



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL LA RIOJA**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PRACTICA SUPERVISADA

Título: Potabilización de Agua por Osmosis Inversa

Ministerio de Agua y Energía – Secretaría del Agua

Páez, Humberto Nicolás

Año: 2.022

INFORME PRÁCTICA SUPERVISADA

Ministerio de Agua y Energía

Secretaría del Agua

Área: Dirección de Mantenimiento; Coordinación de Ingeniería y Desarrollo.

Supervisor: Ing. Aegerter, Claudio Julián.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL LA RIOJA

Departamento: Ingeniería Electromecánica.

Director: Ing. Gracia, Germán Enrique.

Cátedra: Práctica Supervisada.

Prof. Adjunto: Ing. Poli, José Miguel.

Alumno: Páez, Humberto Nicolás.

Ciclo Lectivo: 2021

ÍNDICE

A- FICHAS

1. Ficha N°1: Plan de Trabajo de Práctica Supervisada.
2. Ficha N°2: Informe de Avance
3. Ficha N°3: Memoria Técnica.

B- INFORME

1- INTRODUCCIÓN.

- Introducción a la Vida Laboral
- Breve resumen sobre el sistema de tratamiento de agua por Osmosis Inversa
 - ¿Qué es la Osmosis Inversa?
 - ¿Cómo funciona una Planta de Osmosis Inversa?
 - ¿Cuáles son los tipos de membranas de Osmosis Inversa?
 - Pre tratamiento de Osmosis Inversa
 - Limpieza de membranas de Osmosis Inversa
 - Tipos de Osmosis Inversa
 - Beneficios de los sistemas de Osmosis Inversa
 - Desventajas de la Osmosis Inversa
 - Componentes de las Plantas de Osmosis Inversa

2- DESARROLLO DE ACTIVIDADES.

- ❖ Relevamiento
 - a. Planilla de Plantas de Osmosis Inversa
 - b. Ficha Técnica Base

- ❖ PROBLEMÁTICA

- ❖ SOLUCION

3- CONCLUSION

C- ANEXO

- I. Proyecto de Ley
- II. Operación y Mantenimiento Integral de Plantas de Osmosis Inversa

FICHAS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL LA RIOJA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Plan de Trabajo de Práctica Supervisada

Ficha Nº1 – PLAN DE TRABAJO

Código:		Fecha:	[fila de uso exclusivo del dpto.]
INFORMACIÓN DEL ALUMNO			
Apellido:	PAEZ		
Nombre:	HUMBERTO NICOLAS		
Legajo:	30-3609		
INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN			
Organización:	MINISTERIO DE AGUA Y ENERGIA – SECRETARIA DEL AGUA		
Rubro:	MANTENIMIENTO		
Área:	COORDINACION DE INGENIERIA Y DESARROLLO		
Contacto:			
<input checked="" type="checkbox"/> Organización propuesta por el alumno		<input type="checkbox"/> Organización asignada por el Dpto.	
Marque con una "X" lo que corresponda			
INFORMACIÓN DEL DOCENTE SUPERVISOR			
Apellido:	POLI		
Nombre:	JOSE MIGUEL		
Título/s:	INGENIERO		
Especialidad/es:	ELECTROMECHANICO		
Cátedra/s que dicta:	MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO INDUSTRIAL, PRACTICA SUPERVISADA		
Universidad/es en la/s que se desempeña	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL-FACULTAD REGIONAL LA RIOJA		
<input type="checkbox"/> Docente propuesto por el alumno		<input checked="" type="checkbox"/> Docente asignado por el Dpto.	
Marque con una "X" lo que corresponda			
SUPERVISOR DE LA ORGANIZACIÓN			
Apellido:	AEGERTER		
Nombre:	CLAUDIO JULIAN		
Cargo:	COORDINADOR		
Área:	INGENIERIA Y DESARROLLO		
⁰ Título/s:	INGENIERO		
¹ Especialidad/es:	ELECTRICO		
² Cátedra/s que dicta:	ELECTROMECHANICA III, MAQUINAS TERMICA, MAQUINAS ELECTRICAS, HIDRAULICA Y NEUMATICA, PROYECTO FINAL		

³ Universidad/es en las que se desempeña	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL-FACULTAD REGIONAL LA RIOJA
0, 1, 2, 3 sólo si corresponde	
PLAN DE TRABAJO	
<input checked="" type="checkbox"/> Plan propuesto por el alumno Complete matriz de actividades	<input type="checkbox"/> Plan asignado por la Organización Complete matriz de actividades
<input checked="" type="checkbox"/> Trabajador de planta permanente de la Organización	
Complete descripción de trabajos y tareas realizados	

MATRIZ DE ACTIVIDADES				
Actividad	Unidad/Tema	Inicio	Finalización	Horas totales
Estudio e Investigación de Plantas de Osmosis Inversa, finalidad de uso, funcionamiento y mantenimiento		17/5/2018	21/5/2018	15
Relevamiento de todas las Plantas de Osmosis Inversa a cargo de la Secretaria del Agua, levantar datos de capacidad de producción y rechazo, tipo de cañería empleada, cantidad de tubos, tipos de bombas de baja y alta, etc.		22/5/2018	4/6/2018	55
Mantenimiento de todas las Plantas de Osmosis Inversa a cargo de la Secretaria del Agua - Cambio de filtros, membranas, colocación de anti Escalante, reparaciones de tableros eléctricos, etc.		5/6/2018	20/7/2018	125
Elaboración y Presentación de informe del estado de las Plantas de Osmosis Inversa		21/7/2018	21/7/2018	5
Duración total de todas las actividades realizadas				200

MATRIZ DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR
[Esta sección puede ser reemplazada por un informe mecanografiado]
El estudio y la Investigación de Plantas de Osmosis Inversa serán necesarios, ya que es un área completamente nueva para mí, además de conocer sus uso y funcionamiento es necesario conocer cómo realizar un mantenimiento adecuado a las diferentes plantas.
El Relevamiento de las diferentes Plantas de Osmosis Inversa a cargo de la secretaria del Agua se realizará con el fin de conocer cada una de las plantas, ya que cada una tiene sus características y capacidades de producción, además de sus dimensiones estructurales.
El tipo mantenimiento a realizarle a las Plantas de Osmosis Inversa dependerá en gran medida de las condiciones con las cuales me encuentre al realizar el relevamiento de cada una en particular, el cambio de filtros, membranas, colocación de anti Escalante, reparaciones de tableros eléctricos, de cañería, etc.
La Elaboración y Presentación de informe del estado de las Plantas de Osmosis Inversa se le presentara al coordinador a cargo del área.

FICHA APROBADA A _____ DÍAS DEL MES DE _____ DEL AÑO 20

Firma del alumno

Firma del Supervisor de la Organización

Firma del docente Supervisor

Firma del Director del Dpto. de Ing. Electromecánica

Sello del Departamento de Ing. Electromecánica

[Original para el alumno, duplicado para el Dpto.]

SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA RESOLUCIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO 016/2003 ARTÍCULO 3,
PARA TRABAJADORES DE PLANTA PERMANENTE, LA APROBACIÓN DE LA PRESENTE FICHA
IMPLICA LA APROBACIÓN DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.



Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Rioja
Departamento de Ingeniería Electromecánica

Informe de Avance

Ficha Nº2 – INFORME DE AVANCE			
Código:		Fecha:	[fila para uso exclusivo del dpto.]
Se corresponde con la Ficha N.º 1 código:			
Esta ficha no es necesaria para trabajadores de planta permanente			

MATRIZ DE ACTIVIDADES EJECUTADAS						
Actividad	Inicio		Finalización		Horas Totales	
	Planeado	Ejecutado	Planeado	Ejecutado	Planeado	Ejecutado
Capacitación de Funcionamiento y mantenimiento de Plantas de Osmosis Inversa	17/5/2018	17/5/2018	21/5/2018	22/5/2018	15	20
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa del Cebollar	22/5/2018	24/5/2018	22/5/2018	24/5/2018	5	3
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de Los Ávila - Milagro	23/5/2018	28/5/2018	23/5/2018	28/5/2018	5	5
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de La Planta - Chepes	24/5/2018	30/5/2018	24/5/2018	30/5/2018	5	4
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de Desiderio Tello - Chepes	28/5/2018	31/5/2018	28/5/2018	31/5/2018	5	4
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de Los Coria - Chepes	29/5/2018	4/6/2018	29/5/2018	4/6/2018	5	3
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de El Totoral - Chepes	30/5/2018	5/6/2018	30/5/2018	5/6/2018	5	4
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de Las Toscas - Chepes	31/5/2018	7/6/2018	31/5/2018	7/6/2018	5	4
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de La Ralada - Ulapes	1/6/2018	8/6/2018	1/6/2018	8/6/2018	5	6

Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de El Balde de la Viuda - Ulapes	4/6/2018	11/6/2018	4/6/2018	11/6/2018	5	3
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de San Ramon - Tama	5/6/2018	12/6/2018	5/6/2018	12/6/2018	5	3
Relevamiento de la Plantas de Osmosis Inversa de El Cruce – Villa Unión	6/6/2018	14/6/2018	6/6/2018	14/6/2018	5	7
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa del Cebollar	15/6/2018	15/6/2018	15/6/2018	15/6/2018	4	2
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de Los Ávila - Milagro	18/6/2018	18/6/2018	18/6/2018	18/6/2018	4	3
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de La Planta - Chepes	19/6/2018	21/6/2018	19/6/2018	21/6/2018	4	2
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de Desiderio Tello - Chepes	21/6/2018	25/6/2018	21/6/2018	25/6/2018	4	2
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de Los Coria - Chepes	22/6/2018	26/6/2018	22/6/2018	26/6/2018	4	4
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de El Totoral - Chepes	25/6/2018	28/6/2018	25/6/2018	28/6/2018	4	2
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de Las Toscas - Chepes	26/6/2018	29/6/2018	26/6/2018	29/6/2018	4	2
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de	27/6/2018	2/7/2018	27/6/2018	2/7/2018	4	5

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

Osmosis Inversa de La Ralada - Ulapes							
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de El Balde de la Viuda - Ulapes	28/6/2018	3/7/2018	28/6/2018	3/7/2018	4	2	
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de San Ramon - Tama	29/6/2018	4/7/2018	29/6/2018	4/7/2018	4	2	
Cambio de filtros, limpieza, colocación de anti Escalante y reparaciones mínimas en Plantas de Osmosis Inversa de El Cruce – Villa Unión	2/7/2018	10/7/2018	2/7/2018	10/7/2018	4	4	
Se Realizo un informe del estado general de todas las Plantas de Osmosis Inversas el cual se elevó al Coordinador del Área	11/7/2018	11/7/2018	11/7/2018	11/7/2018	3	5	
Total de horas ejecutadas							101
Si adjunto un diagrama de Gantt la Ficha N°1, adjunte a esta ficha el diagrama de Gantt correspondiente							

FICHA APROBADA A _____ DÍAS DEL MES DE _____ DEL AÑO 20

Firma del alumno

Firma del Supervisor de la Organización

Firma del Docente Supervisor

Firma del Director del Dpto. de Ing. Electromecánica

Sello del Departamento de Ing. Electromecánica

[Original para el alumno, duplicado para el Dpto.]

SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA RESOLUCIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO 016/2003 ARTÍCULO 3, PARA TRABAJADORES DE PLANTA PERMANENTE, LA APROBACIÓN DE LA PRESENTE FICHA IMPLICA LA APROBACIÓN DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.



Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Rioja
Departamento de Ingeniería Electromecánica

Memoria Técnica

Ficha N°3 – MEMORIA TÉCNICA

Código:		Fecha:	[fila para uso exclusivo del dpto.]
Se corresponde con la Ficha N.º 1 código:			
Esta ficha no es necesaria para trabajadores de planta permanente			

MATRIZ DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

Actividad	Inicio		Finalización		Horas Totales	
	Planeado	Ejecutado	Planeado	Ejecutado	Planeado	Ejecutado
Desarmado integro de Planta de Osmosis Inversa	16/7/2018	16/7/2018	16/7/2018	17/7/2018	8	14
Extracción de estructura metálica de la sala de máquina, reparación y pintado de la misma.	17/7/2018	18/7/2018	17/7/2018	18/7/2018	8	8
Extracción de tableros eléctricos y limpieza de la sala de máquinas, realizando el canal central y carpeta de nivelación de hormigón	18/7/2018	19/7/2018	18/7/2018	19/7/2018	8	8
Armado de parrillas de para colocar en el canal central y limpieza de los tubos porta membranas y el tubo porta filtros	19/7/2018	20/7/2018	19/7/2018	20/7/2018	8	10
Se instalo la estructura metálica en la sala y se dio inicio a la instalación de los diferentes elementos de la planta en el lugar correspondiente, tales como tubos porta membranas, tubo porta filtro y bombas.	23/7/2018	23/7/2018	23/7/2018	23/7/2018	8	8
Se realizo el armado de la cañería vinculante, para todo el sistema se realizó de manera termo fusionada.	24/7/2018	24/7/2018	25/7/2018	26/7/2018	16	24

Se colocaron las membranas en los tubos y se procedió al armado y acoplamiento con los nuevos ramales de cañería.	26/7/2018	27/7/2018	26/7/2018	27/7/2018	8	8
Instalación y reubicación de tableros eléctricos e instalación de luminarias en sala de máquina. Armado y pintado de tapas de cámaras de válvulas	30/7/2018	30/7/2018	30/7/2018	30/7/2018	8	8
Reajuste de todas las conexiones hidráulicas, instalaciones eléctricas y colocación de rejillas en canal central	31/7/2018	31/7/2018	31/7/2018	31/7/2018	8	8
Prueba eléctrica e hidráulica, prueba de puesta en marcha de la Planta de Osmosis Inversa y regulación.	1/8/2018	1/8/2018	1/8/2018	1/8/2018	8	8
Puesta en funcionamiento definitivo de la Planta de Osmosis Inversa	2/8/2018	2/8/2018	2/8/2018	2/8/2018	4	2
Total de horas ejecutadas						106
Si adjunto un diagrama de Gantt la Ficha N°1, adjunte a esta ficha el diagrama de Gantt correspondiente						

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE TRABAJOS Y TAREAS REALIZADAS

[Esta sección puede ser reemplazada por un informe mecanografiado]

El desarme integro de la planta de osmosis comenzó con la extracción de toda la cañería, desacoplando los diez tubos porta membranas de los ramales vinculantes, posteriormente se desacoplaron las bombas de alta y baja presión junto con el tubo porta filtro.

Se extrajeron los tubos porta membranas, el tubo porta filtro y las bombas de la estructura de caño ya deteriorada.

Una vez ya desmantelada se extrajo la estructura de la sala de máquina, se le realizo una base nueva de caño estructural, reforzándola y realizándole el posterior pintado con esmalte antioxidante 3 en 1.

Se extrajeron los tableros eléctricos y se limpió la sala de máquina, se realizó el canal central y la carpeta de nivelación de hormigón.

Posteriormente se armaron las rejillas para el canal central y se lavaron los tubos porta membranas y el tubo porta filtros

Se coloco la nueva estructura metálica ya terminada en la sala de maquina y de procedió a colocar los tubos porta membranas en su lugar, nivelándolos y sujetándolos cada uno con sus abrazaderas. También se ubicaron las bombas y el tubo porta filtros

Luego se comenzó con el ensamble de la cañería que se realizó de manera termo fusionada con el fin de asegurar una mayor y mejor estanqueidad en sus uniones y evitar filtraciones, se requirió de gran precisión en esta tarea.

La instalación y reubicación de los tableros eléctricos se realizó con el fin de concentrar todos los tableros en una sola zona, mejorando así el manejo de los mismos por parte de los operarios.

A su vez se realizaron el armado y pintado con esmalte antioxidante las tapas de las cámaras de válvulas

Reajustes de todas las conexiones, tanto eléctricas como hidráulicas. Posteriormente se realizó una prueba de funcionamiento y regulación de válvulas para obtener los valores de conductividad deseados.

Puesta en funcionamiento definitivo de la Planta de Osmosis Inversa de La Ralada

FICHA APROBADA A _____ DÍAS DEL MES DE _____ DEL AÑO 20

Firma del alumno

Firma del Supervisor de la Organización

Firma del Docente Supervisor

Firma del Director del Dpto. de Ing. Electromecánica

Sello del Departamento de Ing. Electromecánica

[Original para el alumno, duplicado para el Dpto.]

SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA RESOLUCIÓN DEL CONSEJO ACADÉMICO 016/2003 ARTÍCULO 3,
PARA TRABAJADORES DE PLANTA PERMANENTE, LA APROBACIÓN DE LA PRESENTE FICHA
IMPLICA LA APROBACIÓN DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.

INFORME DE

PRACTICA

SUPERVISADA

➤ **Introducción a la vida laboral:**

El desarrollo del siguiente informe, es un resumen de las diferentes tareas que me encomendó realizar el Coordinador de Ingeniería y Desarrollo de la entidad Secretaría del Agua, superior al cual respondo desde el mes de mayo del año 2.018.

Anteriormente a esa fecha, desde julio del año 2.013 me desempeñé en el área de la Coordinación de Electromecánica de la misma repartición. Durante el periodo en el cual presté labores trabajando en la Coordinación de Electromecánica, respondiendo a mi superior, Ing. Quinteros Fernando Adrián, realizando tareas como armado y reparación de tableros eléctricos de arranques directos, estrella-triángulo, autotransformador, etc. para la puesta en marcha de electrobombas sumergibles (EBS) empleadas para la extracción de aguas subterráneas y de bombas centrifugas para rebombes, con el fin de abastecer de agua a los diferentes sectores de nuestra provincia.

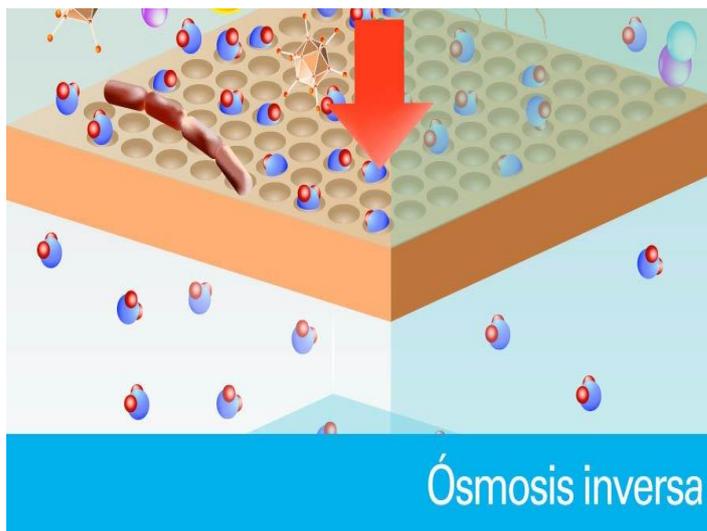
En mayo del año 2.018 bajo las órdenes del coordinador del área Ingeniería y Desarrollo, Ing. Aegerter Claudio Julián, se me encomendó la tarea de realizar el mantenimiento de las plantas de Ósmosis Inversa, lo cual me llevó a interiorizarme y estudiar sobre este sistema, ya que anteriormente dicho mantenimiento era realizado por la empresa “Orbital ingeniería” especialista en la materia, esta empresa era contratada anteriormente por la Secretaría del Agua para tal fin.

