el aparato 10 es particularmente eficaz para generar velocidades de flujo satisfactorias a mayor profundidad en el tanque 13. Este efecto es importante, porque la mayor parte de los sólidos tiende a acumularse hacia el fondo del tanque 13, y dado que en las porciones inferiores del tanque las velocidades de flujo son mayores, las partículas de fango activado son agitadas constantemente y así se mantienen en suspensión. Por consiguiente, el ya mencionado "fregado de fondo" del tanque 13 provee eficientemente la agitación requerida de las aguas residuales 12, sin tener que recurrir a dispositivos mecánicos. Por lo tanto, la mayor velocidad de flujo de las aguas residuales oxigenadas, descargadas del aparato 10, se observa a una profundidad a la cual la agitación es sumamente importante.

Mediciones preliminares, de sólidos suspendidos en el licor mixto, indicaron concentraciones uniformes de apro-



aproximadamente 3200 mg/litro; el 75-80% del total de sólidos suspendidos eran sólidos volátiles. Estas concentraciones de sólidos suspendidos se registraron a profundidades de 0,45, 1,50 y 2,40 m bajo la superficie de las aguas residuales en el tanque 13. Por lo tanto, la agitación de las aguas residuales 12 por el aparato 10 es suficiente para mantener las concentraciones de sólidos suspendidos necesarios para la realización continua del procedimiento de depuración con fangos activados.

Además de medir los niveles de oxígeno disuelto y las velocidades de flujo en diversos puntos en el tanque de tratamiento 13, se registraron varios parámetros de trabajo del aparato oxigenante 10. En la Tabla I se consignan datos relativos a la alimentación de oxígeno del aparato 10, y la ventilación de oxígeno del mismo, con diversas alturas de caída. Las alturas de caída se midieron con un manómetro calibrado para diferencia de presión, y los regímenes de flujo del oxígeno se midieron mediante convencionales medidores del flujo. Los niveles de oxígeno disuelto, de las aguas residuales en la entrada y en la salida del aparato oxigenante 10, se midieron con una sonda a membrana, convencional, y se indican en la tabla.



TABLA I

altura de cáf- da (cm)	cambio en el nivel de oxí- geno disuel- to (ppm)	alimenta- ción de oxígeno (kg/hora)	oxígeno ven- tilado (kg)/ (hora)	porcentaje de oxígeno en el espa- cio de gas
53,34	9,0	7,21	0,95	63
93,98	12,0	7,21	0,91	67
106,68	14,0	10,34	2,72	71
132,08	15,5	10,52	3,36	69
160,02	16,5	11,25	4,17	72

La bomba 17 se hizo trabajar de modo de suministrar las aguas residuales al pleno 18 a razón de aproximadamente 75.700 litros p.m., medido mediante una técnica de medición en el vertedero.

Muestras de las aguas residuales 12, tomadas durante el ensayo del aparato oxigenador 10, indicaron una temperatura media de 302°K., de las mismas. Las aguas residuales admitidas tenían una DBO media de 1100 mg/litro, y se obtuvieron constantemente mediciones que indicaban una remoción del 99% de la DBO.

Dado que los susodichos datos se obtuvieron durante el ensayo experimental del aparato oxigenante 10, se comprenderá que los mismos son tan sólo ejemplificativos de su funcionamiento. Por lo tanto, las condiciones de trabajo no



eran óptimas, y claro está que es conveniente aumentar la proporción de oxígeno disuelto por caballo de fuerza/hora y reducir el porcentaje de oxígeno desventado del aparato 10, lo más posible. Por ejemplo, para no "cortocircuitar" el gas de alimentación introducido por la admisión 29, a la boca de ventilación 30, puede ser conveniente cambiar la ubicación de los conductos de alimentación y de ventilación. Además, aunque en el ensayo del aparato 10 se usó oxígeno comercialmente puro, se puede usar oxígeno menos puro. Con preferencia, el gas de alimentación tendrá una concentración de oxígeno del 40% por lo menos.

Haciendo ahora referencia a la figura 4 de los gráficos, ésta ilustra otra forma de realización ejemplificativa del aparato oxigenante 40, conveniente para ubicarla en un cuerpo de aguas residuales 12. El aparato oxigenante 40 comprende una cámara generalmente encerrada 43, sumergida, que tiene una entrada 45 en forma de conducto apropiado, que pasa a través de la parte superior de la cámara 43 en relación estanca provista por apropiados medios obturadores 44. Una bomba hidráulica 46, que puede ser una bomba de rodete montada para rotación en un eje 47, está situada dentro del conducto de admisión 45. La salida del conducto 45 comunica con un espacio para líquido, definido por una porción de la pared exterior de la cámara 43, una porción de un desviador 50, y una porción de un tabique 49 substancialmente vertical, que en su



extremo inferior está fijado rígidamente en el desviador 50. Una zona de mezcladura estática 51 está definida dentro de la cámara 43 por otra porción del desviador 50 y por un desviador 52, que está espaciado desde el desviador 49 y es substancialmente paralelo a éste. La porción inferior de la zona de mezcladura estática 51 comunica con el espacio de acumulación de líquido 53, y la porción restante de la cámara 43 comprende substancialmente el espacio de acumulación de gas 54 formado en la parte superior de la cámara. Una admisión 56 permite introducir gas VIII de alimentación presionizado en la porción superior de la cámara 43; y un pasaje 55, definido por el extremo superior del desviador 52 y la pared superior de la cámara 43, comunica el espacio de acumulación de gas 54 con la porción superior de la zona de mezcladura estática 51. Medios de ventilación apropiados, esquemáticamente ilustrados como conducto 57, permiten desventar IX los gases de desecho del espacio de acumulación de gas 54.

Una salida de la cámara 43, en una porción inferior de ésta, puede tener forma de tobera 58 cuya apertura y dirección puede controlar un operario ubicado fuera del aparato 40 y encima de las aguas residuales 12. Una disposición ejemplificativa, de control de la tobera 58, puede comprender un tubo de rotación 59 que se extiende desde un punto accesible, encima de las aguas residuales 12, a través de la pared superior de la cámara 43 hasta la tobera 58. Una varilla de con-



trol 60 está dispuesta en forma floja dentro del tubo de rotación 59, y su subir y bajar permite controlar el grado de apertura de la tobera 58. De manera similar, la rotación del tubo 59, que se encuentra dentro del conducto 61, permite controlar la dirección del flujo por la tobera 58. El conducto 61 se usa para formar un desviador de las burbujas y un dispositivo de desahogo de la presión, de manera similar a la de la estructura parecida ilustrada en la figura 2. Una tobera conveniente para el aparato oxigenante 40 se describirá más adelante con respecto a la figura 5.

El aparato oxigenante 40 es similar al aparato 10, por cuanto los dos están destinados a ser colocados con facilidad en un tanque 13 de depuración de aguas residuales. Sin embargo, al introducir el aparato 40 (que, con preferencia, representa la mitad de una unidad doble) en tal tanque, fuerzas boyantes, que actúan sobre la cámara 43, tienden a impedir la orientación correcta del aparato en el tanque 13. Fuerzas boyantes desequilibradas actúan sobre la cámara 43, como resultado de la acumulación de gas en el espacio 54, que no es simétrico en la misma. Por lo tanto, el aparato oxigenante 50 es especialmente conveniente para un tanque de tratamiento 13 en el cual la cámara 43 se puede fijar rígidamente ya sea en una pared lateral del mismo, o en el fondo, mediante patas apropiadas (no representadas).

En la figura 4 están ilustrados medios de soporte



62 como elementos de conexión apropiados para fijar la cámara 43 en una pared lateral del tanque de tratamiento 13. Pero es obvio que se pueden usar otros medios de retención de la cámara 43, a fin de darle la orientación correcta. Además se pueden usar patas de soporte (no representadas) para mantener la cámara 43 espaciada desde el fondo del tanque de tratamiento 13.

El funcionamiento del aparato oxigenante 40 es substancialmente igual al del aparato 10, ilustrado en la figura 1. En el aparato oxigenante 40, la bomba 43 bombea aguas residuales presionizadas por el conducto 45. Las aguas residuales que salen del conducto 45 suben por el conducto 48, formado entre el conducto 45 y el desviador 49, así como por un conducto 48' definido por una pared lateral de la cámara 43 y el conducto 45. Se comprenderá que un obturador líquido se forma entre el espacio de acumulación de gas 54 y la bomba 46, de manera similar a la del obturador líquido provisto en el aparato oxigenante 10 ilustrado en la figura 1. Al pasar por sobre el extremo superior del desviador 49, las aguas residuales caen por gravedad.

