

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BIOCONTAMINADAS Y PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN DE UNA FUENTE DE AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[Párrafo 1] La presente invención se refiere a un sistema para tratar aguas residuales de mataderos de animales e instalaciones de procesamiento biológico similares. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método mejorado que utiliza una serie de bombas, filtros y vaporizadores de agua para descontaminar dichas aguas residuales biológicas eliminando sólidos arrastrados y disueltos, vaporizando agua y maximizando la recuperación de agua utilizable a partir de agua contaminada a través de un Recipiente horizontal para procesamiento de agua.

[Párrafo 2] La descontaminación de fuentes de agua puede realizarse de muchas formas, incluyendo la filtración, desalinización, purificación, desinfección, etc. La filtración elimina los sólidos arrastrados y/o disueltos de una fuente de agua. La desalinización se refiere a uno de los muchos procesos para eliminar el exceso de sal, minerales y otros contaminantes naturales o no naturales del agua. La purificación y desinfección son métodos útiles para eliminar contaminantes o toxinas biológicas y similares.

[Párrafo 3] Históricamente, la desalinización convertía el agua de mar en agua potable a bordo de los barcos. En barcos y submarinos todavía se utilizan modernos procesos de desalinización para garantizar un suministro constante de agua potable a la tripulación. Pero la desalinización se utiliza cada vez más en regiones áridas que tienen escasos recursos de agua dulce. En estas regiones, el agua salada del océano se desaliniza hasta convertirla en agua dulce apta para el consumo (es decir, potable) o para el riego. El producto residual altamente concentrado del proceso de desalinización se conoce comúnmente como salmuera, siendo la sal (NaCl) un subproducto principal típico. El interés más moderno en la desalinización se centra en el desarrollo de procesos rentables para proporcionar agua dulce para su uso en regiones áridas donde la disponibilidad de agua dulce es limitada.

[Párrafo 4] Los procesos de descontaminación a gran escala, como la desalinización, suelen ser costosos y generalmente requieren grandes cantidades de energía y una infraestructura costosa. Por ejemplo, la planta desalinizadora más grande del mundo utiliza principalmente destilación instantánea de múltiples etapas y puede producir 300 millones de metros cúbicos (m^3) de agua por año. La planta desalinizadora más grande de Estados Unidos desaliniza 25 millones de galones ($95.000 m^3$) de agua por día. En todo el mundo, aproximadamente 13.000 plantas desalinizadoras producen más de 12 mil millones de galones (45 millones de m^3) de agua por día. Por tanto, existe una necesidad constante en la técnica de mejorar los métodos de desalinización, concretamente reducir los costes y mejorar la eficiencia de los sistemas relacionados.

[Párrafo 5] La descontaminación puede realizarse mediante muchos procesos diferentes. Por ejemplo, varios procesos de desalinización utilizan métodos simples de desalinización basados en la evaporación, como la evaporación de efectos múltiples (MED o simplemente ME), la evaporación por compresión de vapor (VC) y la evaporación-condensación. En general, la evaporación-condensación es un proceso natural de desalinización realizado por la naturaleza durante el ciclo hidrológico. En el ciclo hidrológico, el agua se evapora a la atmósfera desde fuentes como lagos, océanos y arroyos. Luego, el agua evaporada entra en contacto con aire más frío y forma rocío o lluvia. El agua resultante generalmente está libre de impurezas. El proceso hidrológico se puede replicar artificialmente mediante una serie de procesos de evaporación-condensación. En el funcionamiento básico, el agua salada se calienta hasta su evaporación. La sal y otras impurezas se disuelven del agua y quedan durante la etapa de evaporación. El agua evaporada se condensa, recoge y almacena posteriormente como agua dulce. A lo largo de los años, el sistema de evaporación-condensación ha mejorado enormemente, especialmente con la llegada de tecnologías más eficientes que facilitan el proceso. Pero estos sistemas aún requieren un aporte de energía significativo para evaporar el agua. Un método alternativo de desalinización basado en evaporación incluye la destilación instantánea de múltiples etapas, como se describió con brevedad anteriormente. La destilación instantánea de múltiples etapas utiliza destilación al vacío. La destilación al vacío es un proceso de hervir agua a una presión inferior a la atmosférica creando un vacío dentro de la cámara de evaporación. Por lo tanto, la destilación al vacío

opera a una temperatura mucho más baja que la MED o la VC y por lo tanto requiere menos energía para evaporar el agua y separar los contaminantes de la misma. Este proceso es particularmente deseable en vista del aumento de los costes energéticos.

[Párrafo 6] Los métodos de desalinización alternativos pueden incluir procesos basados en membranas, como la ósmosis inversa (RO), la electrodiálisis inversa (EDR), la nanofiltración (NF), la ósmosis directa (FO) y la destilación por membrana (MD). De estos procesos de desalinización, la ósmosis inversa es el más utilizado. La ósmosis inversa utiliza membranas semipermeables y presión para separar la sal y otras impurezas del agua. Las membranas de ósmosis inversa se consideran selectivas. Es decir, la membrana es altamente permeable a las moléculas de agua y al mismo tiempo altamente impermeable a la sal y otros contaminantes disueltos en ella. Las membranas mismas se almacenan en contenedores costosos y altamente presurizados. Los contenedores disponen las membranas para maximizar el área superficial y el caudal de agua salada a su través. Los sistemas de desalinización por ósmosis convencional suelen utilizar una de dos técnicas para desarrollar alta presión dentro del sistema: (1) bombas de alta presión; o (2) centrífugas. Una bomba de alta presión ayuda a filtrar el agua salada a través de la membrana. La presión en el sistema varía según la configuración de la bomba y la presión osmótica del agua salada. La presión osmótica depende de la temperatura de la solución y de la concentración de sal disuelta en ella. Alternativamente, las centrífugas suelen ser más eficientes, pero más difíciles de implementar. La centrífuga hace girar la solución a altas velocidades para separar materiales de diferentes densidades dentro de la solución. En combinación con una membrana, las sales suspendidas y otros contaminantes están sujetos a una aceleración radial constante a lo largo de la membrana. Un problema común con la ósmosis inversa en general es la eliminación de la sal suspendida y la obstrucción de la membrana con el tiempo.

[Párrafo 7] Los gastos operativos de las plantas desalinizadoras de agua por ósmosis inversa están determinados principalmente por los costos de energía necesarios para accionar la bomba de alta presión o la centrífuga. Se puede integrar un sistema de recuperación de energía hidráulica en el sistema de ósmosis inversa para combatir los crecientes costos de energía asociados con procesos que ya consumen mucha energía.

Se trata de recuperar parte de la energía aportada. Por ejemplo, las turbinas son particularmente capaces de recuperar energía en sistemas que requieren altas presiones operativas y grandes volúmenes de agua salada. La turbina recupera energía durante una caída de presión hidráulica. Así, la energía se recupera en un sistema de ósmosis inversa basándose en diferenciales de presión entre lados opuestos de la membrana. La presión en el lado del agua salada es mucho mayor que la presión en el lado del agua desalinizada. La caída de presión produce una considerable energía hidráulica recuperable por la turbina. Por lo tanto, la energía producida entre las secciones de alta y baja presión de la membrana de ósmosis inversa se aprovecha y no se desperdicia por completo. La energía recuperada se puede utilizar para impulsar cualquiera de los componentes del sistema, incluida la bomba de alta presión o la centrífuga. Las turbinas ayudan a reducir los gastos energéticos generales para realizar la desalinización.

[Párrafo 8] En general, los sistemas de ósmosis inversa suelen consumir menos energía que la destilación térmica y, por lo tanto, son más rentables. Si bien la ósmosis inversa funciona bien con soluciones de agua algo salobre, la ósmosis inversa puede sobrecargarse e ineficiente cuando se usa con soluciones muy saladas, como el agua salada del océano. Otros métodos de desalinización menos eficientes pueden incluir el intercambio iónico, la congelación, la desalinización geotérmica, la humidificación solar (HDH o MEH), la cristalización de hidrato de metano, el reciclaje de agua de alta calidad o la hipertermia inducida por RF. Independientemente del proceso, la desalinización sigue demandando mucha energía. Los costos futuros y la viabilidad económica siguen dependiendo tanto del precio de la tecnología de desalinización como de los costos de la energía necesaria para operar el sistema.

[Párrafo 9] En otro método alternativo de desalinización, la patente estadounidense número 4.891.140 de Burke, Jr. describe un método para separar y eliminar minerales disueltos y material orgánico del agua mediante destilación destructiva. Aquí, el agua se calienta hasta convertirla en vapor bajo presión controlada. Las partículas de sal disueltas y otros contaminantes caen de la solución a medida que el agua se evapora. Una centrífuga de hidrociclón integrada acelera el proceso de separación. El agua limpia calentada a alta presión transfiere energía de regreso al sistema a través del intercambio de calor y un motor hidráulico. Por lo tanto, el uso neto

de energía es relativamente menor que el de los procesos antes mencionados. De hecho, el uso neto de energía es esencialmente equivalente a la pérdida de la bomba y la pérdida de calor durante el funcionamiento del equipo. Una ventaja particular de este diseño es que no hay que reemplazar membranas. Este proceso elimina productos químicos y otras materias que de otro modo dañarían o destruirían los dispositivos de desalinización basados en membranas.

[Párrafo 10] Otra patente, la patente estadounidense número 4.287.026 de Wallace, describe un método y aparato para eliminar sal y otros minerales en forma de sólidos disueltos de la sal y otras aguas salobres para producir agua potable. El agua pasa por varias etapas de desalinización a alta temperatura y altas velocidades centrífugas. Preferiblemente, los componentes interiores hacen girar el agua a velocidades de hasta Mach 2 para separar y suspender eficientemente la sal disuelta y otros sólidos disueltos del agua vaporizada. La sal suspendida y otros minerales son expulsados centrífugamente para ser descargados por separado del vapor de agua. El vapor o vapor separado y purificado luego se condensa nuevamente en agua potable. El sistema requiere significativamente menos energía operativa que la ósmosis inversa y sistemas de filtración similares para purificar el agua de manera eficiente y económica. Un inconveniente de este diseño es que el eje giratorio está integrado en una cámara vertical. De este modo, las secciones del eje giratorio sólo están fijadas sólidamente a la unidad base mediante un cojinete y una tapa de cojinete. A velocidades de rotación altas (por ejemplo, superiores a Mach 1), las vibraciones provocan fallas excesivas en el eje del cojinete y en el sello. Otro inconveniente es que una serie de cámaras están atornilladas entre sí en secciones de carcasa. Las placas perforadas están acopladas a estas secciones mediante una junta tórica. La carcasa y las juntas tóricas tienden a desgastarse con el tiempo debido a la penetración de sal porque las múltiples cámaras y secciones de la carcasa están conectadas mediante una pluralidad de tuercas y pernos. En particular, el montaje del diseño de Wallace es especialmente laborioso. El mantenimiento requiere igualmente mucha mano de obra, ya que lleva mucho tiempo desmontar cada una de las secciones de la carcasa, incluidas las juntas tóricas, las tuercas y los pernos. Por supuesto, el dispositivo debe volverse a montar después de realizar el mantenimiento necesario. Cada sección de la carcasa debe volver a

ensamblarse con cuidado para garantizar un sellado adecuado entre ellas. El sistema también es propenso a una variedad de problemas de torsión y mantenimiento a medida que el dispositivo envejece, como fugas en la junta tórica. Además, el eje giratorio está conectado a la fuente de energía mediante una transmisión por engranajes, lo que contribuye a los problemas de confiabilidad antes mencionados asociados con los cojinetes, ejes y sellos. El sistema tampoco describe un medio para regular la velocidad de las secciones del eje giratorio según la presión osmótica del agua salada que se está desalinizando. Por lo tanto, el funcionamiento estático de la desalinizadora Wallace no es tan eficiente como el de otros dispositivos de desalinización modernos.

[Párrafo 11] Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema mejorado que incluya sensores para monitorear la información del sistema en tiempo real y controles para ajustar el funcionamiento mecánico del sistema para maximizar la descontaminación del agua, tal como la desalinización del agua, y minimizar el consumo de energía. Dicho sistema debería incorporar además múltiples ciclos de reciclaje para aumentar la recuperación de agua potable de aproximadamente un ochenta por ciento a aproximadamente entre un noventa y seis por ciento y un noventa y nueve por ciento, debería incorporar un sistema de recuperación asistido por polímeros para extraer oligoelementos de compuestos residuales y debería consumir menos energía que otros sistemas de desalinización conocidos en la técnica. La presente invención satisface estas necesidades y proporciona ventajas adicionales relacionadas.

