

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 252**

51 Int. Cl.:  
**C02F 11/00** (2006.01)  
**B01D 61/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06728228 .5**  
96 Fecha de presentación: **04.04.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1877164**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2008**

54 Título: **Método de tratamiento de lodos brutos de aguas residuales**

30 Prioridad:  
**14.04.2005 IL 16804105**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.07.2012**

73 Titular/es:  
**BAR-EDAN MANUFACTURING AND DEV. LTD.  
PB BOX 540  
83104 KIRYAT MALACHI, IL**

72 Inventor/es:  
**BEN YAACOV, Ahiam**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 384 252 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método de tratamiento de lodos brutos de aguas residuales.

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un método de tratamiento de aguas residuales y lodos. El material tratado es irradiado con electrones, y es mezclado con una base, tal como cal, siendo convertido en un lodo estabilizado y esencialmente desinfectado utilizable en la agricultura.

**Antecedentes de la invención**

10 El tratamiento de aguas residuales es una de las tareas principales de la civilización humana. La producción continua de aguas residuales provoca solamente en los Estados Unidos un caudal de flujo (aproximadamente 1000 m<sup>3</sup>/s) mayor que el río Támesis. El tratamiento pretende reducir el volumen de aguas residuales, reduciendo su olor desagradable, liberándolas de productos químicos peligrosos y neutralizando los microbios patógenos. El tratamiento moderno de aguas residuales puede comprender, además de las técnicas de separación (tales como sedimentación, filtración, centrifugación o coagulación), también el tratamiento biológico (tal como tratamiento aeróbico o digestión anaeróbica), tratamiento térmico (tal como pasteurización, secado, incineración), tratamiento químico (tal como utilizando formaldehído, hidróxido de sodio, cal, oxidantes fuertes, etc.), e irradiación (tal como utilizando radios gamma, luz UV, haz de electrones). Antes de descargar el lodo resultante al medio ambiente, por ejemplo a basureros o al océano o para uso agrícola, sus propiedades químicas y biológicas deben cumplir normas medio ambientales cada vez más estrictas.

20 Los factores patógenos, que comprenden virus, bacterias, protozoos, o parásitos mayores que gusanos, continúa siendo el mayor peligro inminente presentado por las aguas residuales durante todas sus etapas de procesamiento. Algunos de los organismos, o sus formas estables como esporas o quistes o huevos, pueden sobrevivir a condiciones severas de varios tratamientos de aguas residuales, e incluso se pueden concentrar durante la deshidratación de las aguas residuales en el modo de aguas residuales. La contaminación microbiana del agua se caracteriza normalmente por un recuento coliforme, puesto que la cantidad de bacterias *Escherichia coli* se utiliza ampliamente para indicar la polución fecal y para evaluar el riesgo de enfermedades generadas por el agua. El recuento coliforme, que es tan alto como 10<sup>11</sup> CFU (unidades que forman colonia) en 100 g de lodo de aguas residuales debería reducirse por debajo de 10<sup>5</sup> o 10<sup>2</sup>, en función del país, tipo de regulación y también de acuerdo con si el uso posterior del lodo resultante se define como no restringido o restringido. Por ejemplo, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) define dos tipos de biosólidos con respecto a la reducción de patógenos. La Clase B tiene un nivel reducido de patógenos, la Clase A está casi libre de patógenos.

35 Aunque existe otros métodos biocidas, la selección de una combinación de coste efectivo de técnicas disponibles no es una tarea sencilla a la vista de los grandes volúmenes que deben tratarse, la gran cantidad de contaminantes no biológicos que deben considerarse los costes en función del tiempo, el lugar y el volumen de las técnicas individuales. Por lo tanto, existe una necesidad continua de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, y un objeto de la invención es proporcionar un método nuevo para el tratamiento de lodo bruto de aguas residuales.