Gas oxigenado se introduce por el conducto 56 en la porción superior de la cámara 43, bajo presión suficiente para deprimir el nivel del agua en la misma hasta un nivel predeterminado. Se forma así en la cámara 43 el espacio de acumulación de gas 54, cuya extensión depende de la presión del



gas alimentado.

5 Las aguas residuales, que caen por gravedad al interior de la porción superior de la zona de mezcladura estática 51, dan en las aguas residuales contenidas en ésta, lo que crea un estado de gran turbulencia y promueve la disolución eficiente del oxígeno alimentado a la zona 51, en el agua turbulenta, de manera substancialmente igual a la oxigenación de las aguas residuales en la zona de mezcladura estática 24 del aparato ilustrado en la figura 1. Desde luego, el régimen de flujo de las aguas residuales a la zona de mezcladura estática 51 se ajusta a una velocidad superficial óptima que, por ejemplo, puede ser de unos 0,30/segundo.

15 Las aguas residuales oxigenadas salen de la zona de mezcladura estática 53 y entran al espacio de acumulación de líquido 53 por una abertura provista entre el borde inferior del desviador 52 y el desviador 50. El flujo general de las aguas residuales en el espacio 53 es circulante; las aguas residuales suben inicialmente hacia el espacio de acumulación de gas 54, y seguidamente bajan hacia la porción inferior de la cámara 43. Al fluir las aguas residuales oxigenadas hacia el espacio de acumulación de gas 54, grandes burbujas del gas oxigenante, arrastradas, se separan rápidamente y pasan al espacio de acumulación de gas 54, y se pueden reciclar entonces por el pasaje 55 a la zona de mezcladura estática 51. Al entrar al espacio de acumulación de líquido 53, la velo-



5 ciedad de las aguas residuales oxigenadas disminuye hasta un  
valor relativamente bajo, lo que promueve la separación de las  
burbujas de gas, que se desprenden del agua. Además se efectúa  
también en el espacio de acumulación de líquido 53 una  
disolución adicional del gas oxigenante. Aunque algunas bur-  
bujas de gas pequeñas no se separan de las aguas residuales  
oxigenadas, y son arrastradas en dirección descendente hacia  
la porción inferior de la cámara 43, sólo una pequeña frac-  
ción del gas oxigenante sale por la tobera 58 y entra a las  
10 aguas residuales 12.

Durante la oxigenación de las aguas residuales en  
la zona de mezcla estática 51, ciertas impurezas en las  
mismas, por ejemplo nitrógeno gaseoso, se separan del agua y  
pasan al espacio de acumulación de gas 54. Un conducto de ven-  
15 tilación 57 comunica con el espacio de gas 54, y mediante  
medios de válvula (no representados) convencionales dichas  
impurezas se eliminan de la cámara 43, por dicho conducto,  
en forma continua o intermitente. Aunque en esta ventilación  
se descarga también oxígeno, la proporción de éste no es im-  
20 portante.

Las aguas residuales oxigenadas, contenidas en el  
espacio de acumulación de líquido 53, se descargan de la cáma-  
ra 43 por la tobera 58 de manera substancialmente idéntica  
a la descarga de las aguas residuales oxigenadas de la cáma-  
25 ra 11, ya descrita con respecto al aparato ilustrado en la



figura 1. Así, el tubo de rotación 59 y la varilla de control 60 se accionan de modo de controlar la dirección y la apertura de la tobera 58, respectivamente, de modo de establecer en el cuerpo principal de aguas residuales 12 un flujo prede-

5 terminado de aguas residuales oxigenadas. De esta manera, las aguas residuales 12 se agitan y su contenido de oxígeno disuelto aumenta en la depuración con fangos activados, porque los fangos se mantienen en suspensión en las aguas residuales 12, y se mantienen también condiciones aeróbicas.

10 Haciendo ahora referencia a la figura 5, ésta ilustra una forma de realización ejemplificativa de una tobera de descarga conveniente para el aparato oxigenante representado en las figura 2 y 4. La tobera 33 comprende una chapa 100, una canilla o conducto de descarga 102, y medios de control en forma del tubo de rotación 34 y de la varilla de control

15 35, para controlar la apertura y dirección del conducto de descarga 102. La chapa 100 se extiende a través de una abertura substancialmente circular en el fondo de la cámara 11 (figura 1), y, si así se desea, puede estar rotativamente estancada contra el mismo mediante apropiados medios obturadores circunferenciales 101. El conducto de descarga 102 comprende una

20 porción superior inclinada 103, fijada rígidamente en el tubo de rotación 34, y el extremo inferior de la porción 103 está asegurado firmemente en la chapa 100 en el punto 109.

25 El extremo superior de la porción 103 está fijado rígidamente



5 en varillas de refuerzo 105 y 106, las que a su vez están  
fijadas rígidamente, en sus extremos inferiores, en la chapa  
100. La chapa 100 tiene una abertura, preferentemente rectan-  
gular. Una porción inferior 104 del conducto de descarga 102  
es pivotable en una línea que se extiende por el punto 107.  
Entre las porciones 103 y 104 el conducto de descarga 102  
tiene una pared posterior substancialmente vertical 110. La  
varilla de control 35 está situada flojamente dentro del tu-  
bo de rotación 34, y se extiende hacia abajo por la porción  
10 inferior 104 del conducto de descarga 102. La varilla 35 es-  
tá conectada operativamente con la porción 104, mediante una  
saliente o una abrazadera de horquilla formada en el extremo  
inferior de la varilla 35.

15 Se describirá ahora el funcionamiento de la tobera  
33. Como ya se dijo, el tubo de rotación 34 y la varilla de  
control 35 se extienden hacia arriba desde la cámara 11, por  
encima de las aguas residuales 12, con preferencia hasta un  
punto en el cual se los puede accionar desde afuera. El gra-  
do de apertura del conducto de descarga 102 se controla me-  
20 diante el subir o bajar de la varilla 35, que hace pivotar la  
porción inferior 104 del conducto de descarga 102 sobre una lí-  
nea que pasa por el punto 107. Así, al subir la varilla de con-  
trol 35, la porción 104 del conducto de descarga 102 es lleva-  
da a la posición ilustrada en la figura 5 con líneas interrumpi-  
25 das. Durante esta operación, la porción superior 103 del



5  
10  
15  
conducho de descarga 102 queda substancialmente inamóvil. Por lo tanto, de esta manera se puede controlar en forma simple el grado de apertura de la tobera 33. A fin de controlar la dirección del flujo de las aguas residuales que salen por la tobera 33, el tubo de rotación 34 se hace girar en un plano substancialmente horizontal. Dado que la porción superior 103 del conducho de descarga está fijada rígidamente en la chapa 100 y en el tubo de rotación 34, la chapa 100 gira sobre su eje geométrico, y el grado de esta rotación determina la dirección acimutal de las aguas residuales descargadas por la tobera 33. Dado que la chapa 100 está asentada sobre un espaldón formado en el fondo de la cámara 11, la presión de las aguas residuales superyacentes ayuda a estancar la chapa 100 contra dicho fondo, pero permite la rotación de la chapa 100 en respuesta a una rotación similar del tubo 34. Por lo tanto, de esta manera se obtiene en forma relativamente simple el control de la dirección de la tobera 33.

20  
25  
La figura 7 ilustra otra forma de realización ejemplificativa de un aparato para oxigenar aguas residuales. Este aparato 70 es generalmente conveniente para colocarlo en un tanque de depuración de aguas residuales, que contiene un cuerpo 12 de éstas. Una cámara generalmente encerrada 71, que tiene un fondo abierto, tiene una entrada 72 para admitir las aguas residuales a su porción superior. Una bomba hidráulica 73, que puede ser una convencional bomba de rodete con



flujo axial, está montada para rotación en un eje 74. Un motor eléctrico (no representado) se encuentra en una ubicación apropiada encima de las aguas residuales 12, para poner en rotación el eje 74, accionar así la bomba 73, y forzar las aguas residuales a la cámara 71. En el interior de la cámara 71 está dispuesto un tabique 76 que comprende, con preferencia, una porción substancialmente horizontal 77 que se extiende desde una de las paredes laterales de la cámara 71, y una porción substancialmente vertical 78, colgante del extremo opuesto de la porción horizontal 77. En la porción horizontal 77 hay un pequeño pasaje 87, con preferencia en un punto alejado desde la entrada 72; o este pasaje puede estar formado en la porción vertical 78 del tabique 76, inmediatamente debajo de la porción horizontal 77. Se forma así un conducto substancialmente horizontal 75, que se extiende desde la entrada 72 a través de la porción superior de la cámara 71 hasta un punto aproximadamente encima de la parte superior de la porción vertical 78 del tabique. Esta porción vertical 78 del tabique 76 forma con una pared lateral de la cámara 71 una zona de mezcla estática 88, del tipo de caída gravitacional, dentro de la cámara 71. En la porción inferior de la zona de mezcla estática 88 está provisto un desviador 79, espaciado desde el extremo inferior de la porción vertical 78 del tabique 76, de modo de permitir el flujo del líquido de la zona de mezcla estática 88 a un espacio de acumulación de líquido 83.