SUMARIO DE LA INVENCION

[Párrafo 12] La presente invención está dirigida a un sistema para descontaminar fluidos deteriorados que contienen desechos biológicos, tales como aguas residuales de un matadero de animales. Los procesos de descontaminación eliminan los desechos biológicos y otras toxinas de las aguas residuales mediante separación física y desalinización mediante procesos de filtración y vaporización aplicados a las aguas residuales, incluida la generación de vapor de agua y vapor.

[Párrafo 13] El sistema para descontaminar una fuente de aguas residuales comienza con una fuente de aguas residuales conectada de manera fluida a una entrada en un dispositivo de filtro-colador de aguas residuales que produce un flujo de aguas residuales

filtradas. El flujo de aguas residuales filtradas está conectado a una entrada de aguas residuales en una unidad vaporizador descontaminante, comprendiendo dicha unidad vaporizador un recipiente alargado generalmente horizontal que tiene una pluralidad de bandejas giratorias espaciadas alternativamente y deflectores fijos dispuestos verticalmente a lo largo del recipiente alargado entre un primer extremo del recipiente alargado. próximo a la entrada de aguas residuales y un segundo extremo del recipiente alargado próximo a una salida de contaminante y una salida de vapor.

[Párrafo 14] La salida de contaminantes de la unidad vaporizador está conectada de manera fluida a un tanque de contaminantes para su almacenamiento y posterior procesamiento. La salida de vapor de la unidad vaporizador está conectada de forma fluida a una unidad de procesamiento de vapor. La unidad de procesamiento de vapor puede comprender un intercambiador de calor, un condensador, una turbina u otra unidad de procesamiento industrial similar.

[Párrafo 15] En una realización particular, un sistema inventivo para tratar aguas residuales biocontaminadas puede incluir una fuente de aguas residuales biocontaminadas conectada de manera fluida a una entrada en un primer dispositivo filtro-colador de aguas residuales que produce un flujo de aguas residuales filtradas desde una salida. La salida del dispositivo de filtro-colador está conectada de manera fluida a una entrada de aguas residuales en una unidad de descontaminación que tiene un recipiente alargado generalmente horizontal que tiene una pluralidad de bandejas giratorias espaciadas alternativamente y deflectores fijos dispuestos verticalmente a lo largo del recipiente alargado entre un primer extremo del recipiente alargado. próximo a la entrada de aguas residuales y un segundo extremo del recipiente alargado próximo a una salida de contaminante y una salida de vapor. La unidad de descontaminación tiene un eje giratorio dispuesto a lo largo del recipiente alargado desde el primer extremo hasta el segundo extremo, pasando el eje giratorio a través de los deflectores fijos y unido fijamente a las bandejas giratorias. La unidad de descontaminación separa el flujo de aguas residuales filtradas en un flujo de contaminante hacia la salida de contaminante y un flujo de vapor hacia la salida de vapor.

[Párrafo 16] El sistema incluye además un segundo dispositivo de filtro-colador de aguas residuales dispuesto en paralelo al primer dispositivo de filtro-colador de aguas

residuales. Una entrada en el segundo dispositivo de filtro-colador de aguas residuales está conectada de manera fluida a la fuente de aguas residuales biocontaminadas y una salida está conectada de manera fluida a la entrada de aguas residuales en la unidad de descontaminación. El sistema puede incluir además una válvula de conmutación que tiene un lado de entrada y un lado de salida, en donde el lado de entrada está conectado de manera fluida a la fuente de aguas residuales biocontaminadas y el lado de salida está conectado de manera fluida a la entrada del primer dispositivo de filtro-colador de aguas residuales y la entrada del segundo dispositivo filtro-colador de aguas residuales. La válvula de conmutación está configurada de tal manera que el lado de salida alterna selectivamente el flujo de aguas residuales biocontaminadas entre el primer dispositivo de filtro-colador de aguas residuales y el segundo dispositivo de filtro-colador de aguas residuales.

[Párrafo 17] La salida del primer dispositivo de filtro-colador de aguas residuales y la salida del segundo dispositivo de filtro-colador de aguas residuales están preferiblemente ambas conectadas de manera fluida a una tubería de unión de fluido que contiene una válvula de retención unidireccional, en donde una salida de la tubería de unión de fluido está conectada de manera fluida a la entrada de aguas residuales de la unidad de descontaminación.

[Párrafo 18] Preferentemente, al eje giratorio de la unidad de descontaminación está conectado operativamente un generador eléctrico. El generador eléctrico está configurado para proporcionar electricidad a los circuitos electrónicos y los controles electrónicos en el sistema. Los circuitos electrónicos pueden incluir sensores, medidores de temperatura, medidores de presión, sensores de vibración, sistemas de lubricación, sensores de caudal y computadoras. Los controles electrónicos pueden incluir bombas, válvulas y motores.

[Párrafo 19] En la unidad de descontaminación, cada una de la pluralidad de bandejas tiene una pluralidad de palas, cada una de las cuales tiene una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño, y cada una de la pluralidad de deflectores tiene una pluralidad de aberturas, cada una de las cuales tiene una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro menor. La unidad de descontaminación incluye además un manguito interno dispuesto en el recipiente

alargado aguas abajo de la pluralidad de bandejas y la pluralidad de deflectores, formando el manguito interno un pasaje anular hacia la primera salida de contaminante.

[Párrafo 20] En una realización particular, un proceso para descontaminar una fuente de aguas residuales incluye filtrar la fuente de aguas residuales produciendo un flujo de aguas residuales filtrado. El flujo de aguas residuales filtradas se dirige a una unidad de descontaminación, en la que la unidad de descontaminación tiene un eje giratorio que se extiende desde un primer extremo de un recipiente alargado hasta el segundo extremo del mismo, y una pluralidad de bandejas giratorias espaciadas alternativamente y deflectores fijos dispuestos verticalmente en la unidad alargada. recipiente entre el primer extremo y el segundo extremo, pasando el eje giratorio a través de los deflectores fijos y unido fijamente a las bandejas giratorias. El flujo de aguas residuales filtradas se procesa a través de la unidad de descontaminación, en donde el flujo de aguas residuales filtradas se separa en un flujo de contaminante y un flujo de vapor descontaminado. El flujo de contaminante se dirige a un recipiente de almacenamiento de contaminantes para su posterior procesamiento. El flujo de vapor descontaminado se dirige a una salida de vapor para su posterior procesamiento. La electricidad se puede generar usando un generador eléctrico fijado fijamente a una porción del eje giratorio que sobresale del recipiente alargado.

[Párrafo 21] El proceso puede incluir además la etapa de reciclar una porción del flujo contaminante a través de la unidad de descontaminación. Preferiblemente, al menos el 75% del flujo de contaminante se recicla a través de la unidad descontaminante.

[Párrafo 22] La etapa de filtrar con tamiz la fuente de aguas residuales puede incluir múltiples unidades de tamiz de filtrado. En particular, se pueden proporcionar en paralelo una primera unidad de filtro de colador y una segunda unidad de tamiz de filtrado. Se puede conectar una válvula de conmutación a las entradas tanto en la primera unidad de tamiz de filtrado como en la segunda unidad de tamiz de filtrado. Las salidas tanto de la primera unidad de tamiz de filtrado como de la segunda unidad de tamiz de filtrado pueden estar conectadas a una unión de fluido, con la unión de fluido conectada a la unidad de descontaminación.

[Párrafo 23] La fuente de aguas residuales se bombea a través de la válvula de conmutación y una de la primera unidad de tamiz de filtrado y la segunda unidad de tamiz

de filtrado. La unión de fluido incluye preferiblemente una válvula de retención unidireccional que permite selectivamente que el agua residual filtrada fluya desde una de la primera unidad de tamiz de filtrado o la segunda unidad de tamiz de filtrado hacia la unidad de descontaminación. La válvula de conmutación se puede configurar selectivamente para dirigir la fuente de aguas residuales a una de la primera unidad de tamiz de filtrado o la segunda unidad de tamiz de filtrado. El proceso incluye además la etapa de limpiar una de la primera unidad de tamiz de filtrado o la segunda unidad de tamiz de filtrado cuando la válvula de conmutación dirige la fuente de aguas residuales a la otra de la primera unidad de tamiz de filtrado o la segunda unidad de tamiz de filtrado.

[Párrafo 24] La pluralidad de bandejas giratorias y deflectores fijos alternativamente espaciados en la unidad de descontaminación puede incluir además una pluralidad de palas en cada una de la pluralidad de bandejas giratorias, teniendo cada pala una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño, así como, una pluralidad de aberturas en cada uno de la pluralidad de deflectores fijos, teniendo cada abertura una entrada de un primer diámetro y una salida de un segundo diámetro más pequeño. Además, se puede disponer un manguito interno en el recipiente alargado aguas abajo de la pluralidad de bandejas giratorias y deflectores fijos alternativamente espaciados, formando el manguito interno un paso anular hacia la salida de contaminado.

[Párrafo 25] Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[Párrafo 26] Los dibujos adjuntos ilustran la invención. En tales dibujos:

[Párrafo 27] La FIGURA 1 es una vista superior esquemática y parcialmente seccionada de un sistema para descontaminar agua y generar vapor de agua, de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 28] La FIGURA 2 es una vista lateral esquemática y parcialmente seccionada del sistema de la FIGURA 1;

[Párrafo 29] La FIGURA 2A es una vista similar a la FIGURA 2 que ilustra una disposición alternativa donde el sistema 10 está controlado por un motor de accionamiento directo que está directamente acoplado a un extremo de un eje;

[Párrafo 30] La FIGURA 3 es una vista superior que ilustra el recipiente de procesamiento de agua que tiene una parte superior del mismo abierta;

[Párrafo 31] La FIGURA 4 es una vista desde un extremo del recipiente horizontal de procesamiento de agua unido a una estructura portátil, de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 32] La FIGURA 5 es una vista superior de una bandeja giratoria que tiene una pluralidad de palas en su interior;

[Párrafo 33] La FIGURA 6 es una vista en sección transversal de una porción de la bandeja y una pala de la misma;

[Párrafo 34] La FIGURA 7 es una vista superior de un deflector utilizado de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 35] La FIGURA 8 es una vista lateral de una bandeja que tiene un director de agua colocado delante de ella;

[Párrafo 36] La FIGURA 9 es una vista en sección transversal de una porción del deflector, que ilustra una abertura ahusada del mismo;

[Párrafo 37] La FIGURA 10 es un esquema que ilustra el motor eléctrico acoplado a la transmisión y luego acoplado al eje del recipiente de procesamiento de agua, de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 38] La FIGURA 11 es una ilustración esquemática del sistema de la presente invención, similar a la FIGURA 1, pero que ilustra la incorporación de una caja de control y varios sensores, de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 39] La FIGURA 12 es una vista esquemática superior del sistema de la presente invención, que incorpora una turbina y un generador eléctrico;

[Párrafo 40] La FIGURA 12A es una vista similar a la FIGURA 12 que ilustra que el sistema puede controlarse mediante un motor de accionamiento directo que está directamente acoplado a un extremo de un eje;

[Párrafo 41] La FIGURA 13 es una vista desde un extremo del recipiente de procesamiento de agua, que ilustra una salida de vapor del mismo;

[Párrafo 42] La FIGURA 14 es una vista esquemática lateral del sistema de la FIGURA 12;

[Párrafo 43] La FIGURA 15 es una vista frontal esquemática y parcialmente seccionada de una realización alternativa de un sistema para descontaminar agua y generar vapor de agua, de acuerdo con la presente invención;

[Párrafo 44] La FIGURA 16 es un primer plano de las bandejas y deflectores del sistema de la FIGURA 15 indicado por el círculo 16;

[Párrafo 45] La FIGURA 17 es una vista en perspectiva inferior del recipiente con entrada y salidas representado en el sistema de la FIGURA 15;

[Párrafo 46] La FIGURA 18 es una sección transversal del recipiente de la FIGURA 17 tomados a lo largo de la línea 18-18 del mismo;

[Párrafo 47] La FIGURA 19 es una ilustración del eje con bandejas y deflectores del sistema de la FIGURA 15;

[Párrafo 48] La FIGURA 20 es una ilustración de una bandeja del sistema de la FIGURA 15;

[Párrafo 49] La FIGURA 21 es una ilustración de un deflector del sistema de la FIGURA 15;

[Párrafo 50] La FIGURA 22 es una vista lateral de una bandeja indicada por la línea 22-22 en la FIGURA 20;

[Párrafo 51] La FIGURA 23 es una vista lateral opuesta de la bandeja indicada por la línea 23-23 de la FIGURA 20;

[Párrafo 52] La FIGURA 24 es una vista lateral de un deflector indicado por la línea 24-24 en la FIGURA 21;