40 La cal parece que ha sido utilizada como desodorante de aguas residuales o, como se dice actualmente, para estabilizarlas, desde tiempos antiguos. El vapor pH alto, causado por óxido de calcio o hidróxido, inhibe la actividad microbiana y deduce el recuento de patógenos. Sin embargo, después de acidificación siguiente, por ejemplo a través de absorción de dióxido de carbono, pueden reaparecer algunos patógenos. Otro método de desinfección utiliza irradiación por electrones de alta energía. No obstante, deben tratar enormes volúmenes de aguas residuales urbanas, junto con dosis altas necesarias para la aniquilación completa de la peste lo que hace que el método sea demasiado costoso cuando se utiliza solo. La publicación de patente japonesa N° 11319793 describe un método de descomposición de compuestos organoclorados en lodo mediante irradiación con una oda de electrones. La publicación de patente japonesa N° 54109244 describe un método de tratamiento de lodo orgánico ajustando su valor pH a 9-14 e irradiándolo posteriormente con haz de electrones. La solicitud de patente coreana KR 208956 describe un método para tratar aguas residuales ajustando su valor pH, seguido por la irradiación de electrones. No obstante, los métodos descritos ni evitan el problema de grandes volúmenes procesados de donde resultan altas demandas costosas de energía por la fase de irradiación, o dichos métodos incluyen tratamientos adicionales, tales como tratamientos biológicos, lo que hace que todo el proceso sea complejo y costoso. La patente de los Estados Unidos U.S. 4. 187.176 describe una planta de tratamiento para remover metales pesados de aguas residuales irradiando solamente esa parte del lodo que contiene metales pesados, cuyos metales se convierten en una forma de sedimentación buena. El Artículo de MCKEOWN J: "Electron sterilization of sewage sludge: a real case comparison with other processes" publicado en RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V., AMSTERDAM, NL, vol. 47, N° 3, 1 de Marzo de 1996, páginas 469-473 describe la esterilización con electrones de lodo de aguas residuales y sugiere la estabilización con cal como mejora de los basureros, de manera que el lodo tiene una concentración de sólidos del 65 %.

Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un método de tratamiento de lodo de aguas residuales, que

comprende la irradiación con electrones, donde el lodo bruto de aguas residuales es deshidratado en primer lugar y es espesado antes de dicha irradiación.

Otro objeto de esta invención es proporcionar un método de tratamiento de lodo bruto de aguas residuales después de la deshidratación y el espesamiento, que comprende irradiar con electrones seguido por el tratamiento con una base.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método de coste efectivo para procesar grandes volúmenes de aguas residuales urbanas, cuyo método incluye la deshidratación parcial en el lodo bruto, la irradiación del lodo pre-concentrado obtenido con electrones de alta energía, y el tratamiento de lodo irradiado con una base, tal como cal, obteniendo de esta manera un lodo final para descargarlo en el medio ambiente, con recuento admisible de microbios, posiblemente para uso en el recultivo o recuperación de la tierra, y en agricultura.

Otros aspectos y ventajas de la presente invención aparecerán a medida que avance la descripción.

### Sumario de la invención

La presente invención proporcionar un método de tratamiento de un lodo bruto de aguas residuales, que comprende i) proporcionar un lodo pre-concentrado de aguas residuales que tiene desde aproximadamente 10 hasta aproximadamente 40 % en peso seco (%dw); ii) irradiar dicho lodo con una dosis de electrones desde aproximadamente 2,5 kGy hasta 20 kGy; iii) mezclar el lodo irradiado de la etapa anterior con una base que se añade e una cantidad desde aproximadamente 20 hasta aproximadamente 200 kg por 1 tonelada de peso en seco de dicho lodo irradiado, obteniendo de esta manera una mezcla esencialmente homogénea; y iv) permitir que dicha base y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla a un valor pH de al menos 11,5; obteniendo de esta manera lodo esencialmente desinfectado y estabilizado. Dicha base puede ser cualquier base aceptable para el medio ambiente, por ejemplo cal viva o cal muerta. Dicho lodo bruto es con preferencia lodo deshidratado de aguas residuales que contiene desde 15 hasta 25 % dw, y dicha base se añade con preferencia en una cantidad desde 5 hasta 50 kg por 1 tonelada de dicho lodo irradiado: En una forma de realización preferida, se añade base en una cantidad desde aproximadamente 30 hasta 150 kg por 1 tonelada de peso en seco de dicho lodo irradiado. Dicha mezcla de una base y lodo tiene con preferencia un valor pH de al menos 11,5. En una forma de realización preferida, dicha mezcla tiene un valor pH de al menos 12 y se permite que dicha base y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla durante al menos 2 horas, dejando con preferencia adicionalmente dicha mezcla durante al menos 22 horas a un valor pH de al menos 11,5. Dicho lodo está esencialmente libre de bacterias coliformes, siendo el recuento coliforme con preferencia inferior a 2 MPN. Dicho lodo se puede utilizar con seguridad en la agricultura o en la recuperación de sitios perturbados. El profundo final del método de la invención, lodo esencialmente desinfectado y estabilizado, cumple con los requerimientos de la EPA para biosólidos de Clase A.