➤ **Breve resumen sobre el sistema de tratamiento de agua por osmosis inversa**

El agua, elemento indispensable para la vida, compone el 71 % de la superficie del planeta. Paradójicamente, solo el 3,5 % de esta agua es apta para el consumo del ser humano, que se sirve de lagos, ríos y manantiales para abastecer sus necesidades físicas e higiénicas. El 96,5 % restante, localizado en mares y océanos, no es potable dado su alto nivel de salinidad.

Las plantas desalinizadoras son sistemas de tratamiento de agua industrial diseñadas para proveer de agua potable, mediante la eliminación de sales y otros minerales, a poblaciones para el consumo público, fines agrícolas, usos industriales, etc.

➤ ¿Qué es la ósmosis inversa?



La ósmosis inversa (OI) es un proceso en el cual se reduce el caudal a través de una membrana semipermeable y se ejerce una fuerza de empuje superior a la presión osmótica en dirección opuesta al proceso de ósmosis (Figura 1). De esta forma se logra separar las sustancias que se encuentran en el agua en un lado de la membrana (concentrado) y del otro lado se obtiene una solución diluida baja en sólidos disueltos (permeado).

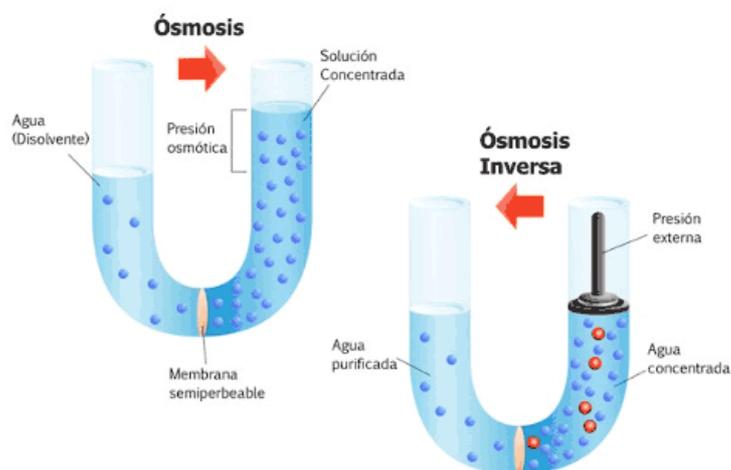


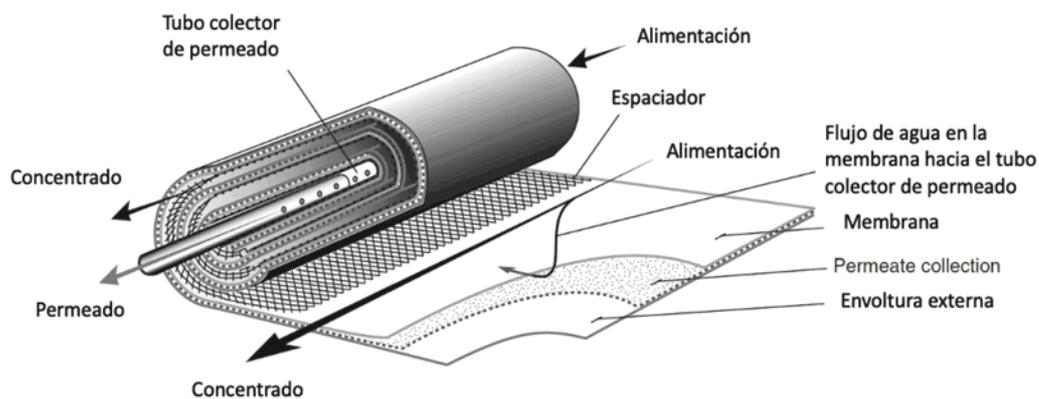
Figura 1: Diagrama de proceso de ósmosis y ósmosis inversa.

La ósmosis inversa se usa para desalinizar agua de mar y agua salobre, suavizar aguas, remover materia orgánica y separar de contaminantes específicos del agua.

➤ ¿Cómo funciona una planta de ósmosis inversa?

Las plantas de ósmosis inversa requieren de sistemas de pretratamiento, equipo de bombeo de alimentación depósitos presurizados (porta membranas o housings) que contienen a las membranas, equipos de dosificación de químicos, etc. para que estas trabajen de forma adecuada.

- **Membrana:** este elemento se fabrica al enrollar membranas en forma de espiral, suelen medir 40 o 60 pulgadas de largo, y los diámetros más comunes son de 4 o 8 pulgadas. Durante la operación el agua entra a presión por un lado del housing, a medida que esta fluye de forma tangencial a la membrana, parte de ella pasa por la superficie de la membrana hacia el colector de permeado, mientras que el agua con alta concentración de sales sale por el otro extremo de la membrana. En la Figura 2 se pueden apreciar los elementos de una membrana.



“Elementos típicos de una membrana de OI (John C. Crittenden et al.)”

➤ ¿Cuáles son los tipos de membranas de ósmosis inversa?

Los tipos de membranas de ósmosis inversa más comunes son para purificación de agua potable, agua salobre y agua de mar.

Membranas de ósmosis para agua salobre:

El agua salobre es agua dulce y salada mezclada. Por lo tanto, es más salada que el agua dulce, pero no tan salada como el agua de mar. Estas aguas son muy comunes en los mantos acuíferos cercanos al mar, o puede darse por fósiles salobres.

Sólidos disueltos totales del agua salobre (ppm): Salobre: 1,000 – 2,000 partes por millón

Agua dulce: <500

Ligeramente salobre: 500 – 1,000

Moderadamente salino: 2,000 – 5,000

Agua Salada: 5,000 – 10,000

Agua de Mar: 10,000 – 35,000

Salmuera: >35,000

Las membranas de ósmosis inversa para agua salobre

Membranas agua salobre	Membranas agua de mar	Membranas alto rechazo	Membranas baja energía	Membranas bajo ensuciamiento
2,5"	2,5"	2,5"	2,5"	2,5"
4"	4"	4"	4"	4"
8"	8"	8"	8"	8"

Estos elementos se pueden instalar en diferentes arreglos, el concentrado de una membrana puede alimentar a otra para incrementar la recuperación del agua. Otro arreglo es el de alimentar una membrana con el permeado de otra, con el objetivo de disminuir aún más la concentración de sólidos disueltos en el agua.

➤ Pretratamiento de ósmosis inversa.

- Pretratamiento: El tratamiento previo a los sistemas de ósmosis inversa es importante para extender el tiempo de vida de las membranas y obtener un mejor rendimiento en la disminución de sólidos disueltos.

Una de las finalidades del pretratamiento es prevenir las incrustaciones. Este fenómeno generalmente sucede cuando sales de baja solubilidad, como calcio y magnesio, se depositan y se incrustan en los poros de las membranas. El control de incrustaciones consiste en el ajuste de pH (modifica la solubilidad de estas sales o en la adición de antiincrustante (evita la formación de cristales o retarda el crecimiento de las mismas).

Otros contaminantes que pueden afectar a las membranas de OI son los sólidos suspendidos, estos pueden tapar la alimentación o saturar la superficie de la membrana. Un proceso de tratamiento previo para este problema es la filtración. Se recomienda usar filtros que retengan todas las partículas superiores a 5 micras. Por lo general se utilizan filtros de cartuchos absolutos de 5 micras o de 1 micra nominal.

La desinfección es otro paso de tratamiento previo típico que se utiliza para impedir saturación biológica de la membrana. Es de suma importancia verificar que el material de la membrana y el agente desinfectante sean compatibles, debido a que muchos de estos pueden dañar de manera permanente a la membrana de ósmosis.

Clasificación de las membranas de separación, de acuerdo con la abertura de sus poros

- Microfiltración: 0.1 a 1 micras (μm)
- Ultrafiltración: 0.01 a 0.1 μm
- Nanofiltración: 0.001 a 0.01 μm
- Ósmosis inversa (hiperfiltración): 0.0001 a 0.001 μm

Recordar que:

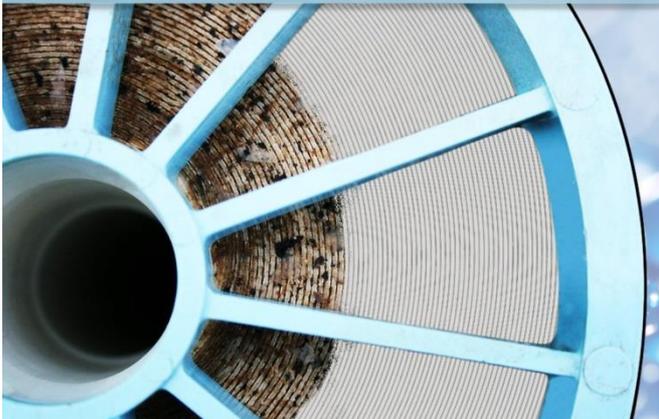
1 mm = 1000 μm

1 μm = 1000 nanómetros (nm)

1 nm = 10 Angstroms (Å)

➤ **Limpieza de las membranas de ósmosis inversa.**

Limpieza de Membranas de Ósmosis Inversa



El ensuciamiento de las membranas es un fenómeno normal en los sistemas de ósmosis inversa (OI). Es reversible cuando una limpieza química se realiza correctamente y a tiempo; y no lo es en el caso contrario. Es por eso que la limpieza de membranas de ósmosis inversa es un mantenimiento continuo que se debe realizar.

Las señales que indican que es necesaria una limpieza química son:

- Cuando disminuye el flujo de permeado un 10 a 15%.
- Cuando aumenta el diferencial de presión de 10 a 15% el diferencial de presión, calculado de la presión en el flujo de alimentación menos la presión en el flujo de rechazo.
- Cuando disminuye el rechazo de sales entre 1 y 2% (este se calcula con los flujos de alimentación y permeado, y con la concentración de sales totales disueltas en ambos).

La frecuencia con la que se requiere efectuar la limpie de las membranas de ósmosis inversa OI, depende de: la concentración de sales en el agua de alimentación, el correcto pretratamiento de la misma y del porcentaje de rechazo con el que se opera el equipo. Una frecuencia de limpieza de membranas de ósmosis inversa aceptable es de entre 3 y 12 meses.

El ensuciamiento puede deberse a:

1. Carbonatos, sulfatos y/o silicatos.
2. Óxidos metálicos de hierro, manganeso, aluminio, etc.
3. Materia orgánica.
4. Materia biológica (crecimiento de bacterias, moho, hongos, etc.).

En el caso de los dos primeros grupos, el ensuciamiento se debe a la precipitación de estas sales, que es mayor mientras más se acercan sus concentraciones al límite de solubilidad en el rechazo.

El ensuciamiento por materia orgánica se debe a la acumulación que, de la misma, y que es mayor mientras mayor es su concentración. Y el ensuciamiento por materia biológica ocurre cuando inciden microorganismos en la membrana y encuentran materia orgánica biodegradable. La efectividad de la limpieza química depende en gran parte de la elección del limpiador o limpiadores. Existen compuestos específicos para cada tipo de ensuciamiento. De manera general, soluciones ácidas facilitan la dispersión de los contaminantes inorgánicos que constituyen los dos primeros grupos; mientras que los constituyentes del tercer y cuarto grupo se retiran con soluciones alcalinas.

Cuando se conoce la química del agua de alimentación, se puede predecir la naturaleza del ensuciamiento. La primera vez que se requiere realizar una limpieza de membranas, se recomienda contactar a un especialista.

Antes de la limpieza de membranas de ósmosis inversa, hay puntos importantes a considerar:

- Revisar las recomendaciones del fabricante del limpiador: dosis, pH, temperatura, tiempos de reposo y agitación.
- Verificar la compatibilidad del o de los limpiadores con los materiales de fabricación de las membranas.
- Ser cuidadoso al preparar la solución con el limpiador para evitar salir del rango de pH recomendado. Un rango de entre 4 y 10 no causa daño alguno a las membranas. Si el grado de ensuciamiento requiere de soluciones más agresivas, recordar que valores de pH de entre 2 y 4, o de entre 10 y 12, pueden causar daños a la membrana si se excede la limpieza de cierto tiempo.
- No mezclar soluciones ácidas con cáusticas. Asegurarse de enjuagar bien cada solución de limpieza antes de la introducir la siguiente solución.
- En sistemas multietapas, es recomendable lavar cada etapa por separado.
- Realizar la limpieza en un área con ventilación adecuada.
- Todos los materiales que formen el sistema de limpieza de membranas deben ser resistentes a la corrosión química.
- El tanque debe ser de tamaño adecuado para contener la solución de limpieza. Se recomienda utilizar un volumen de 5 galones por membrana 4×40" y 20 galones por membrana 8×40". El tanque en el que se prepara la solución debe ser de fácil acceso. El arreglo de tuberías debe permitir la recirculación y esta debe descargar en la parte inferior del tanque para minimizar la formación de espuma.
- La bomba debe ser la adecuada para proporcionar el flujo y presión requeridos. La presión máxima recomendada es de 60 psi. Una presión demasiado elevada no permite la salida de sólidos o impurezas que se estén desprendiendo de la superficie de la membrana. El flujo no debe ser mayor a 40 gpm por membrana de 8×40", y de 10 gpm para una de 4×40".
- Es recomendable utilizar un filtro de cartucho de 5 a 10 micras, para retener los sólidos desprendidos en la limpieza. Debe colocarse en la línea de recirculación al tanque. Es importante monitorear la presión diferencial en este punto, y reemplazar el cartucho al alcanzar una presión diferencial de 15 psi.
- Es indispensable contar con puntos de muestreo y manómetros que permitan realizar mediciones de pH y presión a la descarga de la bomba y en la línea de retorno de recirculación. Es esperable el cambio del pH: significa que los contaminantes están reaccionando con la solución limpiadora. Al detectar un cambio

mayor a 5 unidades pH, ajustar al valor del pH inicial de la solución con el químico limpiador.

El indicador más utilizado para determinar cuándo parar la limpieza, es cuando el pH ya no sufre cambios, lo cual significa que ya no ocurre dispersión de los contaminantes.

Los procedimientos de limpieza de OI varían dependiendo de las particularidades de cada sistema.

Los pasos básicos de limpieza de membranas de ósmosis inversa son:

1. Llenar el tanque con el volumen de agua necesario para el tamaño y número de membranas que se van a limpiar. Utilizar agua permeada o al menos suavizada.
2. Añadir el agente limpiador según las instrucciones del fabricante. Utilizar un agitador mecánico o recircular en el tanque, para asegurar que la solución sea completamente homogénea. **ES IMPORTANTE SIEMPRE AÑADIR EL AGENTE LIMPIADOR AL AGUA Y NO AL RÉVES, PARA EVITAR REACCIONES QUE PUDIERAN PONER EN RIESGO SU SEGURIDAD.**
3. De ser posible, calentar la solución sin exceder los 40 °C, para obtener resultados más efectivos. Consultar las restricciones de temperatura de la membrana.
4. Con la válvula de rechazo completamente abierta, introducir la solución de limpieza. Regular la velocidad de alimentación con una válvula en la descarga de la bomba, con la intención de que la velocidad de ingreso de la solución sea gradual. Recircular durante 30 a 60 minutos.
5. Monitorear pH y presión por lo menos cada 15 minutos, a la entrada y salida de la membrana. Se recomienda guardar esta información en una bitácora de mantenimiento del equipo.
6. Cuando la contaminación es excesiva, se recomienda dejar las membranas inundadas en la solución limpiadora y en reposo durante el tiempo necesario, que puede variar entre 45 min y 8 horas. Considerar que la solución es altamente agresiva y una exposición prolongada podría dañar la membrana. Otra opción es, después de la inundación en reposo, hacer una segunda recirculación, seguir las mismas recomendaciones de los puntos 4 y 5.
7. Para enjuagar, utilizar agua permeada o suavizada a baja presión y enviarla al sistema de disposición adecuado. Una forma efectiva para determinar en qué momento detener el enjuague, es utilizar un medidor de SDT. El criterio para dar por terminado el enjuague es cuando el valor de SDT sea igual en la entrada y en la salida.
8. Para poner en servicio nuevamente la OI, primero regresar la válvula de rechazo a su posición habitual, poner en servicio y monitorear la calidad del agua. Es normal que tarde un poco en estabilizarse la calidad del agua permeada.

Si aún después de la limpieza no obtiene la calidad o flujo esperados para el sistema, es necesario contactar a un especialista para descartar que la membrana tenga un ensuciamiento irreversible o que esté rota.

➤ Tipos de ósmosis inversa

La ósmosis inversa puede clasificarse en cuanto al uso que se le da, destacando principalmente aquellos con fines industriales, comerciales y residenciales:

- **Industrial**

En el ámbito de las industrias resulta efectivo para mejorar el agua utilizada en el proceso productivo al eliminar las impurezas a partir de líquido con alto contenido de sal, entre 1.5 y 7.0 g/l.

Son muy usadas en el sector farmacéutico, alimenticio, galvanotecnia y en el lacado y anodizado del mineral aluminio. La cantidad de agua obtenida es excelente con relación al consumo real de energía eléctrica, por lo que continúa siendo uno de los métodos favoritos para filtra el agua.



- **Comercial**

Es la misma tecnología de ósmosis inversa pero dirigida a la pequeña y mediana empresa con demanda hasta 8000 galones de agua por día, un volumen bajo en comparación a las grandes industrias.

Son ideales para purificar el agua de restaurantes, hoteles, hospitales y laboratorios.



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

• **Residencial**

La instalación de este sistema en el hogar es realmente sencilla al consistir en equipos pequeños con el rendimiento óptimo para filtrar el agua, suelen ser de 100 galones al día.

Poseen distintas etapas de purificación y son efectivos para disminuir los sedimentos, metales pesados, contaminantes y sales de agua.