Un conducto 80 comunica la cámara 71 por medio de una válvula 82 con una fuente de gas de alimentación. Como se describirá más adelante, un espacio de acumulación de gas 84 se forma inmediatamente debajo de la porción horizontal 77 del tabique 76, y el gas oxigenante en el espacio 84 puede comunicar con la porción superior de la zona de mezcla estática y con el conducto 75 por el pasaje 87 en la porción 77. Un conducto 85 comunica con la porción superior de la zona de mezcla estática 88, para desventar el gas de ésta por medio de una válvula apropiada 86. Además se puede usar, juntamente con la válvula 82, un dispositivo 81 regulador de la presión a fin de mantener el gas oxigenante bajo una presión determinada y, por ende, mantener el nivel del líquido en el espacio de acumulación de líquido 83 a una altura substancialmente constante.

Se describirá ahora el funcionamiento del aparato 70 oxigenante de aguas residuales, ilustrado en la figura 7. Antes de poner en marcha el aparato 70, la cámara 71 se llena substancialmente con aguas residuales. Se activa la bomba 73, para introducir aguas residuales presionizadas en el conducto 75. Seguidamente se introduce por el conducto 80 en la cámara 71 el gas de alimentación presionizado, y este gas deprime el nivel de las aguas residuales en la cámara 71 en medida correspondiente a la magnitud de su presión. Se forma así en la cámara 71 un espacio de acumulación de gas 84. Las aguas residua-



5 Les admitidas al conducto 75 caen entonces por gravedad a la  
porción superior de la zona de mezcladura estática 88. Pero,  
dado que el gas oxigenante se mantiene en comunicación con el  
conducto 75 por el pasaje 87 en la porción 77 del tabique 76,  
se mantiene otro espacio de gas en la porción superior de la  
zona de mezcladura estática 88. Al caer por gravedad las aguas  
residuales, crean en la zona de mezcladura estática 88 un es-  
tado altamente turbulento que a su vez causa una gran disolu-  
ción de oxígeno en las aguas residuales, de manera substan-  
10 cialmente idéntica a la ya descripta con respecto al aparato  
oxigenante 10 ilustrado en la figura 1. Las aguas residuales  
oxigenadas salen entonces de la zona de mezcladura estática  
88 y entran al espacio de acumulación de líquido 83, mientras  
burbujas de gas oxigenante arrastradas se separando las aguas  
15 residuales en el espacio 83 y vuelven al espacio de acumulación  
de gas 84. El gas oxigenante, que ha vuelto al espacio 84,  
se puede reciclar entonces y vuelve seguidamente a la zona de  
mezcladura estática 88 por el pasaje 87, como ya se describió.  
Las aguas residuales oxigenadas, introducidas en el espacio de  
20 acumulación de líquido 83, pueden pasar de la porción inferior de  
la cámara 71 al cuerpo principal de aguas residuales 12, para mez-  
clarse con éste. De esta manera, las aguas residuales altamen-  
te oxigenadas, que salen del espacio de acumulación de líqui-  
do 83 de la cámara 71, se diluyen en el cuerpo de aguas resi-  
25 duales 12. Por consiguiente, el nivel de oxígeno disuelto de



las aguas residuales 12 sube hasta 0,5 ppm., por ejemplo, lo que es adecuado para mantener en ellas condiciones aeróbicas.

5 En lo que precede, los métodos y aparatos de la presente invención se han descrito con respecto a la oxigenación de aguas residuales, y particularmente con respecto a la depuración de aguas residuales con fangos activados. Pero las personas prácticas en la materia comprenderán que la presente invención no se limita a la disolución de oxígeno en aguas residuales, sino que se puede usar en general para disolver un gas en un líquido, por ejemplo ozono en agua, o para disolver anhídrido carbónico en una solución acuosa, a fin de ajustar el pH de ésta. Alternativamente, esta invención se puede usar para oxigenar desechos industriales, tales como el "licor negro" en la fabricación de papel.

10 15 Se comprenderá también que el aparato de la presente invención es altamente modular y se puede introducir fácilmente en un cuerpo de aguas residuales a oxigenar. Así, una pluralidad de aparatos oxigenantes 10 o 40 se podría colocar en aguas residuales, con sus respectivas descargas en relación de cooperación de modo de proveer un flujo predeterminado, por ejemplo en un tanque de tratamiento.

20 25 Aunque en la precedente descripción el aparato oxigenante estaba colocado en forma fija dentro del tanque de tratamiento, es obvio que podría flotar en éste o estar ubicado adyacentemente al mismo. En tal caso, se pueden proveer ca-

ñerías y conductos apropiados para introducir aguas residuales no tratadas en el aparato oxigenante y hacer volver al tanque de tratamiento las aguas residuales oxigenadas. Además, es obvio que la geometría del presente aparato oxigenante no tiene que ser necesariamente rectangular, sino que puede tener otras configuraciones.

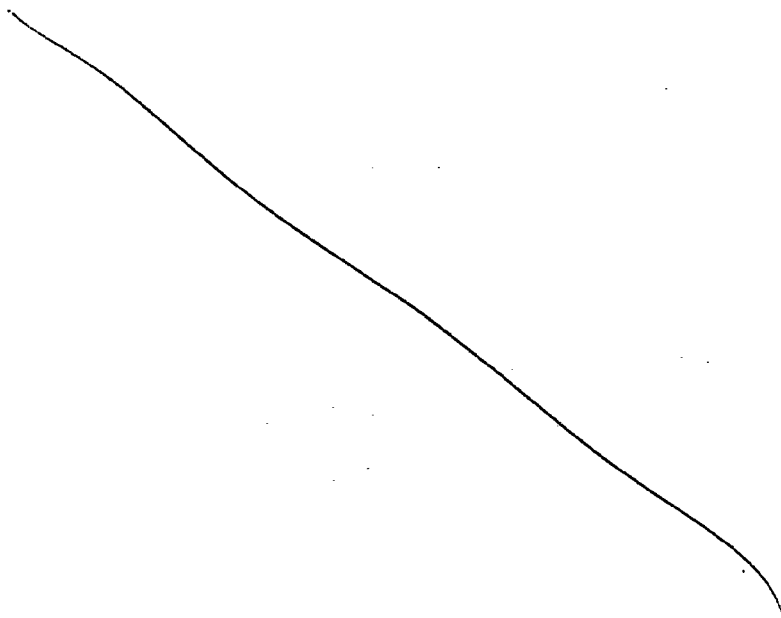
5

Aunque la presente invención se ha descrito particularmente en términos de formas de realización específicas, ha de quedar entendido que las personas prácticas en la materia podrán efectuar numerosas variaciones, sin apartarse del alcance/de las siguientes reivindicaciones:

10

Descrita sustancialmente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

15



REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento y aparato para oxigenar un cuerpo de aguas residuales que comprende proporcionar una cámara de oxigenación, admitir aguas residuales para su oxigenación dentro de la cámara, caracterizándose el procedimiento porque comprende las etapas de crear una condición turbulenta en las aguas residuales alimentadas y conectar las aguas residuales turbulentas con un gas de oxigenación mediante el cual se disuelve oxígeno en dichas aguas residuales turbulentas; transportar las aguas residuales oxigenadas a una zona de reposo dentro de dicha cámara para disipar sustancialmente la turbulencia y reducir la velocidad de dichas aguas residuales para de este modo, permitir la liberación del gas de oxigenación atrapado en dichas aguas residuales oxigenadas; 10 y descargar dichas aguas residuales oxigenadas de la zona de reposo a una velocidad incrementada al interior del cuerpo de aguas residuales no tratadas por lo que se mezcla el agua residual oxigenada con dicho cuerpo de aguas residuales.

20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de crear una condición turbulenta en dicha agua residual admitida incluye someter dicha agua residual admitida a una caída por gravedad dentro de dicha cámara.

25 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque comprende las etapas adicionales de liberar gas de oxigenación no disuelto de dichas aguas residuales oxigenadas en dicha zona de reposo y reciclar el gas de oxigenación liberado para que contacte dichas aguas residuales turbulentas.