La invención se refiere, además, a un método de tratamiento de lodos de aguas residuales o de aguas contaminadas, que comprende i) deshidratar dichos lodos de aguas residuales o de aguas contaminadas para obtener un lodo pre-concentrado que tiene de 15 a 25 % dw; ii) irradiar dicho lodo pre-concentrado por una dosis de electrones desde 2,5 kGy hasta 20 kGy, con preferencia aproximadamente 10 kGy; y iii) mezclar el lodo irradiado de la etapa anterior con cal, obteniendo de esta manera una mezcla esencialmente homogénea que tiene un valor pH de al menos 11,5; y iv) permitir que dicha cal y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla durante más de dos horas; obteniendo de esta manera lodo esencialmente desinfectado y estabilizado. En una forma de realización preferida, dicha cal comprende óxido de calcio, en otra forma de realización preferida, dicha cal comprende hidróxido de calcio. El valor pH de la mezcla homogeneizada es al menos 12.

### Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas anteriores y otras características y ventajas de la invención serán más evidentes a través de los siguientes ejemplos, y con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es un dibujo esquemática de una planta que comprende una unidad para el tratamiento de lodo bruto de aguas residuales de acuerdo con la invención; y

La figura 2 es un dibujo esquemática de una unidad para el tratamiento de lodo bruto de aguas residuales de acuerdo con la invención.

### Descripción detallada de la invención

Se ha encontrado que grandes cantidades de lodo de aguas residuales se pueden procesar irradiando el lodo pre-concentrado de aguas residuales de aproximadamente 20 % dw con dosis de electrones de aproximadamente 10 kGy, mezclando el lodo irradiado con 15 kg de hidróxido de calcio por 1 tonelada de lodo tratado, y dejando que los componentes reaccionen durante varias horas. La combinación anterior de etapas proporciona un producto que cumple las regulaciones de Israel para descargar un lodo tratado de aguas residuales al medio ambiente.

La invención se refiere a un método de tratamiento de lodo de aguas residuales, que comprende irradiar lodo de aguas residuales pre-concentrado para contener desde aproximadamente 90 hasta aproximadamente 60 %wt de

5 agua con una dosis de electrones desde 2,5 kGy hasta 20 kGy, mezclar el lodo irradiado con una base, que puede ser cal u otra base aceptable para el medio ambiente, que se añade en una cantidad desde aproximadamente 20 hasta aproximadamente 200 kg por 1 tonelada de peso en seco de dicho lodo irradiado, obteniendo de esta manera una mezcla esencialmente homogénea, que tiene con preferencia un valor pH de al menos 11,5, y todavía más preferentemente al menos 12,0, y dejar que dicha cal y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla durante más de una hora, con preferencia al menos durante 2 horas a un valor pH de al menos 12, añadir con preferencia al menos 22 a un valor pH de al menos 11,5, obteniendo de esta manera lodo esencialmente desinfectado y estabilizado.

10 Dicho lodo de aguas residuales se origina con preferencia de aguas residuales municipales que, después de espesamiento y deshidratación por procesos utilizados en la técnica, que comprenden, por ejemplo centrifugación filtración, sedimentación, etc., proporcionan una suspensión o pasta que muestra un olor fuerte o una alta concentración de patógenos, y que atraen la peste. Dicha suspensión de lodo bruto a tratar puede tener una consistencia de fluido denso, pasta fina o densa, o polvo húmedo, de acuerdo con el tipo de contaminaciones y el contenido de agua en la suspensión. Las palabras "lodo" y "fangos" se utilizan de forma similar aquí, y significan una suspensión relativamente densa en el contexto de la invención, donde la densidad se mide como kg de masa seca por 100 kg de mezcla, y se designa como %dw. "Lodo bruto de aguas residuales" significa un lodo derivado de aguas residuales que ha sido procesado solamente por técnicas dirigidas a deshidratación, y no dirigidas a reducir la cantidad de patógenos. "Desinfectado" se refiere a recuento de patógenos sustancialmente reducido, y "estabilizado" se refiere a olor o atracción de insectos sustancialmente reducidos.

20 Se entiende que el método de la invención puede ser utilizado para desinfectar y estabilizar lodos de aguas residuales por sí mismos, o de manera alternativa junto con otras técnicas conocidas en la material de tratamiento de aguas residuales, que comprenden, pero no están limitadas a digestión aeróbica, digestión anaeróbica, deshidratación, secado, etc.

