

327062

23



327062

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: FULLER COMPANY

RESIDENCIA: Borough of Catasauqua, Lehigh, Penn-
sylvania, ESTADOS UNIDOS.

ENUNCIADO: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA RENOVACION
DE AGUAS RESIDUALES"

Prioridad: Patente estadounidense n.º 484,373 del 1.9.65.



1 Esta invención se refiere a un procedimiento para la purificación de líquido. Más particularmente, la invención se refiere a un método para tratar el efluente residual de una planta industrial.

5 Un objeto de esta invención es el de aportar un procedimiento para la conversión del efluente residual de tratamiento en agua potable.

 Otro objeto de la invención es el de proporcionar un método de bajo coste para renovar el efluente residual de la planta, debidamente tratado, para una nueva utilización.

10 Con una población en rápida expansión, que absorbe en forma creciente nuestros recursos de agua, que se contaminan cada vez más se hacen necesarias nuevas formas de hacer utilizables estos recursos y asimismo se hace preciso hallar otros nuevos.

 Se está ya utilizando el agua del mar y se han diseñado y construido plantas y procedimientos de desalinización económicos. Mi procedimiento, sin embargo, afecta a otra posible fuente de agua potable que se encuentra a disposición de todo municipio pero que hasta el presente no ha sido desarrollada. He descubierto un método efectivo y de bajo coste para convertir los efluentes residuales de tratamiento municipales en un suministro de agua potable. Con mi sistema, el circuito sería básicamente cerrado, con sólo la necesidad de una aportación adicional de agua de otras fuentes para compensar las pérdidas por evaporación y similares.

25 La mayor parte de los métodos de tratamiento utilizados en la actualidad para depurar los efluentes residuales, no están dirigidos a la finalidad de asegurar un efluente potable. Principalmente, los residuos se tratan para necesi-

30



327062

1 dades especiales, tales como suministro de agua de refrige-
ración o se tratan en forma mínima para cumplir ordenanzas
y exigencias encaminadas a su descarga en lagos y corrien-
tes de agua. Para este tipo de tratamiento, se practican -
5 normalmente métodos comunes tales como el de clarificación,
seguido de aposamiento o sedimentación, o bien métodos bio-
lógicos. Una parte de la tecnología más avanzada, tal como
la que se ha desarrollado bajo programas experimentales de
investigación, reconoce que pueden ser necesarias prácticas
10 adicionales de tratamiento tales como la filtración y quizá
la adsorción en columna de carbono activado. Estos últimos
programas, no obstante, no han sido enteramente satisfacto-
rios, ya que permanecen relativamente elevados los residuos
COD (Chemical Oxygen Demand), que son indicación de la pre-
15 sencia de materiales orgánicos.

Yo he descubierto un procedimiento avanzado de tra-
tamiento de los residuos que, por la propia secuencia de la
operación y con la adición de varias fases de desminerali-
zación, mejora en alto grado el rendimiento, en comparación
20 con los procedimientos precedentemente utilizados. Aun
cuando la desmine-ralización ha tenido una gran aceptación
en determinados campos, tales como el de la industria de -
generación de energía, la industria del azúcar y similares;
hasta el presente, no se había utilizado una completa y
25 definitiva desmineralización en el tratamiento de las aguas
residuales. Mi sistema combina las fases de proceso de sua-
vización, floculación, filtración, desmineralización y ad-
sorción de carbono. Con mi sistema la fase de adsorción de
materia orgánica produce un resultado mucho mejor, ya que
30 se lleva a cabo a un bajo valor pH. Otra ventaja de mi pro-



23 MAR

327062

1 cedimiento, debida también probablemente al bajo valor pH,
es la evitación de desarrollo microbiano.

5 Mi invento se comprenderá más fácilmente con referen
cia al dibujo, que consiste en un esquema de corriente con-
forme a la invención.

La fase inicial de mi procedimiento consiste en in-
troducir un efluente residual biológicamente oxidado, proce
dente de una planta, en una unidad clarificadora de deter-
minado tipo. Esta unidad puede ser una clarificadora del tipo
10 "capa de lodo" o una unidad de elevado contacto con sólidos
que practique una recirculación de mezcla pastosa. De pre-
ferencia, utilizo un aparato como el descrito en la Patente
española nº 287.210, concedida el 14 de septiembre de 1963,
titulada "Procedimiento y aparato para la producción de un
15 barro denso".