30 4.- Procedimiento según cualquiera de

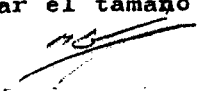
*73*

5 las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la etapa de descargar el agua residual oxigenada de dicha zona de reposo comprende emitir dicha agua residual oxigenada de dicha cámara a una velocidad incrementada predeterminada y en una dirección predeterminada.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las etapas adicional de disponer dicha cámara de oxigenación en dicho cuerpo de aguas residuales no tratadas.

10 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en que la cámara de oxigenación tiene una entrada, una salida, y una zona de mezclado estático entre dicha entrada y salida, admitiéndose el agua residual no tratada en dicha cámara a través de dicha entrada, caracterizado porque comprende pasar dicha agua residual admitida a  
15 dicha zona de mezclado estático; introducir el gas de oxigenación en dicha zona de mezclado estático y disolver como mínimo una porción del oxígeno en dicha agua residual; coleccionar oxígeno no disuelto atrapado en dicha agua residual después  
20 de su paso a través de la zona de mezclado estático; recircular dicho oxígeno coleccionado a dicha zona de mezclado estático para disolución adicional en el agua residual que se encuentra en dicha zona, y descargar dicha agua residual oxigenada a través de la salida de dicha cámara al cuerpo de aguas residuales no tratadas.  
25

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque la etapa de descargar a agua residual oxigenada a través de dicha salida incluye el emitir dicha agua residual de dicha cámara a través de una tobera  
30 ajustable en dicha salida; y el controlar el tamaño de apertura



ra y dirección de dicha tobera para mezclar agua residual oxigenada con dicho cuerpo de agua residual no tratada.

5 8.- Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque la etapa de pasar dicha agua residual admitida a dicha zona de mezclado estático comprende someter dicha agua residual admitida a una caída por gravedad.


10 9.- Aparato para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende una cámara generalmente cerrada que tiene una entrada para admitir agua residual a oxigenar dentro de dicha cámara medios para un mezclado estático para convertir dicha agua residual admitida en turbulenta y para efectuar un contacto entre dicha agua residual con un gas contenedor de oxígeno de modo que se disuelva oxígeno en dicha agua residual

15 turbulenta; medios de acumulación de líquido en reposo adoptados para recibir agua residual oxigenada de dichos medios de mezclado para disipar dicha turbulencia y subsiguientemente reducir la velocidad de dicha agua residual oxigenada recibida de modo que se permita la liberación del oxígeno no disuelto de dicha agua residual recibida; y medios para descargar

20 dicha agua residual oxigenada de dicha cámara en un orden de flujo predeterminado a una velocidad superior a la velocidad de dicha agua residual oxigenada en dichos medios de acumulación del líquido en reposo.

25 10.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende medios para proveer un espacio para acumulación de gas situado sustancialmente superior a dicho espacio de acumulación de líquido, con oxígeno liberado de dicha agua residual oxigenada recibida colectada en dicho

30 espacio para la acumulación de gas.



11.- Aparato según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque los medios para descargar agua residual oxigenada comprenden medios de tobera.

5 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque los medios de tobera incluyen una porción de espita con la apertura y direccionalidad de dicha espita siendo ajustable.

10 13.- Aparato según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque los medios de tobera incluyen un miembro de aleta móvil.

15 14.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque comprende medios para alimentar oxígeno liberado de dicha agua residual oxigenada en dichos medios de mezclado estático para su disolución adicional en dichas aguas residuales turbulentas.

20 15.- Procedimiento y aparato para oxigenar un cuerpo de aguas residuales, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 49 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

AIRCO, INC. 16 JUN 1976

J. GOMEZ ACEBO Y CAJAL  
p. p. Firmador: J. Suarez Diaz

*José Suárez*

*96*

FIG. 1

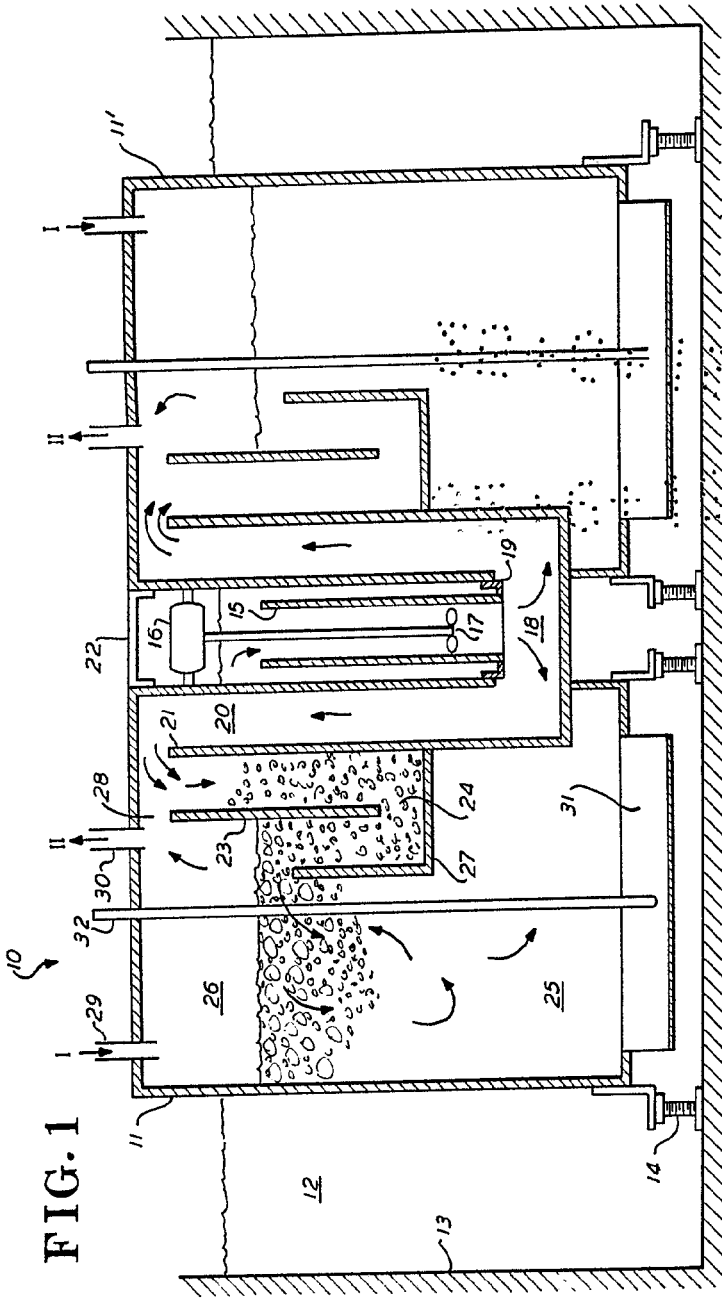
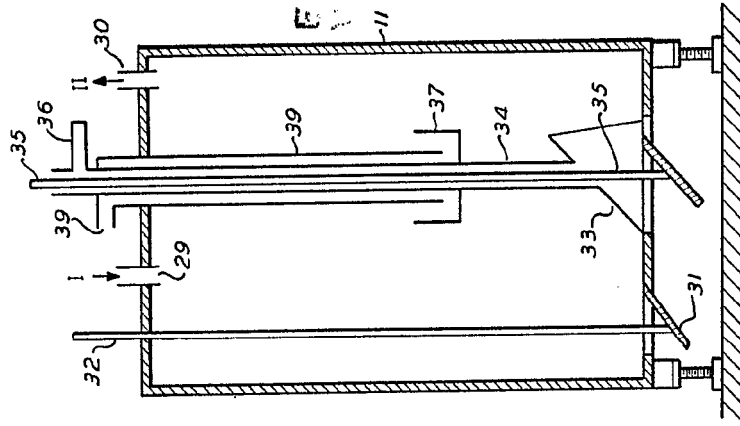
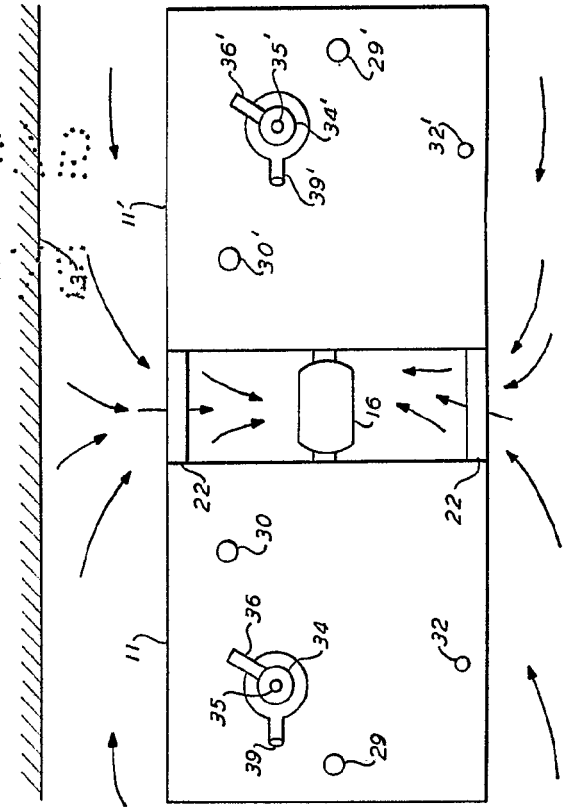