Si existen personas en el hogar con patologías de cáncer, hipertensión, hepáticas o problemas gastrointestinales pueden beneficiarse con este sistema que elimina la presencia de sodio.

Uno de los beneficios de contar con el sistema de ósmosis inversa en el hogar es que se requiere de un consumo mínimo de energía eléctrica, entonces no se debe preocupar por un alto incremento en la factura mensual. Además, su mantenimiento a diferencia de otros sistemas es escaso gracias a su diseño molecular.



➤ **Beneficios de los sistemas de ósmosis inversa**

Los aportes de utilizar la ósmosis inversa, que es uno de los sistemas más confiables, se pueden sintetizar de la siguiente manera:

1. – Resulta amable con el medio ambiente, no requiere ni expulsa ningún producto químico.
2. – No necesita para su operación grandes cantidades de agua.
3. – Su mantenimiento es sencillo, simplemente se basa en el reemplazo de filtros cada cierto tiempo.
4. – No requieren de grandes espacios como otros sistemas de purificación del agua y son fáciles de instalar.
5. – Totalmente automatizados.
6. – Producen agua potable de buena calidad sin sabor ni olor, ya que retiene la mayoría de los contaminantes.
7. – Disminuye el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales asociadas a las bacterias.

8. – Ahorro de dinero al no depender de comprar constantemente garrafones de agua potable.
9. – Se alarga la vida útil del sistema de tuberías y maquinaria, gracias a la extracción de los minerales que causan oxidación u obstrucción en las vías.
10. – El agua de alta calidad ayuda al ser humano para tener mejor salud y también a los cultivos para que produzca alimentos óptimos.
11. Es un proceso amigable para el cultivo o hidratación de animales, porque garantiza una mejor siembra e hidratación a los animales sin dañar o causar efectos secundarios.

➤ **Desventajas de la Ósmosis inversa**

Existen algunos detalles negativos que se deben mencionar con respecto a la ósmosis inversa:

- Este proceso desmineraliza el agua, extrayendo también los minerales saludables que por naturaleza existen en el agua como el calcio o magnesio y por esta razón se recomienda contar con un filtro remineralizador.
- Los filtros si no son reemplazados en el tiempo adecuado pueden obstruirse y dañar la membrana de ósmosis inversa.
- Este proceso puede ser un poco lento, ya que requiere de presión de agua para lograr purificar.
- Durante el proceso se perderá por el desagüe una cantidad de agua, dependiendo de las características que tenga el líquido a tratar.

Existen más ventajas que desventajas respecto a la ósmosis inversa, lo importante es encontrar la que suministre el flujo que necesitas para tu casa o negocio.

➤ **Componentes de las plantas desalinizadoras**

Las plantas están constituidas principalmente por los siguientes elementos:

- Bomba de baja presión de tipo multietapa o centrifuga.
- Bombas dosificadoras para la adición de antiincrustante.
- Pre filtros de 5 micras.
- Bomba de alta presión de tipo multietapa.
- Válvulas reguladoras de caudal.
- Membranas de ósmosis.
- Medidores de flujo y conductividad.
- Control de presión en agua cruda y tratada.
- Sistema de limpieza automático y flushing.
- Tablero de maniobra.



2 - DESARROLLO DE ACTIVIDADES.

Este nuevo desafío de realizar el mantenimiento de las Plantas de Osmosis Inversas me llevo a investigar y estudiar sobre el tema, empleando como base el Manual de “Operaciones y Mantenimiento Integral de Plantas de Osmosis y Desalación” -ANEXO- adjuntado en dicho informe; posteriormente realicé un recorrido por las diferentes plantas que están a cargo de la Secretaria del Agua (12 Plantas en total, distribuidas en 11 lugares diferentes), con el fin de conocer sus ubicaciones geográficas, sus dimensiones, capacidades de producción de agua permeada, agua de rechazo, y diferentes características técnicas.

A- RELEVAMIENTOS Y MANTENIMINETOS

Planilla con las diferentes Plantas de Osmosis Inversas:

PLANTAS DE OSMOSIS INVERSA								MEMBRANAS		
	LUGAR	NOMBRE	CAPACIDAD (m ³ /hr)	MEMBRANAS		FILTRO		TIPO	CANTIDAD	STOCK
				TIPO	CANTIDAD	TIPO	CANTIDAD			
								AK4040FM	6	2
								AK8040F-400	122	2
1	CAPITAL	EL CEBOLLAR	0,75	AK8040F-400	3	4,5"x10"	1			
2	MILAGRO	LOS AVILA	25	AK4040FM	25	BOLSA	1			
3	CHEPES	LA PLANTA	6	AK4040FM	6	BOLSA	1	FILTRO		
						4,5"x20"	2	TIPO	CANTIDAD	STOCK
4	CHEPES	TELLO	10	AK4040FM	10	2,5"x20"	5	BOLSA	2	6
5	CHEPES	LOS CORIA	0,75	AK8040F-400	3	4,5"x10"	1	4,5"x20"	12	20
6	CHEPES	TOTAL	6	AK4040FM	6	4,5"x20"	2	4,5"x10"	2	NO
7	CHEPES	LAS TOSCAS	3	AK4040FM	3	4,5"x20"	2	2,5"x20"	36	18
8	ULAPES	LA RALADA	40	AK4040FM	40	2,5"x20"	24			
9	ULAPES	BALDE DE LA VIUDA	2	AK4040FM	2	4,5"x20"	2			
10	TAMA	SAN RAMON	6	AK4040FM	6	4,5"x20"	2			
11	VILLA UNION	EL CRUCE	16	AK4040FM	16	2,5"x20"	7			
			8	AK4040FM	8	4,5"x20"	2			

Con este relevamiento, surgió la necesidad de crear una Ficha Técnica la cual sirviera para describir las características de cada una de las plantas de osmosis, por ejemplo, datos básicos como Nombre de plantero, ubicación de la planta, capacidad de producción en m³/h, tipos de

filtros, tipos de membranas, características de bombas de baja y alta, lecturas de caudal, presión y conductividad, etc. a su vez ir dejando constancia de las diferentes condiciones en las cuales encontrábamos las plantas en cada visita, también podríamos programar diferentes tareas y mejoras a realizar.

Al realizar el relevamiento a las diferentes plantas de osmosis, se pudo observar que el mantenimiento que venía realizando la empresa contratada para tal fin, no era muy exhaustivo, se pudo ver los diferentes requerimientos que precisaban las plantas, tales como reparaciones en cañerías, válvulas, cambios de filtros, cambios de manómetros, y hasta en algunas de las plantas se precisaron cambios de membranas.

Ficha Técnica Base:

 MINISTERIO DE AGUA Y ENERGIA	DIRECCIÓN GENERAL DE MANTENIMIENTO
	<u>Coordinación de Ingeniería y Desarrollo</u>

FICHA TÉCNICA DE PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA

<u>Nombre del Encargado:</u>				<u>Fecha:</u>			
<u>Teléfono de contacto:</u>				<u>Ubicación:</u>			
<u>Capacidad de planta:</u> [m ³ /h]				<u>Cantidad de tubos:</u>			
<u>Membranas:</u>	<u>Tipo:</u>	<u>Cantidad:</u>	<u>Estado:</u>				
<u>Filtros:</u>	<u>Tipo:</u>	<u>Cantidad:</u>	<u>Estado:</u>				
<u>Bomba de Baja:</u>				<u>Marca:</u>			
<u>Potencia:</u>	[kw]	<u>Caudal (Q):</u>	[m ³ /h]	<u>H:</u>	[m]	<u>Hmax.:</u>	[m]
<u>Bomba de Alta:</u>				<u>Marca:</u>			
<u>Potencia:</u>	[kw]	<u>Caudal (Q):</u>	[m ³ /h]	<u>H:</u>	[m]	<u>Hmax.:</u>	[m]

<u>Caudal:</u>		<u>Conductividad:</u>		<u>Presión:</u>	
<u>Ingreso:</u>	L/h	<u>Ingreso:</u>	µs	<u>Manómetro 1:</u>	bar
<u>Permeado:</u>	L/h	<u>Permeado:</u>	µs	<u>Manómetro 2:</u>	bar
<u>Rechazo:</u>	L/h	<u>Rechazo:</u>	µs	<u>Manómetro 3:</u>	bar
				<u>Manómetro 4:</u>	bar
				<u>Manómetro 5:</u>	bar

<u>Electroválvula de Entrada:</u>	<u>Estado:</u>	<u>Bomba de Permeado:</u>	<u>Estado:</u>
-----------------------------------	----------------	---------------------------	----------------

<u>Electroválvula de Flush:</u>	<u>Estado:</u>	<u>Bomba de Cloro:</u>	<u>Estado:</u>
---------------------------------	----------------	------------------------	----------------

<u>Descripción del Trabajo Realizado:</u>

<u>Insumos y Piezas Utilizadas:</u>

<u>Observaciones:</u>

Firma y Aclaración del Plantero

Técnicos: Pérez, Humberto Nicolás

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

A continuación, se muestran las diferentes plantas de Osmosis Inversa con las que cuenta la Secretaría de Agua:

- El Cebollar, Dpto. Capital:



- **Los Ávila, Dpto. Milagros:**



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- **La Planta: Dpto. Chepes:**



- **Desiderio Tello; Dpto. Chepes:**



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- Los Coria, Dpto. Chepes:



- **El Totoral, Dpto. Chepes:**



-

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- Las Toscas, Dpto. Chepes:



- La Ralada, Dpto. Ulapes:



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- **Balde de la Viuda, Dpto. Ulapes:**



- San Ramon, Dpto. Tama:



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- El Cruce, Dpto. Villa Unión:





Luego de haber realizado el relevamiento y mantenimiento correspondiente a cada planta, ya sean: cambios de filtros, colocación de antiescalante y reparaciones mínimas la cuales no afectaban en gran medida el funcionamiento de las mismas, se realizó un informe general de todas las plantas de osmosis inversa, el cual fue elevado al coordinador del área, y se plantearon diferentes problemáticas a resolver de manera urgente.

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA
B – PROBLEMÁTICA

Uno de los trabajos más relevantes e importantes que debimos realizar en este tiempo, fue un trabajo integro de la planta de osmosis llamada “La Ralada” situada en la localidad de La Ralada, Dpto. Ulapes. El cual se va a desarrollar a continuación:

Dicho trabajo surgió bajo la necesidad de los vecinos de la localidad de poder contar con agua apta para el consumo humano, ya que como se mencionó anteriormente, por falta de mantenimiento se fue deteriorando el sistema, al punto de que la capacidad de producción de agua permeada se redujo en casi un 90% (capacidad máxima de producción de 40 m³/h, reduciéndose a 5 m³/h), debido principalmente al incrustamiento de las membranas, rotura de cañerías, de válvulas y uniones dobles, por lo cual debió salir de servicio.

Como técnico de mantenimiento de las plantas de osmosis inversa, se propuso al coordinador del área un plan de trabajo, el cual requería de la colaboración de los diferentes compañeros del área de Ingeniería y Desarrollo de la Secretaría del Agua, puesto que para la reparación y la puesta nuevamente en funcionamiento de la planta, se precisaban trabajos:

- Trabajos: de herrería
- Trabajos eléctricos
- Trabajos de plomería
- Trabajos de construcción, etc.,

Además de material y herramientas necesarias para llevar a cabo la obra, como, por ejemplo: cañería de termofusión, accesorios como coros, uniones dobles, válvulas, electroválvulas, te, reducciones. Todo este material en diferentes medidas (dn 75, 63, 50, 40, 32, 25, 20 mm), por otra parte, también fue necesario caño estructural para la reparación de la estructura que soporta la planta y cámaras de válvulas, electrodos adecuados para lo mismo y discos de corte, etc. Fue necesario plantear la construcción de un contrapiso y una canaleta central, por la cual se dispusieron el ingreso y egreso de la cañería de la planta, y se realizó la instalación de luminarias tanto en el interior como en el exterior de la sala de máquina.

C - SOLUCIÓN

En las siguientes imágenes de la planta de Osmosis Inversa, se muestran las condiciones antes de realizar los trabajos mencionados, pudiendo observarse en las mismas el deterioro, el cual ya era evidente, además que el funcionamiento era prácticamente nulo.



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA



En las imágenes a continuación, se podrá apreciar los diferentes trabajos llevados a cabo, como la limpieza de los tubos contenedores de las membranas en donde se produce la presurización, generando la desalación; también se puede apreciar los trabajos realizados en la estructura de caño estructural que soporta todo el sistema de osmosis, el cual debió ser reparado por los herreros cambiándole toda la base y ser pintado con antioxidante para protección de la misma. También podemos observar el trabajo realizado por los herreros en las tapas de cámaras de maniobra en donde se busca proteger las válvulas.





En la sala de maquina se realizó un trabajo de nivelado del piso, ejecutando una carpeta de hormigón y una canaleta central por la cual se dispondría el ingreso y egreso de la cañería de la planta y dando un pequeño desnivel al piso hacia esa canaleta, con el fin de que si en algún momento se generara una pérdida de agua, la misma escurriera por esa canaleta, a la misma se le adecuó unas rejillas de metal con el fin de poder tener un control visual de la misma y permitir una circulación de los operarios sin ningún tipo de riesgo.

A continuación, se procedió a ubicar la nueva estructura en la posición donde quedo instalada, dando así, lugar a colocar los tubos ya limpios y en condiciones para su posterior nivelación, sujeción y ajuste, a partir de esto se comenzó con el trabajo de armado de toda la cañería, la misma fue reemplazada con cañería y accesorios en termofusión con el fin de mejorar las uniones y evitar así cualquier tipo de perdidas por filtraciones en los empalmes.





Este trabajo de termofusionado de la cañería fue uno de los que llevo más tiempo y debió ser los más minucioso posible, teniendo en cuenta que se realizó este tipo de conexión tanto con la cañería de ingreso a la planta (el agua salada es proveniente de la perforación que se encuentra en el mismo predio y almacenada en un tanque australiano de 200.000 litros de capacidad, para luego ingresar a la planta de osmosis inversa), también en la vinculación de la cañería de agua permeada (agua dulce obtenida por medio de la osmosis inversa), y en la vinculación de la cañería del agua de rechazo también se realizó de esta manera (el agua de rechazo es la que se lleva consigo una alta concentración de salinidad, ya que adquiere la sal eliminada del agua dulce en el proceso de osmosis). Pero las conexiones más importantes son las que se vinculan la bomba de baja con el vaso de pre filtrado, a su vez éste con la bomba de alta, la bomba de alta eleva la presión del agua hacia la vinculación de los tubos en uno de los extremos laterales de la planta, siendo esta parte de suma importancia, y a la salida de estos tubos en el otro extremo, se vincula la cañería de agua permeada en el extremo frontal y por el lateral del mismo se vinculan las salidas del agua de rechazo.





MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA





MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA





Luego del arduo trabajo del armado de la cañería, se procedió a instalar las membranas (algunas de ellas nuevas y otras seleccionadas de acuerdo a las condiciones de incrustamiento que tenían), para lograr así el mejor rendimiento posible. Una vez hecho esto, se armó la planta y se reajusto las uniones dobles, y las tapas de los tubos, quedando en condiciones para su puesta en marcha.

Posteriormente, se realizó la reubicación de los tableros eléctricos de maniobra y potencia, el tablero general, como el de tablero de maniobra de la perforación y el tablero de la planta de Osmosis Inversa fueron concentrados sobre una de las paredes de la sala de máquina, para lograr un fácil acceso y manejo de los operarios. Además, se realizó la instalación de luminarias en el interior de la sala de máquinas y en el exterior de la misma.



En las imágenes que se enseñan a continuación, se podrá observar la obra ya finalizada y su puesta en marcha, apreciando el rotundo cambio que tuvo la sala de máquina, la planta de ósmosis Inversa fundamentalmente y el predio en general.

También podemos ver las conductividades obtenidas al poner en marcha la planta de Osmosis Inversa, logrando una conductividad de 700 ms. Valores aptos para el consumo humano, además de lograr un caudal de agua permeada de 30 m³/h, elevando la capacidad de producción de agua dulce de un 5% a un 75%. No pudiendo mejorar ese porcentaje debido a que no se cambiaron todas las membranas necesarias debido a su alto costo económico.

- **Tapas de cisternas y de cámara de válvulas terminadas:**



- **Reubicación de tableros:**



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- **Planta de Osmosis Inversa ya ensamblada y probada para su funcionamiento:**



- **Trabajos de iluminación terminados:**



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- **Conductividad de Agua Permeada, agua dulce apta para el consumo humano:**



- Conductividad de agua cruda obtenida de la perforación y almacenada en el tanque australiano:



MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

- **Conductividad del agua de Rechazo, con mucho mayor cantidad de salinidad que el agua cruda:**



3-CONCLUSION:

Una vez finalizada la obra en esta planta de osmosis inversa, los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, no solo porque se logró dar agua dulce y apta para el consumo humano a los pobladores de esta localidad, sino que, además del arduo estudio teórico requerido, en la práctica se logró el aprendizaje de manejo de herramientas muy específicas como la termofusionadora, el conductímetro (empleado para medir la salinidad en el agua), llaves de caño como stilson, etc.

Por otra parte, el rendimiento de la planta de osmosis supero ampliamente las expectativas, entregando un caudal de agua permeada, es decir, agua dulce apta para el consumo humano de 30 m³/h con una conductividad de 700 ms. Y teniendo en cuenta todos los trabajos en la sala de maquina realizados, se logró una mejor comodidad y funcionalidad para que los planteros desempeñen su labor de la mejor manera posible.

Para concluir con este informe de práctica supervisada, cabe destacar que dicho trabajo sirvió como punta pie inicial para la ejecución de un proyecto de Ley, el cual será adjuntado en el ANEXO.

ANEXO

Expediente 3752-D-2019

Sumario: ESTABLECESE LA IMPLEMENTACION DE PLANTAS DESALINIZADORAS BASADAS EN PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD.

Fecha: 30/07/2019

El Senado y Cámara de Diputados...

ARTÍCULO 1°: Establécese en el ámbito de la República Argentina, la implementación de plantas desalinizadoras basadas en principios de sustentabilidad, con los alcances y limitaciones establecidas en la presente ley y las normas reglamentarias que en su consecuencia dicte el Poder Ejecutivo.