25 En una forma de realización preferida de la invención, se procesa un lodo bruto de aguas residuales, pre-concentrado hasta una consistencia de pasta. Un lodo concentrado, inestabilizado y biológicamente no tratado es irradiado por un haz de electrones y es mezclado con cal. La concentración del lodo antes de la irradiación ahorra los costes totales para la irradiación. La irradiación del lodo antes de la estabilización con cal reduce adicionalmente el volumen que debe ser irradiado. Un tratamiento biológico, tal como fermentación aeróbica o digestión anaeróbica se incluye con frecuencia en tecnologías de tratamiento de aguas residuales, y pretende la reducción de patógenos y olor. La exclusión del tratamiento biológico, cuyo papel es asumido en el método de la invención principalmente por la irradiación, y en particular por el tratamiento con cal, simplifica el proceso general. El método de la invención proporciona un lodo final si olor fuerte, y con recuentos coliformes tan bajos como 2 o menos, cuando se mide como MPN (número más probable) por gramo en peso seco (dw), mientras que la regulaciones israelíes para biosólidos de Clase A permitirían 1000 MPN.

35 En una forma de realización preferida de la invención, un lodo bruto de aguas residuales de aproximadamente 20-25 % dw es irradiado con una dosis de electrones de aproximadamente 10 kGy, y es mezclado inmediatamente con hidróxido de calcio u óxido de calcio, que se añade con preferencia hasta una cantidad de aproximadamente 5 a 50 kg por 1 tonelada de dicho lodo bruto, más preferentemente en una cantidad de aproximadamente 10 a 30 kg por 1 tonelada, por ejemplo en una cantidad de aproximadamente 15 kg por 1 tonelada. La mezcla es agitada para conseguir esencialmente homogeneidad, y es dejada reposar para que los componentes puedan reaccionar durante al menos 2 horas a pH 12, con preferencia seguido por reposo durante al menos 22 horas a pH al menos 11,5. La cantidad de una base que se añade es suficiente con preferencia para llevar el pH de la mezcla hasta al menos 12.

45 En un aspecto, la invención se refiere a procesar aguas residuales municipales, que está libre de grandes componentes, tanto en flotación como en sedimentación, espesados y deshidratados, con el fin de reducir el contenido de agua por debajo del 90 % wt y posiblemente por debajo del 60 % wt, con preferencia entre 80 % wt y 75 % wt, obteniendo de esta manera un lodo bruto de aguas residuales. Dicho lodo bruto, que tiene con preferencia la consistencia de pasta, es dispersado en una capa con preferencia de hasta 20 mm de espesor, y es irradiado por una dosis de 2,5 kGy a 20 kGy. Los dispositivos disponibles en el comercio pueden ser utilizados para proporcionar haces de electrones. Tal dispositivo comprende una fuente de alta tensión, que proporciona con preferencia desde aproximadamente  $10^6$  hasta  $10^7$  voltios, fuente de electrones y acelerador con un aparato de enfoque magnético. En una planta que procesa un lodo de acuerdo con el método de la invención, que tiene una salida de 3 kg de lodo/segundo con una irradiación de 10 kGy, un generador de electrones debería tener una potencia mayor de 30 kW (una salida continua de aproximadamente 3 kg/s produciría aproximadamente 100.000 toneladas de lodo tratado al año, lo que equivale a la producción anual de la unidad de tratamiento de aguas residuales de Tel-Aviv "Shafdan"). Una base, tal como cal, se añade al lodo irradiado en una cantidad con preferencia desde aproximadamente 5 hasta aproximadamente 50 kg por 1 tonelada de lodo, y más preferentemente desde aproximadamente 6 hasta aproximadamente 30 kg por 1 tonelada de dicho lodo, y dicho lodo es eventualmente agitado con dicha base para proporcionar una mezcla homogénea esencialmente desinfectada. Se pueden utilizar homogeneizadores conocidos para mezclar suspensiones o pastas densas. La reacción entre dicha base y dichos componentes en dicho lodo se deja que continúe durante al menos 1 hora, con preferencia al menos durante 2 horas a un valor pH 12, con preferencia seguido por 22 horas adicionales a un valor pH de al menos 11,5, con el fin de terminar la estabilización del lodo antes de su liberación eventual al medio ambiente. El uso de cal viva provoca un