FIG. 2



ESCALA VARIABLE

FIG. 3



9 6 JUN 1975

Madrid

J. BUREZ ARSEN Y MODEI

Dr. P. Fumadó, Casa Encadenada

FIG. 1

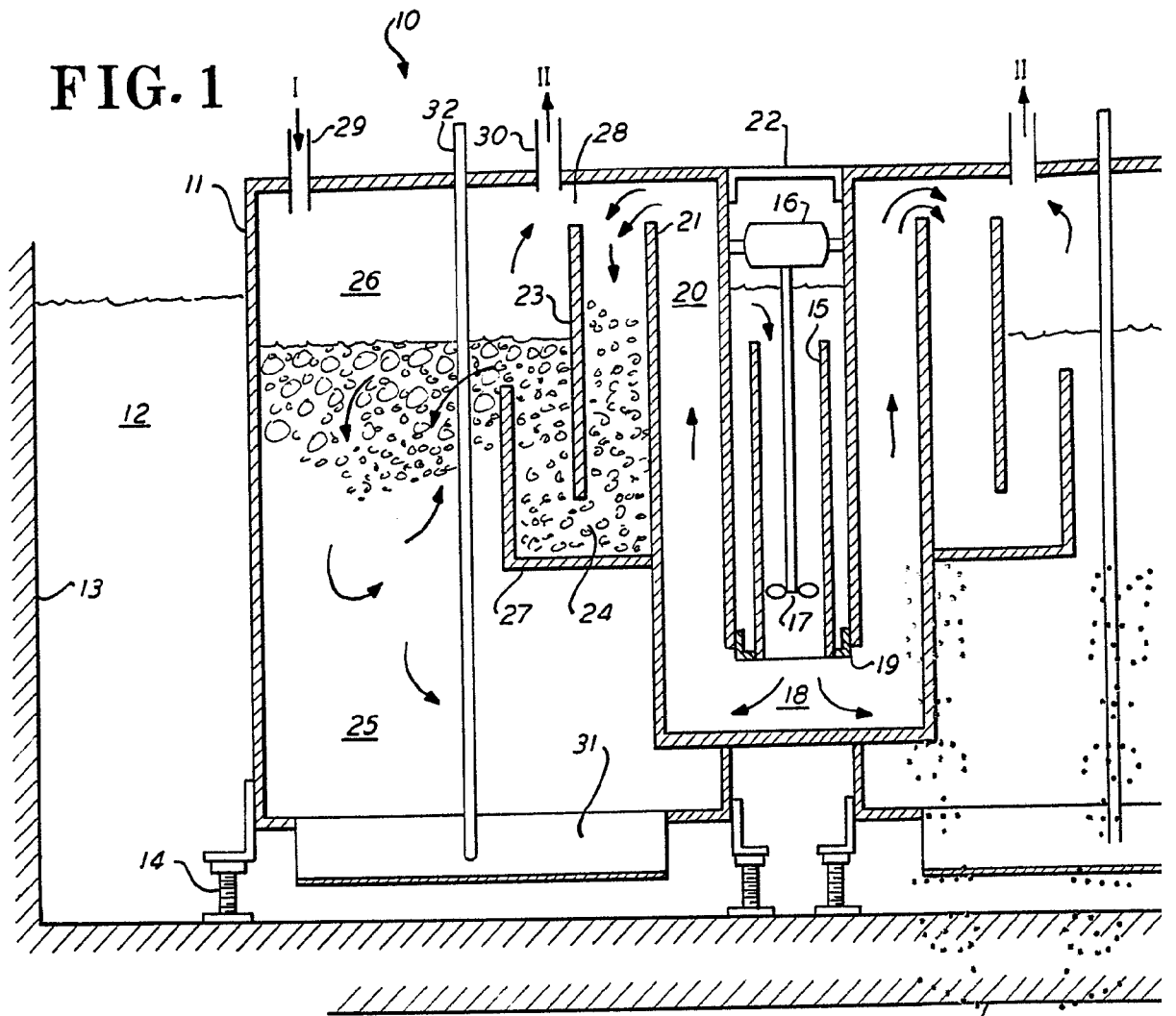
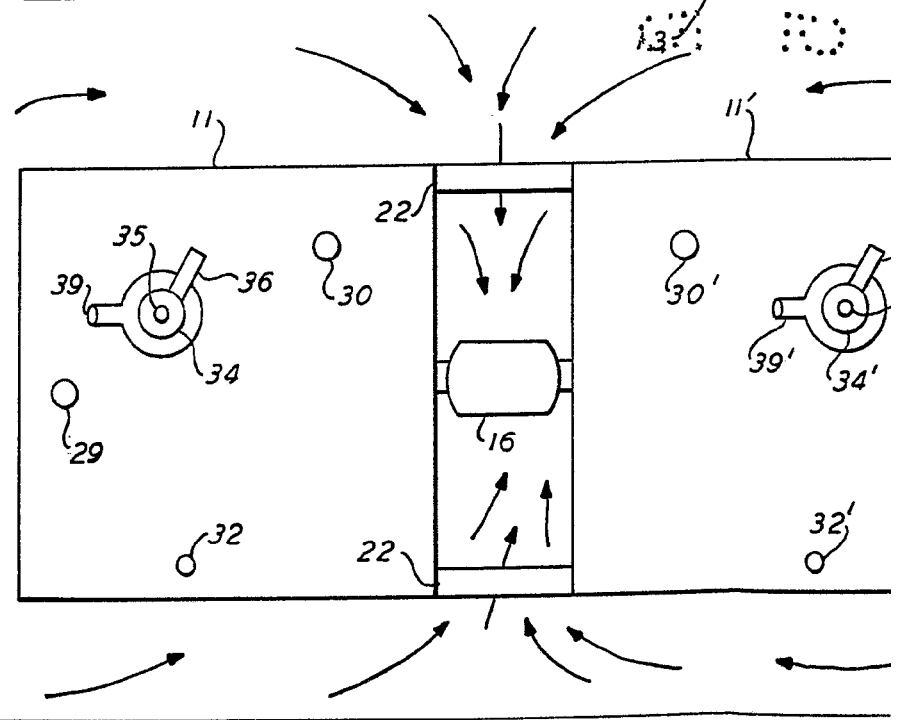


FIG. 3



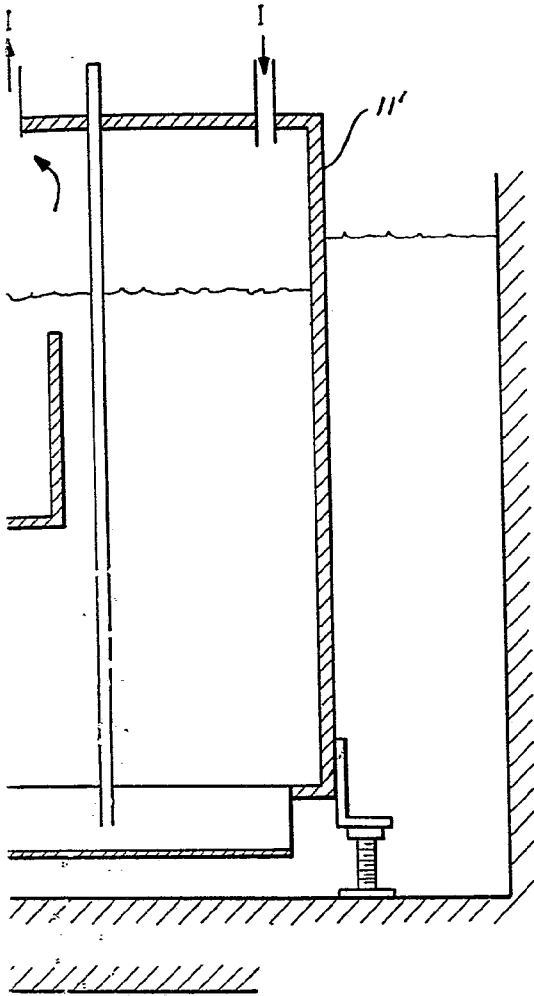
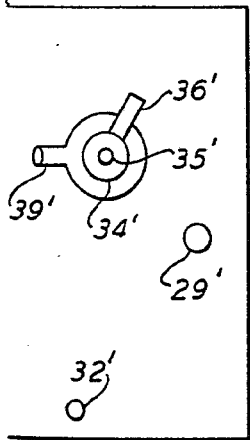
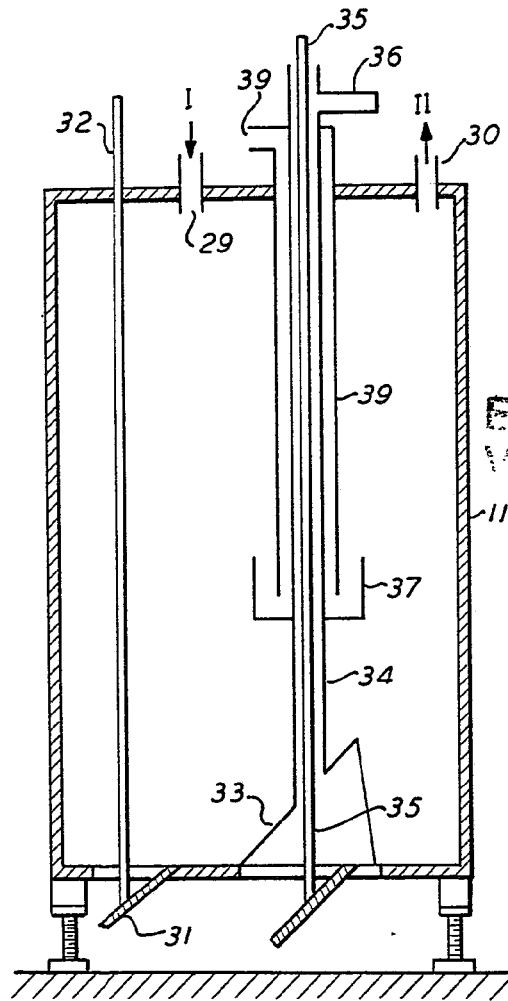


