

Salmuera (Descarga Cero de Líquidos) FAQ

1) ¿Qué es salmuera?

La salmuera es una solución de agua que contiene altas concentraciones de uno o muchos tipos de sales. Puede ocurrir naturalmente (ej. Sal de lagos, subterránea, agua de mar, etc.) o a partir de procesos industriales (ej. Desalinización, petróleo y gas, minería, etc.). La salmuera industrial tiende a ser más compleja y a veces contiene materiales orgánicos. Las sales incluidas en la salmuera pueden ser por ejemplo cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio.

2) ¿Cuáles industrias producen salmuera?

Las industrias que producen corrientes de agua residual de alta salinidad como principales o subproductos son industrias pesadas, petróleo y gas, textiles, carbón a productos químicos, alimentos y lácteos o industrias de baterías.

3) ¿Qué ejemplos se encuentran de corrientes de salmuera de agua residual?

Los ejemplos de corrientes de agua residual hipersalina son los Sistemas de Membrana de Rechazo (NF, MF, UF, RO), Drenaje de Minas, Desulfuración de Gases de Combustión (FGD) / Purga de Refinerías, aguas residuales de procesos Gas a Líquido (GTL) y Carbón a Químicos (CTX), Agua Producida (Convencional, Fracking, SAGD), Purga de Depuradores, Agua de Inyección NOx, Residuos de Desmineralización, Ciclo Combinado de Gasificación Integrada (IGCC), Agua Gris y Lixiviados de Vertedero.

4) ¿Qué es salmuera de desalinización?

En los procesos de desalinización tenemos una corriente de producto y una de subproducto. El producto, llamado permeado, es de agua pura con algo de los sólidos disueltos que pasan a través del proceso y juntos componen el agua fresca producida. La salmuera de desalinización es una corriente de subproducto líquido con altas concentraciones de la mayoría de los sólidos disueltos en el alimento, algunos de los aditivos del pretratamiento (cantidades residuales de coagulantes, floculantes y antiincrustantes), orgánicos, contaminantes microbianos y algunas partículas rechazadas por la membrana de Ósmosis Inversa.

5) ¿De qué está hecha la salmuera / cuáles son los constituyentes de la salmuera?

Los constituyentes químicos típicos pueden ser el Total de Sólidos Suspendidos (TSS), el Total de Sólidos Disueltos (TDS) como Sodio (Na^+), Magnesio (Mg^{2+}), Cloro (Cl^-), Fosfato (PO_4^{3-}), Estroncio (Sr^{2+}), Sulfato (SO_4^{2-}), Potasio (K^+), Fluor (F^-), Calcio (Ca^{2+}), Boro (B^+), Bario (Ba^{2+}) and Nitrato (NO_3^-), COD/BOD, Amoníaco (NH_3), Aceites y Grasas, Sílice y Alto/Bajo pH.

6) ¿Qué es la disposición de salmuera?

En muchos casos, la forma más fácil para deshacerse de los flujos importantes de salmuera es descargarla. Los destinos finales más usuales de la salmuera son los cuerpos de agua superficiales (mar, lagos, etc.), alcantarillas, pozos profundos, terrenos para agricultura y estanques de evaporación.

7) ¿Cuáles son los métodos comunes de disposición de salmuera?

La descarga de agua superficial es la alternativa más común porque puede ser aplicada para todos los tamaños de plantas de desalinización. La disposición en alcantarilla es el método más aplicado para las descargas de plantas de desalinización pequeñas. La aplicación de inyección en pozo profundo es más adecuada para plantas de BW medianas y grandes tierra adentro. La aplicación en terrenos y la aplicación en estanques de evaporación son usualmente utilizadas para plantas de tamaño pequeño y mediano donde el clima y las condiciones del suelo proporcionan tasas de evaporación alta, y crecimiento y cosecha de vegetación halófila durante el año.

8) ¿Cuánto cuesta la disposición de salmuera?

Los costos de la disposición de salmuera en la práctica pueden variar entre 10 y 1.000 \$/m³. Todo depende de la composición de la salmuera y el método de disposición.

Por ejemplo, los costos de construcción para una planta de desalinización de Ósmosis Inversa para Agua de Mar (SWRO) de 40.000 m³/día a un 45% de recuperación corresponde a: descarga en agua superficial \$6.5 – 30 mil; descarga en alcantarilla \$1.5 – 6 mil; inyección en pozo profundo \$15-25 mil; estanque de evaporación \$140-180 mil; irrigación con rociado \$30-40 mil.