[Párrafo 53] La FIGURA 25 es una vista en sección transversal parcial del eje, la bandeja y el deflector dispuestos en el recipiente;

[Párrafo 54] La FIGURA 26 es una vista en sección transversal de una bandeja tomada a lo largo de la línea 26-26 de la FIGURA 20;

[Párrafo 55] La FIGURA 27 es una vista en sección transversal de un deflector tomada a lo largo de la línea 27-27 de la FIGURA 21;

[Párrafo 56] La FIGURA 28 es un diagrama esquemático de una pantalla de control para un sistema de la presente invención;

[Párrafo 57] La FIGURA 29 es una ilustración esquemática de los procesos que ocurren en varios puntos a lo largo del recipiente de procesamiento de agua de la presente invención;

[Párrafo 58] La FIGURA 30 es una ilustración de una realización del eje con bandejas y deflectores del sistema de la FIGURA 15 con un mayor diámetro y un mayor número de palas y aberturas en las bandejas y deflectores;

[Párrafo 59] La FIGURA 31 es una vista lateral de una bandeja extraída de la FIGURA 30;

[Párrafo 60] La FIGURA 32 es una vista lateral de un deflector extraído de la FIGURA 30;

[Párrafo 61] La FIGURA 33 es una ilustración esquemática de una realización del sistema de la presente invención, que incluye un sistema de captura de agua salada y un tanque de almacenamiento;

[Párrafo 62] La FIGURA 34 es una ilustración esquemática del sistema de captura de agua salada de la presente invención;

[Párrafo 63] La FIGURA 35 es una ilustración esquemática de una realización del sistema de la presente invención, que incluye un condensador elevado y un tanque de retención con un generador hidroeléctrico;

[Párrafo 64] La FIGURA 35A es una ilustración esquemática del condensador de la FIGURA 35;

[Párrafo 65] La FIGURA 36 es una ilustración esquemática de una realización del sistema de la presente invención, que incluye un sistema de recirculación y un sistema de secado de salmuera;

[Párrafo 66] La FIGURA 37 es una ilustración esquemática de una realización del sistema de la presente invención, que incluye un sistema de control con una pantalla gráfica;

[Párrafo 67] La FIGURA 38 es una ilustración esquemática del sistema de control con visualización gráfica de la pantalla principal;

[Párrafo 68] La FIGURA 39 es una ilustración esquemática del sistema de control con visualización gráfica de la pantalla de gráficos;

[Párrafo 69] La FIGURA 40 es una ilustración esquemática del sistema de control con visualización gráfica de la pantalla de tendencias;

[Párrafo 70] La FIGURA 41 es una ilustración de diagrama de flujo del sistema y proceso de purificación de aguas residuales según la presente invención;

[Párrafo 71] La FIGURA 42 es una ilustración de diagrama de flujo de una realización alternativa de un sistema y proceso de purificación de aguas residuales según la presente invención;

[Párrafo 72] La FIGURA 43 es una ilustración de diagrama de flujo de un sistema y proceso biológico de descontaminación de aguas residuales según la presente invención;

[Párrafo 73] La FIGURA 44 es una ilustración de diagrama de flujo de una realización alternativa del sistema y proceso de descontaminación biológica de aguas residuales según la presente invención; y

[Párrafo 74] La FIGURA 45 es una ilustración de diagrama de flujo de otra realización alternativa del sistema y proceso de descontaminación biológica de aguas residuales según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

[Párrafo 75] Como se muestra en los dibujos, con fines ilustrativos, la presente invención reside en un sistema y método para descontaminar agua y generar vapor de agua. El método y sistema de la presente invención es particularmente adecuado para la desalinización de agua salada, tal como agua de océano u otras aguas salobres, así como agua de río u otros líquidos/lodos. Este tratamiento preferido se usará con fines ejemplares en el presente documento, aunque los expertos en la técnica entenderán que el sistema y método de la presente invención podrían usarse para descontaminar otras fuentes de agua. La presente invención se puede utilizar para eliminar sólidos disueltos o suspendidos (descontaminación), así como metales pesados y otros contaminantes. Además, como se describirá más detalladamente en el presente documento, el sistema y método de la presente invención se pueden usar en asociación con agua relativamente limpia para crear vapor de agua, en forma de vapor, que tiene una presión y temperatura suficientes para pasar a través de una turbina que está conectada operativamente a un generador eléctrico para la generación de electricidad u otras aplicaciones de calentamiento de vapor.

[Párrafo 76] En la siguiente descripción, se describen múltiples realizaciones del método y sistema inventivo para descontaminar agua y generar vapor de agua. En todas estas realizaciones y con referencia a las figuras de los dibujos, se hará referencia a componentes funcionalmente equivalentes utilizando números de referencia idénticos.

[Párrafo 77] Con referencia ahora a las FIGURAS 1 y 2, el sistema (una unidad de vaporización-desalinización) al que generalmente se hace referencia con el número de referencia 10, incluye un recipiente o cámara de procesamiento de agua 12 que define una cámara interior 14, en la que la sal y otros sólidos disueltos y contaminantes se eliminan del agua para producir agua potable esencialmente libre de minerales. En una realización, el recipiente de procesamiento 12 recibe agua contaminada desde un tanque de alimentación 16 a través de una válvula de entrada 18 a través de un tubo del tanque de alimentación 20. En esta ilustración, la válvula de entrada 18 ingresa al recipiente 12 lateralmente a través de una pared lateral. Esta válvula de entrada 18 se puede colocar alternativamente como se describe a continuación. La fuente de agua puede ser agua de

mar o de océano, otras aguas salobres o incluso agua contaminada con otros contaminantes. Además, la presente invención prevé suministrar agua contaminada directamente desde la fuente, en la que no necesariamente se puede utilizar el tanque de alimentación 16.

[Párrafo 78] Con referencia ahora a la FIGURA 3, en una realización, el recipiente 12 está compuesto por una cubierta inferior y una parte de cubierta superior 12b de manera que las partes de cubierta inferior y superior 12a y 12b se pueden abrir o quitar entre sí para acceder al contenido dentro del interior. cámara 14 del recipiente 12. El recipiente 12 también puede construirse como una sola unidad en contraposición a las partes de armazón inferior y superior. El recipiente de procesamiento de agua 12 incluye, dentro de la cámara interior 14, una pluralidad de bandejas giratorias 22 espaciadas entre sí y que tienen un deflector 24 dispuesto entre cada par de bandejas 22. Como se explicará más detalladamente en el presente documento, las bandejas giratorias 22 incluyen una pluralidad de palas 26 formadas a través de ellas y los deflectores 24 típicamente comprenden placas que tienen una pluralidad de aberturas 28 formadas a través de ellas. Los deflectores 24 están fijados al recipiente 12 de manera estacionaria. Los deflectores 24 pueden comprender una porción inferior dispuesta en el armazón inferior 12a del recipiente y una porción superior unida y dispuesta en el armazón superior 12b del recipiente 12 y diseñada para formar un único deflector cuando los armazones inferior y superior 12a y 12b del recipiente 12 están acoplados entre sí y cerrados. Alternativamente, cada deflector 24 puede comprender una única pieza que está unida a la carcasa inferior 12a o a la carcasa superior 12b en la realización anterior o en múltiples puntos en la realización de una sola unidad. En cualquier realización, el deflector 24 permanecerá generalmente estacionario a medida que el agua y el vapor de agua pasan a través del mismo.

[Párrafo 79] Como se muestra en las FIGURAS 2, 10, 11 y 12, un variador de frecuencia 30 puede regular la velocidad a la que el motor eléctrico 32 acciona una transmisión 34 y un eje correspondiente 36. El eje 36 está acoplado de forma giratoria a cojinetes o similares, normalmente cojinetes sin fricción. lubricados con aceite sintético, acopladores Schmitt o cojinetes cerámicos 38 y 40 en extremos generalmente opuestos del recipiente 12. El eje 36 se extiende a través de las bandejas 22 y los deflectores 24

de manera que el eje sólo hace girar las bandejas 22. Es decir, las bandejas 22 están acopladas al eje 36. Se disponen cojinetes o un material de baja fricción, tal como una capa o manguito de teflón, entre el eje giratorio 36 y el deflector de placa de apertura 24 para reducir la fricción entre ellos, pero estabilizar y soportar el eje giratorio 36. No se prefiere el teflón ya que podría deshilacharse y contaminar el fluido.

[Párrafo 80] Alternativamente, como se muestra en las FIGURAS 2A y 12A, el sistema 10 puede controlarse mediante un motor de accionamiento directo 32a que está acoplado directamente a un extremo del eje 36. El motor de accionamiento directo 32a permite el uso de motores eléctricos de alta velocidad o accionamiento directo de turbina de gas. Utilizando un motor de accionamiento directo 32a se puede evitar la reducción de potencia y fuerza asociada con la resistencia inherente a los engranajes de transmisión. Por ejemplo, en un sistema de transmisión por engranajes típico, un motor de 200 HP y 300 lb-pie podría producir parámetros de rotor de 60 HP y 90 lb-pie después del engranaje. Por el contrario, un motor de transmisión directa solo necesitaría proporcionar 60 HP y 90 ft-lb para lograr los mismos parámetros en el rotor; no se experimenta ninguna reducción porque se elimina el engranaje en la transmisión.

[Párrafo 81] Aunque el sistema inventivo 10 con transmisión por engranajes puede prepararse como instalación fija o como instalación móvil, como en un remolque, la eliminación de la transmisión en un sistema de transmisión directa facilita el aspecto móvil del sistema 10. Un sistema más pequeño y compacto El sistema de accionamiento directo 10 cabe más fácilmente en un remolque que es más fácilmente móvil y transportado de un sitio a otro.

[Párrafo 82] Como puede verse en los dibujos, el recipiente de procesamiento de agua 12 está orientado generalmente de forma horizontal. Esto contrasta con el dispositivo Wallace '026 en el que la cámara de procesamiento de agua estaba orientada generalmente verticalmente y la parte superior del eje giratorio estaba asegurada por un cojinete y una tapa de cojinete, que sostenía la propia cámara. Como resultado, las secciones del eje giratorio sólo estaban sólidamente ancladas a la base de la unidad. A altas velocidades de operación de rotación, las vibraciones dentro del sistema causan fallas excesivas en los rodamientos, el eje y el sello. Por el contrario, montar horizontalmente el recipiente de procesamiento de agua 12 en una estructura de marco

42 distribuye la carga rotacional a lo largo del recipiente 12 y reduce las vibraciones, tales como vibraciones armónicas, que de otro modo podrían causar fallas excesivas en los cojinetes, ejes y sellos. Además, montar la embarcación 12 en la estructura de armazón 42 mejora la portabilidad del sistema 10, como se describirá más detalladamente en el presente documento. Soportar el eje 36 que gira muy rápidamente a través de cada deflector 24 estabiliza aún más el eje y el sistema y reduce las vibraciones y los daños causados por los mismos.

[Párrafo 83] Como se mencionó anteriormente, el eje 36 y las bandejas 22 giran a una velocidad muy alta, como Mach 2, aunque velocidades más lentas como Mach 1,7 han demostrado ser efectivas. Esto mueve el agua a través de las palas 26 de las bandejas 22, que hacen girar y calientan el agua de manera que se forma vapor de agua, y los contaminantes, sales y otros sólidos disueltos quedan atrás y caen del vapor de agua. La mayor parte del agua de entrada se vaporiza mediante 1) destilación al vacío y 2) cavitación creada al impactar con la primera bandeja giratoria 22, la compresión del flujo centrífugo y axial hace que las temperaturas y presiones aumenten ya que existe una correlación directa entre las RPM del eje y la temperatura. /la presión aumenta o disminuye. Luego, el agua y el vapor de agua pasan a través de las aberturas 28 de los deflectores 24 antes de procesarse nuevamente a través de la siguiente bandeja giratoria 22 con paletas 26. Las configuraciones de las bandejas 22 y los deflectores 24 están diseñadas para minimizar o eliminar el arrastre y la fricción en la rotación del eje 36 proporcionando suficiente espacio libre en el perímetro de las bandejas 22 y a través de la abertura central 59 de los deflectores 24. Al mismo tiempo, se evitan fugas alrededor del perímetro de las bandejas 22 y a través de la abertura central 59 de los deflectores 24. minimizarse para aumentar la eficiencia.