FIG. 2



ESCALA  
VARIABLE

25 JUN 1975

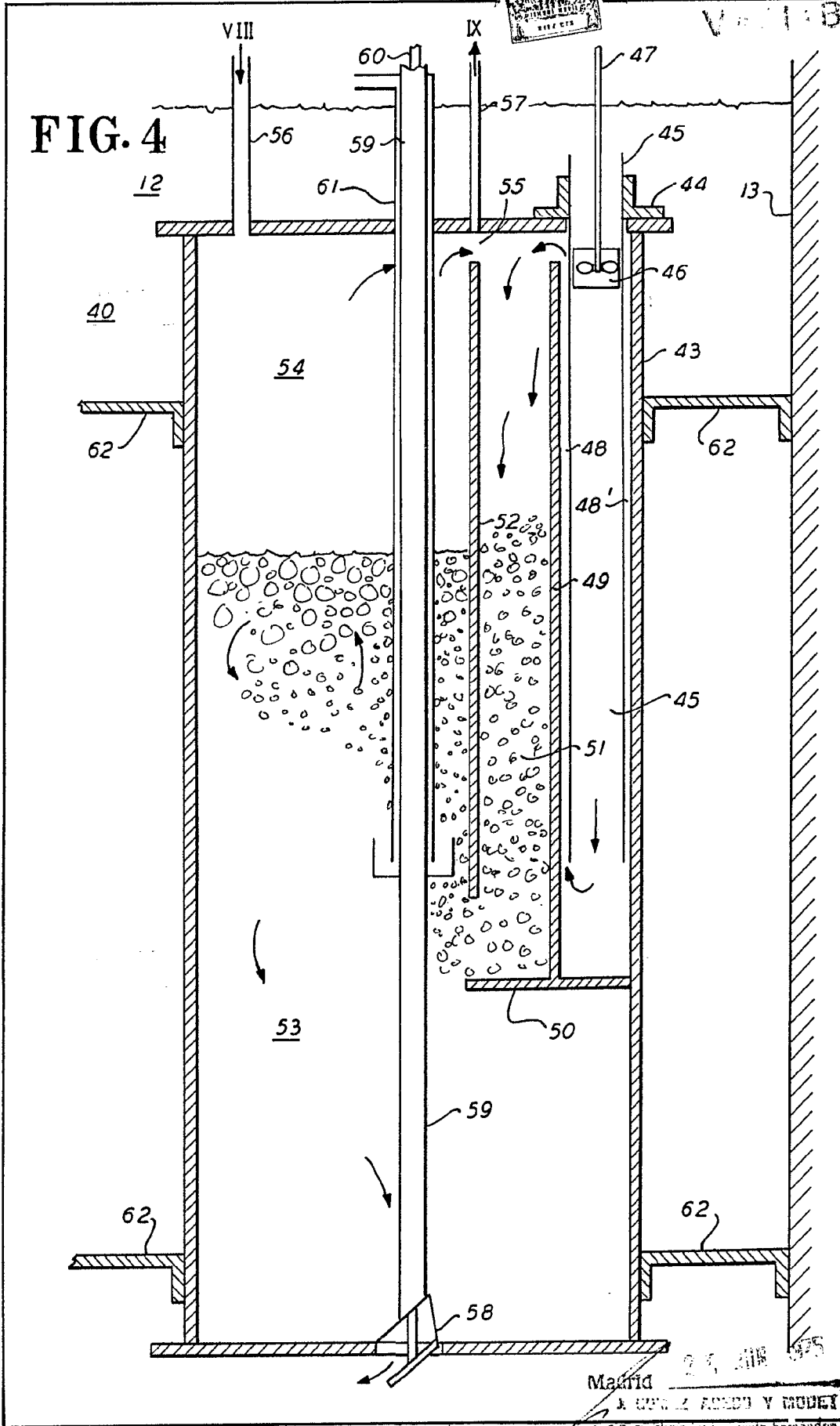
Madrid

L. GOMEZ ACEBU Y MOJES

P. B. Firmado: L. Gomez Acebudo

A handwritten signature in black ink, written over the printed name and address.

ESCALA  
Variable



Madrid  
A. GONZÁLEZ ARANDA Y CAÑAS  
Ingenieros

*[Handwritten signature]*

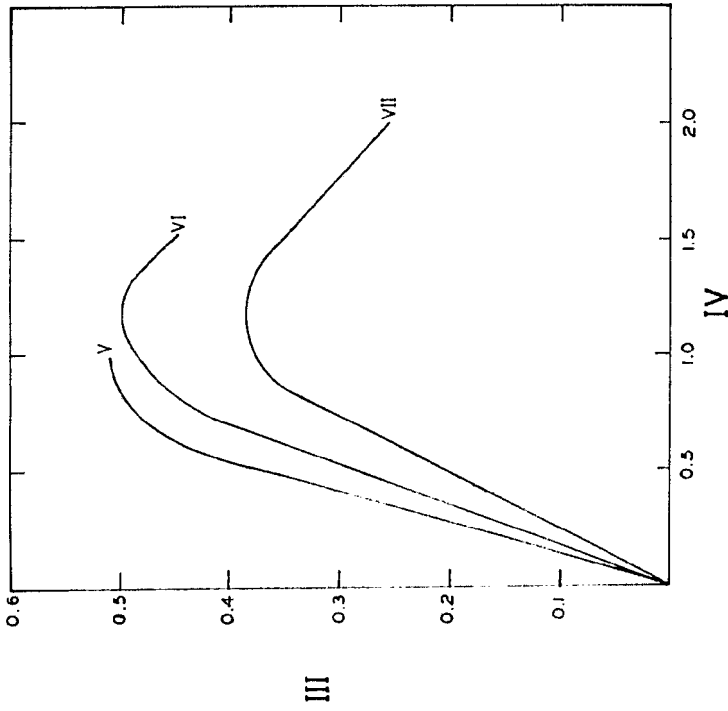
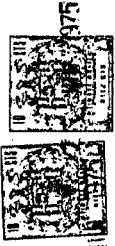