9) ¿Por qué tratar la salmuera antes de la disposición / por qué tratar la salmuera?

Las principales razones para tratar la salmuera son: 1) reunir las estrictas regulaciones gubernamentales para la disposición de salmuera, 2) recuperar los materiales valiosos en las corrientes residuales, 3) disminuir los volúmenes residuales y los costos de gestión, 4) reciclar el agua en sitio, 5) reducir los costos de transporte para disposición off-site.

10) ¿Qué es tratamiento de salmuera?

El tratamiento de salmuera es un proceso que se acostumbra para aguas residuales de alta salinidad. Su propósito es reducir/eliminar el volumen líquido del efluente o remover/recuperar contaminantes (todos/específicos).

11) ¿Cuáles son los métodos comunes de tratamiento de salmuera?

Los métodos de tratamiento de salmuera incluyen tecnologías convencionales tales como evaporadores o cristalizadores. En los últimos años, métodos innovadores tales como Ósmosis Inversa (alta presión), nanofiltración, electrodiálisis, Ósmosis Forzada y Destilación por Membrana están apareciendo más y más en el mercado del agua.

12) ¿Cuáles son los costos del tratamiento de salmuera?

Cada tecnología tiene un cierto costo de compra, pero un parámetro importante para calcular los costos y eventualmente el periodo de amortización son los costos de operación. El OPEX puede cambiar drásticamente basado en qué proceso es seleccionado especialmente para plantas eléctricas e instalaciones generadoras de corriente. Evaporador MVC con capacidad de 18-20 KWh/m³, Cristalizador con capacidad de >50 KWh/m³, EDR de capacidad 6.73 KWh/m³, Ósmosis Forzada de capacidad 29.91 KWh/m³, Membrana de Destilación con capacidad de 47.41 KWh/m³ (***para más información revise la descripción de la tabla 4 en la página de Lenntech sobre ZLD**).

13) ¿Qué ejemplos hay de tratamiento de salmuera?

Algunos ejemplos de las aplicaciones de tratamiento de salmuera incluyen: 1) purga de torres de enfriamiento en industrias pesadas y plantas de energía, 2) corrientes regenerativas de intercambio iónico particularmente en procesamiento de alimentos y bebidas, 3) desulfuración de gases de combustión, corrientes de residuos húmedos, 4) sistemas de agua potable municipal, corrientes de agua residual, 5) procesos de reutilización de agua desde la agricultura, la industria y las corrientes municipales, 6) corrientes varias de agua residual industrial de las industrias textiles, carbón a químicos, alimentos y lácteos o baterías.

14) ¿Cómo puede usted tratar agua residual orgánica altamente salina/hipersalina?

Realmente es caso por caso. Sin embargo, tecnologías como bioportadores avanzados, oxidación avanzada o cristalización no térmica pueden tratar estas aguas residuales duras.

15) ¿Por qué es importante la preconcentración en el tratamiento de la salmuera? ¿Cómo puede usted disminuir los costos del tratamiento de la salmuera?

La preconcentración de la corriente de líquido residual es un paso muy importante debido al hecho de que reduce el volumen del residuo y minimiza significativamente el tan costoso paso de evaporación/cristalización. Usualmente es alcanzado con electrodialisis (ED) o procesos de membrana que consisten en Ósmosis Forzada (FO) y Destilación por Membrana (MD).

16) ¿Qué es evaporación? ¿Qué son evaporadores?

La evaporación es la remoción de la mayoría de agua desde la solución y normalmente toma lugar al punto de ebullición del agua. Ocurre a temperatura inferior al punto de ebullición y es típicamente influenciada por la humedad. Los evaporadores incluyen un intercambiador de calor que tiene la tarea de hervir la solución y también tienen un método para separar el vapor de la solución hirviendo. Los tipos de evaporadores pueden ser categorizados de acuerdo con su longitud y el posicionamiento (vertical u horizontal) de los tubos del evaporador que pueden estar dentro o fuera del recipiente principal.

17) ¿Qué es cristalización? ¿Qué son cristalizadores?