[Párrafo 84] A medida que el agua y el vapor de agua pasan a través de cada subcámara del recipiente 12, la temperatura del vapor de agua aumenta de manera que se crea vapor de agua adicional y deja las sales, los sólidos disueltos y otros contaminantes en el agua restante. Las fuerzas centrífugas sobre el agua y los contaminantes la fuerzan hacia la pared de la cámara interior 14 y hacia un conjunto de canales 44 que dirigen los contaminantes y el agua no vaporizada a una salida 46. El vapor de agua que se genera pasa a través de un vapor de agua. salida 48 formada en

el recipiente 12. De este modo, el vapor de agua y los contaminantes y el agua restante se separan entre sí. Es importante señalar que el sistema 10 produce vapor de agua, no vapor. El vapor de agua se crea mediante una combinación de disminución de presión y aumento de temperatura. El sistema 10 mantiene la temperatura del vapor de agua a temperaturas iguales o inferiores a la del vapor, evitando así el calor latente de vaporización y la energía adicional necesaria para convertir el agua líquida en vapor. Debido a esto, la energía necesaria para devolver el vapor de agua a agua líquida es correspondientemente menor.

[Párrafo 85] Como se mencionó anteriormente, las bandejas 22 son rotadas por el eje 36. El eje 36 está soportado dentro del interior del recipiente de procesamiento de agua 12 por una pluralidad de cojinetes, como se mencionó anteriormente. Los rodamientos suelen ser rodamientos sin fricción lubricados con aceite sintético, acero o cerámica. Los sistemas de desalinización de la técnica anterior incorporan rodamientos de rodillos estándar que fallarían bajo altas velocidades de rotación y altas temperaturas. Por tanto, los sistemas de desalinización conocidos en la técnica anterior tenían altas tasas de fallo asociadas con los rodamientos de rodillos estándar. En la presente invención, los rodamientos sin fricción lubricados, los rodamientos de bolas de acero sellados o los rodamientos cerámicos 38 y 40 son más duraderos que los rodamientos de rodillos estándar y fallan con menos frecuencia bajo altas velocidades de rotación y temperaturas. Los cojinetes 38, 40 pueden incluir tubos de lubricación internos para permitir que el lubricante fluya a través de ellos para minimizar el desgaste por funcionamiento. Los cojinetes 38, 40 también incluyen sensores de vibración (como se describe a continuación) para monitorear y minimizar la cantidad de vibración que ocurre durante la operación. Además, el eje 36 puede estar soportado intermitentemente por materiales de baja fricción, tales como manguitos de teflón o cojinetes 50 dispuestos entre la placa deflectora 24 y el eje 36. Esto asegura además una distribución uniforme del peso y las fuerzas sobre el eje 36 y mejora el funcionamiento. y longevidad del sistema.

[Párrafo 86] Con referencia particular ahora a las FIGURAS 5 y 6, se muestra una bandeja ejemplar 22, que tiene una pluralidad de palas 26 formadas a su través. Aunque en la FIGURA 5, se apreciará que el número puede variar y puede ser varias

docenas en una única bandeja 22, por lo que la línea de puntos representa múltiples cucharadas de una variedad de números.

[Párrafo 87] La FIGURA 6 es una vista en sección transversal de la bandeja 22 y la pala 26 formada en la misma. En una realización particularmente preferida, las palas 26 están ahusadas de manera que el diámetro de una entrada 52 de las mismas es mayor que el diámetro de una salida 54 de las mismas. La pala ahusada 26 es esencialmente un tubo Venturi que tiene la abertura o entrada vertical 52 sustancialmente perpendicular a la superficie horizontal de la base de la bandeja giratoria 22. El líquido y el vapor se aceleran a través de la pala ahusada 26 porque la pala ahusada tiene un volumen mayor en la entrada 52 del mismo y un volumen menor en la salida o salida 54 del mismo. El cambio de volumen desde la entrada a la salida de la pala cónica 26 provoca un aumento de la velocidad debido al efecto Venturi. Como resultado, el agua líquida y el vapor de agua se aceleran y agitan aún más, lo que produce aumentos de temperatura y presión. Esto permite además la separación de los contaminantes del interior del vapor de agua. La pala cónica 26 se puede unir a la bandeja giratoria 22 mediante cualquier medio conocido en la técnica.

[Párrafo 88] Una vez más, se apreciará que habrá palas 26 más o menos ahusadas distribuidas en toda el área de la bandeja giratoria 22, el número y tamaño particular de las palas 26 variarán dependiendo de las condiciones operativas del sistema 10 de la presente invención. Además, el ángulo de la pala 26, ilustrado como aproximadamente cuarenta y cinco grados en la FIGURA 6, se puede variar de la bandeja a la bandeja 22. Es decir, aumentando el ángulo de la pala giratoria, por ejemplo, de veinticinco grados a treinta y un grados a treinta y seis grados en la bandeja siguiente, a cuarenta grados, cuarenta -cinco grados en una bandeja siguiente, etc. el aumento en el ángulo de la pala 26 de la bandeja de hilado 22 se adapta a los aumentos en la presión del vapor de agua que se acumula a medida que el vapor de agua pasa a través del recipiente 12. El aumento en el ángulo también puede usarse para agitar y crear vapor de agua aún más, y aumentar la presión del vapor de agua, que puede usarse en una turbina de vapor, como se describirá más completamente en el presente documento.

[Párrafo 89] Con referencia ahora a las FIGURAS 7 y 9, en la FIGURA 7 se muestra un deflector 24, en forma de placa perforada. En este caso, el deflector 24 está formado

como un primer miembro de placa 56 y un segundo miembro de placa 58 que están conectados mediante conectores 60 a la pared interior del recipiente 12. Los conectores 60 pueden comprender pernos, clavijas, varillas o cualquier otro medio de conexión que sea adecuado. Alternativamente, como se describió anteriormente, el deflector 24 puede formarse como una única unidad conectada a la carcasa superior o inferior del recipiente 12a y 12b. Cuando se forman como miembros de placa duales 56 y 58, preferiblemente los miembros de placa 56 y 58 se entrelazan entre sí cuando el recipiente 12 está cerrado para formar efectivamente un único deflector 24.

[Párrafo 90] Como se describió anteriormente, se forman una pluralidad de aberturas 28 a través de la placa deflectora 24. La FIGURA 9 es una vista en sección transversal de una de dichas aberturas 28. De manera similar a la bandeja descrita anteriormente, la abertura incluye preferiblemente una entrada 62 que tiene un diámetro que es mayor que una salida 64 de la misma, de manera que la abertura 28 es cónica, lo que aumentará la presión y velocidad del agua y el vapor de agua que pasa a través de él, aumentando aún más la temperatura y creando vapor adicional a partir del agua. De manera similar a la bandeja 22 descrita anteriormente, se pueden formar aberturas 28 en toda la placa deflectora, como se representa mediante la serie de líneas discontinuas. El número y tamaño particular de las aberturas 28 pueden variar dependiendo de las condiciones operativas del sistema 10.

[Párrafo 91] Con referencia ahora a la FIGURA 8, se ilustra el eje 36 extendiéndose a través de la bandeja giratoria 22. En una realización, un director de agua 66 en forma de cono está colocado delante de la bandeja 22. Por ejemplo, el director 66 puede tener un ángulo de cuarenta y cinco grados para desviar el agua y el vapor restantes pasan a través de la abertura central 59 del deflector 24 desde el eje 36 y hacia la periferia o borde exterior de la bandeja 22 para una mejor vaporización y un mayor porcentaje de recuperación de agua potable.

[Párrafo 92] Con referencia nuevamente a las FIGURAS 3 y 4, como se mencionó anteriormente, en una realización particularmente preferida el recipiente 12 puede formarse en dos carcasas o secciones 12a y 12b. Esto permite una rápida inspección y reemplazo de los componentes del recipiente, según sea necesario. Preferiblemente, la pared de la cámara interior 14 y cualquier otro componente tal como

las bandejas 22, las placas deflectoras 24, el eje 36, etc. se tratan con Melonite u otra sustancia reductora de la fricción y resistente a la corrosión. Por supuesto, estos componentes pueden estar compuestos de materiales que sean resistentes a la corrosión y tengan un bajo coeficiente de fricción, como por ejemplo acero inoxidable pulido o similares. Las secciones inferior y superior 12a y 12b del recipiente 12 están preferiblemente interconectadas de manera que cuando están cerradas son sustancialmente estancas al aire y al agua. Además, el recipiente cerrado 12 debe poder soportar altas temperaturas y presiones debido a la vaporización del agua en su interior durante el funcionamiento del sistema 10.

[Párrafo 93] Con referencia ahora a las FIGURAS 1, 2 y 10, normalmente una transmisión 34 interconecta el motor eléctrico 32 y el eje impulsor 36. El motor 32 puede ser un motor de combustión (gasolina, diésel, gas natural, etc.), motor eléctrico, turbina de gas u otro motor conocido u otros medios para proporcionar impulso. La velocidad de la transmisión 34 se establece mediante el variador de frecuencia 30. Las ilustraciones de las FIGURAS 1, 2 y 10 son sólo esquemáticos y no representativos de los tamaños relativos del variador de frecuencia 30, el motor 32m y la transmisión 34. El variador de frecuencia 30 está regulado principalmente por un controlador computarizado 68, como se describirá más detalladamente aquí. El eje 36 puede ser accionado por correa o por engranajes. Como se describe a continuación, el motor 32 también puede estar conectado directamente al eje 36. Con referencia particular a la FIGURA 10, el eje 70 del motor está conectado a un eje intermedio 72 mediante una correa 74. El eje intermedio 72 está conectado al eje mediante otra correa 76. El sistema industrial de correa y polea de alta velocidad mostrado en la FIGURA 10 impulsa el eje 36 dentro del recipiente de procesamiento de agua 12. Como se muestra, una pluralidad de correas 74 y 76 y un conjunto de ejes intermedios 72 aumentan la velocidad de salida de rotación en el eje 36 en un múltiplo de la velocidad de entrada de rotación aplicada por el sistema eléctrico motor 32 en el eje de transmisión del motor eléctrico 70. Por supuesto, la relación entre la velocidad de entrada rotacional y la velocidad de salida rotacional se puede cambiar cambiando las velocidades de rotación relativas de las correas 74 y 76 y los correspondientes ejes intermedios 72. Acoplando el eje de transmisión del motor eléctrico 70 al eje 36 a través de las correas 74 y 76 y el eje intermedio 72, y agregando

un acoplador Schmitt en el eje 36 entre la transmisión 34 y la cámara 12, la presente invención es capaz de evitar los problemas de vibración y confiabilidad que afectan a otros sistemas de desalinización de la técnica anterior.

[Párrafo 94] Con referencia nuevamente a la FIGURA 1, como se mencionó anteriormente, el vapor de agua se dirige a través de una salida de vapor de agua 48 del recipiente 12. El vapor de agua viaja a través de un tubo de recuperación 78 hasta un recipiente o tanque de recuperación de vapor 80. Luego, el vapor de agua se condensa y se fusiona en agua líquida. dentro del tanque de recuperación de vapor 80. Para facilitar esto, en una realización, una pluralidad de miembros espaciados 82, tales como en forma de rejillas, se colocan en la vía de flujo del vapor de agua de manera que el vapor de agua pueda fusionarse y condensarse en las rejillas y se convierte en agua líquida. Luego, el agua líquida se mueve a un tanque de almacenamiento de agua potable 84 o un tanque de pasteurización y retención 86. Si el agua y el vapor de agua en el recipiente 12 se calientan a la temperatura necesaria para la pasteurización, para matar los microorganismos dañinos, las larvas de mejillón cebra y otros organismos nocivos, el agua líquida puede mantenerse en el tanque de retención 86.

[Párrafo 95] Con referencia ahora a las FIGURAS 15-27, se muestra otra realización preferida del sistema 10 y del recipiente de procesamiento de agua 12. La FIGURA 15 ilustra el sistema general 10 que incluye la construcción alternativa de una sola pieza del recipiente 12. En esta realización, el recipiente 12 tiene una construcción similar a la realización descrita anteriormente, incluyendo elementos tales como la cámara interior 14, la válvula de entrada 18, las bandejas 22 que tienen palas 26, los deflectores 24 tienen aberturas 28, la salida de salmuera 46 y la salida de vapor 48. La válvula de entrada 18 comprende múltiples entradas, preferiblemente al menos dos, al recipiente 12. Estas entradas 18 están dispuestas en el extremo del recipiente alrededor del eje 36 para distribuir más uniformemente el fluido a través de la cámara interior 14. Las entradas 18 entran preferiblemente en el recipiente 12 en línea con el eje 36 para evitar una entrada pronunciada, especialmente en ángulo recto, en la cámara interior 14 con respecto a la dirección del movimiento a través del recipiente 12. La salida de contaminante 46 está preferiblemente sobredimensionada para no restringir el flujo de fluido concentrado fuera del sistema 10. La característica de recirculación que se

describe a continuación puede abordar cualquier asignación excesiva de líquido que se le puede permitir salir del sistema 10 a través de la salida de contaminantes de gran tamaño 46. Un eje 36 sostenido por cojinetes cerámicos 38, 40 pasa a través del centro de las bandejas 22 y los deflectores 24.