FIG.6

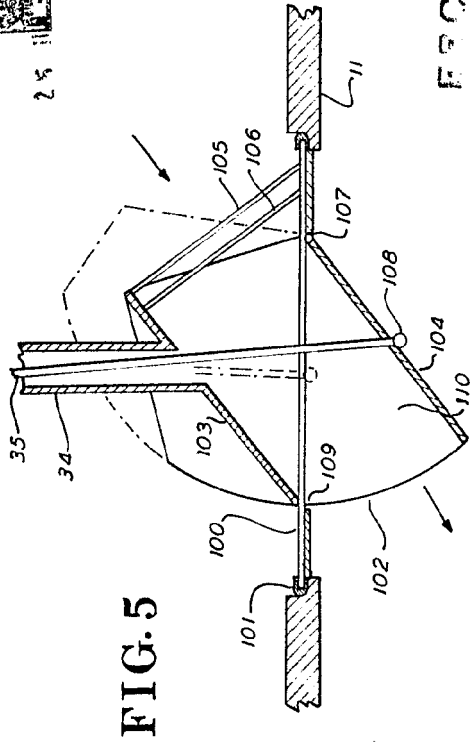


FIG.5

ESCALA VARIABLE

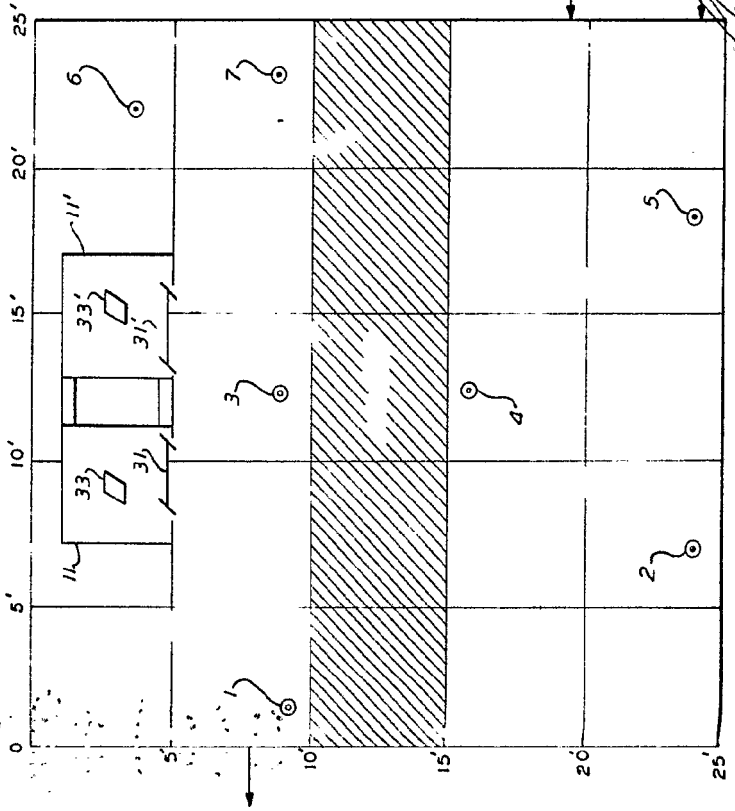


FIG.9

Madrid 25 JUN 1975

J. GOMEZ ACIBO Y HERRERA  
por el Firmado: L. Gueita Ferragud

*[Handwritten signature]*

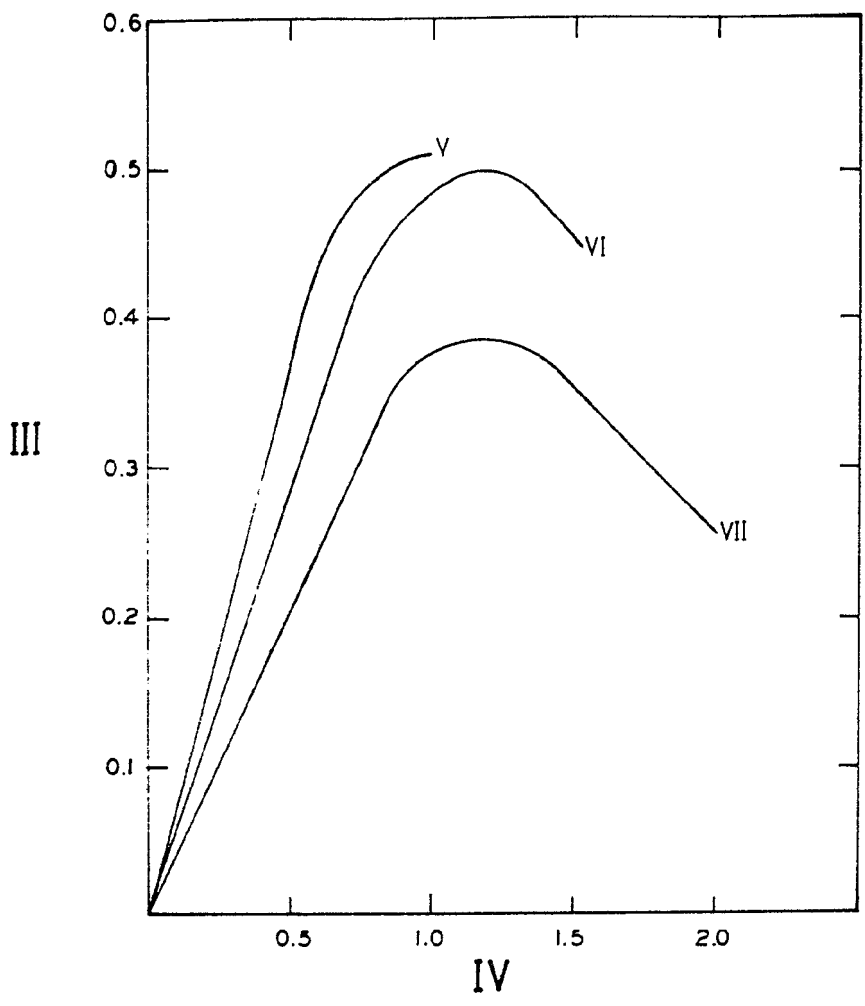


FIG. 6

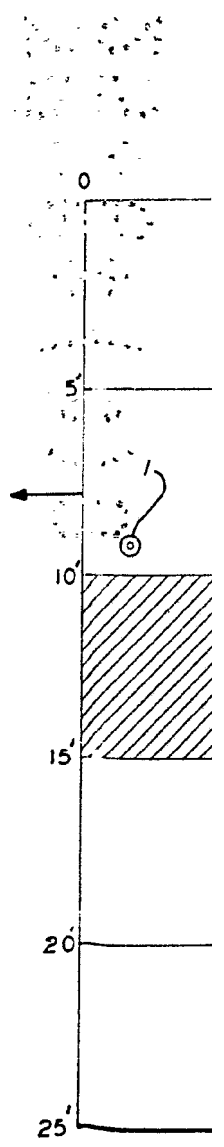


FIG. 9

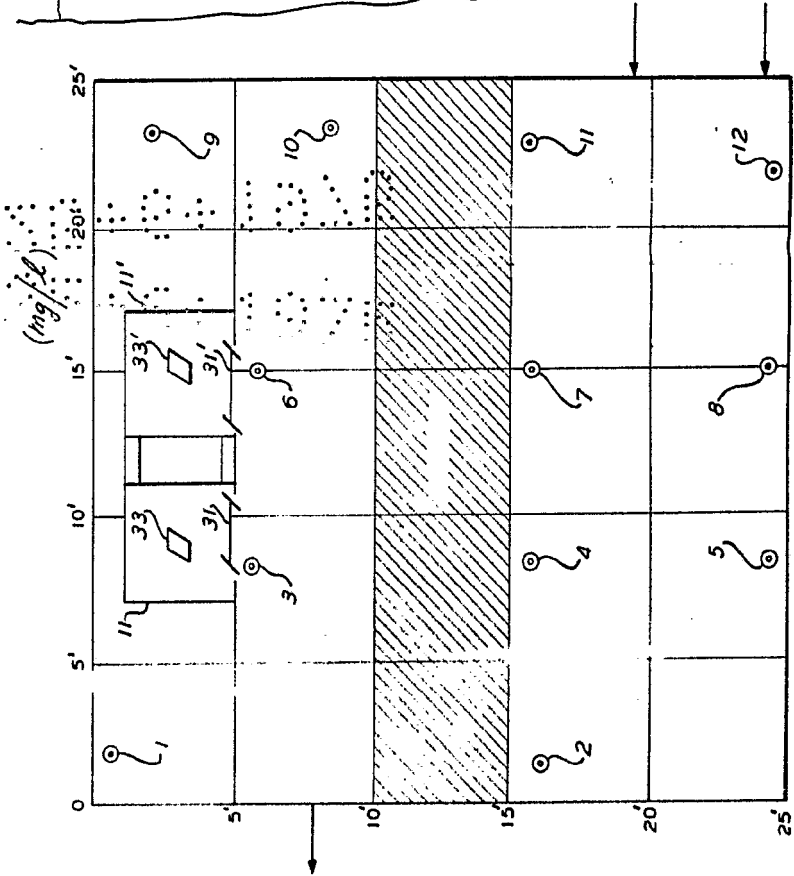
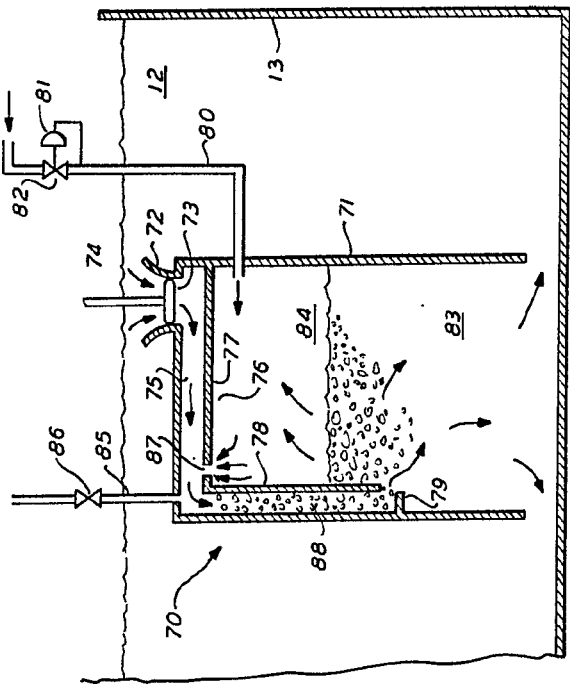