ARTÍCULO 2°: A los fines de la presente ley, se entiende por:

- a) Plantas desalinizadoras: a las instalaciones industriales destinadas a la desalinización del agua de mar o salobre;
- b) Desalinización: al proceso de separación de minerales disueltos (sales) y contaminantes, sustancias, químicos, o cualquier otro componente indeseable, contenidas en el agua de mar o salobre, para convertirlas en agua adecuada para su consumo y uso.
- c) Principios de sustentabilidad: al autoabastecimiento de agua potable, al tratamiento de agua de mar o salobre, a la utilización de energías renovables, a la concientización y difusión sobre la sustentabilidad y políticas ambientales.
- d) Agua salobre: aquella que en su concentración de sales disueltas sea menor a las contenidas en el agua de mar, y sea inapta para consumo humano.

ARTÍCULO 3°: La desalinización podrá realizarse por los siguientes procedimientos:

- a) Ósmosis inversa;
- b) Destilación;
- c) Congelación;
- d) Evaporación relámpago;
- e) Formación de hidratos;
- f) U cualquier otro procedimiento que por avances tecnológicos y/o innovaciones científicas se establezcan.

ARTÍCULO 4°: Son objetivos de la presente ley:

- a) Promover el acceso al agua potable, como un derecho humano esencial.
- b) Fomentar y desarrollar la creación y utilización de plantas desalinizadoras que permitan aumentar el uso de fuentes hídricas sustentables en toda la República Argentina, a los efectos del abastecimiento de todos los ciudadanos.
- c) Alentar la utilización de materiales naturales y sustentables.
- d) Promover y propiciar en todo el territorio de la República Argentina, el desarrollo de nuevas tecnologías que no generen impacto ambiental;
- e) Disminuir el consumo de energía proveniente de fuentes no renovables.
- f) Fomentar la inversión en infraestructura, basados en los principios de sustentabilidad.
- g) Promover la educación sustentable, y el cuidado del medio ambiente.

ARTÍCULO 5°: El Poder Ejecutivo Nacional designará a la Autoridad de Aplicación.

ARTÍCULO 6°: Son funciones de la Autoridad de Aplicación:

- a) Elaborar y distinguir los procedimientos básicos de captación, pretratamiento, tratamiento y pos tratamiento de agua de mar o salobre;
- b) Establecer normas técnicas y administrativas necesarias, para la aprobación de proyectos de plantas desalinizadoras;
- c) Elaborar las normas de seguridad que contemplen, como mínimo: la seguridad de las personas y los bienes, la continuidad y calidad del servicio y la calidad del producto de agua potable;
- d) Crear las normas y lineamientos para el mantenimiento, limpieza y conservación de Plantas desalinizadoras;
- e) Establecer los requisitos y fiscalizar su actividad;
- f) Establecer requisitos sanitarios para el uso de sustancias y productos en las plantas desalinizadoras;
- g) Crear normas para la autorización de carácter previo, para la puesta en marcha de la planta desalinizadora;
- h) Solicitar informes sanitarios, periódicos y vinculantes sobre las Plantas desalinizadoras;
- i) Establecer los mecanismos para adecuar a la presente ley, a los principios de sustentabilidad;
- j) Constituir un régimen sancionatorio en caso de incumplimiento de esta ley;
- k) Celebrar convenios de cooperación nacional e internacional con organismos e institutos especializados, en el desarrollo de plantas de desalinización de las aguas de mar o salobre.
- l) Coordinar con universidades, centros de estudio e institutos de investigación en la materia, preferentemente dentro de la geografía nacional, cada uno en el ámbito que corresponda, el desarrollo de tecnologías aplicables al aprovechamiento del agua de mar o salobre.
- m) Desarrollar y establecer programas, para la promoción, investigación, según las previsiones de la presente ley
- n) Toda otra función que surja de la reglamentación de la presente ley.

PARTE SEGUNDA

AGUA DE MAR O SALOBRE

ARTÍCULO 7°: Incorpórese el inciso k) al artículo 5° de la Ley N° 25688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas, y un nuevo artículo.

INCISO K) ARTÍCULO 5: El uso y aprovechamiento del agua de mar o salobre cualquiera sea su característica.

ARTÍCULO NUEVO: Todo aprovechamiento del agua de mar o salobre, susceptible de desalinización, deberá contar con el permiso de la autoridad competente, aun cuando se intente la mera realización de experiencias de carácter científico.

ARTÍCULO 8°: Autorízase al Poder Ejecutivo a ordenar Ley 25688 , en función de las modificaciones introducidas por la presente.-

PARTE TERCERA

DISPOSICIONES FINALES

ARTÍCULO 9°: Invítese a la Ciudad de Buenos Aires, y a las Provincias a adherir a la presente ley, dictando normas análogas. -

ARTÍCULO 10°: El Poder Ejecutivo reglamentará la presente ley en un plazo máximo de noventa (90) días desde su promulgación.

ARTÍCULO 11°: Comuníquese al Poder Ejecutivo.

FUNDAMENTOS

Señor presidente:

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

La situación de los recursos hídricos constituye una preocupación de primera importancia, en el mundo entero y también en nuestro país, atendida su relevancia para la supervivencia de los seres vivos y para su uso en actividades productivas. En los últimos años se viene percibiendo en forma creciente y sostenida un escenario de sequía y escasez hídrica en el interior de nuestro país-

El agua es un elemento imprescindible para la vida humana, animal y vegetal, que cubre cerca del 70% de la superficie terrestre. Del porcentaje anterior, alrededor del 97% es agua de mar y apenas un 3% corresponde a agua dulce. A su vez, el agua es un componente esencial para el desarrollo de ciertas actividades productivas, como la agricultura. Lamentablemente, los efectos del cambio climático y la contaminación producida por algunos procesos industriales son factores que han provocado una preocupante escasez de este recurso vital en las últimas décadas a nivel mundial.

En nuestro país, la distribución de los recursos hídricos es problemática, pues si analizamos la geografía de la misma, es posible apreciar que en el este existe abundancia de agua, pero en el resto la sequía se transforma en uno de los principales síntomas de la escasez del recurso hídrico. Esto es un grave problema para las ciudades y comunidades que, en particular, están vinculadas a zonas agrícolas, pues existe una cada vez más creciente escasez de agua que no permite garantizar una calidad de vida adecuada.

Por ello, el presente proyecto busca establecer medios alternativos de obtención de agua potable, que en un futuro se pueda garantizar mediante la desalinización el abastecimiento a toda la República Argentina. La desalinización de agua marítima consiste en eliminar la sal del agua para obtener agua potable, lo que coadyuva a no afectar el consumo humano de agua dulce y evitar daños a ecosistemas como humedales y lagunas.

No obstante, no podemos dejar de advertir que en los últimos años el consumo de recursos naturales y la contaminación ambiental se han incrementado notablemente, producto de la actividad de las ciudades. No puede permitirse que sobre el agua de mar se incurra en las mismas falencias que hoy han llevado a la escasez y concentración de derechos de aprovechamiento sobre las aguas superficiales.

Es por ello, que simultáneamente resulta imprescindible contribuir a la preservación del medio ambiente y promocionar el desarrollo sustentable. El término “sustentabilidad” sufrió diferentes transformaciones a lo largo del tiempo hasta llegar al concepto moderno, basado en el desarrollo de los sistemas socio- ecológicos para lograr una nueva configuración en las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: la económica, la social y la ambiental.

Podemos decir que el concepto de la sustentabilidad parte de un fundamento básico, pero comprometedor: el desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el ser humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras. Lo que esencialmente se busca a partir de la sustentabilidad es avanzar hacia una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad. No busca frenar el progreso ni volver a estados primitivos, sino todo lo contrario, busca precisamente fomentar un progreso, pero desde un enfoque diferente y más amplio, y ahí es donde reside el verdadero desafío.

Creemos importante adoptar estas nuevas modalidades para la protección de nuestras generaciones futuras, por ello también resulta esencial promover la educación sustentable y el cuidado del medio ambiente en la sociedad.

Con respecto al agua como un derecho humano, debemos tener presente que el año 2002 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, órgano de expertos independientes que supervisa la aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) por sus Estados Parte, aprobó la Observación General nro. 15 sobre el derecho al agua. En su artículo 1 se establece que el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna. Posteriormente, en el año 2010 La Asamblea General de las Naciones Unidas del 28 de julio aprobó su resolución A/RES/64/292 que establece que el acceso a fuentes de agua potable y segura, como también el saneamiento, son un derecho humano esencial para el goce pleno de la vida y de todos los derechos humanos, atento que resulta esencial para hacer efectivos otros derechos humanos, como por ejemplo el derecho a la salud.

Por ello, que siendo a nivel mundial un tema en auge, debemos prepararnos para el futuro y buscar vías alternativas para el acceso al agua potable.

En este sentido, Nuestra Constitución Nacional en su artículo 41 instituye que todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo.

En estos lineamientos y con grandes avances, las plantas desaladoras se han instalado ya a nivel mundial. Los países árabes son aquellos que lideran la lista de países que utilizan agua desalada debido a sus problemas de suministro de agua potable.

Actualmente Arabia Saudí, es uno de los países pioneros en desalinización de agua del mar. En este país cuatro de cada cinco litros que se consumen provienen de plantas desalinizadoras. Los siguientes países en la lista son Emiratos Árabes, Libia, Kuwait, Qatar, Estados Unidos, Japón y España.

Actualmente, la desalinizadora más grande del mundo es la de Sorek, ubicada cerca de Tel Aviv, en Israel. Se inauguró en el 2013 y tiene una capacidad de tratamiento de agua de 624.000 m³/día

La desaladora más grande de Europa, se encuentra en Torrevieja, Alicante. Aún no está en funcionamiento, pero utilizará el proceso de ósmosis inversa y llegará a producir al día 240.000 metros cúbicos de agua, de los cuales la mitad serán destinados al riego y la otra mitad para su consumo a municipios de Murcia y de Alicante.

México, también se encuentra en este camino, donde existe una regulación expresa de la extracción del agua de mar, permitiendo una extracción libre, salvo aquella destinada a la desalinización, la cual requerirá de concesión previa; a diferencia de la legislación Española, donde no existe título habilitante que permita la extracción del agua de mar, regulándose sólo la utilización del espacio marítimo.

También, tenemos en Aruba, que resulta pionera en el proceso de desalinización de agua para consumo humano en el Caribe, la compañía pública de agua y energía de la isla, W.E.B. Aruba N.V., es la actual responsable de los procesos de potabilización y distribución a través de una moderna planta desalinizadora, es la segunda más grande en el mundo por su tamaño.

En América Latina, Chile es el país con mayor capacidad de desalinización en este momento, con una tecnología ligada a la expansión de la minería que necesita agua en el desierto del norte del país. Lo cierto, es que en Chile se ha incrementado notablemente la producción y uso de agua desalinizada en los últimos 20 años. En la actualidad la mayoría del agua desalinizada se produce mediante osmosis inversa.

Y en nuestro país, también tenemos antecedentes, atento que opera una planta desalinizadora de agua, que se diseñó, fabricó y desarrolló integralmente en Mar del Plata, por profesionales formados en la Universidad Nacional de Mar del Plata, que provee agua potable a la población

MINISTERIO DE
AGUA Y ENERGIA

de Puerto Deseado, y utiliza la tecnología de ósmosis inversa. Y Actualmente, El Instituto Provincial del Agua La Rioja trabaja en la construcción de la planta desalinizadora en la localidad rural de La Ralada, que permitirá mejorar la potabilización del agua para consumo de los vecinos de zonas alejadas de la provincia. Los trabajos son realizados por el equipo técnico especializado en el desarrollo de las Plantas de Osmosis Inversa de la Coordinación de Ingeniería y Desarrollo, pertenecientes a la Dirección de Mantenimiento de IPALaR.

Es por ello, y por todo lo expuesto que, en el presente proyecto, en su Parte Primera, se implementa, fomenta y desarrolla la creación de plantas desalinizadoras en toda la República Argentina, sea del agua de mar o salobre, por medio de los diversos sistemas de desalinización utilizados en otros países, dejando a la Autoridad De Aplicación la implementación de uno u otro, según la experiencia internacional, a los efectos del abastecimiento de todos los ciudadanos bonaerenses. Asimismo, se plantea parámetros básicos de procedimientos administrativos de control, que se deberá llevar a cabo para él la aprobación de proyectos y puesta en marcha de las plantas desalinizadoras, de y la continuidad de las mismas.

Además, en la Parte Segunda del proyecto, en consonancia con la normativa nacional, para su complementación, un nuevo inciso y un nuevo artículo Aplicables al Agua de Mar o Salobre, acompañando el orden normativo en el mismo.

Por todo lo expuesto solicito a los/as señores/as legisladores la aprobación del presente proyecto de Ley. –

FIRMANTES

Firmante	Distrito	Bloque
BEVILACQUA, GUSTAVO	BUENOS AIRES	FEDERAL UNIDOS POR UNA NUEVA ARGENTINA

GIRO A COMISIONES EN DIPUTADOS

Comisión

RECURSOS NATURALES Y CONSERVACION DEL AMBIENTE HUMANO (**Primera Competencia**)

INTERESES MARITIMOS, FLUVIALES, PESQUEROS Y PORTUARIOS

PRESUPUESTO Y HACIENDA

2016

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DE PLANTAS DE ÓSMOSIS Y DESALACIÓN.

Manual y protocolo de operación. Proyecto Grado superior Mecatrónica Industrial.



Rafael Jesús Esteban Vilches
Tutor: Ángel Moreno Muñoz

08/04/2016



ÍNDICE

1. Introducción	5
1.1 ¿Que es la desalación?	6
1.2 Proceso de Ósmosis inversa.....	7
1.3 Objetivo del proyecto.....	8
1.4 Bibliografía.....	9
2. Pretratamiento y acondicionamiento del agua: Métodos y manual para el operador	9
2.1 Ensayo de laboratorio. Método “Jar -Test”.....	9
2.2 Coagulación - Flocculación: puesta en marcha.....	10
2.3 Coagulación - Flocculación: parada.....	11
2.4 Coagulación - Flocculación: mantenimiento de sistema.....	12
2.5 Operaciones rutinarias en la decantación.....	14
2.6 Resolución de problemas en la decantación.....	15
2.7 Realizar y calcular el SDI (Índice de densidad de sedimentos).....	17
2.8 Bibliografía.....	19
3. Lógica, funcionamiento y modo de correcta operación	19
3.1 Puntos a tener en cuenta por el operador.....	19
3.2 Procedimiento de parada bomba centrífuga.....	20
3.3 Procedimiento de puesta en marcha bomba centrífuga.....	22
3.4 Tipos de Válvulas en instalación.....	24
3.5 Lavado del sistema de filtración.....	29
3.6 Funcionamiento del depósito de reactivo.....	30

3.7 Puesta en marcha de la bomba de alta presión.....	31
3.8 Puesta en marcha de circuito de recuperación de energía ERI.....	32
3.9 Sistema de desplazamiento y lavado químico (procedimiento).....	33
3.10 Tratamiento de agua lavado de filtros.....	35
3.11 Bibliografía.....	37
4. Mantenimiento de los componentes de la planta.....	38
4.1 Plan de mantenimiento general de la planta.....	38
4.2 Plan de mantenimiento bomba de alta presión.....	39
4.3 Solucionador de problemas bomba de alta presión.....	43
4.4 Solucionador de problemas del recuperador de energía ERI.....	45
4.5 Conductímetro.....	47
4.6 Transmisores de presión.....	49
4.7 Membranas, limpieza y correcto almacenamiento.....	51
4.8 Lubricación de los equipos.....	53
4.9 Bibliografía.....	57
5. Administración de planta de desalación.....	58
5.1 Organización y funciones orgánicas del personal.....	58
5.2 Bibliografía.....	63
6. Datos económicos y consumos de la planta de Ol.....	63
6.1 Coste económico del agua desalada.....	63
6.2 Coste energético del agua desalada.....	66
6.3 Bibliografía.....	67

7. Seguridad y productos químicos en la instalación.....	68
7.1 Guía de seguridad y productos químicos en planta.....	68
7.2 Bibliografía.....	75
8. Conclusiones	76
8.1 Conclusiones.....	76
9. Anexos.....	77
9.1 Plano para orientación en planta.....	77

1. Introducción.

El agua es necesaria para el desarrollo de la vida así como para numerosas actividades humanas. Además es un bien escaso por lo que es necesario desarrollar sistemas que permitan un mejor aprovechamiento del agua que existe en nuestro planeta. No olvidemos que las estimaciones indican que la hidrosfera contiene cerca de 1.386 millones de km³. Los océanos representan las tres cuartas partes de la superficie terrestre y de ellas el 97,5% tiene una salinidad de más de un 3% en peso, haciendo que no sirva para usos agrícolas, industriales o humanos. El resto es agua dulce, pero una 68,9% está en forma de hielo permanentemente (imposible usarla) y del resto de agua disponible, cerca del 30% son aguas subterráneas y el resto (0,3%) se encuentra en ríos, lagos, embalses, etc.

Otro aspecto muy importante a considerar dentro de la distribución de los recursos hídricos del planeta es que no todos están disponibles, ni tienen la calidad necesaria. Actualmente 26 países del mundo sufren problemas de escasez (300 millones de personas), y la previsión para el año 2050 es que sean 66 países los afectados por esta escasez.

En España se consumen un total de 22.771 millones de m³ al año y de estos 1.554 se destinan al consumo industrial, 17.681,3 al sector agrario y 3.535,70 al abastecimiento urbano. Como puede observarse la mayor cifra corresponde al sector agrícola convirtiéndose en uno de los principales demandantes de agua.

La utilización de técnicas de desalación, tanto de recursos salobres como de agua de mar, constituye en determinadas circunstancias una solución a la escasez sistemática de recursos hídricos en algunas zonas. En España la desalación de agua alcanza actualmente (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) unos 220 hm³/año, de los que 127 hm³/año corresponde a la desalación de agua salobre y 93 hm³/año a agua de mar. Del total de agua desalada, un 72% se utiliza para uso urbano e industrial y el resto para regadío. El desarrollo de las técnicas de desalación, y especialmente aquellas que requieren un menor consumo energético y mayor eficacia, han contribuido a mejorar el rendimiento de las operaciones de desalación y a un menor coste de producción, lo que ha incidido en considerar las aguas desaladas como una alternativa más.



1.1 ¿Que es la desalación?

La desalación es un proceso de separación de sales de una disolución acuosa, pero que puede ampliarse al proceso de separación del agua de las sales, ya que existen tecnologías que realizan este proceso y el fin último a perseguir es la separación de ambos componentes para uso humano del agua dulce producto.

Los recursos hídricos susceptibles de desalación pueden tener básicamente dos orígenes: agua de mar o agua subterránea salinizada; estas últimas pueden proceder de acuíferos costeros en contacto directo con el mar y de acuíferos aislados del mismo.