La cristalización es la producción de un sólido (cristal o precipitado) formado desde un líquido homogéneo que es concentrado a niveles de supersaturación (concentración > solubilidad) a esa temperatura. Los procesos de cristalización disponibles son los siguientes tres: 1) supersaturación por enfriamiento de la solución con evaporación trivial, 2) supersaturación por evaporación del solvente con poco enfriamiento, 3) evaporación por una combinación de enfriamiento y evaporación en evaporadores adiabáticos (cristalizadores al vacío). Los cristalizadores pueden soportar la cristalización continua de todas las sales de sodio escasas y altamente solubles tales como cloruro de sodio y sulfato de sodio, sin incrustaciones excesivas y frecuencias de limpieza.

18) ¿Qué es RO (Ósmosis Inversa) de alta presión?

Los elementos de RO de alta o ultra-alta presión pueden operar hasta los 120 bar, resultando en recuperación de agua de hasta 80%, altas concentraciones de soluto (12%) que significa la reducción

del efluente de salmuera aguas abajo y así su proceso de tratamiento. Estos son usados para la recuperación de sales en corrientes de proceso y concentración de corrientes residuales en varias industrias.

19) ¿Qué es Nanofiltración?

La técnica de nanofiltración es principalmente usada para la remoción de dos iones valiosos y los mono iones de mayor valor, tales como metales pesados. Esta técnica puede ser vista como una membrana gruesa de RO (Ósmosis Inversa). Ya que la Nanofiltración usa membranas menos finas, la presión del alimento del sistema de NF es generalmente menor comparado con los sistemas de RO. Además, la tasa de incrustación es menor comparada con los sistemas de RO.

20) ¿Qué es Electrodiálisis (ED/EDR)?

La electrodiálisis es un proceso de membrana que utiliza electrodos para crear un campo eléctrico que empuja iones negativos y positivos a través de membranas semipermeables con especies adjuntas positiva o negativamente cargadas, respectivamente. La ED es usada en múltiples escenarios para concentrar la salmuera a niveles de saturación. Es a menudo usada junto con la RO para una muy alta recuperación de agua. La ED difiere de la RO porque remueve los iones y no el agua y viceversa para la RO. Debido a este hecho, la sílice y los orgánicos disueltos no son removidos con ED, lo cual es importante si la corriente limpia es para ser reutilizada. La ED, al igual que la RO, requiere la remoción de sólidos y orgánicos del alimento. En la EDR la polaridad de los electrodos es invertida varias veces por hora y el agua fresca y el agua residual concentrada son intercambiadas dentro de la pila de la membrana para remover el ensuciamiento y la incrustación.

21) ¿Qué es Ósmosis Forzada (FO)?

La FO es un proceso osmótico de membrana con una membrana semipermeable que a diferencia de la RO no usa presión aplicada con el fin de lograr la separación de agua de los solutos disueltos como los iones, moléculas y partículas más grandes. Esto significa mucha menos energía para el proceso en comparación con la RO. En general, la FO utiliza energía térmica y eléctrica. La energía térmica puede ser sustituida con calor residual de bajo grado que puede ser encontrado en todo lado en la mayoría de las industrias o áreas alrededor.

22) ¿Qué es Destilación por Membrana (MD)?

La MD es un proceso de transporte térmicamente conducido que usa membranas hidrofóbicas. La fuerza de conducción en el método es la diferencia de presión de vapor entre los dos lados de los poros de la membrana, permitiendo la transferencia de masa y de calor de los componentes volátiles de la solución (ej., agua). La simplicidad de la MD junto con el hecho de que puede usar calor residual y/o fuentes de energía alternativa, tales como energía solar y geotérmica, habilita a la MD para ser combinada con otros procesos en sistemas integrados, haciéndola una prometedora técnica de separación.

23) ¿Qué es recuperación de salmuera?

Con el fin de hacer frente a la gestión de la salmuera, han sido incrementados los esfuerzos alrededor del mundo para reducir los volúmenes de salmuera con tecnologías de Descarga Cero de Líquidos (ZLD). Una opción para disminuir los costos relativos a la ZLD es recuperar los contaminantes valiosos en las corrientes de salmuera de desalinización. De esta forma los materiales recuperados pueden ser vendidos para así generar una ganancia de la planta de desalinización. Alternativamente los

materiales recuperados pueden ser usados dentro de las instalaciones industriales utilizando los procesos de desalinización y reduciendo los costos de operación. La factibilidad del proceso de recuperación del material desde la salmuera depende de las limitaciones técnicas de las tecnologías disponibles y su energía, así como de sus consideraciones de costo y energía; también de las fluctuaciones del mercado para los materiales que son recuperados.

LENNTECH

info@lennotech.com Tel. +31-152-610-900

www.lennotech.com Fax. +31-152-616-289