25

# ESCALA VARIABLE

## FIG. 7

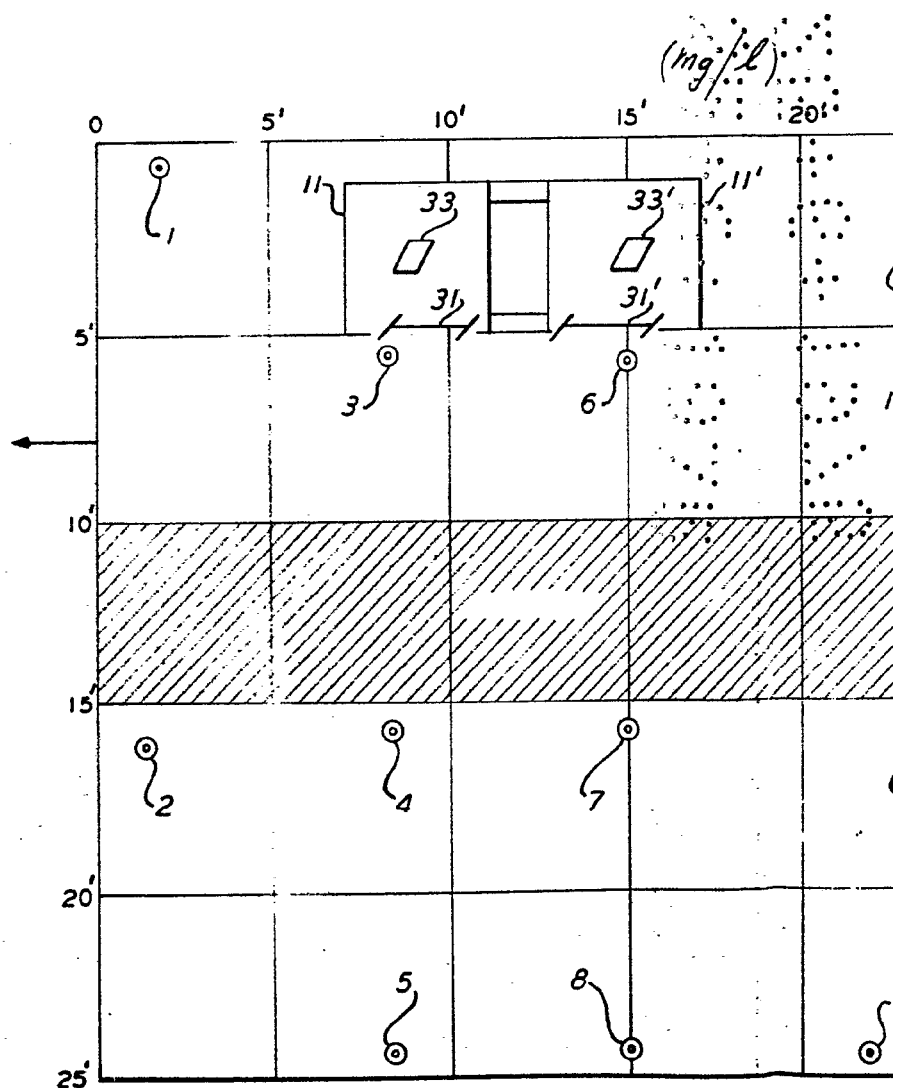


## FIG. 8

Madrid 25 JUN 1975

A. GONZALEZ ACEVEDO Y ROJAS  
P. P. Filizola, L. Garcia Fernandez

FIG. 8

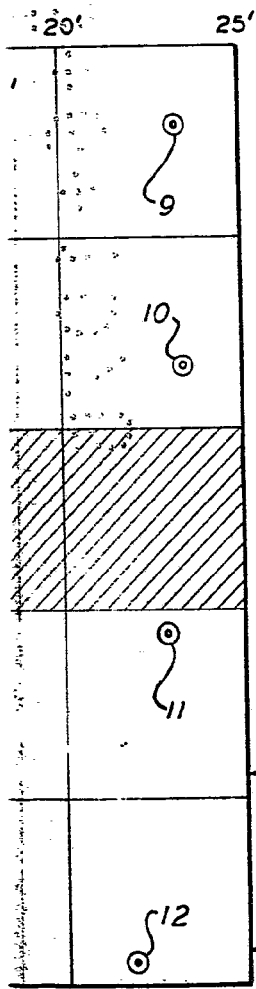
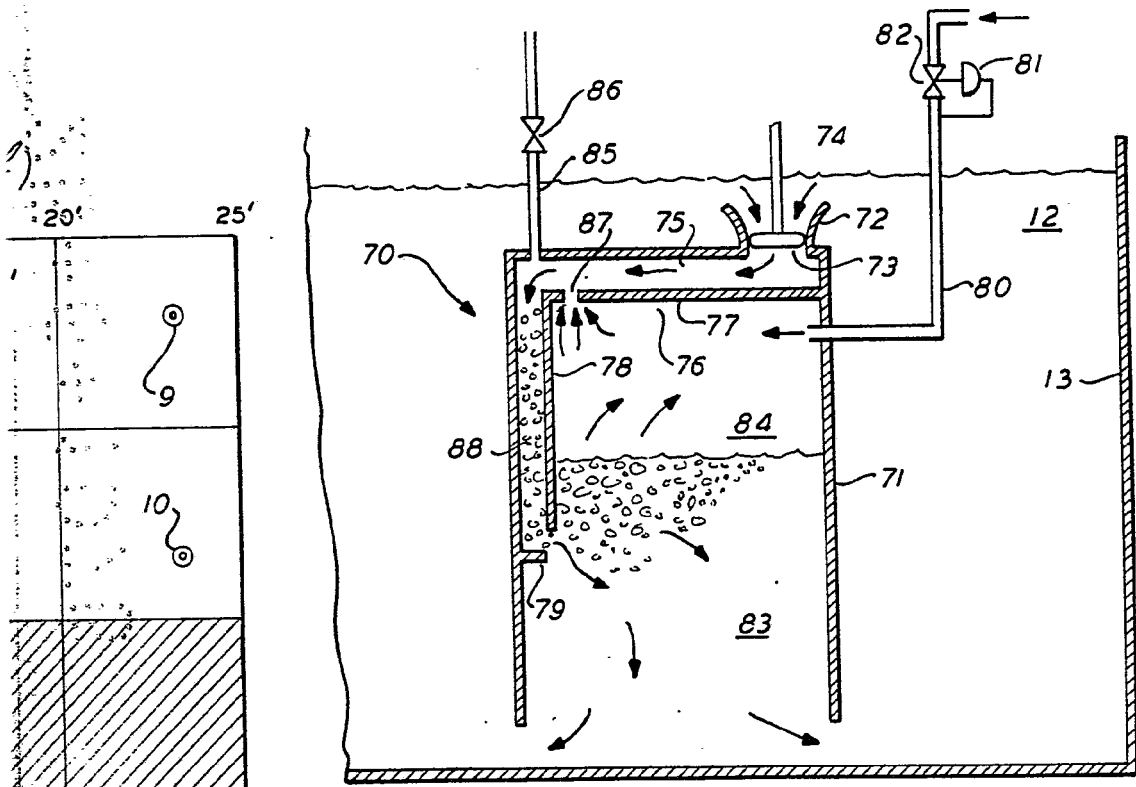


25



FIG. 7

ESCALA VARIABLE



Madrid 25 JUN 1975

L. GOMEZ ACEBO Y MODET  
 p. p. Firmado: L. Góme Fernández  
*[Handwritten signature]*