[Párrafo 96] Las bandejas 22 están fijadas al eje 36 y se extienden hacia afuera, hacia la pared de la cámara interior 14 como se describió anteriormente. Los deflectores 24 comprenden preferiblemente una sola pieza que se extiende desde las paredes de la cámara interior 14 hacia el eje 36 con una abertura central 59 que forma un espacio entre los deflectores 24 y el eje 36 como se describió anteriormente. Los deflectores 24 se fijan preferiblemente a las paredes de la cámara interior mediante tornillos o pasadores 60 también como se describió anteriormente. En una realización particularmente preferida, el recipiente 12 incluye seis bandejas 22 y cinco deflectores 24 alternativamente dispersos a través de la cámara interior 14.

[Párrafo 97] En esta realización alternativa, la cámara interior 14 incluye un manguito interno 45 dispuesto próximo a la salida de salmuera 46. El manguito interno 45 tiene una forma anular con un diámetro ligeramente menor que el diámetro de la cámara interior 14. El manguito interno 45 se extiende desde un punto aguas abajo de la última bandeja 22 a otro punto inmediatamente aguas abajo de la salida de salmuera 46. Se crea un pasaje anular 47 entre el manguito interno 45 y la pared exterior de la cámara interior 14. En una construcción típica, el manguito interno 45 está aproximadamente seis pulgadas de largo y el pasaje anular 47 tiene aproximadamente 1-1½ pulgadas de ancho. Este pasaje anular o canal 47 captura la salmuera o el material contaminado que sale de las bandejas giratorias 22 hacia la pared exterior de la cámara 14 como se describió anteriormente. Este pasaje anular 47 facilita el movimiento de la salmuera o material contaminado hacia la salida 46 y minimiza las posibilidades de contaminación de la descarga de vapor o acumulación de material dentro de la cámara 14.

[Párrafo 98] La FIGURA 16 ilustra un primer plano de las bandejas 22 y los deflectores 24. Se puede ver claramente cómo los deflectores 24 se extienden desde la pared del recipiente 12 a través de la cámara 14 y terminan próximos al eje 36. También se puede ver cómo las bandejas 22 están fijados al eje 36 y tienen palas 26 dispuestas a su través como se describe. Preferiblemente, se dispone un cono 66 en cada bandeja

22 para desviar cualquier fluido que fluya a lo largo del eje como se describió anteriormente (FIGURA 8). La FIGURA 17 ilustra una vista externa del recipiente 12 que indica las entradas 18, las salidas 46, 48 y el eje 36. Normalmente, los extremos del recipiente 12 estarían cerrados y sellados contra fugas. Se muestran abiertos aquí para mayor claridad y facilidad de ilustración. La FIGURA 18 ilustra una sección transversal del recipiente 12 mostrado en la FIGURA 17, que ilustra además los componentes internos, incluidas las bandejas 22, los deflectores 24, el manguito interno 45 y el conducto anular 47. La FIGURA 19 ilustra el eje 36 con las bandejas 22 y los deflectores 24 separados del recipiente 12. Las FIGURAS 30, 31 y 32 ilustran una realización alternativa de las bandejas 22 y deflectores 24 a lo largo del eje 36. En esta realización alternativa, las bandejas 22 y los deflectores 24 tienen un diámetro aumentado con un número aumentado de filas (preferiblemente de 3 a 4 filas) y un aumento correspondiente en el número de palas y aberturas en el mismo. Estos aumentos permiten procesar un mayor volumen de fluido por unidad de tiempo. Por supuesto, el recipiente 12 tendrá un aumento correspondiente en su diámetro para acomodar las bandejas 22 y deflectores 24 más grandes. Este diámetro aumentado crea una situación en la que los bordes más externos de las bandejas giratorias 22 tienen una velocidad de rotación significativamente mayor en comparación con las bandejas 22 de menor diámetro.

[Párrafo 99] Las FIGURAS 20 y 21 ilustran la bandeja 22 y el deflector 24, respectivamente. Las FIGURAS 22, 23 y 26 ilustran varias vistas y secciones transversales de la bandeja 22 en la FIGURA 20. Las FIGURAS 24 y 27 ilustran de manera similar varias vistas y secciones transversales del deflector 24 en la FIGURA 21. Como se analizó, la bandeja 22 incluye palas 26 que pasan a través del cuerpo de la bandeja 22. Las palas 26 incluyen una entrada de pala 52 y una salida de pala 54 configuradas como se describió anteriormente. La entrada de pala 52 está preferentemente orientada de manera que la abertura mire en la dirección de rotación alrededor del eje. Esto maximiza la cantidad de fluido que entra en la entrada de pala 52 y pasa a través de la pluralidad de palas. El ángulo de las palas 26 en las sucesivas bandejas 22 se puede ajustar como se describe anteriormente. El deflector 24 también incluye una pluralidad de aberturas 28 configuradas y perfiladas (FIGURA 9) como se describió anteriormente. La FIGURA 25 ilustra el eje 36 y un emparejamiento de una

bandeja 22 con un deflector 24. Las flechas indican la dirección de rotación del eje y, en consecuencia, la bandeja 22 en esta figura particular. Las palas 26 con la entrada de pala 52 se ilustran orientadas en la dirección de rotación, es decir, fuera de la página, en la mitad superior de la figura. En la mitad inferior de la figura, la pala 26 con entrada de pala 52 también se ilustra orientada en la dirección de rotación, es decir, dentro de la página, a medida que la bandeja 22 gira con el eje 36. La dirección de rotación puede ser cualquiera de las dos, en sentido horario o antihorario. La dirección de rotación se puede cambiar sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Como se describió en la realización anterior, la entrada de pala 52 tiene un diámetro mayor que la salida de pala 54 para aumentar el caudal y disminuir la presión del fluido.

[Párrafo 100] En una realización particularmente preferida, cuando el objetivo principal del sistema 10 es eliminar contaminantes del agua contaminada, como agua salada, para tener agua potable, la temperatura del vapor de agua se calienta entre uno cien grados Fahrenheit y menos de doscientos doce grados Fahrenheit. Aún más preferiblemente, el vapor de agua se calienta entre ciento cuarenta grados Fahrenheit y ciento setenta grados Fahrenheit con fines de pasteurización. Sin embargo, la temperatura del vapor de agua se mantiene al mínimo y casi siempre a menos de doscientos doce grados Fahrenheit, de modo que el agua no hierva y se convierta en vapor, que es más difícil de condensar y fusionar del vapor de agua al agua líquida. El aumento de las RPM da como resultado un aumento de temperaturas y presiones. Las RPM se pueden ajustar para alcanzar las temperaturas deseadas.

[Párrafo 101] El agua se hierve y la temperatura del vapor de agua se lleva por encima de doscientos doce grados Fahrenheit, preferiblemente solo en los casos en que la generación de vapor sea deseable para calefacción, generación de electricidad y otros fines, como se describirá más detalladamente en este documento. Esto permite que la presente invención pasteurice el vapor de agua y condense y fusione el vapor de agua en agua líquida sin complejos sistemas de refrigeración o condensación, que a menudo requieren electricidad y energía **adicionales**.

[Párrafo 102] En una realización, el agua contaminada, denominada salmuera en los procesos de desalinización, se recoge en la salida 46 y se traslada a un tanque de eliminación de salmuera 88. Como se muestra en la FIGURA 1, se pueden

agregar polímeros u otros productos químicos 90 a la salmuera para recuperar oligoelementos, etc. Además, la sal de la salmuera se puede procesar y usar para diversos fines, incluida la generación de sal de mesa, salmuera agrícola y/o fertilizante.

[Párrafo 103] En una realización de la presente invención, el agua contaminada tratada se reprocesa reciclando los contaminantes y el agua restante a través del sistema nuevamente. Esto se puede hacer varias veces de modo que la cantidad de agua potable extraída del agua contaminada aumente hasta un noventa y nueve por ciento. Esto se puede hacer dirigiendo los contaminantes y el agua residual desde la salida 46 a un primer tanque de reprocesamiento de salmuera o contaminante 92. El agua residual restante, en forma de salmuera u otros contaminantes, se reintroduce luego a través de la entrada 18 del recipiente 12 y reprocesado y recirculado a través del recipiente 12, como se describió anteriormente. Se extraerá agua potable adicional en forma de vapor de agua para su condensación y recolección en el tanque de recuperación de vapor 80. Los contaminantes restantes y las aguas residuales se dirigen luego a un segundo tanque de salmuera o reprocesamiento de contaminantes 94. La concentración de contaminantes o salmuera será mucho más alta en el tanque de reprocesamiento 92. Una vez que se ha acumulado un nivel suficiente de agua residual o salmuera en el tanque de reprocesamiento 92, esta agua contaminada se hace pasar a través de la entrada 18 y se hace circular y procesada a través del sistema 10, como se describió anteriormente. El vapor de agua potable extraído se elimina en la salida 48 y se convierte en agua líquida en el tanque de recuperación de vapor 80, como se describió anteriormente. Los contaminantes y las aguas residuales resultantes se pueden colocar luego en otro tanque de reprocesamiento más, o en el tanque de eliminación de salmuera 88. Se anticipa que un paso inicial de agua de mar producirá, por ejemplo, entre un ochenta y un noventa por ciento de agua potable. La primera reprocesamiento producirá una cantidad adicional de agua potable, de modo que el agua potable total extraída esté entre el noventa por ciento y el noventa y cinco por ciento. Pasar nuevamente la salmuera y el agua restante a través del sistema puede producir hasta un noventa y nueve por ciento de recuperación de agua potable, al reciclar la salmuera con poco o ningún aumento en el costo unitario. Además, esto reduce el volumen de la

salmuera o los contaminantes, lo que puede facilitar la recuperación de oligoelementos y/o reducir los costes de eliminación de los mismos.

[Párrafo 104] Con referencia ahora a la FIGURA 11, en una realización particularmente preferida, un sistema informático está integrado en el sistema 10 de la presente invención que regula el variador de frecuencia 30 basándose en mediciones tomadas de una pluralidad de sensores que leen continuamente temperatura, presión, caudal, velocidades de rotación de componentes y capacidad restante de una variedad de tanques conectados al recipiente de procesamiento de agua 12. Normalmente, estas lecturas se toman en tiempo real.

[Párrafo 105] Por ejemplo, se pueden emplear sensores de temperatura y/o presión 96 para medir la temperatura del agua o vapor de agua dentro o saliendo del recipiente 12, así como la presión del mismo según sea necesario. En respuesta a estas lecturas del sensor, la caja de control 68 hará que el variador de frecuencia 30 mantenga la velocidad de rotación del eje 36, disminuya la velocidad de rotación del eje 36 o aumente la velocidad de rotación del eje 36 para mantener la temperatura y presión, reducir la temperatura y la presión, o aumentar la presión y la temperatura, respectivamente, del agua y del vapor de agua. Esto se puede hacer, por ejemplo, para garantizar que la temperatura del vapor de agua esté a la temperatura de pasteurización necesaria para matar todos los microorganismos dañinos y otros organismos que se encuentren en el mismo. Alternativamente, o además de, se puede usar un sensor para detectar la velocidad de rotación (RPMS) del eje 36 y/o las bandejas 22 para garantizar que el sistema esté funcionando correctamente y que el sistema esté generando el vapor de agua necesario a la deseada temperatura y/o presión. El controlador computarizado también puede ajustar la cantidad de entrada de agua a través de la entrada 18 (GPMS) para que entre la cantidad adecuada de agua en cuanto a la cantidad de vapor de agua y agua residual que se elimina para que el sistema 10 funcione eficientemente. La caja de control 68 puede ajustar el caudal de agua en el recipiente 12, o incluso ajustar la entrada de agua.

[Párrafo 106] La FIGURA 28 ilustra esquemáticamente una pantalla de computadora 112 o una configuración similar. Esta pantalla de computadora ilustra esquemáticamente el recipiente 12 con las diversas entradas y salidas 18, 46, 48, así

como el eje 36 y la pluralidad de bandejas 22. El eje 36 tiene múltiples sensores 114 de vibración y temperatura dispuestos a lo largo de su longitud. Los rodamientos 38, 40 también incluyen sensores de vibración y temperatura 114. Los sensores de vibración y temperatura 114 están configurados para detectar vibraciones horizontales y verticales en cada punto, así como la temperatura del eje 36 generada por la fricción de rotación. Los cojinetes 38, 40 incluyen líneas de suministro de aceite 116a y de retorno 116b para proporcionar su lubricación. Las entradas 18 y la salida de salmuera 46 incluyen medidores de flujo 118 para detectar los caudales correspondientes. Los sensores 96 de temperatura y presión están dispuestos en todo el recipiente 12. Los sensores 96 de temperatura y presión también están dispuestos en todo el recipiente 12 para tomar mediciones en varios puntos predeterminados.