incremento en la temperatura, que puede contribuir adicionalmente al efecto global y a la eficacia del método. La invención se ilustra en el esquema de la figura 1, que muestra una planta para procesar lodo de aguas residuales que comprende una unidad de pre-concentración (1) que proporciona un lodo que contiene entre 10 y 40 % dw, que contiene con preferencia al menos 20 %dw, una unidad de tratamiento (2) en la que el lodo es sometido a la irradiación y a la adición de cal, y una unidad de estabilidad (3), en la que la mezcla de base con lodo es almacenada antes de liberarla al medio ambiente. Dicha unidad de tratamiento se muestra con más detalle en la figura 2. Dicho lodo pre-concentrado es extruido desde un contenedor (3) a través de un dispositivo de extrusión (4) sobre un transportador (5), formando una capa de menos de 20 mm de altura. La capa de lodo se mueve debajo del dispositivo de irradiación (6), absorbiendo una dosis de aproximadamente 10 kGy, y continúa debajo de un dispositivo de dosificación de la base (7), que se añade desde 5 hasta 50 g, por ejemplo aproximadamente 20 g, de base en polvo por caja kg de lodo. El lodo, rociado con base, cae desde el transportador hasta el contenedor (8). La mezcla está bien homogeneizada en dicho contenedor y/o en dicha unidad de estabilización (3). Dicha superficie del transportador está cubierta con placas fabricadas de material resistente a dicha base. El proceso que tiene lugar en dicha unidad de tratamiento (2) es un proceso continuo para la conversión a granel de lodo pre-concentrado de aguas residuales en un lodo desinfectado y estabilizado. Los elementos indicados anteriormente, tales como transportadores, cintas transportadoras, bombas, etc. se ajustan a la consistencia del lodo que es procesado. En una forma de realización preferida, el lodo tiene una consistencia de pasta y no fluye libremente. Naturalmente, el método de la invención se puede utilizar con cualquier otra tecnología para el tratamiento de lodo de aguas residuales o lodo de aguas contaminadas, y las etapas se pueden disponer de forma diferente, utilizando técnicas adicionales conocidas en la técnica.

Por lo tanto, la invención proporciona un método de tratamiento de lodo bruto de aguas residuales, que comprende irradiar aguas residuales pretratadas, seguido por mezclar con una base, tal como cal, donde el tratamiento previo comprende deshidratación, proporcionando de esta manera lodo con olor sustancialmente reducido y recuento coliforme próximo a cero. El método de la invención se puede incluir en una tecnología para procesar un material de aguas residuales como una etapa que elimina sustancialmente patógenos. Dicho material de aguas residuales puede ser aguas residuales municipales, aguas residuales industriales, aguas residuales agrícolas, o cualquier otro material fluido basado en agua que presenta una amenaza biológica. Dicha tecnología puede comprender, además de las etapas mencionadas del método de la invención, etapas adicionales que comprenden técnicas conocidas para ajustar las propiedades de lodo o torta final, y para remover otros componentes no deseados (por ejemplo, metales pesados, disolventes, detergentes, organofosfatos, compuestos clorados, etc.). En un aspecto, el método de la invención proporciona una tecnología para procesamiento a gran escala de lodo bruto de aguas residuales. En otro aspecto, el método de la invención proporciona una técnica para desinfectar y estabilizar el material de aguas residuales, cuya técnica se puede incluir en una tecnología de procesamiento de aguas residuales, que comprende técnicas adicionales.

Aunque el método de la invención se puede incorporar de manera ventajosa en una tecnología más amplia que comprende muchos otros elementos tecnológicos, incluyendo muchas técnicas conocidas para procesamiento de materiales de aguas residuales, un técnico en la materia apreciará que el método de la invención es capaz, por sí mismo, de desinfectar y estabilizar eficientemente un lodo bruto de aguas residuales obtenido de aguas residuales a granel, tales como aguas residuales municipales. La combinación especial de técnicas en el método de la invención permite, además de remover patógenos, eliminar otros componentes perjudiciales potencialmente presentes en el lodo de aguas residuales. El valor pH alto causado por una base precipita la mayoría de los metales que están presentes en las aguas residuales, reduciendo su solubilidad y movilidad. Cuando se utiliza cal, los iones de calcio reaccionan con especies de azufre olorosas, tales como sulfuro de hidrógeno y mercaptanos orgánicos, y forman complejos con ellos, destruyendo de esta manera realmente y no meramente cubriendo los olores de las aguas residuales. Además, una base tal como cal reacciona con compuestos de fósforo y el haz de electrones destruye muchos productos químicos orgánicos peligrosos, tales como hidrocarburos clorados.