No existe en la actualidad en España, un inventario de las estructuras geológicas que almacenan aguas salobres y que sean susceptibles de aprovechamiento. La disponibilidad de esta información podría resolver algunos de los problemas de escasez existentes en determinadas zonas. La extracción de las aguas salobres disponibles en un acuífero, si no se dispone de un conocimiento suficiente del mismo, y de una adecuada programación de bombeos puede dar lugar a graves problemas de deterioro de su calidad natural. Este caso puede darse tanto en acuíferos conectados con el mar como no: así, unas extracciones mal planificadas pueden incrementar los procesos de disolución de formaciones salinas, o el avance no controlado de la interfaz.



El sistema físico de eliminación de las sales del mar o destilación y condensación sucesivas se conocía desde la antigüedad, pero implicaba un consumo muy elevado de energía que lo hacía inviable económicamente. En fechas más recientes se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten la obtención de agua dulce (contenido en sales inferior a 500 ppm) a partir de agua de mar (contenido en sales del orden de 35.000 ppm) a un coste aún elevado pero progresivamente decreciente, que puede ser asumido por ciertos usos. En la última década se ha conseguido rebajar el umbral de 60 céntimos de euro el m³. [1]

1.2 Proceso de Ósmosis Inversa.

La ósmosis inversa consiste en generar, mediante una membrana permeable al agua, una solución acuosa con bajo contenido en sal a partir de otra con alto contenido en sal.

La ósmosis inversa es el proceso mediante el cual se separa un solvente de una solución concentrada al aplicar presión, atravesando la membrana semipermeable desde el lado de la solución más concentrada al lado de la solución más diluida. Y cuanto mayor sea la presión aplicada, mayor será el flujo de solvente permeado a través de la membrana.

No se trata de un proceso de filtración a través de la membrana, como sería el caso de la micro-filtración o de la ultrafiltración, sino que el solvente difunde a través de la membrana.

La ósmosis inversa es una técnica muy eficiente y competitiva para separar un solvente de los solutos que lleva disueltos, puesto que aplicada al agua, la membrana permite la separación del 95% de las sales disueltas, lo cual permite la desalinización de aguas salobres o de aguas de mar.

Las membranas semipermeables, que dejan pasar selectivamente el solvente e impiden el paso a los solutos, desempeñan un papel clave en el proceso. Las primeras estaban fabricadas con acetato de celulosa pero después las de poliamida han desplazado a las primeras, al permitir controlar el tamaño de poro y la permeabilidad.

Las membranas son poco permeables a los iones y a las moléculas con cargas electroestáticas; a mayor carga, mayor será la retención. Por el contrario, los gases disueltos (oxígeno, dióxido de carbono, cloro, etc.) tienen una buena permeabilidad, igual que las moléculas orgánicas neutras de bajo peso molecular.

Las aplicaciones industriales de esta tecnología son tan variadas como indispensables. Entre los usos y aplicaciones más utilizadas se encuentran las siguientes:

- Industria alimentaria, farmacéutica, etc.: En las industrias alimentaria, farmacéutica, médica, cosmética, química, electrónica, biotecnológica, etc. se utiliza agua osmotizada puesto que en una gran variedad de procesos se precisa agua de gran calidad si no agua ultra pura. El agua osmotizada es el punto de partida para la obtención de agua ultra pura.
- Industria productora de agua para consumo humano: En muchos lugares del planeta no existe suficiente agua dulce o con la calidad necesaria para poder abastecer a la población.
- Reutilización de aguas residuales: Existen numerosos casos en los que los efluentes de los procesos de tratamiento de las aguas residuales deben ser tratados para mejorar su calidad hasta que puedan ser

reutilizados. Es el caso de aquellos procesos en los que se consume un gran caudal de agua, como en la industria textil, o cuando se vierte el efluente al medio natural para recargar un acuífero. [2]



1.3 Objetivo del proyecto.

Con la realización de este proyecto se pretende crear un completo manual para operación y mantenimiento de plantas de operación industrial o como es el caso, para una planta de experimentación situada en la Plataforma Solar de Almería.

Con este manual se pretende facilitar el trabajo de mantenimiento y de operación tanto al personal de la Plataforma solar de Almería, como a futuros operarios resultantes de la ventas de plantas e instalaciones en otros emplazamientos.

Aprovechando la realización del mismo, he introducido en el sistema una planta de Forward Osmosis para tratar la salmuera resultante y reconcentrar más la producción solventando así el problema del residuo de salmuera de la Ósmosis. He realizado una modificación en el plano de la planta agregando el sistema en serie de un módulo de Forward Ósmosis.

* **Forward Ósmosis:** es un proceso que tiene un fin similar al de la ósmosis inversa, pero no utiliza presión sino sales adecuadas para proporcionar la presión osmótica suficiente para el proceso. La ósmosis forzada es un sistema alternativo al ósmosis inversa. Se utilizan sales que se pueden eliminar fácilmente con el calor, como carbonato amónico, o que no afectan negativamente al producto resultante, como el agua glucosada al potabilizar agua salada.

Aparte del ahorro energético, la ósmosis forzada puede ser más eficaz porque puede llegar a dejar sal sólida como subproducto en vez de salmuera. [3]

1.4 Bibliografía.

[1] Web: Hispagua Sistema Español de Información sobre el Agua (julio 2002), Desalación Hispagua. Consulta 20 Feb 2016
<http://hispagua.cedex.es/node/61332#6>.

[2] Web: Condorchem evitech (8 mayo 2015), La ósmosis inversa y sus diferentes aplicaciones. Consulta 20 Feb 2016. <http://blog.condorchem.com/la-osmosis-inversa-y-sus-diferentes-aplicaciones/>

[3] Web: Wikipedia (6 oct 2013). Ósmosis forzada. Consulta 20 Feb 2016.
https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93smosis_forzada

2. PRETRATAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA: MÉTODOS Y MANUAL PARA EL OPERADOR.

2.1 Ensayo de laboratorio. Método "Jar -Test".

Para realizar este ensayo de laboratorio, se utiliza un dispositivo llamado floculador provisto de cuatro a seis puntos de agitación, que permite agitar simultáneamente, a una velocidad determinada, el líquido contenido en una serie de vasos.

Es importante que durante el ensayo el agua tenga una temperatura próxima a la que tendrá realmente durante su tratamiento en planta. El agua a clarificar se agita en los distintos vasos, y a continuación, se adiciona el coagulante manteniendo una agitación entre 100 y 150 revoluciones por minuto para que la mezcla sea rápida. Dicha agitación se mantiene durante 3 a 10 minutos.

Posteriormente, se adiciona algún corrector de pH si hiciera falta. A continuación se añade el polielectrolito en cada vaso aplicando distintas dosis. Se agita rápidamente unos 0,5 y 2 minutos para que se reparta rápidamente e inmediatamente se reduce la agitación entre 35 y 60 revoluciones por minuto para conseguir la maduración y el crecimiento de los flóculos.

Esta última fase puede durar entre 5 y 10 minutos, pasada la cual se desconecta el agitador. Los flóculos se van depositando, pudiendo variar la duración de la sedimentación entre 5 y 30 minutos. Después se toma agua clarificada de dichos vasos y se procede a determinar los distintos parámetros que nos dan idea del grado de clarificación obtenido como son DQO, sólidos en suspensión, etc. Teniendo en cuenta que pueden tratarse a la vez varias muestras, se puede comprobar las influencias causadas por los distintos tipos de coagulantes y floculantes, por la duración e intensidad de la agitación, así como la duración de la sedimentación de los flóculos formados. Concluidas las

distintas pruebas, se determina el volumen de fango obtenido trasvasando el sedimento cuidadosamente a un cilindro graduado. De esta manera se concluye cual es la dosis o tipo de polielectrolito más adecuado para el agua a tratar.[1]



2.2 Coagulación - Floculación: puesta en marcha.

Procedimiento de puesta en marcha

- 1 Verifique que los equipos están adecuadamente lubricados y en condiciones de ser operados.
- 2 Asegúrese de que todos los sistemas dosificación de químicos están listos para su accionamiento. Los tanques y tolvas de almacenamiento deberán poseer la suficiente cantidad reactivo químico.
- 3 Recoja una muestra del agua bruta y efectúe inmediatamente un JAR TEST usando reactivos químicos tomados de los tanques de suministro.
- 4 Determine los parámetros para la dosificación de reactivos y configúrelos en las bombas y equipos de dosificación.
- 5 Abra la compuerta o válvula de entrada para que el agua bruta comience a pasar.
- 6 De forma inmediata arranque los sistemas de dosificación de los reactivos química elegidos. Arranque los sistemas dosificación y ajuste la dosificación en el caso que sea necesario.
- 7 Arranque el agitador una vez el tanque de mezcla esté completamente lleno. Siga las instrucciones del fabricante del equipo. Es importante indicar que no se debe permitir que ninguna porción de agua sin tratar pueda pasar a otros procesos.

8 Arranque las bombas de toma de muestras tan pronto el agua alcance las estaciones de muestreo. Permita que transcurra un tiempo suficiente de mezcla para empezar a recoger las muestras.

9 Arranque el floculador tan pronto el primer tanque esté lleno de agua. Asegúrese de seguir las recomendaciones del fabricante. En su caso efectúe las modificaciones de velocidad que sean necesarias.

10 Inspeccione la cámara de mezcla y los tanques de floculación. Observe la formación de flóculos y efectúe los cambios necesarios.

11 Eliminar cualquier residuo o elemento flotante en el agua.

12 Realice los análisis de calidad de agua y efectúe los ajustes de proceso necesario.

13 Calibración de los sistemas de dosificación de reactivos químicos. [2]

2.3 Coagulación - Floculación: parada.

Procedimiento de parada

1 Cierre la válvula o compuerta de entrada de agua bruta a la cámara de mezcla y agitación.

2 Detenga los sistemas de dosificación de reactivos químicos. Para ello detenga las bombas dosificación, cierre las válvulas que correspondan y proceda a la limpieza o lavado de las tuberías de los reactivos químicos en caso que sea necesario.

3 Apague el agitador y los floculadores según el agua vaya dejando cada uno de los procesos. Para esto siga las recomendaciones del fabricante.

4 Apague las bombas de toma de muestras.

5 Deseche o drene toda cantidad de agua que no haya sido apropiadamente tratada.

6 Quite la energía y efectúe las correspondientes señalizaciones en los mandos eléctricos.

7 Vacíe los tanques en caso que sea necesario. Elimine cualquier volumen de agua que no haya sido adecuadamente tratado. [3]

2.4 Coagulación - Floculación: mantenimiento del sistema

Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo se va a dedicar, principalmente, a reparar las averías que se producen. El objetivo es minimizar este tipo de mantenimiento.

Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se dedica a ejecutar una serie de funciones para evitar las averías de los equipos. A través de este tipo de mantenimiento se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Reducir paradas por averías.
- Reducir gastos por averías.
- Reducir el tiempo de reparación.
- Reducir costes de almacenaje de repuestos *Reducir costes de personal especializado.

El mantenimiento se aplica en tres sentidos:

- Revisiones periódicos, conociendo en cada momento el estado y situación de cada una de las máquinas.
- Ejecución del programa sin interferencia del funcionamiento normal de la depuradora.
- Inspecciones oculares de los elementos accesibles y entretenimiento regular de ajuste, engrase y lubricación.

Para la puesta en marcha del mantenimiento es importante la apertura de unas fichas de máquinas, basándose en el manual de servicio de la depuradora y la documentación técnica que se posea. Estas fichas recogen las características de cada equipo, así como fabricantes y suministradores de repuestos.

Se abrirán, así mismo, una fichas de mantenimiento para cada máquina, en las cuales se contemplaran principalmente los siguientes datos:

- Fechas en las que se han realizado revisiones.
- Piezas sustituidas.
- Duración de la reparación.
- Cualquier información observada en la reparación.

- Coste de la reparación.

A partir de esta documentación se establece un programa con las siguientes actuaciones:

- Programa de lubricación y engrase.
- Programa de revisiones generales y ordinarias.

Se tratará de llevar a cabo una información de los datos para determinar las ordenes de trabajo semanales y diarias, obteniendo de esta forma una mejora en el seguimiento y control del mantenimiento.

Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo o condicional investiga cuál es la causa de la avería e intenta que no vuelva a producirse.

Está basado en el establecimiento de una serie de controles sobre los equipos, los cuales dan idea acerca de su funcionamiento.

Se estudiarán las formas de trabajo de cada máquina, para llevarla a condiciones idóneas de funcionamiento, o bien para influir en el diseño, optimizando el equipo y evitando condiciones de trabajo excesivamente duras.

***Cada quince (15) días**, a la entrada y salida, se tomarán muestras a las que se les determinará su turbiedad y color, cuando las muestras citadas posean turbiedad y/o color muy semejantes, se concluirá que el floculador no está funcionando apropiadamente y deberá realizarse un mantenimiento general, de acuerdo con los pasos que se enuncian a continuación:

- Cerrar completamente la entrada de agua a la unidad de floculación.
- Abrir las válvulas de purga y drenar el agua y el lodo suelto de la unidad.
- Lavar las paredes, el fondo y las pantallas de la unidad con la ayuda de agua a presión.
- Revisar cuidadosamente el estado físico de la unidad y acometer las reparaciones necesarias.
- Realizar mantenimiento al moto reductor: lubricación y limpieza, cambio de empaques y rodamientos, aplicación de pintura anticorrosiva, alineación del conjunto moto reductor y verificación de conexiones eléctricas.
- Reanudar la entrada de agua a la unidad, teniendo la precaución de hacerlo gradualmente para evitar daños a las pantallas.

2.5 Operaciones rutinarias en la decantación.

En la **decantación** se separa un sólido o líquido más denso de otro fluido (líquido o gas) menos denso y que por lo tanto ocupa la parte superior de la mezcla. Es un proceso importante en el tratamiento de las aguas residuales. No debe ser confundida con la sedimentación, que es la separación por gravedad de los sólidos suspendidos en el agua (arena y materia orgánica). [5]

Entre las operaciones normales, hay que programar las siguientes actividades diarias:

- Inspección: realice inspecciones rutinarias frecuentes deteniéndose a mirar, a escuchar y a pensar.
- Lavado: retire con agua a presión las acumulaciones de partículas sólidas, grasa, fangos y otras materias de los lugares de paso, barandillas y demás partes visibles de las estructuras y equipos.
- Lubricación: engrasar todo el equipo móvil siguiendo las instrucciones del fabricante y compruebe los niveles de aceite en los motores que lo tengan.
- Mantenimiento preventivo: siga las instrucciones del fabricante.
- Rasquetas: examine los pernos por si hay alguno suelto o corroído.
- Cadena y ruedas dentadas: compruebe el desgaste porque 1.5 mm de desgaste en cada uno, supone en 400 eslabones, unos 60 cm más de longitud en la cadena.
- Registro de datos: escriba en su cuaderno de notas todas las observaciones de cosas anormales, y traslade esas notas a los partes de control de la instalación.
- Bombeo de fangos y flotantes: se verá en un punto posterior.

Si el colector de fangos ha permanecido parado durante algunas semanas en un decantador vacío, deben tomarse precauciones antes de ponerlo en funcionamiento, porque pueden haber comenzado a oxidarse las piezas metálicas rozantes en los puntos de contacto con los raíles. Es por tanto recomendable quitar cada rasqueta del raíl para asegurarse de que no está agarrotada y aplicar a las piezas rozantes y al raíl una grasa ligera o aceite. Si no se toman estas precauciones, las rasquetas podrían quedar adheridas a los raíles y provocar la caída de todo el sistema de recogida al fondo del tanque cuando se conectara el colector. Cuando se pone en marcha el sistema colector por primera vez, debe comprobarse en cada rasqueta que la separación entre su extremo y la pared es de 2.5 a 5 cm. Esta separación evita el roce con la pared del tanque y la posible rotura de alguna rasqueta que obstruirá al movimiento de las demás, rompiéndolas a su vez. Cuando se encuentre una rasqueta rota hay que sustituirla o retirarla de las cadenas.

2.6 Resolución de problemas en la decantación.

Montones de flotantes de fangos.	1,2,3,4,5
Grandes cantidades de flotantes.	2.3*,2.4*,2.5*
Perdidas de sólidos por los vertederos del efluente.	1,2,3,4,5,2.7*,2.8*
Rendimiento de eliminación bajos.	
pH bajo y malos olores.	5
manto profundo de fangos, pero bombeo de fangos poco densos	1,2,3,4,5,6
El mecanismo de fangos da tirones o saltos.	3,2.1*, 2.2*,2.3*,2.6*
El mecanismo colector de fangos no funciona.	6
las protecciones térmicas o de sobreintensidad del motor se disparan continuamente	6

1 Bomba de fangos:

1. Bombas de pistón
 1. Asiento de válvula de retención.
 2. Bulón.
 3. Ajuste de la empaquetadura.
 4. Correas de transmisión.
 5. Válvulas de seguridad.
 6. Tiempo de bombeo.
2. Bombas de desplazamiento positivo.
 1. Aire acumulado en la bomba.
 2. El rotor obturado.
 3. Correa de transmisión.
 4. Ajuste de la empaquetadura.
 5. Tiempo de bombeo.
3. Bombas centrifugas
 1. Aire acumulado en la bomba.
 2. Ajuste de la empaquetadura
 3. Rodete obturado.
 4. Tiempo de bombeo.

4. Inyector de aire.
 1. Suministro de aire.
 2. Válvulas de pie.
 3. Válvulas de cierre.
 4. Electrodo.
 5. Tiempo de bombeo.

2 Mecanismo de recogida:

1. Decantador circular.
 1. Motor de arrastre.
 2. Desconector por sobrecarga.
 3. Rasqueta de recogida de flotantes.
 - funcionamiento
 - plancha de goma
 4. Trampa de salida de flotantes.
 5. Caja de flotantes.
2. decantador rectangular.
 1. Motor de arrastre.
 2. Embrague.
 3. Rasquetas.
 4. Trampa de salida de flotantes.
 5. Rasqueta de flotantes.
 6. Colector transversal.
 7. Tubería o canal de entrada.
 8. Deflector de entrada.