[Párrafo 107] Como se indicó anteriormente, el agua contaminada puede provenir de un tanque de alimentación 16, o puede ser de cualquier otro número de tanques, incluidos los tanques de reprocesamiento 92 y 94. También se contempla que el tanque de almacenamiento de agua recolectada podría estar acoplado de manera fluida a la entrada 18 para asegurar que el agua se purifica hasta un cierto nivel o para otros fines, tales como cuando se genera vapor que requiere una pureza de agua mayor que la que puede proporcionar el agua contaminada. Como tal, uno o más sensores 98 pueden rastrear los datos dentro de los tanques para determinar niveles, concentraciones o caudales de agua o aguas residuales/salmuera dentro o fuera de los tanques. El controlador 68 se puede usar para cambiar la entrada y salida de los tanques, tal como cuando la salmuera se está reprocesando desde un primer tanque de reprocesamiento de salmuera 92 al segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94, y eventualmente al tanque de eliminación de salmuera 88, como se describe arriba. Por tanto, cuando el primer tanque de reprocesamiento de salmuera alcanza un nivel predeterminado, se corta el flujo de fluido desde el tanque de alimentación 16 y, en su lugar, se proporciona fluido desde el primer tanque de reprocesamiento de salmuera 92 al recipiente 12. Los contaminantes tratados y el agua residual restante se dirigen entonces al segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94, hasta que alcance un nivel predeterminado. Luego, el agua se dirige desde el segundo tanque de reprocesamiento de salmuera 94 a través del sistema y el recipiente de procesamiento

de agua 12 hasta, por ejemplo, el tanque de eliminación de salmuera 88. El agua de salmuera en el primer tanque de reprocesamiento 92 puede ser aproximadamente el veinte por ciento del agua contaminada, incluyendo la mayor parte del total de sólidos disueltos. La salmuera residual que finalmente se dirige al tanque de eliminación de salmuera 88 puede comprender sólo el uno por ciento del agua contaminada introducida inicialmente en el sistema de descontaminación 10 a través del tanque de alimentación 16. Por lo tanto, se pueden usar sensores de temperatura y presión, RPM y medidores de flujo. para controlar la producción de agua deseada, incluidos controles de temperatura del vapor de agua que dan como resultado agua pasteurizada.

[Párrafo 108] El controlador 68 se puede utilizar para dirigir el variador de frecuencia 30 para alimentar el motor 32 de manera que el eje 36 gire a una velocidad suficientemente alta para que la rotación de las bandejas hierva el agua de entrada y cree vapor de temperatura y presión de la cantidad deseada, como se ilustra en la FIGURA 12. La FIGURA 12 ilustra una turbina de vapor 100 integrada en el sistema 10. La turbina de vapor 100 también puede usarse con el recipiente representado en las FIGURAS 15-27. Se podría generar vapor de agua en forma de vapor en el recipiente de procesamiento de agua 12 para accionar una turbina de vapor de alta presión y baja temperatura alimentando la salida de vapor 48 a una entrada de la turbina 100. La turbina 100, a su vez, está acoplada a un sistema eléctrico generador 102, para una generación de electricidad rentable y económica. Como se muestra en la FIGURA 12A, la turbina de vapor 100 puede eliminarse con el eje 36 del recipiente 12 extendido para hacer girar el generador 102 directa o indirectamente. En este caso, las últimas etapas de las bandejas y deflectores dentro del recipiente 12 actúan como una turbina de vapor debido a la presencia de vapor de agua que ayuda a la rotación del eje.

[Párrafo 109] En el caso de una turbina de vapor, el vapor de agua puede calentarse a más de seiscientos grados Fahrenheit y presurizarse a más de mil seiscientas libras por pulgada cuadrada (psi), lo cual es adecuado para impulsar la turbina de vapor 100. Aparte del aumento de velocidad de las bandejas, la incorporación de la naturaleza ahusada de las palas 26 de las bandejas 22 y la naturaleza ahusada de las aberturas 28 de los deflectores 24 de la placa de abertura también facilitan la generación de vapor de agua. Aumentar los ángulos de las palas 26, por ejemplo, de

veinticinco grados en una primera bandeja a cuarenta y cinco grados en una última bandeja, también aumenta la generación de vapor de agua en forma de vapor y aumenta la presión del mismo para poder accionar la turbina de vapor 100. Las FIGURAS 13 y 14 ilustran una realización en la que se forma una salida de vapor 104 en un extremo del recipiente 12 y la turbina de vapor 100 está conectada directamente a la misma de manera que el vapor presurizado pasa a través de la turbina 100 para hacer girar las palas 106 y el eje 108 de la misma para generar electricidad a través del generador eléctrico acoplado al mismo. Una salida de vapor de agua 110 transporta el vapor de agua a un recipiente de recuperación de vapor 80 o similar. Es posible que el tanque de recuperación 80 necesite incluir tuberías, condensadores, refrigeración, etc. adicionales para enfriar el vapor o vapor de agua a alta temperatura para condensarlo en agua líquida.

[Párrafo 110] Por supuesto, los expertos en la técnica apreciarán que el vapor generado por el sistema 10 se puede utilizar para otros fines, tales como fines de calefacción, extracción de petróleo de pozos petrolíferos y pozos de alquitrán y esquisto, y la como, etc.

[Párrafo 111] También se apreciará que la presente invención, por medio de los sensores y el controlador 68, puede generar vapor de agua de una temperatura y/o presión más baja para la producción de agua potable, vapor de agua que se dirige a través de la salida 48 directamente a un contenedor de recuperación de vapor, y el sistema se aceleró para crear vapor de agua a alta temperatura o vapor para pasar a través de la turbina de vapor 100 para generar electricidad según sea necesario. Por ejemplo, durante las horas nocturnas, el sistema 10 puede usarse para generar agua potable cuando se necesita muy poca electricidad. Sin embargo, durante las horas del día, el sistema 10 se puede ajustar para generar vapor y electricidad.

[Párrafo 112] Como se describió anteriormente, muchos de los componentes de la presente invención, incluido el variador de frecuencia 30, el motor eléctrico 32, la transmisión 34 y el recipiente de procesamiento de agua 12 y los componentes que contienen se pueden unir a un marco 42 que es portátil. Todo del sistema 10 de la presente invención puede diseñarse para caber en un contenedor ISO de cuarenta pies de largo. Este contenedor se puede aislar con una unidad de

refrigeración (HVAC) para un entorno operativo controlado y envío y almacenamiento. Los diversos tanques, incluido el tanque de alimentación, el tanque de recuperación de vapor, el tanque de almacenamiento de agua portátil y los tanques de reprocesamiento o eliminación de contaminantes/salmuera, pueden caber en el contenedor transportable o transportarse por separado y conectarse a los puertos de entrada y salida según sea necesario. Por lo tanto, todo el sistema 10 de la presente invención puede transportarse fácilmente en un contenedor ISO o similar, mediante un barco, un semirremolque o similar. Por lo tanto, el sistema 10 de la presente invención puede llevarse a donde sea necesario para abordar desastres naturales, operaciones militares, etc., incluso en ubicaciones remotas. Tal disposición da como resultado un alto nivel de movilidad y un rápido despliegue y puesta en marcha del sistema 10 de la presente invención.

[Párrafo 113] La FIGURA 29 ilustra esquemáticamente los procesos que ocurren en varios puntos, es decir, subcámaras, en todo el recipiente 12. La cámara interior 14 del recipiente 12 está efectivamente dividida en una serie de subcámaras como se ilustra. El recipiente 12 contiene cinco subcámaras que realizan las funciones de una bomba de flujo axial, un compresor de flujo axial, un compresor de flujo centrífugo, una turbina de gas no iluminada y/o una turbina hidráulica/de agua. En funcionamiento, el sistema 10 tiene la capacidad de vaporizar el agua a través de un proceso mecánico, permitiendo así una desalinización, descontaminación y vaporización eficiente y efectiva de una variedad de fluidos deteriorados. Antes de entrar al recipiente 12, el fluido puede estar sujeto a una etapa de pretratamiento 120 en la que el fluido pasa a través de filtros y varios otros procesos para separar los contaminantes que se eliminan más fácilmente o que pueden dañar o degradar la integridad del sistema 10 a través de las entradas 18, el fluido ingresa a una cámara de admisión 122 que tiene un efecto sobre el fluido similar al de una bomba de flujo axial una vez que el sistema 10 alcanza su velocidad de rotación operativa. Se puede cerrar una bomba iniciadora externa (no mostrada) de modo que el sistema 10 extraiga el agua contaminada a través de la entrada, es decir, la cámara de entrada funcione como una bomba de flujo axial, sin el funcionamiento continuo de la bomba iniciadora. Una reducción significativa en la presión de la cámara de admisión provoca que se produzca destilación o vaporización al vacío a temperaturas inferiores a 212° Fahrenheit. Después de la cámara de admisión 122, el fluido encuentra la primera

bandeja 22 donde ingresa a la primera cámara de procesamiento 124. Esta primera cámara de procesamiento actúa como ambas un compresor de flujo centrífugo y como un compresor de flujo axial a través de la acción combinada de la bandeja giratoria 22 y el deflector adyacente 24. Un alto porcentaje del agua de entrada se vaporiza mediante cavitación al impactar con la bandeja giratoria de alta velocidad 22 en la primera cámara de procesamiento 124. Se produce un proceso de compresión de flujo centrífugo dentro de la primera cámara de procesamiento 124 y cada cámara de procesamiento posterior. El proceso de compresión de flujo centrífugo arroja los sólidos disueltos no vaporizados y al menos parte del agua líquida a la pared exterior de la cámara de procesamiento 124. Esta acción separa los sólidos disueltos y la mayor parte del líquido restante del vapor. También se produce un proceso de compresión de flujo axial dentro de la primera cámara de procesamiento 124 y cada cámara posterior. Este proceso de compresión de flujo axial comprime el vapor y el líquido, lo que también aumenta la presión y la temperatura dentro de la cámara de procesamiento. La segunda cámara de procesamiento 126 y la tercera cámara de procesamiento 128 funcionan de manera similar combinando la acción del compresor de flujo centrífugo y las características del compresor de flujo axial de la primera cámara de procesamiento 124.

[Párrafo 114] Para cuando el fluido llega a la cuarta cámara de procesamiento 130, ha sido sometido a procesos de flujo centrífugo y de compresión de flujo axial de manera que la naturaleza del fluido y su flujo a través del recipiente 12 ha cambiado. En la cuarta cámara de procesamiento, el fluido se comporta como si estuviera pasando a través de una turbina de gas apagada o una turbina hidráulica/de agua provocando la rotación del eje 36. La quinta cámara de procesamiento 132 combina este proceso de turbina de gas apagada o turbina hidráulica/de agua. Los procesos de turbina de las cámaras de procesamiento cuarta y quinta 130, 132 suministran una medida de fuerza para impulsar la rotación del eje 36 de modo que la potencia en el motor 32 pueda reducirse sin pérdida de funcionalidad en el sistema 10. Después de salir de la quinta En la cámara de procesamiento 132, el fluido se ha separado en un alto grado de manera que casi todos los contaminantes en forma de salmuera pasan a través del pasaje anular 47 a la salida 46 y el vapor purificado pasa a través de la porción central de la cámara interior 14 a la salida de vapor 48. Las operaciones de turbina de las

cámaras de procesamiento cuarta y quinta 130, 132 permiten el funcionamiento continuo del sistema 10 con una entrada de energía reducida (hasta un 25%) en comparación con una fase de inicio una vez que se alcanza el equilibrio en la operación es alcanzado.

[Párrafo 115] Después de la quinta cámara de procesamiento 132, el sistema incluye una cámara de descarga. La cámara de descarga 134, que es más grande que cualquiera de las cámaras de procesamiento anteriores, contiene las dos salidas de descarga 46, 48. El gran aumento de volumen da como resultado una reducción espectacular de la presión y una separación física de los sólidos disueltos y el agua restante del vapor.

