



TRATAMIENTO DE AGUA EN LA ARMADA

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de agua en la Armada dependerá del uso que se le dé. Tendremos:

- I. Agua para consumo. No debe contener bacterias dañinas para la salud, no necesita estar totalmente desprovista de sustancias disueltas, especialmente oxígeno.
- II. El agua de caldera no deberá contener sustancias que ataquen metales, sólidos disueltos, ni gases Oxígeno y CO₂.
- III. El agua para baterías precisa aún mayor grado de pureza.

I. AGUA PARA CONSUMO A BORDO.

Todas las aguas frescas son filtradas y cloradas. Estos tratamientos eliminan materiales suspendidos y destruyen bacterias dañinas.

Agua fresca a bordo de buques. Hay dos maneras de surtir o suministrar agua fresca a una nave en el mar:

- 1) Mediante suministro desde tierra o desde un buque tanque en el mar.
- 2) Agua preparada por destilación de agua de mar.

Por limitaciones de peso y tamaño de estanques de reservas, el consumo de agua fresca debe ser restringido a bordo.

El agua de mar se usa en sistemas de flujo de los servicios higiénicos e incendios. El agua de mar no puede ser consumida por los seres humanos, ya que produce una sed insoportable.

Para referirse a la cantidad total de sólidos disueltos en agua, se emplea el concepto de **salinidad**. La salinidad promedio del agua de mar es 35000 partes por millón; es decir el 3,5% de sólidos, el 75% de los cuales es cloruro de sodio.

Método para purificar agua de mar

- 1) Destilación
- 2) Precipitación
- 3) Osmosis reversa

1) Destilación

El método más simple de destilación es la evaporación natural del agua de mar y su condensación como lluvia, pero esto es muy incierto y la cantidad puede ser inferior al requerido.

Existen destiladores de agua de mar que funcionan con alguna fuente de calor. Se puede obtener entre 2 y 4 litros de agua por hora.

En la figura N°1 se esquematiza el principio básico de la destilación.

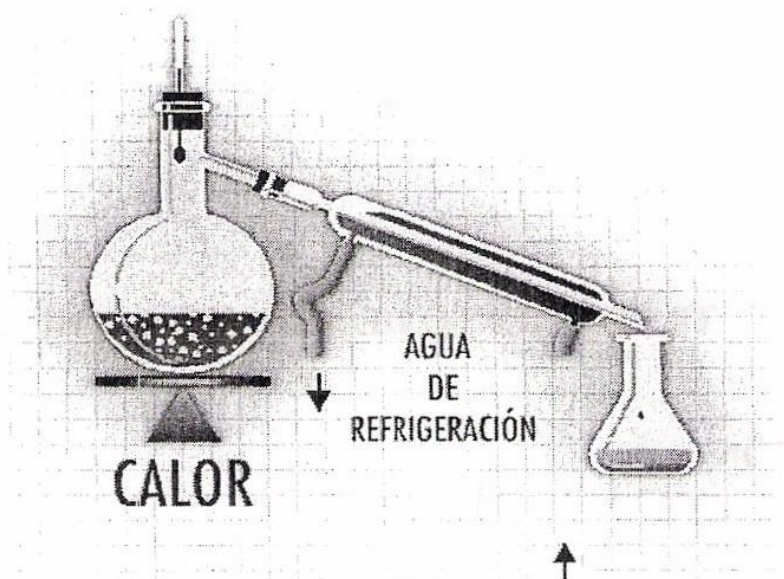


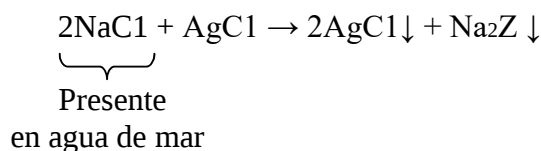
FIGURA N°1

2) Precipitación

Uno de los métodos para precipitar las sales del agua y hacerla potable adoptado por la Navy Bureau of Aeronautics and Air Force, es el desarrollado por la Permutit Company, denominado "Proceso de la Permutita", para desmineralizar el agua de mar.