El método de la invención, aplicado a lodo de aguas residuales o lodo de aguas contaminadas, proporciona un lodo sustancialmente libre de patógenos y estabilizado. Dicho lodo cumple las regulaciones de la EPA para biosólidos de Case A. El lodo esencialmente desinfectado y estabilizado proporcionado por la invención como un producto final de purificación de aguas residuales se puede utilizar con seguridad en la agricultura, sin restricciones. Dicho producto final se puede utilizar también con ventaja en programas que comprenden recultivo, recuperación o revegetación del suelo.

En una forma de realización preferida, el método de la invención proporciona un proceso continuo para convertir aguas residuales en un producto que puede ser descargado en el medio ambiente, de acuerdo con las regulaciones aplicables. Dicho proceso comprende deshidratar dichas aguas residuales, proporcionando de esta manera lodo bruto de aguas residuales, que contiene con preferencia de 15 a 20 % dw, irradiando continuamente dicho lodo con una dosis de electrones de 2,5-20 kGy, neutralizando de esta manera la mayoría de los patógenos. El lodo irradiado es mezclado con una base, tal como cal, añadida a un pH de al menos 12, normalmente en una concentración de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 5,0 % wt, y bien agitada para proporcionar una mezcla homogénea. Dicha mezcla es agitada o dejada reposar durante el tiempo necesario para estabilizar el lodo, que es al menos durante 2 horas a un pH de al menos 12. De acuerdo con el tipo de lodo, la dosis mínima de irradiación se puede determinar experimentalmente, utilizando ensayos biológicos realizados con muestras en proceso. Además, la cantidad de cal que debe añadirse, y el tiempo que se deja la mezcla en reposo, se pueden optimizar utilizando mediciones del pH,

evaluaciones olfativas y otros métodos utilizados en la técnica. Normalmente dos horas a pH 12 será suficiente, siendo el periodo con preferencia más largo para valores pH inferiores.

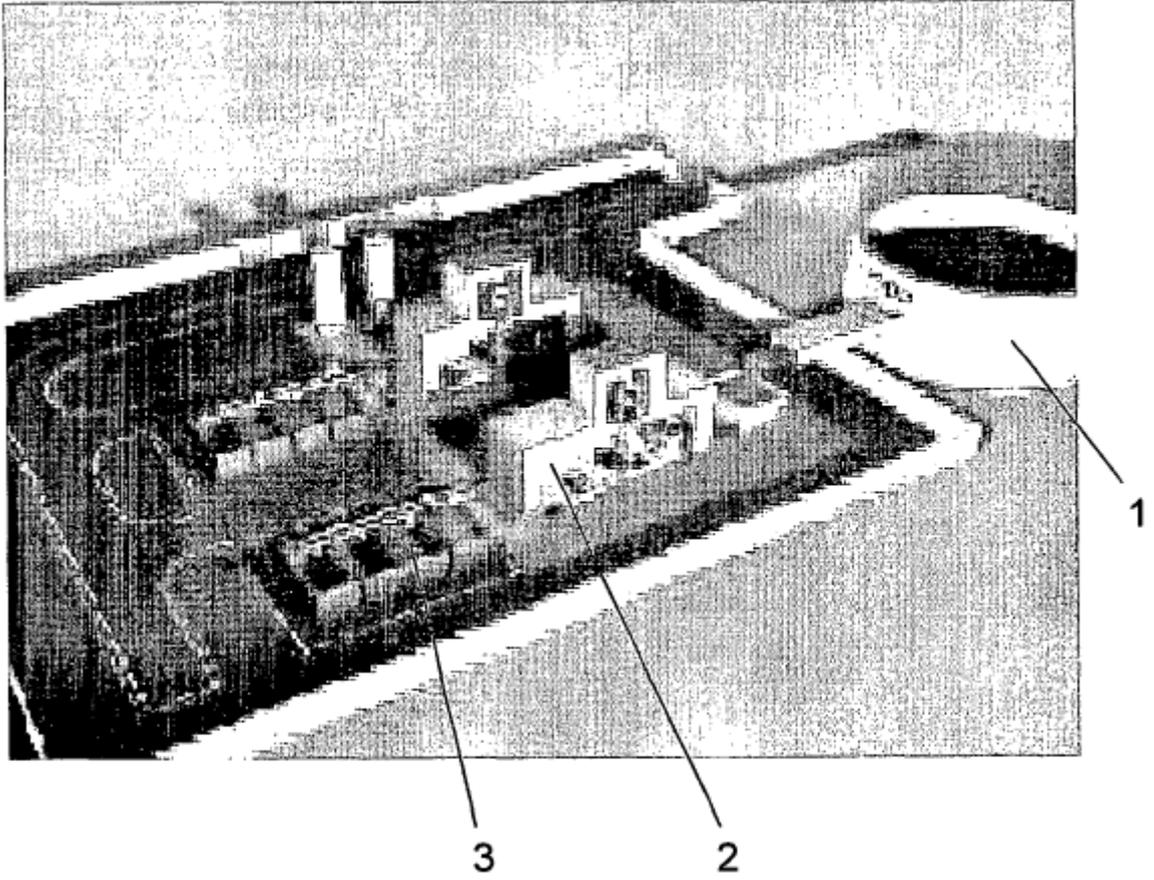
La invención se describirá en detalle y se ilustrará en los ejemplos siguientes.