[Párrafo 116] Las dimensiones del recipiente 12 están configuradas preferiblemente de manera que las cámaras de procesamiento combinadas 124-132 ocupen aproximadamente la mitad de la longitud total. La cámara de descarga 134 ocupa aproximadamente un tercio de la longitud total. El resto de la longitud del recipiente, aproximadamente una sexta parte de la longitud total, está ocupada por la cámara de admisión 122. Las cámaras de procesamiento 124-132 están divididas en aproximadamente tres quintas partes de funcionalidad de compresor y dos quintas partes de funcionalidad de turbina. Una vez que el fluido sale de la última cámara de procesamiento 132, ha logrado aproximadamente el ochenta por ciento de vaporización cuando ingresa a la cámara de descarga 134 y se dirige a las respectivas salidas 46, 48.

[Párrafo 117] Las FIGURAS 33 y 34 ilustran una realización del sistema 10 que incluye un sistema para capturar agua de un cuerpo de agua 150. En esta realización, el cuerpo de agua 150 es preferiblemente un mar u océano que contiene agua salada, pero podría ser cualquier cuerpo de agua. El sistema de captura 152 incluye un recipiente de captura 154 que está dispuesto en el cuerpo de agua 150 de manera que una parte superior abierta o los lados 156 del recipiente 154 estén al menos parcialmente por encima de un nivel medio de agua para el cuerpo de agua 150. El sistema 10 puede funcionar con una parte superior abierta 156 en el recipiente 154 como se muestra en la FIGURA 33, pero la embarcación preferiblemente tiene lados abiertos 156 que miran hacia los lados hacia el mar y hacia tierra de la embarcación 154 para aprovechar las olas/marea tanto entrantes como en retroceso. Para que este sistema funcione, el nivel de agua del cuerpo de agua 150 debe variar lo suficiente para permitir

que una porción del cuerpo de agua entre en los lados abiertos 156 pero no sumerja completamente el recipiente 154. Idealmente, esto ocurriría con la subida y caída de una marea en un mar u océano, así como las olas que puedan producirse en dicha masa de agua. La distancia que los lados abiertos 156 del recipiente 154 se extienden por encima del nivel medio del agua depende de la variabilidad en el nivel del agua para un cuerpo de agua particular 150. Los lados abiertos 156 están cubiertos preferiblemente por una pantalla de filtro 158 para reducir la aparición de organismos vivos y otros objetos grandes en el cuerpo de agua 150 entren en el recipiente 154. Los lados abiertos 156 también incluyen preferiblemente rejillas pivotantes 157 dispuestas sobre las pantallas 158 que se pueden abrir o cerrar para controlar la cantidad de agua y/o arena que entra al recipiente 154.

[Párrafo 118] Dentro del recipiente 154 hay un embudo de captura 160 o estructura similar configurada para dirigir la mayor parte del agua que ingresa al recipiente 154 hacia una tubería de alimentación 162. El embudo de captura 160 está colocado preferiblemente debajo del nivel medio de agua para el cuerpo de agua. Aunque el recipiente 154 y el embudo de captura 160 se ilustran con forma generalmente cuadrada, pueden configurarse en otras formas. Se ha descubierto que la forma cuadrada, con una esquina del mismo orientada hacia una ola o marea que está preferiblemente presente en el cuerpo de agua 150, facilita el ascenso de la ola o marea sobre el recipiente 154 de modo que el agua entre por los lados abiertos 156. La embarcación 154 también puede configurarse de modo que los lados abiertos 156 tengan un ángulo distinto del vertical en un lado que mira hacia las olas o mareas entrantes para facilitar la entrada de agua a través del lado abierto 156. Los lados abiertos 156 están dispuestos preferiblemente con la mayor parte de su área de superficie por encima del nivel medio del agua de modo que hay menos probabilidad de que haya arena u otros sedimentos en la porción superior de la ola o marea cuando alcanza el lado abierto 156.

[Párrafo 119] La tubería de alimentación 162 pasa preferiblemente a la costa y a un recipiente de almacenamiento 164. El sistema 10 puede incluir múltiples recipientes de almacenamiento 164 para acomodar y almacenar una cantidad suficiente de agua de mar capturada. La tubería de alimentación 162 puede estar subterránea cuando pasa a la costa, pero teniendo en cuenta que cualquier cambio de elevación a

una instalación sobre el suelo requeriría tuberías y bombas apropiadas. El recipiente de almacenamiento 164 puede estar ubicado cerca de la masa de agua 150 o ubicado a cierta distancia de la masa de agua 150 dependiendo de la necesidad del usuario. Una vez que se almacena una cantidad suficiente de agua en el recipiente 164, una bomba 166 unida a una salida 168 en el recipiente 164 dirige el agua almacenada a través de un tubo de entrada 170 a la entrada 18 en el sistema de procesamiento 10. El tubo de entrada 170 incluye preferiblemente un sistema de filtración 172 para eliminar sedimentos o partículas grandes que pueden haber pasado a través del recipiente de almacenamiento 164 y la bomba 166. El sistema 10 puede usarse luego para desalinizar el agua como se describe en otra parte.

[Párrafo 120] La FIGURA 35 ilustra otra realización del sistema inventivo 10, en el que el sistema 10 se usa para generar electricidad a partir del vapor de agua producido desde la salida de vapor 48 como se describe en otra parte. En esta realización, el sistema 10 incluye además un condensador 174 dispuesto a una primera distancia 176 por encima del recipiente 12. Un tubo de vapor 178 dirige el vapor de agua desde la salida de vapor 48 al condensador 174. Dado que el vapor de agua es más ligero que el aire y asciende por sus propios medios, no son necesarios medios mecánicos para elevar el vapor de agua a través de la primera distancia 176 hasta el condensador 174. Preferiblemente, el tubo de vapor 178 tiene una sección generalmente vertical 178a que se extiende al menos la primera distancia 176, si no un poco más que la primera distancia 176. Una sección generalmente horizontal 178b del tubo de vapor 178 se extiende desde el extremo de esta sección vertical 178a hasta una entrada 180 en el condensador 174. Esta sección generalmente horizontal 178b puede tener una ligera disminución desde el final de la línea vertical sección 178a a la entrada 180 en el condensador 174. Esto permite la posibilidad de que cualquier condensación incidental que ocurra en el tubo de vapor 178 corra por la pendiente de la sección generalmente horizontal 178b hacia el condensador 174. El tubo de vapor 178 y todas las secciones del mismo está preferentemente aislado para evitar la pérdida prematura de calor y minimizar la aparición de condensación durante la subida al condensador.

[Párrafo 121] Aunque la FIGURA 35A ilustra el condensador 174 en una forma particular generalmente de diamante, el condensador 174 puede construirse en

otras formas como las conocen los expertos en la técnica del procesamiento de vapor. El propósito del condensador es condensar completamente el vapor producido por el sistema 10. Preferiblemente incluye suficientes estructuras en su interior, como conocen los expertos en la técnica, para facilitar la condensación del vapor. A medida que el vapor se condensa, fluye a través de una salida 182 en el condensador 174 y hacia un tanque de retención de condensado 184.

[Párrafo 122] El tanque de retención 184 está dispuesto preferiblemente a una segunda distancia 186 por encima de un generador hidroeléctrico 188. Una vez que se almacena una cantidad suficiente de fluido procesado condensado en el tanque de retención 184, el fluido procesado condensado se libera desde una salida 190 en el tanque de retención 184. El fluido procesado condensado cae bajo la fuerza de la gravedad a lo largo de la segunda distancia 186 hacia el generador hidroeléctrico 188. El generador hidroeléctrico 188 convierte la energía cinética del fluido procesado condensado que cae en energía eléctrica para almacenamiento o uso inmediato. La energía eléctrica se puede almacenar en una batería química recargable, un condensador o un medio conocido similar de almacenamiento eléctrico 192. El fluido de procesos condensado que cae dentro del generador hidroeléctrico 188 se libera a través de una salida del generador 189 para usarse para procesamiento posterior (no como se muestra), como se haría normalmente con este tipo de agua tratada.

[Párrafo 123] Aunque la primera distancia 176 y la segunda distancia 186 se representan en la FIGURA 35 como aparentemente “apilar” uno encima del otro, eso no es un requisito de estas distancias. El único requisito en cualquiera de estas distancias es que la segunda distancia 186 esté suficientemente por encima del generador hidroeléctrico 188 para permitir la conversión eficiente de la energía cinética del fluido procesado que cae en energía eléctrica. Preferiblemente, esta segunda distancia 186 es de al menos diez pies, pero puede ser de veinte pies o más, dependiendo de la cantidad de fluido procesado condensado y de las capacidades del generador hidroeléctrico. La primera distancia 176 debe ser suficiente para colocar el condensador 174 y el tanque de retención 184 por encima de la segunda distancia 186. Necesariamente, la primera distancia 176 depende de los tamaños del condensador 174, el tanque de retención 184 y la segunda distancia 186.

[Párrafo 124] La FIGURA 36 ilustra otra realización del sistema inventivo 10, en el que la salida de salmuera 46 y la salida de vapor 48 se usan para procesamiento adicional. Específicamente, un tanque de reprocesamiento de salmuera 194 recibe la salmuera desde la salida de salmuera 46 a través de una entrada de reprocesamiento 196. El tanque de reprocesamiento de salmuera 194 también incluye una salida de reprocesamiento 198 y una salida de recirculación 200. Una primera porción de la salmuera en el tanque de reprocesamiento de salmuera 194 pasa a la salida de recirculación 200 donde es dirigido por un tubo de recirculación 202 de regreso a la entrada 18 del sistema 10 para su reprocesamiento. De esta manera, la salmuera se reprocesa para recuperar vapor de agua adicional del fluido de procesamiento.

[Párrafo 125] Una segunda porción de la salmuera en el tanque de reprocesamiento de salmuera 194 se pasa a la salida de reprocesamiento 198 para su almacenamiento en un tanque de retención de salmuera 204. Esta salida de reprocesamiento 198 puede incluir una válvula 206 para restringir o cerrar completamente el flujo de la segunda porción de la salmuera al tanque de retención de salmuera 204. El tanque de retención de salmuera 204 está conectado a un sistema de secado de salmuera 208 que incluye un intercambiador de calor 210 con tubos de calor circulantes 212. Los tubos de calor circulantes 212 pasan de un lado a otro como es típico de los intercambiadores de calor 210. Como parte del sistema inventivo 10, el intercambiador de calor 210 recibe su fuente de calor del vapor de agua desde la salida de vapor 48. Específicamente, un tubo desviador de vapor 214 extrae una porción del vapor de agua del vapor de salida 48 y se comunica con el sistema de circulación tubos de calor 212 del intercambiador de calor 210. La salmuera almacenada desde el tanque de retención de salmuera 204 pasa sobre el intercambiador de calor 210 y cualquier agua residual se seca del calor del vapor de agua.

[Párrafo 126] La salmuera seca se transporta a un tanque de retención de salmuera seca 216 para su uso o procesamiento posterior. Esta salmuera seca podría usarse para producir sal u otros compuestos que se encuentran en el agua salada. Además, cualquier contaminante útil, es decir, metales, elementos u otros compuestos valiosos, que se encuentre en el agua procesada en el sistema inventivo 10, puede recuperarse de la salmuera seca para su reventa u otro procesamiento posterior.

[Párrafo 127] Como se muestra en las FIGURAS 37 y 38, el sistema 10 puede controlarse mediante un sistema de control 218 que mide diversos parámetros operativos del sistema 10. El sistema de control 218 incluye una pantalla gráfica 220 que es sensible a la pantalla táctil. La pantalla gráfica 220 se puede usar para ajustar la potencia, el par y los RPM del motor y el eje, así como el caudal de fluido que ingresa al sistema 10. Esta pantalla gráfica 220 es similar a la pantalla gráfica representada en la FIGURA 28. La pantalla gráfica 220 incluye una representación gráfica esquemática del sistema 10 correspondiente a varios componentes del mismo. El sistema de control 218 y la pantalla gráfica 220 descritos en el presente documento son una actualización de la versión de la FIGURA 28. La pantalla gráfica 220 incluye luces indicadoras 238 alrededor de su borde que indican potencia, actividad de la CPU y modos de funcionamiento, correspondientes al fluido que se procesa en el sistema 10, es decir, (1) agua salobre, (2) agua de mar, (3) agua producida, y (4) agua pasteurizada.

[Párrafo 128] La pantalla gráfica actualizada proporciona datos de medición capturados por una pluralidad de sensores operativos 222 conectados al sistema 10, así como un reloj interno para medir el tiempo de funcionamiento y determinar una tasa para cualquiera de los datos medidos por los sensores operativos 222.