Procedimiento:

Se añade agua de mar en un recipiente especial de plástico y se agrega una tableta de zeolita de plata, se agita y se espera que la zeolita reaccione con el cloruro de sodio. Se produce la siguiente reacción:



Esta reacción permite eliminar el 80% de los sólidos disueltos en el agua, dejándola apropiada para ser bebida, sin desagrado y sin que produzca sed.

3) Osmosis Reversa

Osmosis: Fenómeno natural en el cual agua pasa a través de una membrana semipermeable, desde una solución menos concentrada a una solución más concentrada.

Osmosis Reversa: Proceso en el cual se fuerza al agua a pasar a través de una membrana semi-permeable, desde una solución más concentrada a una solución menos concentrada, mediante la aplicación de presión.

Presión Osmótica: presión que se desarrolla en una solución salina, dependiente de la diferencia de concentración de iones presentes a ambos lados de la membrana.

En la Fig. N°2 se presenta el principio de la osmosis reversa.

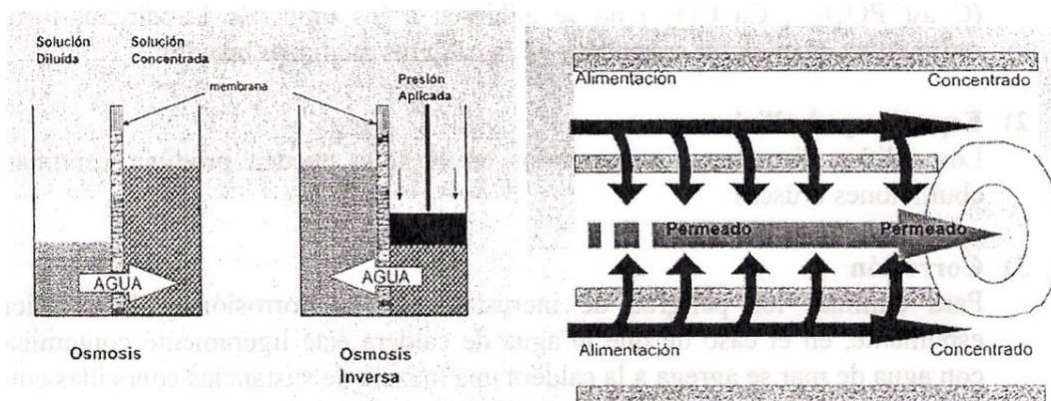


FIGURA N°2

II. El agua de caldera

El agua que existe dentro de las calderas, antes de ser convertido en vapor se llama **agua de calderas**.

El agua de alimentación de la caldera, es el agua casi pura que viene de los evaporos (destiladores), que se va a agregar a la caldera.

Las impurezas presentes en el agua de alimentación y de calderas son:

- Sustancias minerales disueltos
 - Sólidos suspendidos
 - Exceso de iones hidronios (H^+ , protones)
 - Gases disueltos
-
- Cuando se hace hervir agua de mar, parte de las sustancias minerales disueltas son arrastradas mecánicamente por el vapor. La máxima salinidad permitida en el agua de alimentación para calderas es 0,5 equivalentes por un millón (test de salinidad). Si es mayor se deja para uso de bebidas.
 - Sólidos suspendidos, sustancias minerales u orgánicas insolubles, pueden ser producidos de corrosión (óxidos de hierro). Los tubos deben estar limpios.
 - Se forman cuando el agua de alimentación tiene cloruro de magnesio ($MgCl$)
 - Gases disueltos, los que producen problemas son el O_2 y el CO_2 . EL O_2 produce oxidación directa. El CO_2 aumenta la concentración de iones hidronio (H^+), produciendo corrosión. Ambos gases se eliminan mediante desaireadores, para eliminar el O_2 también se agrega hidracina o sulfito de sodio.