3 Tuberías y sumidero de fangos:

1. A veces las tuberías y sumidero pueden lavarse a contracorriente

4 Calidad del sobrenadante de retorno del digestor:

1. Poca densidad del líquido a tratar.

5 Influyente:

1. Cambio en su composición o temperatura.
2. Cambio de caudal.

6 El mecanismo de recogida da saltos, vibra o se atasca:

1. Manto de fangos demasiado grande: Bombear fuera los fangos, si el mecanismo funciona bien.
2. El mecanismo de arrastre tiene un diente o un eslabón roto.
3. Rasqueta rota, o una piedra o un palo atascado entre la rasqueta y el suelo o entre la goma de arrastre de fangos y el suelo. [6]

2.7 Realizar y calcular el SDI (índice de densidad de sedimentos).

Materiales

Para llevar a cabo el procedimiento de SDI es necesario:

- Un recipiente para filtros de 47 mm de diámetro,
- Regulador de presión,
- Medidor de presión,
- Válvulas, conexiones, pinzas y discos de filtros de membranas.

También se requiere un cronometro y un vaso graduado de 100 ml
Procedimiento Antes de instalar el dispositivo de análisis, en la línea de muestreo, se deberá mantener durante 3 o 5 minutos, un flujo de agua constante.

Se deberá conectar el dispositivo de medición de SDI, en la línea de muestreo, sin el filtro. (conexión 1/4" nptm) Luego se procederá a abrir la válvula del dispositivo, y se efectuara el lavado del mismo durante 2 minutos.

Con la ayuda del regulador de presión, se deberá establecer una presión de 2 bar. El tornillo de ajuste del regulador deberá ser ajustado mientras exista un flujo pequeño. Posteriormente se procede a cerrar la válvula y liberar la presión. A partir de aquí se debe colocar el filtro de 0.45 µm en el contenedor de filtro (47 mm), colocando la parte brillante del filtro hacia arriba. Abra parcialmente la válvula y mientras el agua fluye a través del dispositivo, se debe aflojar cuidadosamente las dos manivelas e inclinar el porta filtro para asegurarnos que se ha eliminado todo el aire existente en el mismo. Proceder a apretar los tornillos del porta filtro.

Procedimiento estándar

- Coloque el vaso graduado para medir el flujo.
- Abra la válvula completamente y con ayuda del cronometro, determine en cuanto tiempo se llena el vaso. Registre el tiempo.
- Después de transcurridos 5, 10 y 15 minutos, mida el volumen. Si el flujo de agua se detiene antes de los 15 minutos, registre este tiempo.

Nota:

Un 100% de bloqueo se asume cuando la corriente continua de agua filtrada se corta

Es aconsejable repetir dos o más veces el procedimiento para confirmar los resultados. Si existe una diferencia grande, es necesario realizar una tercera prueba.

Si se utiliza un equipo de ajuste de pH, el ensayo de determinación del SDI deberá ser operado con y sin la operación del equipo de ajuste de pH. Los resultados mostrarán si el pH está ocasionando que cualquier sólido disuelto salga con la solución, aumentando la tendencia de "ensuciamiento" del agua. Cálculos para procedimiento estándar :

Para estimar el porcentaje de taponamiento, utilice la relación del cambio de flujo tomada inicialmente y después de 15 minutos:

Ecuación 1

$$\% \text{ de ensuciamiento} = \frac{t \text{ de llenado en 15 mints} - t \text{ de llenado inicial}}{t \text{ de llenado en 15 mints}}$$

Entonces el valor del SDI puede ser calculado:

Ecuación 2

$$SDI = \frac{\% \text{ de taponamiento}}{t \text{ de operación}}$$

Para la lectura precisa de los análisis de agua, existen kits para medir el SDI automáticos y manuales. El equipo Sepa CF lo ayuda a realizar pruebas, ensayos, concentraciones, procesos o le brinda datos de investigación y desarrollo (ID) para todas las membranas. El uso de este equipo facilita la ampliación de estudios previos a los ciclos de producción más grandes. [7]



2.8 Bibliografía.

[1], [2], [3], [4] Dr. José Jaime SADHWANI ALONSO. Curso propio "Operación y Mantenimiento de Plantas de Desalación (Osmosis Inversa)" Realizado el 15 mayo 2015 en WaterExpert Consulta 28 Feb 2016

<http://campus.waterxpert.com/course/view.php?id=50>

[5] Web: Wikipedia. Decantación (7 oct 2015) Consulta 2 Mar 2016.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Decantaci%C3%B3n>

[6] Web: Wikibooks. Ingeniería de aguas residuales " Tratamiento primario" (14 mayo 2015) Consulta 2 Mar 2016.

https://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Tratamiento_primario

[7] Dr. José Jaime SADHWANI ALONSO. Curso propio "Operación y Mantenimiento de Plantas de Desalación (Osmosis Inversa)" Realizado el 15 mayo 2015 en WaterExpert Consulta 10 Mar 2016

<http://campus.waterxpert.com/course/view.php?id=50>

3. Lógica, funcionamiento y modo de correcta operación.

3.1 Puntos a tener en cuenta por el operador.

El operario debe tener conocimiento de qué procesos se verán afectados por la puesta en marcha o detención de bombas. Deberá conocerse el punto de descarga y qué válvulas abrir o cerrar para dirigir los flujos de forma correcta según el criterio del operario.

Las reglas básicas para el funcionamiento de bombas centrífugas incluyen los siguientes puntos.

- 1.No accionar la bomba cuando los dispositivos de seguridad no se hayan instalado alrededor de las partes móviles.
- 2.No poner en marcha una bomba que haya sido bloqueada o marcada para mantenimiento o reparación. Un operario trabajando en la bomba podría herirse o el equipo podría sufrir daños.
- 3.Nunca haga funcionar una bomba centrífuga si el impulsor está seco. Asegúrese siempre de que la bomba este cebada.
- 4.Nunca intente poner en marcha una bomba centrífuga cuando el impulsor este girando en sentido contrario.

5.No opere una bomba centrífuga que vibre en exceso tras la puesta en marcha. Detenga la unidad y aíslala del sistema mediante el cierre de las válvulas de succión y descarga. Busque obstrucciones en el conducto de succión o en el impulsor.

Hay muchas situaciones en las que podría ser necesario poner en funcionamiento una bomba centrífuga a pesar de que la válvula de descarga este cerrada. Una vez la bomba esté cebada, funcionando e indicando una presión de descarga correcta, abra lentamente la válvula de descarga de la bomba hasta que esté completamente operativa.

Este procedimiento se emplea en procesos de tratamiento o sistemas de tuberías bajo una presión o vacío que no puede sufrir variaciones significativas mientras una bomba auxiliar pasa a estar operativa.

La mayoría de las bombas centrífugas empleadas en las plantas de tratamiento de agua están diseñadas para ponerse en marcha con facilidad incluso si no se han cebado. Esto se consigue mediante una succión estática positiva o una baja elevación de aspiración.

En la mayoría de estas disposiciones, la bomba no necesitará cebarse, siempre y cuando esta no tenga fugas junto con el sistema de tuberías. Las fugas permitirían que el agua drenara fuera de la voluta de la bomba. Cuando las bombas dejan de cebarse, casi siempre es a causa de una válvula de retención defectuosa en el circuito de descarga de la bomba.

Cuando una bomba requiera una revisión se procederá a su detención, bloqueando y precintando sus controles hasta que concluyan las comprobaciones.

3.2 Procedimiento de parada bomba centrífuga.

Este apartado contiene una serie de tareas a seguir para la detención de una bomba centrífuga. La precisión en los procedimientos de detención para cualquier tipo de bomba depende de las características del sistema de descarga. La parada repentina de una bomba podría provocar un severo evento llamado "Golpe de ariete" en el sistema de tuberías.

1. Revise el sistema afectado a causa de la bomba. Si es preciso ponga en marcha una bomba de reserva y notifíquelo al encargado
2. Antes de detener una bomba en funcionamiento, compruebe su rendimiento. Esto le indicará si se está produciendo alguna incidencia; si se necesita realizar algunos ajustes, o si la unidad tiene algún problema. Este procedimiento solo requiere un par de minutos.

Los componentes que se deben comprobar son:

- a) Perdidas por las juntas mecánicas (si han sido instaladas).

b) Presiones de funcionamiento en la bomba.

(1) Succión de la bomba (presión, vacío).

Un vacío mayor de lo normal podría indicar una obstrucción en el conducto de succión. Una presión de aspiración menor indicará un nivel de agua mayor (lado aspiración) o un desgaste localizado en el impulsor de la bomba.

(2) Presión de descarga de la Bomba.

La presión del sistema está relacionada con la presión de descarga de la bomba. Presiones de descarga más bajas de lo normal pueden estar provocadas por:

(a) Desgaste en el impulsor de la bomba.

(b) Un punto de descarga diferente puede cambiar las condiciones de presión de descarga.

(c) Una tubería de descarga rota puede cambiar la altura manométrica de descarga.

c) Temperatura en el motor y cojinetes. Si el motor o los cojinetes están demasiado calientes, se deberá averiguar si es a causa de un problema o es la temperatura normal de los componentes. Las altas temperaturas se pueden medir con un termómetro.

d) Ruidos inusuales, vibraciones, o señales similares en el equipo. Si ocurre algo de lo enunciado, indicará un cambio con respecto al funcionamiento de la bomba. Se puede necesitar un servicio de mantenimiento durante su detención.

3. Use el interruptor de parada del motor de la bomba y precíntelo. Si es posible, accione el interruptor estando junto al equipo para poder observar cómo se detiene.

Compruebe lo siguiente:

a. Compruebe el cierre y asiento de la válvula. La válvula no debería cerrarse de golpe, o podría desplazarse los soportes del circuito de tuberías de descarga. No debería haber ninguna fuga alrededor del eje de la válvula de retención. Si la válvula tiene un funcionamiento automático, esta debería cerrarse suave y firmemente hasta la posición de cerrado completo.

b. El motor y la bomba debería reducir su actividad poco a poco sin hacer paradas repentinas o ruidos extraños durante su apagado.

c. Tras la detención completa del equipo, el eje de la bomba y el motor no deberían rotar en sentido contrario. El eje de la bomba y el motor

rotarán en sentido contrario si la corriente de agua anteriormente bombeada está volviendo a entrar en la bomba mientras está detenida. Esto ocurrirá si hay una válvula de retención o de pie defectuosa. Si se observa dicha rotación proceda a cerrar lentamente la válvula de aislamiento de descarga de la bomba.

4. Vaya al panel de control que posea los interruptores de protección de la bomba y ábralo, bloquéelo y márquelo.

5. Vuelva a la bomba y cierre:

a. Válvula de descarga.

b. Válvula de succión.

6. Si es necesario, cierre y abra las válvulas situadas a lo largo del sistema de tuberías en el que ha estado descargando la bomba. [1]

3.3 Procedimiento de puesta en marcha bomba centrífuga.

Esta sección contiene una secuencia de pasos a seguir para poner en funcionamiento una bomba de tipo centrífuga.

1. Compruebe en el panel de control del motor los bloqueos y marcas. Examine dichas marcas por si existe algún componente por el que haya que evitar el arranque.

2. Inspeccione el equipo.

a. Asegúrese de que el interruptor de emergencia no está accionado

b. Los dispositivos de protección deben estar situados correctamente sobre las partes móviles.

c. Se debe limpiar la voluta de la bomba

d. Las válvulas deberían estar cerradas.

e. El eje de la bomba debería rotar con normalidad.

f. El motor de la bomba debe estar limpio así como sus ventilaciones.

g. Los niveles de lubricación de la bomba, motor y componentes auxiliares deben ser correctos.

h. Determine si se deberá adoptar alguna precaución adicional durante la puesta en marcha.

3. Siga la ruta de la descarga de la bomba en el sistema de tuberías. Asegúrese de que las válvulas están en la disposición correcta y que el flujo procedente de la bomba se descargará en el sitio deseado.

4. Vuelva al panel de control del motor.

a. Deshágase de las marcas indicadoras de parada.

b. Proceda al desbloqueo.

c. Cierre la protección eléctrica de la bomba

d. Ponga el selector en modo manual (si dispone de un equipo automático).

5. Vuelva al equipo de la bomba.

a. Abra lentamente la válvula de succión de la bomba.

b. Expulse el aire fuera de la voluta con el propósito de cebar la bomba. Algunas bombas están equipadas con válvulas de seguridad para esta función.

c. Cuando la bomba este cebada, abra lentamente la válvula de descarga y vuelva comprobar el cebado de la bomba.

d. Desbloquee el botón de parada de emergencia y activa el interruptor de puesta en marcha. La bomba debería empezar a funcionar.

6. Inspeccione el equipo.

a. El motor debería coger ritmo con rapidez. Si dispone de un amperímetro, compruebe que no haya un gasto de energía excesivo durante la puesta en marcha o funcionamiento normal. La mayoría de los motores de inducción de tres fases empleados en las plantas de tratamiento de agua requerirán de 5 a 7 veces la energía que gastan en la fase de funcionamiento normal, únicamente durante el corto período de tiempo que necesitan para alcanzar la velocidad de trabajo.

b. No deberían producirse ruidos o vibraciones inusuales durante la puesta en marcha.

c. La válvula de retención debería estar abierta sin presentar irregularidades.

d. Las presiones de succión y descarga de la bomba deberían estar dentro del intervalo establecido para su correcto funcionamiento.

e. En bombas con empaquetaduras, el flujo de las prensaestopas debe ser normal.

f. Si dispone de Caudalímetro en la zona de descarga de la bomba, registre su lectura.

7. Si la unidad está funcionando adecuadamente, regrese al panel de control del motor y configure el selector de modo de operación en la posición correcta (MANUAL/AUTO/OFF).

8. La bomba y el equipo auxiliar deberían ser revisados rutinariamente tras su vuelta al servicio. [2]

3.4 Tipos de Válvulas en instalación.

Generalidades:

Todas las válvulas poseen un determinado coeficiente de pérdida "Cv" que varía en función del grado de apertura de la misma.

El Cv es una constante que define el caudal que pasa a través de una válvula en función de una pérdida de carga determinada y viene definida por la siguiente fórmula (agua con densidad 1T/m³).

$$Q = CV * \left(\frac{\Delta P}{\delta}\right)$$

Donde:

Q= caudal en m³/h

ΔP = pérdida de carga en bar.

δ = densidad del fluido.

Válvula de mariposa: es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada «mariposa», que gira sobre un eje. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo.

En el ámbito de las válvulas para uso en hidráulica, se distinguen por las siguientes características:

- Están en todos los casos contenidas en el interior de la tubería;
- Tienen una baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas.
- La relación entre el área de paso y el ángulo de giro de la mariposa no es lineal.

Hay que distinguir básicamente dos tipos de válvulas de mariposa:

- Válvulas de mariposa de eje centrado.
- Válvulas de mariposa de eje descentrado.



Válvula de bola: es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o *bola* perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).

Este tipo de válvulas no ofrecen una regulación precisa al ser de $\frac{1}{4}$ de vuelta. Su ventaja es que la bola perforada permite la circulación directa en la posición abierta con una pérdida de carga bastante más reducida que las de asiento, y corta el paso cuando se gira la maneta 90° y cierra el conducto.

Las válvulas de bola manuales pueden cerrarse rápidamente, lo que puede producir un golpe de ariete. Por ello y para evitar la acción humana pueden estar equipadas con un *servomotor* ya sea neumático, hidráulico o motorizado.

Atendiendo al número de conexiones que posee la válvula, puede ser de dos o tres vías.

Las válvulas con cuerpo de una sola pieza son siempre de pequeña dimensión y paso reducido. Este tipo de construcción hace que la válvula tenga un precio reducido.

Las válvulas con cuerpo de dos piezas suelen ser de paso estándar. Este tipo de construcción permite su reparación.

Las válvulas de tres piezas permiten desmontar fácilmente la *bola*, el *asiento* o el *vástago* ya que están situados en la pieza central. Esto facilita la limpieza de

sedimentos y remplazo de partes deterioradas sin tener que desmontar los elementos que conectan con la válvula.



Válvula de compuerta: es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido.

Lo que distingue a las válvulas de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña. Las válvulas de compuerta no son empleadas para regulación.

Ventajas:

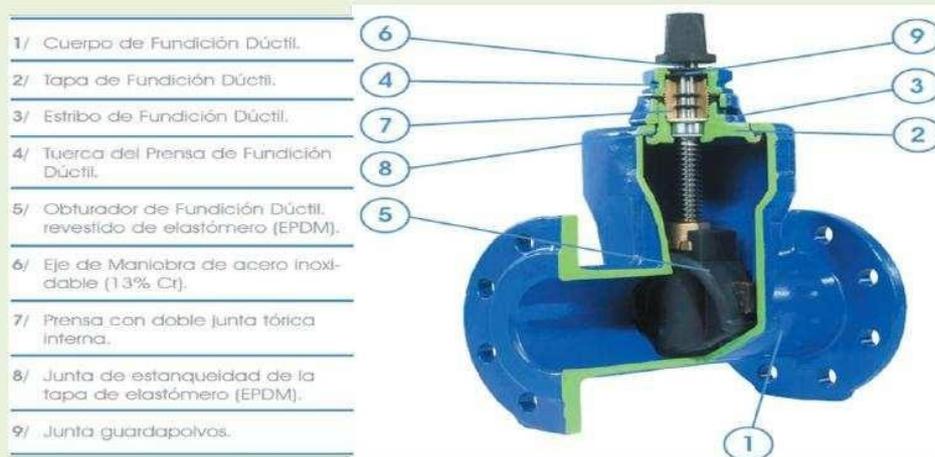
- Alta capacidad.
- Cierre hermético.
- Bajo costo.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

Desventajas:

- Control deficiente de la circulación.
- Se requiere mucha fuerza para accionarla.
- Produce cavitación con baja caída de presión.
- Debe estar abierta o cerrada por completo.
- La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y del disco. La válvula de compuerta es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido.

Lo que distingue a las válvulas de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras

del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña. Las válvulas de compuerta no son empleadas para regulación.



Electroválvula: es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, en las que un motor acciona el mecanismo de la válvula, y permiten otras posiciones intermedias entre todo y nada.

Electroválvulas sencillas:

Las electroválvulas de tipo directo pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación. Es decir, en el primer caso la válvula se mantiene cerrada por la acción de un muelle y el solenoide la abre venciendo la fuerza del muelle.

Electroválvula asistida:

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

Electroválvulas de tres vías

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas, en una válvula de tres vías. Este tipo de

electroválvulas a menudo se usan en los sistemas que tienen calefacción y preparación de agua caliente sanitaria lo que permite permutar el calentamiento de uno u otro sistema alternativamente utilizando una sola bomba de circulación.



Válvulas anti retorno: también llamadas válvulas de retención, válvulas uniflujo o válvulas *check*, tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en circulación -bien sea gaseoso o líquido- en un sentido y dejar paso libre en el contrario. Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado. También se las suele llamar válvulas unidireccionales.