[Párrafo 129] Los sensores operativos 222 incluyen sensores de temperatura y presión 224 asociados con cada una de una pluralidad de etapas de procesamiento 226 dentro del sistema 10. Las etapas de procesamiento pueden incluir una etapa de entrada 226a, una etapa de salida 226b y etapas de bandeja/deflector 226c asociadas con cada operación par de una bandeja 22 seguida por un deflector 24. Los sensores operativos 222 también incluyen sensores rotacionales 228 asociados con el eje 36 y el motor 32, 32a. Los sensores de rotación 228 están configurados para medir revoluciones por minuto, par, caballos de fuerza, tiempo de ejecución y revoluciones totales. Los sensores operativos 222 también pueden incluir sensores de cojinete 230 asociados con los cojinetes 38, 40 en cada extremo del eje 36. Los sensores de cojinete 230 están configurados para medir la temperatura y el caudal de un lubricante que pasa a través de los cojinetes 38, 40, así como como vibración del eje 36. Los sensores operativos 222 también pueden incluir sensores de flujo 232 asociados con la entrada de fluido 18 y la salida de contaminante 46. Los sensores de flujo 232 están configurados

para medir un estado abierto o cerrado de una válvula en la entrada de fluido 18, caudal en la entrada de fluido 18 y salida de concentrado 46, y flujo total de fluido en la entrada de fluido 18 y salida de concentrado 46.

[Párrafo 130] La pantalla gráfica 220 tiene varios modos de visualización. La pantalla principal se muestra en la FIGURA 38 y muestra los valores medidos por los sensores operativos 222 en la ilustración esquemática del sistema 10. Una pantalla de gráficos, mostrada en la FIGURA 39 muestra los valores medidos por los sensores de temperatura y presión 224 en un formato de gráfico de barras 234 configurado para representar la orientación de la pluralidad de etapas operativas 226. La pantalla de gráficos también muestra valores de medición numéricos para los sensores de rotación 228, los sensores de rodamiento 230, y los sensores de flujo 232. Una pantalla de tendencias, mostrada en la FIGURA 40, muestra un gráfico de líneas 236 de los valores medidos por los sensores de temperatura y presión 224 frente al tiempo. En este gráfico de líneas, cada etapa operativa 226 asociada con uno de los sensores 224 de temperatura y presión se representa como una línea separada. Los gráficos de líneas pueden mostrar las condiciones operativas actuales o pueden revisarse para mostrar datos históricos de temperatura y presión operativa. La pantalla de tendencias también puede mostrar datos medidos por los otros sensores, incluyendo al menos revoluciones por minuto del rotor de los sensores rotacionales 228. La pantalla de visualización 220 también tiene funcionalidad para capturar una imagen de la visualización gráfica, así como para regular si el registro de datos está activado o desactivado.

[Párrafo 131] Las FIGURAS 41 y 42 ilustran diagramas de flujo esquemáticos de sistemas y métodos preferidos para purificar una fuente de aguas residuales.

[Párrafo 132] El sistema 250 de la primera realización preferida, mostrado en la FIGURA 41, comienza con una fuente de aguas residuales 252. La fuente de aguas residuales 252 puede ser cualquier fuente de agua contaminada que normalmente necesite limpiarse o purificarse, es decir, aguas residuales, aguas residuales domésticas, efluentes, escurrimientos, desechos industriales, etc. la fuente de aguas residuales 252 pasa primero a través de un macrofiltro-colador 254 que está diseñado para eliminar

objetos grandes, es decir, rocas, ramas, etc., del flujo. El objetivo es eliminar objetos sólidos que podrían ser demasiado grandes para pasar por el resto del sistema 250.

[Párrafo 133] Después del macrofiltro-colador 254, el flujo de agua residual pasa a un tanque de separación 256. El tanque de separación 256 depende de diferencias de peso o densidad para permitir que el flujo de agua residual se separe en diferentes regiones, es decir, una región de fracción pesada 256a en la parte inferior, una región de fracción intermedia 256b en el medio y una región de fracción ligera 256c en la parte superior. La fracción pesada suele ser lodo o contaminantes sólidos o semisólidos similares. La fracción ligera suele ser petróleo o contaminantes más ligeros similares. El flujo de agua residual retirado de una salida de fracción intermedia 258 en la región intermedia 256b se conduce para su posterior procesamiento. El tanque 256 también incluye una salida de fracción pesada 258a y una salida de fracción ligera 258c, por lo que ambas fracciones pueden eliminarse cuando sea necesario. La salida de la fracción intermedia 258 está dispuesta preferiblemente en la región de la fracción intermedia 256b, pero cerca de la región de la fracción pesada 256a para maximizar la accesibilidad de la fracción intermedia.

[Párrafo 134] El flujo de agua residual desde la salida intermedia 258 ingresa a la unidad de desalinización-vaporizador 10 construida como se describió anteriormente y se procesa de la misma manera como se describió anteriormente. El flujo de salida de contaminantes 46 se dirige al tanque de flujo de contaminantes 260 para su almacenamiento o procesamiento posterior. El flujo de salida de vapor 48, una vez purificado, se dirige a otro lugar para su procesamiento posterior, donde se condensa para su uso en sistemas de agua limpia, que incluyen, entre otros, agua potable o de irrigación. Opcionalmente, el flujo de salida de contaminante 46 puede reciclarse – en su totalidad o en parte – a través de la línea de reciclaje 46a de vuelta a través de la unidad de vaporizador-desalinización 10 para una purificación adicional. En lugar de reciclar, el flujo de salida de contaminantes 46 puede procesarse a través de una segunda unidad de desalinización-vaporizador 10 instalada en serie con la primera unidad.

[Párrafo 135] El uso de la unidad de desalinización-vaporizador 10 permite la eliminación de sistemas de filtración convencionales y tratamientos de procesos químicos que se encuentran en plantas de tratamiento de agua típicas. Dichos sistemas

y tratamientos normalmente implican productos químicos y/o ósmosis inversa y sistemas de filtración similares que son costosos de operar y mantener. El uso del sistema inventivo 250 reduce o elimina estos gastos.

[Párrafo 136] En la FIGURA 42 se muestra una segunda realización del sistema de purificación de agua 262. El segundo sistema 262 es el mismo que el primer sistema 250 a través del tanque de separación 256 y la unidad de vaporización-desalinización 10. En este segundo sistema 262, el flujo de salida de contaminantes 46 se dirige a un tanque de flujo de contaminantes 264. El tanque de flujo de contaminantes 264 incluye tuberías intercambiadoras de calor 266 que están conectadas al flujo de salida de vapor 48. El calor del flujo de salida de vapor 48 seca el flujo de salida de contaminante 46. El flujo de salida de contaminante seco 268 luego se envía a procesamiento adicional para la recuperación de mineral contaminante 270. Después A través de los tubos intercambiadores de calor 266, el flujo de salida de vapor 48 se ha enfriado y se envía a un tanque de recuperación de agua descontaminada 272.

[Párrafo 137] Se ha descubierto que el procesamiento inicial a través de una unidad de desalinización-vaporizador 10 en cualquiera de los sistemas 250, 262 purifica aproximadamente el 75% del contenido de agua en un flujo de agua contaminada. Una segunda ronda de procesamiento a través de dicha unidad 10 purificará aproximadamente el 75% del flujo contaminado restante. El procesamiento combinado da como resultado más del 90% de contenido de agua purificada procedente de una fuente de aguas residuales.

[Párrafo 138] Las FIGURAS 43-45 ilustran realizaciones de una variación del sistema y proceso de purificación y/o descontaminación de la presente invención. En particular, la FIGURA 43 ilustra en general el sistema 280 para la descontaminación de una corriente de aguas residuales que contiene desechos biológicos como los que se podrían encontrar en un matadero o negocio similar. El sistema 280 generalmente incluye una fuente de aguas residuales 282 que alimenta una entrada 284a en un macrofiltro/colador 284. De manera similar a los descritos anteriormente, el macrofiltro/colador 284 está configurado para eliminar materiales contaminantes más grandes que generalmente son más fáciles de eliminar. En el contexto de la

descontaminación de aguas residuales de matadero, el macrofiltro/colador 284 podría eliminar trozos de tejido u otros sólidos biológicos.

[Párrafo 139] Una salida 286 del macrofiltro/colador 284 conduce a una unidad de descontaminación 10, que está construida como la unidad de vaporizador-desalinización 10 descrita anteriormente. La unidad de descontaminación 10 está diseñada para vaporizar la porción líquida de la fuente de aguas residuales 282 haciéndola pasar a través de la serie de bandejas giratorias alternas 22 y deflectores estacionarios 24. La porción vaporizada de la fuente de aguas residuales 282 sale de la unidad de descontaminación 10 a través de la salida de vapor 48. Las porciones sólidas no vaporizadas y restantes de la fuente de aguas residuales 282 salen de la unidad de descontaminación 10 a través de la salida de contaminante 46 hacia la salida de contaminante 260. La salida de vapor 48 y la salida de contaminante 260 pueden procesarse adicionalmente en cualquiera de las formas descritas anteriormente en relación con las otras realizaciones.

[Párrafo 140] En una función adicional de esta realización, el eje 36 de la unidad de descontaminación 10 se extiende desde un extremo del recipiente 12 una longitud suficiente para permitir la conexión funcional a un generador eléctrico 288. En esta realización, la rotación del eje 36 se convierte en electricidad mediante el generador 288 y, como se muestra en la FIGURA 45, se puede utilizar para alimentar circuitos electrónicos 294 en el sistema 280. Dichos circuitos 294 podrían incluir sensores, medidores de temperatura, medidores de presión, sensores de vibración, sistemas de lubricación, sensores de caudal, computadoras, etc. Además, la electricidad del generador 288 se puede utilizar para alimentar controles electrónicos 296 en el sistema 280. Dichos controles 296 podrían incluir bombas, válvulas, motores, etc.

[Párrafo 141] Este generador eléctrico 288 proporciona un beneficio particular para operar los circuitos electrónicos 294 y los controles 296 sin una entrada eléctrica externa significativa. Como se describió anteriormente, la unidad de descontaminación 10 podría iniciarse girando inicialmente el eje 36 mediante un motor de arranque 32, que puede ser de gasolina o eléctrico. El motor de arranque 32 está diseñado para usarse únicamente al principio para impartir rotación inicial al eje 36. A medida que la unidad 10 aumenta hasta alcanzar la velocidad de funcionamiento total,

el eje 36 adquiere una medida de autorrotación a través de la fuerza de la corriente de agua residual que fluye a través de la unidad 10. Esta autorrotación del eje 36 proporciona una fuente de electricidad que puede usarse como se describe.

[Párrafo 142] La FIGURA 44 muestra una realización alternativa del sistema 280 en la FIGURA 43, en particular, la introducción de un primer macrofiltro/colador 284 y un segundo macrofiltro/colador 285 instalados en paralelo. De esta manera, la fuente de aguas residuales 282 puede pasar a través de uno de los macrofiltros/coladores 284, 285 mientras el otro se limpia permitiendo el funcionamiento prácticamente ininterrumpido del sistema 280. Específicamente, la fuente de aguas residuales 282 se introduce en la entrada 290a de una válvula de conmutación 290 que tiene dos salidas 290b, 290c, que dirigen por separado la fuente de aguas residuales 282 desde la entrada 290a a una u otra (pero no a ambas) de las salidas 290b, 290c. La salida 290b está conectada directamente a la entrada 284a en el primer macrofiltro/colador 284. La salida 290c está conectada directamente a la entrada 285a en el segundo macrofiltro/colador 285.

[Párrafo 143] Las salidas 284b, 285b de los filtros/coladores 284, 285 están ambas conectadas de manera fluida a una unión de fluido 292 que incluye una válvula de retención unidireccional 292a. Las salidas 284b, 285b se conectan a entradas separadas en la válvula de retención 292a. La válvula de retención 292a proporciona que los flujos de salida 284b, 285b de los filtros/coladores 284, 285 fluyan hacia la unión de fluido 292 sin reflujos hacia los otros filtros/coladores 284, 285. La salida 286 de la unión de fluido 292 es efectivamente la salida 286 del filtro/coladores 284, 285 que se introduce en la entrada de la unidad de descontaminación 10.

[Párrafo 144] De esta manera, el uso de dos macrofiltros/coladores 284, 285 con la válvula de conmutación 290 y la unión de fluido 292 permite el funcionamiento de uno de los filtros/coladores 284, 285 mientras se limpia el otro. Cuando la válvula de conmutación 290 y la unión de fluido 292 están configuradas como se describe, se evita que el flujo de agua residual entre en el filtro/colador 284, 285 que se está limpiando actualmente. Esta configuración maximiza el tiempo de funcionamiento del sistema 280 al tiempo que facilita la limpieza de los elementos filtrantes en los filtros/coladores 284, 285.

[Párrafo 145] Aunque se han descrito en detalle varias realizaciones con fines ilustrativos, se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del alcance y espíritu de la invención. Por consiguiente, la invención no debe limitarse, excepto por las reivindicaciones adjuntas.