Efectos dañinos de las impurezas del agua de caldera

- Formación de incrustaciones
- Espumas y ebulliciones
- Corrosión

1) Formación de incrustaciones

Una incrustación, son sustancias minerales insolubles que precipitan en el agua de caldera y que pueden ser dos tipos: duras o blandas. El primer tipo la más peligrosa difícil de combatir, está constituida de sulfato de calcio prácticamente insoluble a la temperatura de trabajo de la caldera (no se disuelve en caliente). Este tipo de



incrustaciones disminuye la conductividad térmica de los tubos, dilata irregularmente el metal y puede producir explosiones por obstrucción.

Una incrustación blanda, está constituida por fosfatos y carbonatos de calcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y CaCO_3) no se adhieren a los tubos de la caldera, forman sedimentos, pueden ser evacuados de la calderas mediante lavados.

2) Espumas y ebulliciones

Los sólidos disueltos y suspendidos en el agua pueden producir espumas y ebulliciones bruscas.

3) Corrosión

Para eliminar los peligros de incrustaciones, la corrosión y la ebullición espumante, en el caso de que el agua esté ligeramente contaminada con agua de mar se agrega a la caldera una mezcla de sustancias conocidas con el nombre de Navy Boiler Compound (NBC):

- | | |
|---|------------------|
| • Fosfato disódico Na_2HPO_4 | 4 partes en peso |
| • Carbonato de sodio Na_2CO_3 | 3 partes |
| • Almidón de maíz | 1 parte |

Los dos primeros compuestos eliminan incrustaciones duras, el Na_2CO_3 elimina los iones H^+ . Y el almidón ayuda a la fluidez de los sedimentos, que no se formen capas, y atrapa los sólidos suspendidos.

Test para establecer la calidad del agua para alimentación y del agua de calderas.

1. Test de alcalinidad, se mide determinando la concentración de iones hidroxilos (OH^-), con una solución de ácido nítrico 0,05M. Se hace diariamente para calderas productoras de vapor y una vez a la semana para calderas de baja presión. Alcalinidad aceptable 2,4 a 3,5 eq. Por millón.
2. Test de salinidad, se determina la concentración de iones cloruros.
3. Test de dureza, se determina la concentración de iones Ca^{++} y Mg^{++} , debe ser cero.
4. Pruebas para detectar O_2 , debe ser cero.

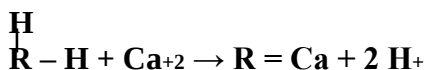
III. Agua para baterías y acumuladores

Esta agua debe ser de elevada pureza para evitar que reaccione con el PbO_2 y el Pb de las placas del acumulador, produciendo una eventual descarga.

Después de destilada, el agua se pasa por un intercambiador de cationes (resina de intercambio iónico).

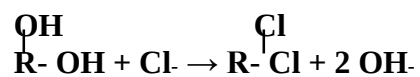
El tratamiento del intercambiador iónico se realiza en 3 etapas

- Intercambio catiónico, donde se eliminan cationes (iones positivos) como el calcio (dureza), Ca^{+2} ; Magnesio (dureza), Mg^{+2} ; Hierro, Fe^{+2} ; Sodio, Na^+ ; Potasio, K^+ .



Al finalizar el intercambio Catiónico el agua sale ácida

- Intercambio aniónico, en esta etapa se eliminan aniones (iones negativos), como el sulfato (SO_4^{-2}), cloruro (Cl^-), sílice (SiO_2^{-2}), carbonato (CO_3^{-2}).



Al finalizar el intercambio Aniónico el agua sale alcalina

- Lecho de ajustes
En esta etapa se realiza el ajuste de pH del agua.

En la Fig. N° 3 se muestra un equipo de intercambio iónico.



FIGURA 3