Las válvulas anti retorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

Hay varios tipos de válvula de retención:

- Válvula de clapeta oscilante: una clapeta oscilante funciona como obturador y cierra el paso, por gravedad, cuando el fluido circula en dirección no deseada (ver figura, al principio). Funcionan por gravedad, por lo que deben colocarse en una posición determinada.
- Válvula de muelle: no es necesario que mantengan una posición determinada, pues su funcionamiento no depende de la gravedad; de estas hay dos tipos
 - en uno, un muelle tarado a cierta presión, sostiene un obturador sobre un anillo de cierre; la presión del agua vence la resistencia del muelle dejando pasar el fluido, pero el muelle cierra el paso cuando el fluido circula en sentido contrario;
 - en el otro, llamado de doble clapeta, dos clapeta semicirculares, giran sobre un eje, cerrando el paso cuando están alineadas; un muelle las mantiene en posición, pero no interviene en la

retención. Tiene menor pérdida de carga que la anterior, a cambio el cierre es menos estanco.

- Válvula de pistón: un émbolo, terminado en un obturador se apoya sobre el anillo de cierre; está alojado en un pistón cilíndrico de modo que el fluido, al pasar en la dirección correcta, levanta el émbolo, pero al cambiar de dirección, el émbolo asienta sobre el anillo; la forma del apoyo del émbolo ayuda a que la presión del agua en retroceso apriete el obturador sobre el anillo de cierre. Como la primera, requiere ser montada en posición adecuada, pues también funciona por gravedad. [4]



3.5 Lavado del sistema de filtración.

Cuando el sistema de supervisión detecta la máxima pérdida de carga desencadena la fase de lavado del filtro. En ese momento el sistema activa el cierre de la válvula/compuerta de entrada del agua influente, y permite que el agua retenida en el filtro percole hacia el falso fondo para posteriormente cerrar la válvula de aislamiento del agua filtrada.

A partir de ese momento se activa el sistema de lavado, y se abre la válvula de salida de agua de lavado. En primer lugar activará el sistema de soplantes que aplicará un caudal aproximado de 50-60 m³/h.

Luego de un tiempo prefijado en el sistema de supervisión, cesa la aportación de aire de lavado y se activa el arranque de las bombas de lavado. Algunos proyectistas, terminada la fase de agitación con aire, efectúan un lavado mixto de aire y agua. Para efectuar esto se reduce la velocidad de la soplante de aire y se arranca una bomba de agua de lavado.

Terminada la fase de agitación se detienen las sobranes y se arrancan las bombas de agua de lavado, que se dejan funcionar por un período previamente fijado en el sistema de supervisión.

Para la inyección de agua de lavado se suelen utilizar bombas centrífugas de tipo horizontal que aspiran el agua de lavado del depósito de salmuera. Para que éstas puedan arrancar, el sistema de supervisión verificara que en el depósito de agua de lavado existe suficiente nivel para permitir el arranque de las bombas.

El agua de lavado con los sólidos retenidos pasa a un tanque de recuperación

para su posterior tratamiento. Efectuada la limpieza del filtro se vuelve a desarrollar el ciclo de filtración. En este caso se procede a cerrar la válvula/compuerta de salida del agua de lavado y la válvula de entrada de agua de lavado. El sistema activa la apretura de la válvula de salida de agua filtrada (válvula regulación) y le envía una señal para que ésta mantenga un grado de cierre determinado.

Por otra parte el sistema activa la apertura de la válvula/compuerta de entrada de agua a filtrar. El agua comenzará a filtrar a través del hecho y por tanto poco a poco seguirá incrementando la pared de carga del mismo.

El nivel de control colocado en cada uno de los filtros mantendrá la lámina de agua del mismo en un valor predeterminado y fijado en el sistema de supervisión. A medida que el nivel de agua rebasa dicho nivel prefijado el sistema de supervisión dará la indicación a la válvula de regulación de abrir un poco más el órgano de cierre para así disminuir la pérdida de carga en la misma y mantener el nivel de agua en el filtro en las cercanías del valor prefijado.

La pérdida de carga seguir aumentando y en paralelo la válvula de regulación seguir abriendo el órgano de cierre hasta llegar a un punto en que éste estará totalmente abierto. A partir de ahí cuando el medidor de nivel lea un valor de nivel de agua superior al valor prefijado en el sistema, el sistema de supervisión procederá a activar la rutina del abogado del filtro. [5]

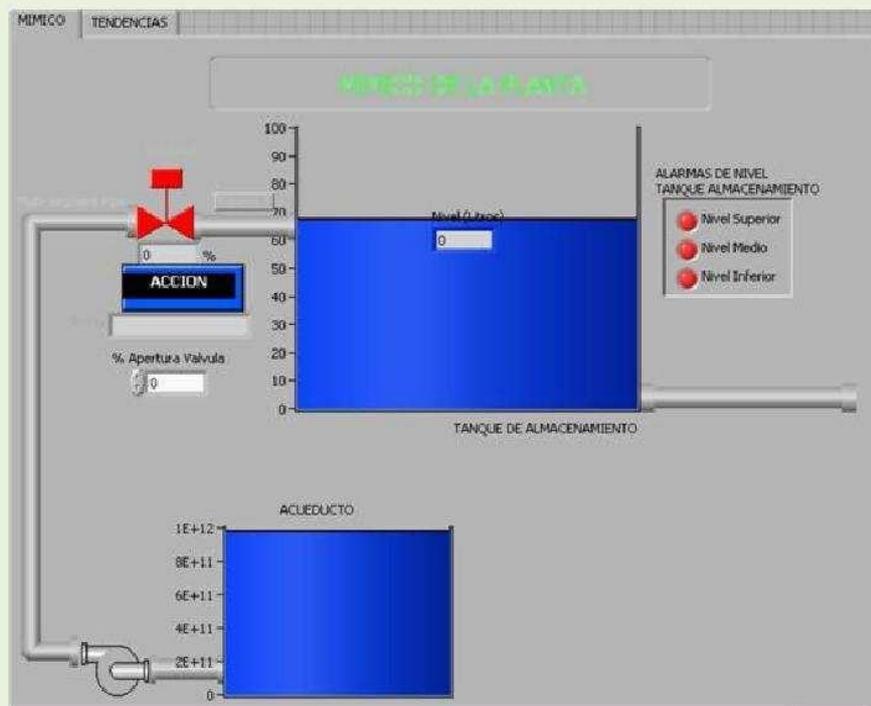
3.6 Funcionamiento del depósito de reactivo.

El depósito de almacenamiento incorporara un medidor de nivel visual y tres sondas o contactos de nivel.

El nivel alto proporcionará una alarma y provocara un disparo (parada automática) de la bomba de trasvase.

El nivel bajo proporcionará una alarma indicando que el depósito hay que llenarlo/ avisa que en breve plazo las bombas no estarán operativas.

El tercer nivel, el de muy bajo, provocará una alarma en el SCADA, un enclavamiento en las bombas dosificadoras en el caso de estar paradas, impidiendo su arranque y la parada de las bombas dosificadoras que estén en servicio.



3.7 Puesta en marcha de la bomba de alta presión.

En el proceso de puesta en marcha de éstas, en primer lugar se procederá a arrancar el sistema de lubricación de los rodamientos.

Para ello se arrancaran las centralitas de lubricación de los rodamientos de los motores de las bombas de alta presión. Cuando se reciba la señal de presión correspondiente a los rodamiento del motor, se tendrá permiso par pasar al siguiente paso.

El sistema activara la apertura de válvula de impulsión de la bomba a arrancar en la posición de 5% de apertura (este % se confirmara en la fase de puesta en marcha).

A partir de ahí se procederá con el siguiente método:

Arranque de una segunda bomba de baja presión a baja velocidad. Con el variador de esta se regulará la velocidad en función del valor prefijado en el sistema de control y detectado por el transmisor de presión situado en el colector de aspiración (este valor será de aprox. 3 bar, a confirmar en la P.M.).

Se abrirá la válvula de aislamiento y se arrancará la bomba de alta presión. El caudal de alimentación a los bastidores irá aumentando. La bomba Booster de recuperadores tratará de mantener constante el caudal de recirculación al valor prefijado.

La válvula de salida de recuperadores tratará de mantener constante, según el valor prefijado, el caudal de entrada al sistema de recuperación. Por lo tanto todo el caudal que aporte la bomba de alta presión tendrá que salir como producto.

Posteriormente se procede a la apertura progresiva de la válvula regulación de macho situada en la impulsión de la Bomba de Alta Presión.

Durante la fase de puesta en marcha se establecerá una rampa y tiempo de apertura de esta válvula (entre 1,5 y 2 minutos), de manera que no se produzcan golpes de presión en la alimentación a bastidores.

El grado de apertura de la válvula vendrá indicado por el transmisor de presión situado en la alimentación a bastidores.

Nota:

Es muy importante que el operador de la planta compruebe previamente a la puesta en marcha de la bomba el estado de todas las válvulas que afecte a la alimentación previa a la zona de batidores.

3.8 Puesta en marcha de circuito de recuperación de energía ERI.

Este sistema, desarrollado por la empresa californiana Energy Recovery Inc., utiliza el principio de desplazamiento positivo para transmitir la energía que tiene la corriente de rechazo del equipo de osmosis inversa, la salmuera, directamente a la corriente de agua de alimentación. Para este fin se usa un rotor cilíndrico, de material cerámico, con tubos longitudinales paralelos a su eje de rotación.

Se arrancará una de las bombas de baja presión, comenzando a baja velocidad e incrementándola hasta conseguir el caudal nominal del circuito de recuperación, fijado de antemano en el sistema de control.

El agua será drenada por la válvula de drenaje.

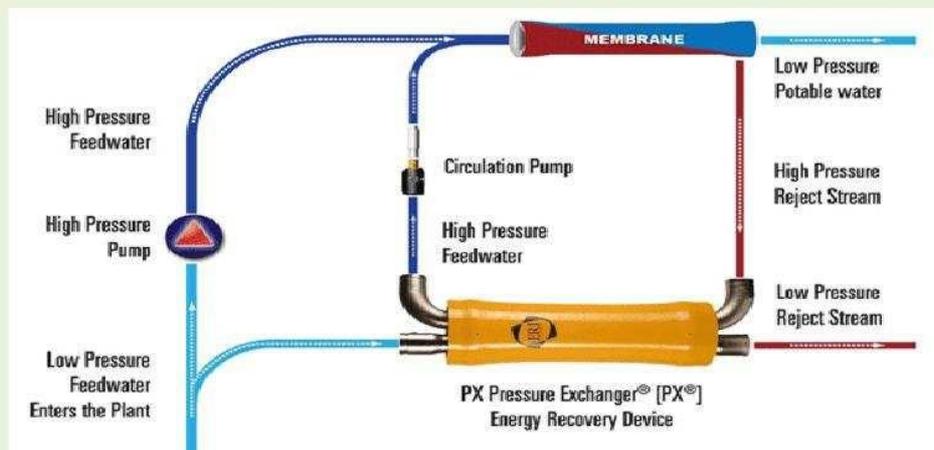
Se procede a abrir la válvula de aislamiento de entrada de agua de mar a cámaras y se cierra la válvula de drenaje.

En este punto el agua de mar pasará por el circuito de recuperación. La válvula de salida de cámaras regulará el caudal con el lazo del medidor de caudal de alimentación de agua de mar. Pasados entre 5 y 10 minutos se

procede a arrancar las bombas Booster.

- Se activa el arranque de la bomba Booster de los recuperadores correspondientes a la línea que se va a poner en servicio.

En este punto comenzarán a girar los rotores de las cámaras ERI. La válvula de salida de las cámaras regulará el caudal con el lazo establecido con el medidor de caudal de alimentación de agua de mar. Pasados un periodo de tiempo prefijado (aprox. 10 minutos) y después de tener la certeza de que no queda aire en el sistema se procede a arrancar la bomba de alta presión. [6]



3.9 Sistema de desplazamiento y lavado químico (procedimiento).

En cuanto a la lógica de funcionamiento el procedimiento es el siguiente:

El nivel mínimo en el depósito de reactivo impedir al funcionamiento de las bombas centrífugas en cualquier situación y además dará alarma al sistema de supervisión.

En el sistema Scada se dispondrá de un selector para cada bomba con lo que se podrá elegir o bien efectuar el lavado o en su caso revisar el desplazamiento.

A continuación describiremos la lógica de funcionamiento en automático para el Sistema de Desplazamiento.

Desplazamiento:

Esta operación consiste en el barrido automático de las sales que quedan en el bastidor de membranas. Se realiza al finalizar el ciclo de producción de permeado y cuando se considere que el bastidor va a quedar fuera de producción durante un tiempo superior a cuatro horas.

El agua que aspiran las bombas de desplazamiento proviene de la salida de permeado de las otras líneas que en ese momento estén en producción o bien del depósito de almacenamiento de agua producto. Por tanto en esta operación las bombas de desplazamiento no disponen de protección por nivel mínimo.

El sistema automático arrancará una bomba de desplazamiento, una vez haya transcurrido un cierto tiempo de espera (desde la parada del tren de ósmosis), prefijado por operador en el sistema supervisión. Por otra parte el operador deberá fijar además:

- El tiempo que debe durar el barrido de desplazamiento
- El tiempo de retardo de apertura de la válvula de entrada de agua desplazamiento.
- El tiempo de retardo de parada de la bomba de desplazamiento.

De forma resumida la secuencia de funcionamiento será:

Una vez transcurrido el tiempo de espera, después de la parada del bastidor, sobre el que se va a actuar, se deberá:

- Abrir al 100 % la válvula de entrada al bastidor.
- La válvula manual debe estar completamente abierta.
- Se procede a arrancar una bomba desplazamiento.

A partir de ese momento comienza a contar el tiempo de retardo de la apertura de la válvula de entrada de desplazamiento:

- El sistema manda abrir la válvula de entrada de agua de desplazamiento.
- Comienza a contar el tiempo de desplazamiento prefijado en el sistema

Transcurrido el tiempo programado para desplazamiento, se inicia el periodo de tiempo de retardo de parada de la bomba. A partir de ahí se detiene la bomba de desplazamiento, se cierran las válvulas de entrada a la turbina de recuperación y se cierra la válvula de entrada al bastidor.

A partir de esto se produce el retardo de cierre de la entrada del desplazamiento y finalmente se procede a cerrar la válvula de entrada de agua de desplazamiento.

Lavado químico:

Este procedimiento es necesario para poder restaurar la capacidad de filtración de las membranas del bastidor y eliminar así posibles incrustaciones.

Se trata de una maniobra totalmente manual y que depende del operador de la planta.

Se deberá llenar el depósito de preparación de solución para el lavado. Posteriormente el operador conectará la resistencia de calentamiento del agua de dicho tanque. Cuando haya alcanzado la temperatura adecuada el operador pondrá en funcionamiento el agitador, y verterá el producto de limpieza esperando un tiempo determinado para permitir la homogenización de la mezcla.

A partir de ese momento procederá de la siguiente manera:

- Se deberá cerrar la válvula recirculación.
- Abrir la válvula entrada.
- Asegurarse de que las válvulas de entrada de agua desplazamiento , la válvula de entrada al bastidor y la válvula manual de entrada a turbina están completamente cerradas

A partir de ese momento, el operador deberá abrir la válvula manual de retorno de la solución de lavado al tanque y la válvula de entrada de agua de lavado. El operador deberá seleccionar en el sistema SCADA una de las bombas de lavado.

Cabe mencionar que ambas bombas están enclavadas con el nivel mínimo del depósito de reactivo de lavado. El agua de lavado empieza a circular por el circuito pasando por el filtro de cartucho, que será el encargado de retener las partículas arrastradas por el lavado.

Finalmente en la fase de aclarado se abre la válvula de drenaje, se procede a cerrar la válvula de entrada y se abre la válvula de drenaje de manera que la bombas puedan aspirar agua permeada, arrastrando así la solución de limpieza hacia el drenaje del permeado, y el rechazo hasta el tanque de lavado, donde saldrá por rebose a la red general de drenajes.

3.10 Tratamiento de agua lavado de filtros.

Una vez se alcanza un determinado nivel en el depósito de agua a tratar, el sistema de supervisión comienza a efectuar lecturas del valor de pH del fluido.

En el caso que éste no esté comprendido dentro de un rango prefijado en el

sistema de supervisión, el sistema activará la dosificación de reactivos. Gracias al agitador que está instalado en dicho depósito, se produce una mezcla íntima entre el agua y el reactivo.

Mientras tanto el medidor de pH seguirá registrando este parámetro hasta determinar que se alcanza el valor prefijado. En ese momento el sistema de supervisión manda detener la dosificación y procede a arrancar la bomba de trasiego, que envía el fluido hasta la cámara de mezcla y agitación previa al decantador.

En paralelo se activará asimismo la dosificación de polielectrolito, el agitador de la Cámara de mezcla y el agitador de la Cámara de floculación. De esta manera se pone en marcha el proceso de tratamiento de decantación de las partículas presentes en el agua de lavado de filtros, drenaje del saturador de cal, etc.

El agua clarificada pasa por gravedad a una arqueta auxiliar desde la cual se alimenta las bombas de transporte de agua limpia, que le envían a la entrada del Pretratamiento. Estas bombas están gestionadas por un medidor de nivel colocado en dicha arqueta.

Durante el proceso de decantación se irá incrementando la altura de la manta de fangos. Gracias a que disponemos de un medidor de nivel de dicha manta, el sistema de supervisión activará el proceso de purga de fangos cuando el nivel de la manta alcance un valor prefijado.

Llegado este momento el sistema activará la apertura de las válvulas neumáticas de purga de fondo y las bombas correspondientes. Estas últimas procederán a enviar el fango hasta el depósito de almacenamiento desde donde se alimenta al sistema de deshidratación.