El aparato de esta última invención es relativamente
simple y comprende básicamente un tanque 1 separado en una
cámara superior de mezcla y reacción 2, una cámara central
de floculación 3, y una zona de clarificación 4. Un árbol 5
20 accionado por motor, con unas palas 6 y 7 actúa de modo que
ayuda a la precipitación y a la floculación. Un agitador 8
va situado en el extremo inferior del árbol 5.

El efluente residual tratado se introduce por el con
ducto 9 en la cámara 2 de mezcla y reacción. Una tubería 10
25 descarga coagulante en la cámara central 3 vertiéndolo so-
bre la pala y en la parte superior de la cámara 3. El tubo
de recirculación de barro, 11, va de la parte inferior del
tanque y descarga en la cámara de mezcla y reacción 2 bajo
la presión del eyector 12 accionado por la presión de la -
30 línea 13, a lo largo de la cual fluye también el efluente

327062 23



1 residual a tratar. Un precipitador, tal como cal, se intro-
duce por el conducto 14, de modo que durante el funcionamien-
to se descargan conjuntamente en la cámara de mezcla y re-
acción el precipitador y el barro en bnto. El líquido trata-
5 do clarificado penetra en el depósito de efluente 15 por -
los orificios 16, de donde se retira después.

A continuación de la unidad de tratamiento se encuen-
tra un filtro de arena 20 de diseño común. Sigue en el es-
quema conforme al sentido de la corriente una primera uni-
10 dad 21 de cambio de cationes, sucesivas unidades de adsor-
ción de carbono activado, 22, 23 y 24, y la primera unidad
25 de cambio de aniones. La desmineralización final a tra-
vés de las segundas unidades trocadoras de cationes y anio-
nes, 26 y 27, constituye las fases finales en mi nuevo pro-
cedimiento de tratamiento.

15 El funcionamiento del procedimiento de mi invención
es como sigue: El efluente residual tratado es introducido
por el conducto 9 hasta la cámara 2 de mezcla y de reacción,
de la unidad de tratamiento 1. El precipitador añadido por
20 el tubo 14 y el barro reciclado por el conducto 11 se des-
cargan juntos en la cámara de mezcla y reacción, y se añade
un coagulante a la cámara central 3 por el tubo 10. El lí-
quido y los reactivos fluyen hacia abajo a través de la cá-
mara central 3 y se promueven las reacciones de precipita-
25 ción y coagulación. El barro se deposita desde el líquido
tratado hasta el fondo de la unidad 1 y es reciclado por el
tubo 11 para ayudar a la reacción de precipitación química.
El agitador 8 de fondo mantiene el barro en un estado semi-
flúido. El líquido clarificado asciende hasta el interior
30 del depósito de efluente 15 por los orificios 16 y es reti-



327062

1 rado de la unidad.

Se hace recircular el barro de esta unidad muchas -
veces, consiguiéndose así una mezcla de muy alta densidad y
bajo volumen. Esta fase inicial del tratamiento actúa en el
5 sentido de eliminar la alcalinidad, la dureza, los fosfatos,
los sólidos suspendidos y el COD. El efluente que se saca
de la unidad es un líquido relativamente claro de alto valor
pH.

La materia adicional suspendida, la turbidez y algunos
10 de los fosfatos, se suprimen en la fase siguiente del pro-
cedimiento al hacer pasar el efluente desde la unidad de tra-
tamiento a través de un filtro de arena 20.

Después del filtrado, se hace pasar el líquido por
una primera unidad 21 de cambio de cationes, que puede con-
15 tener cualquier tipo adecuado de resina catiónica, la cual,
cuando la atraviesa el líquido, efectúa el trueque de calcio,
magnesio, sodio y toda proporción de hierro presente en el
líquido, por hidrógeno. El agua tratada y filtrada, que --
tenía un carácter alcalino cuando se introdujo en el troca-
20 dor, será ahora de un tipo completamente ácido, poseyendo
un valor pH de 2 a 3 aproximadamente, debido a los ácidos
nitríco, sulfúrico y clorhídrico contenidos en ella. Se re-
generan las capas catiónicas periódicamente, mediante apa-
ratos no representados, con un ácido fuerte, cuando se ago-
25 tan. Los principios de intercambio de iones son bien conoci-
dos en la industria, por lo que no se facilitará aquí una
descripción detallada.