**Ejemplo**

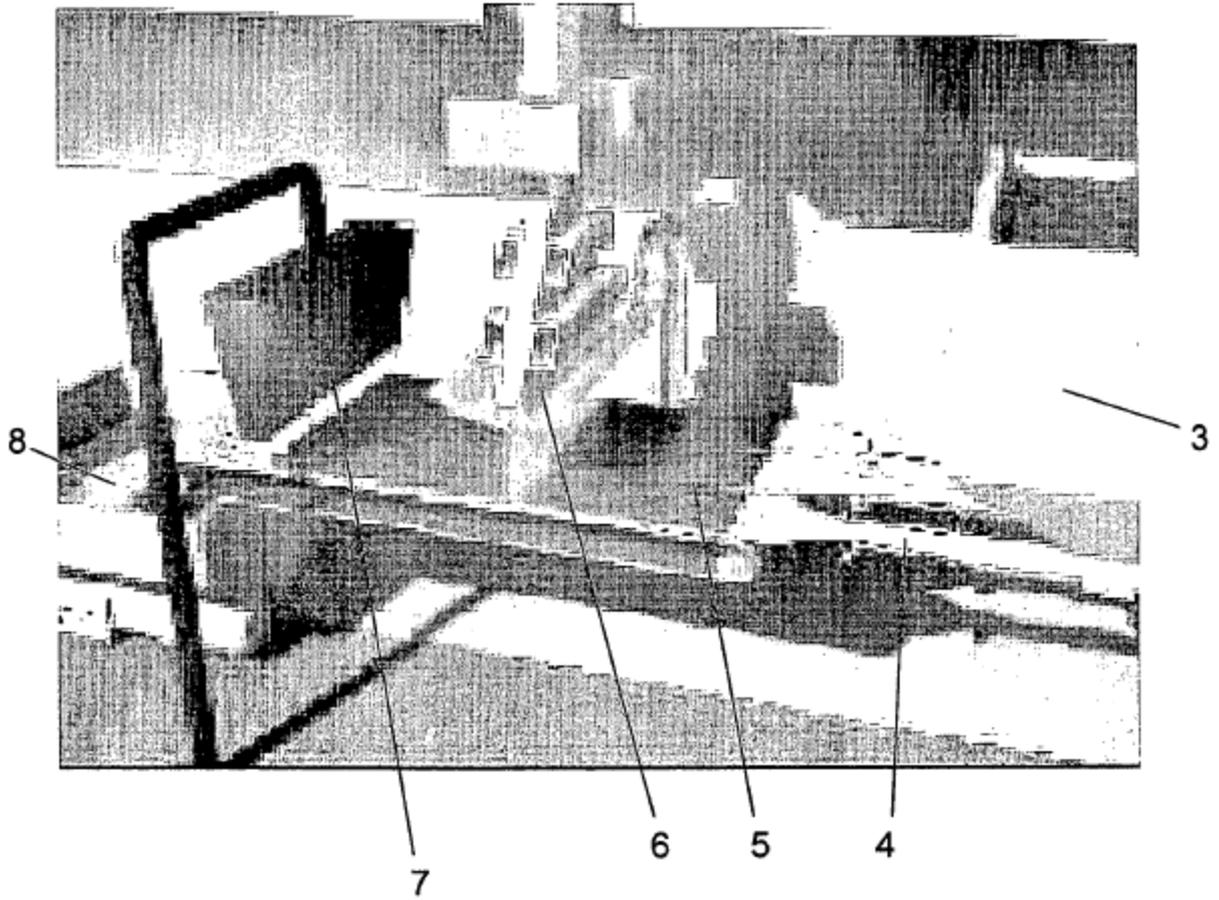
- 5 El experimento se realizó en la planta de tratamiento de aguas residuales "Shafdan", Tel-Aviv, Israel. 150 litros de aguas residuales fueron centrifugados para producir 1 kg de lodo que contenía aproximadamente 20 % dw. El lodo bruto fue irradiado por una dosis de electrones de 10 kGy utilizando un generador de electrones RDI, con una capacidad de 150 kW, a 3 millones de voltios.
- 10 El peso en seco se determinó calentando una muestra de 10 g extendida hasta una anchura de aproximadamente 2-5 mm a 105°C durante 3 horas. Se encontró que el lodo anterior tenía 19,3 % dw. El recuento coliforme se midió como MPN por 1 g de peso en seco, de acuerdo con los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM 9221 E, realizado por Aminolab, Ltd., Rehovot, Israel).
- 15 A las siete muestras de lodo bruto, de 100 g cada una, se añadió  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en cantidades de 0 a 10 g, y se examinó el valor pH (SOP#C-015, Aminolab Ltd.). El valor pH del lodo irradiado era 5,8, y el valor pH de seis muestras a las que se había añadido hidróxido de calcio en cantidades desde 0,5 hasta 10 g era aproximadamente 12,1 a 12,2 y permaneció estable durante 3 días. Una prueba olfativa mostró la desaparición de olor fuerte de todas las muestras tratadas. El recuento coliforme de la parte no tratada era  $1,1 \times 10^9$  MNP, y los recuentos coliformes de las muestras irradiadas y tratadas con cal era  $< 2$  MNP.
- 20 Los ejemplos muestran que la combinación de técnicas de acuerdo con el método de la invención asegura la desinfección y estabilización prácticas de lodo bruto de aguas residuales.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método de tratamiento de un lodo bruto de aguas residuales, que comprende
- i) proporcionar un lodo pre-concentrado de aguas residuales que tiene desde aproximadamente 10 hasta aproximadamente 40 % en peso seco (%dw);
- 5 ii) irradiar dicho lodo con una dosis de electrones desde aproximadamente 2,5 kGy hasta 20 kGy;
- iii) mezclar el lodo irradiado de la etapa anterior con una base que se añade en una cantidad desde aproximadamente 20 hasta aproximadamente 200 kg por 1 tonelada de peso en seco de dicho lodo irradiado, obteniendo de esta manera una mezcla esencialmente homogénea; y
- 10 iv) permitir que dicha base y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla a un valor pH de al menos 11,5; obteniendo de esta manera lodo esencialmente desinfectado y estabilizado.
- 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha base es o bien cal viva o cal muerta.
- 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho lodo bruto es lodo deshidratado de aguas residuales, que contienen desde 15 hasta 25 % dw, y en el que dicha base se añade en una cantidad desde 5 hasta 50 kg por 1 tonelada de dicho lodo irradiado.
- 15 4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho lodo bruto de aguas residuales es lodo deshidratado de aguas residuales, y en el que dicha base se añade en una cantidad desde 30 hasta 150 kg de base por 1 tonelada de peso en seco de dicho lodo irradiado.
- 5.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha mezcla tiene un valor pH de al menos 12,0 y en el que se permite que dicha base y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla durante al menos 2 horas.
- 20 6.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5, que permite, además, que dicha base y dicho lodo irradiado reaccionen en dicha mezcla durante un periodo adicional de 22 horas, en el que el valor pH durante dicho periodo de 22 horas no se reduce por debajo de 11,5.
- 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho lodo está esencialmente libre de bacterias coliformes.
- 25 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recuento coliforme de dicho lodo es inferior a 2 MPN.
- 9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho lodo se utiliza en agricultura o en la recuperación de sitios perturbados.
- 10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho lodo pre-concentrado de aguas residuales tiene de 15 a 25 % dw y se obtiene por deshidratación de lodos de aguas residuales o de aguas contaminadas.
- 30 11.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha base es cal y comprende hidróxido de calcio u óxido de calcio.



**Fig. 1**



**Fig. 2**