Con arreglo a esta invención, se hace pasar a continua
ción el efluente desde el trocador catiónico a una sucesión
30 de columnas 22, 23 y 24 de adsorción de carbono activado, en

327062

23



1 corriente descendente. La capacidad adsorptiva de estas ca-
pas elimina esencialmente todas las sustancias orgánicas
productoras de sabor y olor, reduciendo asimismo el COD. -
Una importante característica de mi invención es la coloca-
5 ción de la unidad cambiadora de cationes 21 justamente por
encima de las unidades de carbono activado. Contrariamente
a algunos puntos de vista aceptados, he descubierto que la
extracción de contaminantes orgánicos del agua residual por
capas de adsorción de carbono activado mejora mucho si se
10 efectúa la operación a un valor pH bajo, ya que se forman
residuos más bajos y se hacen posibles más elevadas cargas
en las capas. Los fenómenos de adsorción son complejos y
parece que tanto las propiedades químicas como las físicas
de la sustancia que se trata de absorber afectan en gran
15 manera al grado de adsorción. La razón por la que un valor
pH bajo favorece la adsorción de los efluentes residuales
se debe probablemente en parte a la más baja solubilidad de
las impurezas en el agua a este grado de pH, pero cualquiera
que sea el principio sobre el que ello se base, lo cierto
20 es que he comprobado que un valor pH de 2 a 3 aproximada-
mente es un grado óptimo para la adsorción correspondiente
a mi procedimiento. Para asegurar una buena eliminación de
residuos orgánicos y para hacer posible el funcionamiento
a grados de flujo más elevados, prefiero utilizar una bate-
25 ría de varias capas de carbono activado, por ejemplo tres,
como se ha representado en el esquema de corriente que se
acompaña. Esto proporciona una columna carbónica de capas
efectiva, de buena profundidad. Asimismo, prácticamente,
con capas múltiples es posible continuar la operación a tra-
30 vés de las demás unidades mientras se está limpiando una

327062

23 MAR



1 de ellas. En la práctica del sistema, cuando la capa queda colmada y la pérdida de rendimiento es acusada, estas unidades se anegan para liberar dicha capa.

5 A continuación de la fase de adsorción carbónica, se produce otra fase, de desmineralización, la del trueque aniónico de base débil, en la unidad 25.

10 Las etapas finales del proceso son el trueque secundario de cationes y aniones, que se llevan a efecto en las unidades 26 y 27. Estas unidades actúan en la misma forma que las unidades 21 y 25 y su función es la de eliminar las filtraciones de sales minerales que quedan en el agua después de las fases del primer trueque de iones.

15 Para comprobar la efectividad de mi procedimiento, fue puesta en funcionamiento una planta piloto de enero a julio de 1965, en la planta de tratamiento de aguas residuales de Tucson, Arizona. Se instaló una unidad de contacto de sólidos de alta densidad, de 42" (1066,8 mm) de diámetro y del tipo arriba descrito. El influente a la unidad fue de naturaleza variable, consistiendo o bien en efluente tratado biológicamente, procedente de un proceso de lodo activado, o en un efluente procedente de un filtro de goteo, y en ciertos casos, se introdujo en mi procedimiento una mezcla de ambos efluentes. Un análisis mostró que el líquido residual tratado introducido en mi procedimiento tenía, 20 por término medio, las siguientes características:

pH	7,5	SO ₄	155
P	0	Turbiedad	25
M	270	Olor	a moho
Th	210	Color	24
NH ₃	20-30	SiO ₂	32
PO ₄	20-40	ABS	5-6
Cl	125	COD	65

327062

23



1 Los citados análisis y los que siguen expresan la al-
 calinidad, la dureza, los sulfatos y el cloro en términos de
 carbonato cálcico. P representa la alcalinidad respecto a la
 fenolftaleína, M la alcalinidad respecto al anaranjado de
 5 metilo, y TH es la dureza total expresada en ppm.

Este influente fue bombeado a razón de 15 gpm hasta
 la unidad de contacto de sólidos en alta proporción. Se ali-
 mentó a la unidad una solución de sulfato ferroso y agua,
 por un alimentador químico del tipo diafragma y se introdu-
 10 jo en el extremo superior de la cámara central de reacción
 3 por el tubo 10, como coagulante. Se observó que la intro-
 ducción del coagulante en este punto daba como resultado la
 mejor clarificación y eliminación de la turbiedad y de los
 sólidos suspendidos. Se utilizó cal como precipitador, la
 15 cual se alimentó con agua en forma de mezcla pastosa por un
 tubo 14, mezclándose con el barro de retorno justamente an-
 tes de la introducción en la primera zona de mezcla de la
 unidad de tratamiento. La cantidad de cal alimentada se fijó
 en 314 ppm. Las reacciones de precipitación se promovieron
 20 manteniendo una fuerte concentración del lodo en la unidad,
 y el agua clarificada que se retiró dio el análisis siguien-
 te, como promedio:

pH	10,9	PO4	0,8
P	148	Olor	a moho
M	208	Color	N.D.
TH	138	SiO ₂	27
NH ₃	20-30	COD ²	45

25 Se filtró a continuación el efluente de la planta de
 tratamiento en un pequeño filtro de arena con regulación de
 flotación, provisto de una capa de grava graduada y arena,
 para separar la materia suspendida en el efluente. Cuando el
 30 diferencial de presión fue de tres libras (1,360 kg) o más,

327062₂₃ MAY.



1 lo que ocurrió cada tres o cuatro días, se lavó el filtro en sentido contrario con agua corriente para eliminar el sedimento.

5 Después del filtrado, las pruebas analíticas mostraron que el agua presentaba las siguientes características medias:

P	128	Turbiedad	3
M	174	Olor	a moho
TH	106	SiO ₂	26
PO ₄	0,76	ABS	2,8
Cl	125	COD	40

10 Como procedimiento operativo se decidió reducir el grado de flujo para el resto del proceso a 1 litro/minuto.

15 La desmineralización a través del primer cambiador catiónico siguió a la filtración según se ve en el esquema de corriente. La unidad trocadora de cationes tenía un diámetro de 6" (152,4 mm) y una capa de resina de una profundidad de 50" (1.270 mm). Se empleó una resina trocadora común, de existencia en el comercio, Duolite C-20, según fabricada por la Diamond Alkali Corporation, de Redwood City, California. Los iones de calcio, magnesio y sodio fueron trocados por hidrógeno y ácidos correspondientes formados. Esto redujo el valor pH del agua a un grado de entre 2 y 3. Tal reducción del pH mejoró la fase subsiguiente de adsorción de carbono.

25 El bajo pH en este punto del proceso de mi procedimiento dio como resultado una buena reducción del desarrollo microbiano. La mayor parte de los microorganismos no pueden sobrevivir por debajo de un valor pH de 4,0, al desnaturarse las proteínas clave de enzima. La observación de muestras tomadas antes y después del cambio catiónico mostraron que no se había producido ningún desarrollo biológico vi--

327062

23



1 sible después de esta fase del proceso.

5 Las unidades carbónicas consistían en tres tubos de
plástico a prueba de corrosión, de seis pulgadas (152,4 mm)
contentivos de capas de carbono activado expresamente fabri-
cados para la purificación del agua. El flujo se realizó en
sentido descendente a través de la capa, y cada capa tenía
aproximadamente 50 pulgadas (1.270 mm) de profundidad, con-
teniendo aproximadamente 0,8 pies cúbicos (0,0224 m³) de
carbono activado.

10 Para extraer los aniones de los ácidos del líquido
bajo tratamiento, el cambio de aniones primario siguió a
la adsorción carbónica. Este trocador era una unidad de -
flujo descendente de un diámetro de 6" (152,4 mm), siendo
la resina Duolite A-30B, fabricada asimismo por la Diamond
15 Alkali Corporation. Al entrar el líquido en la primera uni-
dad trocadora de aniones presentaba un valor pH de 2 a 3,
aproximadamente.

20 El regenerador para el trocador aniónico se preparó
diluyendo 540 ml. de acuo-amoniaco de 22° Be. con agua des-
mineralizada hasta un volumen de 3,6 galones U.S. (13,62 l).
El regenerador para el trocador catiónico se preparó mez-
clando 375 ml. de ácido sulfúrico concentrado con 6 galones
(22,71 l) de agua corriente Tucson. Las soluciones regene-
radoras fueron pasadas a contracorriente primero a través
25 de los segundos trocadores y después a través de los prime-
ros trocadores. Los grados de aplicación fueron de 1600 ml./
min. y de 1100 ml./min. para las capas catiónica y aniónica
respectivamente.

30 A continuación de la primera desmineralización, se
hizo pasar el agua a un segundo trocador catiónico y uno --

327062

23



1 aniónico para suprimir todas las sales minerales restantes
 que pudieran no haber sido eliminadas en las primeras fases.
 Estas dos unidades eran mucho más pequeñas que las primeras
 unidades, teniendo 3" (76,2 mm) de diámetro y profundidades
 5 de capa de 18" (457,2 mm).

Las unidades desmineralizadoras se diseñaron y uti-
 lizaron para emplear esencialmente los equivalentes este-
 quiométricos de los regeneradores ácido y base. Debido a -
 ello, se produjo cierta cantidad de filtración por los pri-
 10 meros trocadores, que se eliminó en las segundas unidades.

La tabla siguiente compara el análisis del agua fi-
 nal de mi procedimiento con el del agua corriente Tucson.
 El análisis del agua Tucson que se da aquí es un promedio,
 ya que el agua Tucson, que se extrae de pozos muy diferen-
 15 tes, con diferentes características, es sumamente variable.

	<u>Agua final después de</u> <u>seguir el procedimiento</u>	<u>Agua corrien</u> <u>te Tucson</u>
pH	6,5	7,4
P	0	0
M	5-30	170
TH	0	250
NH ₃	1	1
20 Cl ₂	20	36
SO ₄	10	132
Olor	0	0
ABS	0,05	Nada
COD	0-2	0-2

De lo que antecede, queda evidente que el resultado
 fue un agua muy buena, de la que se habían eliminado prác-
 25 ticamente los contaminantes de origen. La comparación reve-
 la que, en muchos aspectos el agua resultante es superior
 al agua de grifo local. Por ejemplo, el agua final del pro-
 ceso objeto del procedimiento de mi invención era menos al-
 calina, de menor dureza e inferior en cloruro y en sulfatos.
 30 Resulta adecuada dicha agua para la mayor parte de usos, -

327062



1 tanto industriales como agrícolas. Sometida a coloración, que
es prácticamente normal para la seguridad contra las bac-
terias, el agua será apropiada para uso doméstico, incluida
la bebida.

5 En resumen, la Patente de Invención que se soli-
cita recaerá sobre las siguientes:

- REIVINDICACIONES -

1. Un procedimiento para la renovación de aguas
residuales que comprende las siguientes fases: (a) clarifi-
10 car el efluente; (b) filtrar el efluente clarificado para
extraer la materia suspendida; (c) desmineralizar parcial-
mente el efluente clarificado y filtrado mediante tratamien-
to del efluente con un material de trueque catiónico; (d)
tratar el efluente parcialmente desmineralizado con carbono
15 activado; y (e) desmineralizar nuevamente el efluente me-
diante tratamiento del mismo con un material de trueque anio-
nico.

2. Un procedimiento según la reivindicación 1 con
las posteriores fases de hacer pasar el efluente tratado
20 anionicamente a través de un material de trueque catiónico
y aniónico, sucesivamente.

3. Un procedimiento según la reivindicación 1
en el que la fase de clarificar el efluente comprende el
tratamiento de dicho efluente en una unidad de recirculación
25 de mezcla pastosa por contacto de sólidos.

4. Un procedimiento de acuerdo con la reivin-
dicación 1, en donde el tratamiento del efluente de agua
residuales con un material de trueque catiónico se lleva a
cabo a un grado de pH de 2,0 a 3,0 aproximadamente con lo
30 cual las substancias orgánicas y bacteriológicas quedan su-

327062

28 FEB 1953



1 primidas.

5 5. Un procedimiento para la renovación de aguas
residuales que comprende las fases de : (a) tratar el efluen-
te con un precipitador para precipitar el lodo; (b) reci-
5 clar continuamente dicho lodo para mezclarlo con el efluen-
te no tratado; (c) añadir al lodo durante cada reciclado una
cantidad adicional de precipitador y de efluente no tratado;
(d) añadir un floculador al lodo reciclado y nuevamente pre-
cipitado; (e) separar el líquido tratado del lodo floculado;
10 (f) clarificar el líquido tratado y retirarlo; (g) filtrar
el efluente clarificado para extraer los sólidos suspendidos
en el mismo; (h) tratar el efluente filtrado con un material
trocador de cationes, con lo que se reduce el valor pH a un
grado de 2 a 3; (i) absorber la sustancia orgánica en el
15 efluente de bajo pH en un carbono activado; y (j) tratar
el efluente en un material de trueque aniónico.

6. Un procedimiento según la reivindicación 5
en el que dicho precipitador es cal y dicho floculador es
sulfato ferroso.

20 7. Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
" UN PROCEDIMIENTO PARA LA RENOVACION DE AGUAS RESIDUALES"

25

30

327062



1

Todo tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 23 de mayo de 1.966

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

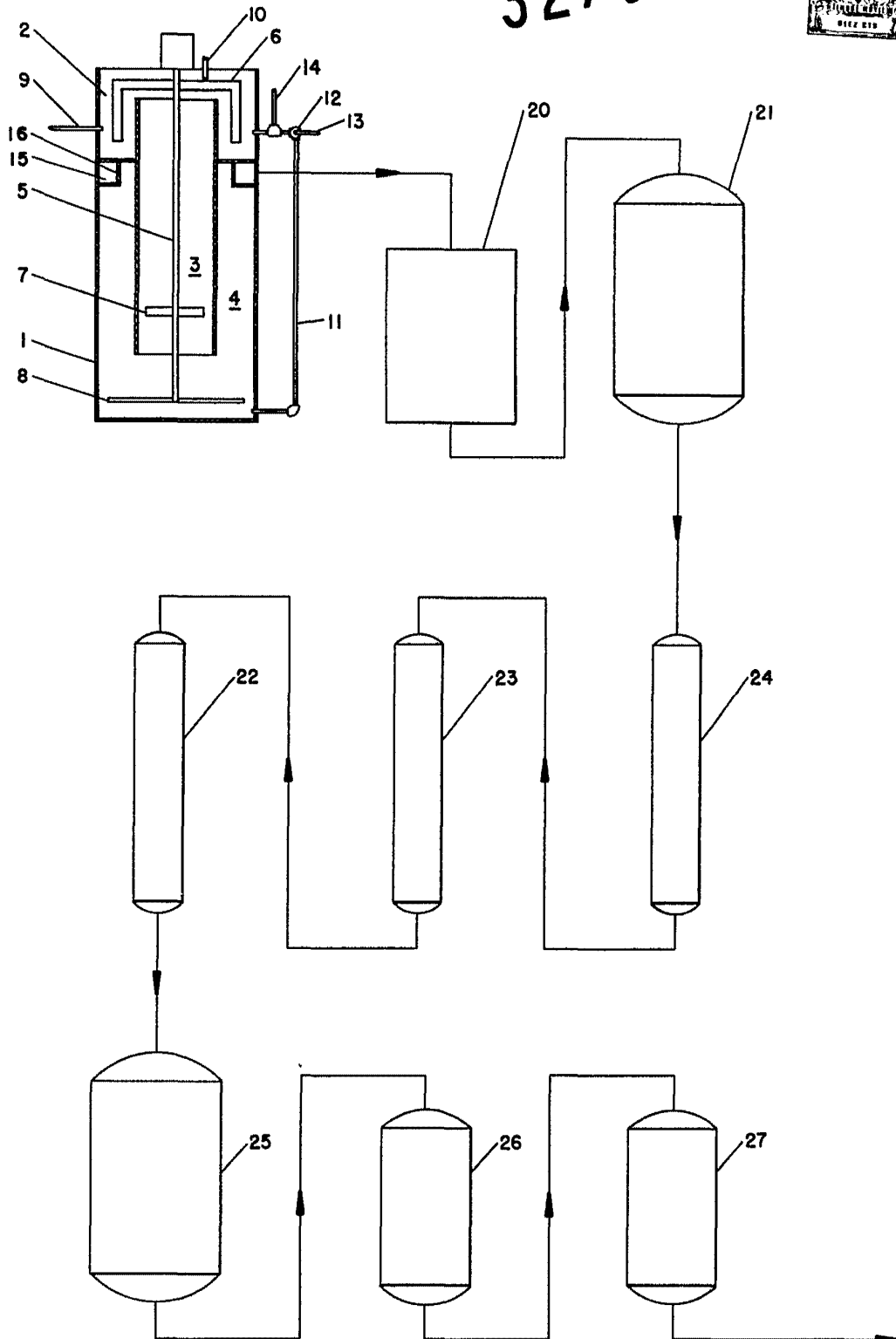
15

20

25

30

327062 23



ESCALA VARIABLE

MADRID, 23 DE mayo DE 1956

BERNARDO UNGRÍA
P. P.