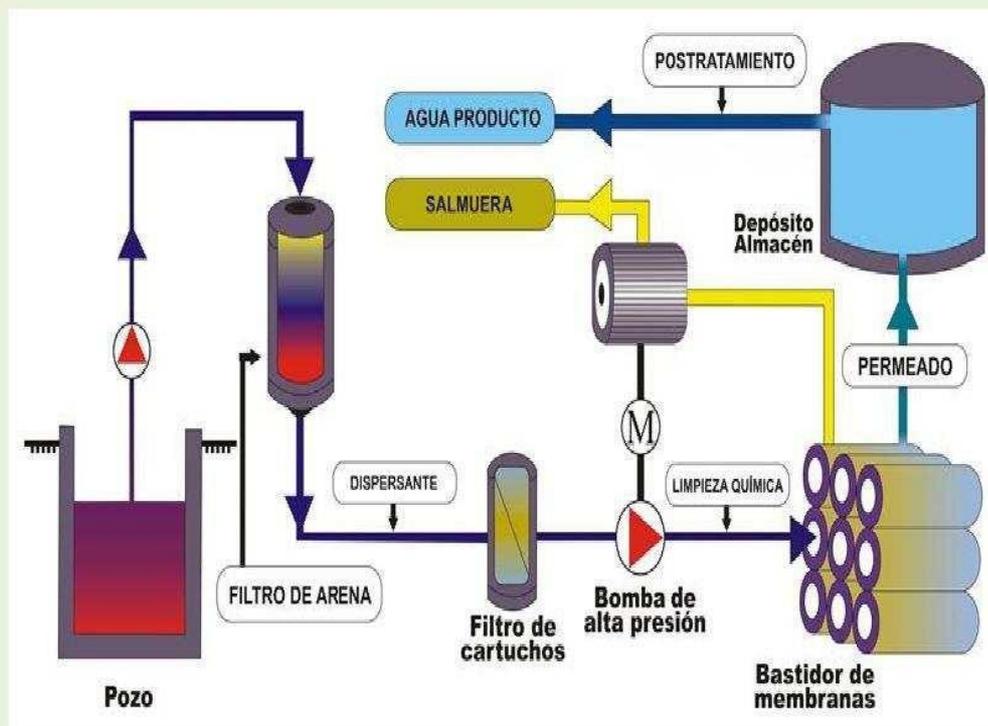
El sistema de purga se detendrá cuando el sensor de nivel de fango alcance un valor mínimo prefijado en el sistema de supervisión. El agitador existente en el depósito de almacenamiento de fango se pondrá en marcha cuando exista un nivel mínimo prefijado por el operador en el sistema SCADA.

Por otra parte en el caso que el nivel presente en este depósito alcanzará un valor máximo, el sistema procederá a detener la purga de fangos, en el caso que estuviera activada, y enviará una señal de alarma al sistema de supervisión. Dado que el proceso de decantación funciona de manera más eficiente cuando lo hace de forma continua, las bombas de trasiego de agua a tratar estarán equipadas con mayor frecuencia. De esta manera se podrá ajustar el caudal de trasiego en función de la forma de operar de la planta (lavado de filtros, etc.)

En el caso que se detectara un nivel bajo en el depósito de almacenamiento de agua a tratar, el sistema de supervisión activará la detención de las bombas de trasiego, detendrá la aportación de su floculante y la agitación en la Cámara de

mezcla. Se debe indicar que la dosificación de polielectrolito se hará en función de la medición de caudal determinada por el medidor colocado a tal fin a la entrada de la cámara de agitación y mezcla.

Finalmente se obtiene la lectura informativa del caudal de fango extraído del sistema y del caudal de agua circulado a la cabeza de la instalación.



3.11 Bibliografía.

[1], [2], [3], [4] [5]] Dr. José Jaime SADHWANI ALONSO. Curso propio "Operación y Mantenimiento de Plantas de Desalación (Osmosis Inversa)" Realizado el 15 mayo 2015 en WaterExpert Consulta 12 Mar 2016
<http://campus.waterexpert.com/course/view.php?id=50>

[6] José Antonio Medina San Juan. Desalación de aguas salobres y de mar Osmosis Inversa. Mundi-Prensa, 2000. Consulta 15 Mar 2016.

4. Mantenimiento de los componentes de la planta.

4.1 Plan de mantenimiento general de la planta.

REPORTES DE OPERACIÓN	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Registro de parámetros de operación	03 veces al día
BOMBA DE ALIMENTACION	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Lectura de corriente de fase	Trimestral
Cambio de sello mecánico	Anual
Cambio de rodamientos	Anual
FILTRO MULTI MEDIA	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Lubricación de sellos y espaciadores	Semestral
Cambio de sellos y espaciadores	Anual
Cambio de kit de pistón	12 a 18 meses
Desinfección de media filtrante	12 – 18 meses
Cambio de media filtrante	Después de los 05 años
BOMBAS DOSIFICADORAS	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Calibración de bombas dosificadoras	Mensual
Limpieza de cabezal y diafragma	Trimestral
Cambio de KopKIT	Anual
inspección de inyector	Semestral
Inspección de válvula de pie	Semestral
ELECTRO-VALVULA DE INGRESO	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Inspección de la electro-válvula	Semestral
FILTRO DE CARTUCHO	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Revisión y/o cambio de cartucho	Quincenal / Mensual
BOMBA DE ALTA PRESION	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Lectura de corriente de fase	Trimestral
Cambio de sello mecánico	Anual
Cambio de rodamientos	Anual
PRESOSTATO DE BAJA	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Pruebas de baja	Semestral
MEMBRANAS	

ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Limpieza de membranas	Cada 3 - 4 meses
Inspección y cambio de O´rings de conectores	anual
CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Calibración de sensor de conductividad	Semestral
Calibración de ORP	Semestral
Inspección / Limpieza del electrodo de ORP	Mensual
Cambio de sensor de ORP	12 a 18 meses
TABLERO DE CONTROL	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Ajuste y limpieza de borneras	Semestral
Revisión de programa	Anual

4.2 Plan de mantenimiento bomba de alta presión.

Mantenimiento y reparación

- No debe desmontarse totalmente la bomba para su reparación.
- Tener mucho cuidado en el desmontaje.
- Es necesario un cuidado especial al examinar y reacondicionar los ajustes.
- Limpiar completamente los conductos de agua de la carcasa y repintarlos.
- Al iniciar una revisión total deben tenerse disponibles juntas nuevas.
- Estudiar la erosión la corrosión y los efectos de cavitación en los impulsores.
- Verificar la concentricidad de los nuevos anillos de desgaste antes de montarlos en los impulsores.
- Revisar todas las partes montadas en el rotor.
- Llevar un registro completo de las inspecciones y reparaciones.

Lubricación:

Acoplamientos:

Los acoplamientos con elementos impulsores de caucho no requieren lubricación. La mayoría de los otros acoplamientos requieren alguna forma de lubricación. Consultar las instrucciones del fabricante para las recomendaciones.

Cojinetes:

la frecuencia de la lubricación depende de las condiciones y el ambiente en que se encuentra funcionando el equipo; por lo tanto, los intervalos de lubricación deberán determinarse por experiencia. Se puede usar la Tabla 1 como guía general para la re lubricación con grasa. Los lubricantes deben cambiarse únicamente cuando están contaminados con tierra o polvo, partículas metálicas, descomposición por humedad o alta temperatura. Se debe añadir una cantidad pequeña de grasa cada 400 horas de funcionamiento, aproximadamente. La caja de cojinetes debe estar 1/3 llena de grasa.

Los componentes lubricados por aceite tienen lubricadores o aceiteras de nivel constante. Todos los lubricantes tienen tendencia a deteriorarse con tiempo; por lo tanto, tarde o temprano será necesario cambiar el lubricante viejo con uno nuevo. Los cojinetes que se desarmen pueden limpiarse con mucha más facilidad que los cojinetes que permanecen montados el equipo. Se pueden usar solventes con más libertad y eficacia.

Para limpiar los cojinetes sin desmontarlos, se puede hacer pasar aceite ligero caliente a 180°- 200° F a través de la caja mientras se hace girar lentamente el eje. Los aceites ligeros de los transformadores, aceites de usos o aceites para lavado de automóviles son adecuados para la limpieza de cojinetes, pero no es recomendable usar ninguno más pesado que el aceite ligero para motor (SAE 10). No se recomienda el uso de solventes colorados de ninguna clase para limpiar los cojinetes.

Para los cojinetes de bolas, el nivel de aceite debe estar hasta más o menos la mitad de la bola más baja. Para los cojinetes lisos lubricados por anillo, el nivel de aceite debe estar hasta aproximadamente 1/8" por encima del punto más bajo del anillo de lubricación.

Prensaestopa:

El propósito de la prensaestopa es limitar o eliminar la fuga de fluido de la bomba e impedir la entrada de aire a los espacios de aspiración del eje de la bomba. Las bombas están equipadas con empaquetaduras (fuga limitada) o sellos mecánicos (ninguna fuga). Normalmente, el líquido bombeado se usa para lubricar el sello de prensaestopa. Si el líquido está sucio, arenoso o contiene material que puede ensuciar o atascar el sello, usar un líquido sellador de una fuente exterior. Si la presión de aspiración es superior a la presión atmosférica, no es necesario sellar la tubería. Para las bombas equipadas con empaquetadura, siempre habrá una ligera pérdida o fuga de los casquillos. La cantidad de fuga es muy difícil de definir, pero recomendamos un goteo constante de líquido a través de los casquillos. Los casquillos de prensaestopas deben ajustarse después de arrancar la bomba.

Cuando la fuga es excesiva, apretar uniformemente los pernos de los casquillos un poco a vez. Dejar pasar un intervalo para que la empaquetadura se ajuste a la posición nueva. No apretar nunca un casquillo hasta dejarlo a prueba de fugas. Esto causara el sobrecalentamiento y desgaste indebido de los manguitos del eje. Reemplazar la empaquetadura del prensaestopa de la manera siguiente:

1. Apagar la bomba.
2. Tomar precauciones para que la bomba no arranque inadvertidamente.
3. Quitar las tuercas, pernos, y el casquillo.
4. Retirar los anillos retenedores de empaquetadura viejos y descartarlos. Notar la ubicación del anillo de cierre hidráulico (linterna). Cuando se vuelva a colocar la empaquetadura del prensaestopa, el anillo de cierre hidráulico debe quedar colocado de forma tal que la conexión de sello de agua quede opuesta al anillo.
5. Limpiar la prensaestopa.
6. Inspeccionar desgaste en el manguito del eje- si esta rayado o rasurado, cambiarlo.
7. Asegurarse que el buje (si se suministra) del prensaestopa este apoyado en el fondo del prensaestopa.
8. Insertar los anillos retenedores de empaquetadura y golpearlos suavemente para asentarlos contra el buje. Asegurarse que los anillos sean del tamaño y longitud correctos y que queden colocados con los cortes escalonados. El anillo de cierre hidráulico (linterna) debe quedar en sentido contrario a la conexión de agua de sellado.
9. Instalar el casquillo y apretarlo a mano. Con la bomba funcionando, ajustar el casquillo como se describe previamente. Se debe tener cuidado durante primera hora de funcionamiento para apretar gradualmente la empaquetadura lo suficiente para mantener la cantidad requerida de fuga.

Si la bomba funciona diariamente, se debe reemplazar la empaquetadura del prensaestopa cada dos o tres meses antes de que se endurezca y raye los manguitos del eje.

Los sellos mecánicos se deben sacar, armar y ensamblar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No debe haber ninguna fuga del casquillo cuando se usan sellos mecánicos, excepto durante un breve periodo de rodaje.

Huelgo de los anillos de desgaste:

El ajuste de rotación libre entre los anillos de desgaste se encuentra en las especificaciones de la bomba. Cuando estos huelgos se duplican, o la capacidad de la bomba se reduce en 5 a 10%, es necesario cambiar los anillos. La finalidad de estos anillos es mantener a un mínimo la desviación interna del líquido que se

está bombeando. Los huelgos deben verificarse periódicamente y cada vez que se abre la carcasa de la bomba. Verificar con una galga de separaciones o mediante medición directa. Medir el diámetro interior del anillo de la carcasa y el diámetro exterior del anillo del impulsor y después calcular el huelgo (diámetro interior menos diámetro exterior).

Inspección:

Inspeccionar visualmente las piezas en busca de daño que afecte el grado de eficiencia. Revisar las juntas tóricas y las juntas obturadoras en busca de grietas, mellas, o rasgaduras; los anillos retenedores de empaquetadura en busca de compresión excesiva, hilachas o desmenuzamiento, o partículas incrustadas.

Montaje:

El montaje se hace en orden inverso al procedimiento de desmontaje. Las siguientes sugerencias serán de utilidad durante el montaje de la bomba:

1. Todas las piezas, por dentro y por fuera, deben estar limpias. La tierra y arenilla cause desgaste excesivo, además de la paralización innecesaria de la bomba.
2. Asegurarse que las cuñas estén en su posición correcta.
3. Instalar el impulsor con las paletas orientadas en la dirección correcta. La rotación de la bomba se define mirando desde el extremo del motor. La inclinación de las paletas del impulsor debe ser en sentido opuesto a la rotación de la bomba.
4. No apretar la tuerca del manguito al eje hasta que se haya colocado el impulsor en el centro del caracol o voluta. Esto se hace aflojando o apretando las tuercas contra los manguitos según se requiera, empujando así el impulsor a su lugar.
5. Asegurarse que los anillos de la carcasa estén en la posición correcta. El anillo semi realzado debe quedar en el lado exterior y totalmente dentro de la mitad inferior de la carcasa, asegurarse que el anillo este totalmente asentado.
6. Asegurarse que la empaquetadura no bloquee la entrada de agua de sellado.
7. Antes de colocar la mitad superior de la carcasa, girar el eje a mano para verificar que no haya ninguna pieza atascada.
8. El montaje del cojinete se simplifica calentando el cojinete completo, permitiendo que se expanda lo suficiente para deslizarlo sobre el eje. La mejor manera de calentarlo es sumergiéndolo en un baño consistente de

10 a 15% de aceite soluble en agua y dejar que hierva. Esta mezcla no se puede sobrecalentar, no es inflamable, se escurre fácilmente lo que permite una manipulación más cómoda, sin embargo deja una película de aceite suficiente para proteger las superficies de los cojinetes contra oxidación. [1]

4.3 Solucionador de problemas bomba de alta presión.

En la mayoría de los casos, las averías son exteriores a la bomba y las causas siguientes deberán investigarse cuidadosamente antes de hacer reparaciones:

No hay entrega de agua:

- La bomba no está cebada- indicado por falta de presión en la descarga.
- La velocidad es demasiado lenta- indicado por baja presión en la descarga.
- La válvula está cerrada- indicado por una gran altura de impulsión.
- El impulsor está totalmente obstruido- indicado por una baja presión de descarga.

Cantidad de agua entregada es baja:

- Escape de aire en el tubo de aspiración o prensaestopas.
- Velocidad demasiado baja.
- La altura de impulsión es más alta que lo anticipado.
- El impulsor está parcialmente obstruido.
- Obstrucción en la tubería de succión.
- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados; impulsor dañado; carcasa o sello defectuoso.

Presión no es suficiente:

- La velocidad no es suficiente. Podría ser causado por bajo voltaje o características de corriente eléctrica diferentes a las indicadas en la placa de servicio del motor.
- El aire en el agua hace que la bomba cruja.

- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados; impulsor dañado; carcasa o sello defectuoso.

Funcionamiento intermitente:

- Goteos en la tubería de aspiración.
- Sello de agua obturado (por consiguiente, el prensaestopa tiene fugas).
- Altura de succión muy alta.
- Aire, gas o vapor en el líquido.

La bomba sobrecarga el motor:

- Velocidad demasiado alta.
- La altura piezométrica es más baja que la nominal, por lo tanto se bombea demasiada agua. (esto es válido para las bombas de velocidad baja específicas).
- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados; impulsor dañado; carcasa o sello defectuoso.
- Frotación debido a materia extraña en la bomba entre los anillos de la carcasa y el impulsor.

La bomba vibra:

- Alineación incorrecta.
- Los cimientos no son lo suficiente rígidos.
- El impulsor está parcialmente obstruido.
- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados; impulsor dañado; carcasa o sello defectuoso.
- Los tubos de aspiración y descargue no están anclados.
- Hay cavitación de la bomba debido a una altura de aspiración demasiado alta.
- Arrastre de aire en la aspiración de la bomba debido a una inmersión poco profunda. [2]

4.4 Solucionador de problemas del recuperador de energía.

SINTOMA	CAUSA PROBABLE	ACCION CORRECTIVA
Excesivo nivel de ruido	1. La unidad(es) PX está(n) operando por encima de los caudales establecidos en el lado de baja presión, de alta presión ó de ambos.	Reducir inmediatamente el caudal ajustando la bomba búster y la válvula de control de LP . Equilibre el sistema como se describe en la Sección 6.3. Para incrementar la capacidad del sistema, añada unidades PX en paralelo a las ya existentes.
	2. El caudal de salmuera de baja está por debajo del mínimo valor requerido.	Incremente la contrapresión ajustando la válvula a. Reajuste el Sistema.
	3. Aire en sistema	Purgue el aire.
	4. La unidad PX ó el cartucho cerámico están instalados al revés (El lado de salmuera esta conectado a la alimentación de agua de mar)	Verifique que la unidad PX ha sido instalada con el final marcado como "HP IN" está orientado hacia la entrada de salmuera. Si está correcto, compruebe la orientación del cartucho cerámico quitando la tapa soporte de los puertos. La tapa marcada como "B" debe estar orientada hacia la entrada/salida de salmuera.
	5. Cerámica dañada	Contacte con el Departamento de Servicio de Energy Recovery, Inc.
Alta presión excesiva en el sistema SWRO.	1. La bomba de alta presión está operando a un caudal demasiado alto.	Verifique que el caudal de la bomba de alta presión no excede el caudal de producción de las membranas para una determinada temperatura, salinidad y grado de atascamiento.

SINTOMA	CAUSA PROBABLE	ACCION CORRECTIVA
C. Alta salinidad en la corriente de alimentación de agua de mar a alta presión.	2. Tasa de recuperación del sistema SWRO excesivamente alta.	Reduzca la tasa de conversión incrementando y equilibrando los caudales a través de la unidad(es) PX. No exceda los caudales máximos recomendados. Para incrementar la capacidad del sistema, añada unidades PX en paralelo a las ya existentes.
	3. El caudal de baja presión es menor que el caudal de alta presión dando provocando una mezcla mayor y una alta salinidad en la alimentación a la planta de ósmosis SWRO.	Comprobar válvulas y cierres.
	4. Atascamiento del rotor.	Ver síntoma en manual.
	1. Sistema no equilibrado. Caudal de baja presión demasiado bajo ó caudal de alta presión demasiado alta.	Comprobar válvulas y cierres.
D. Rotor atascado. Rotación no audible	2. Un rotor atascado. No se produce intercambio de presión dentro del PX; no se escucha la rotación del rotor.	Ver síntoma en manual.
	3. Mal funcionamiento y/o atascamiento de la bomba búster.	Compruebe la rotación operación, caudal y presión de la bomba.
	1. El sistema está operando por encima de la presión ó por debajo del caudal establecido.	Compruebe las presiones y los caudales.

SINTOMA	CAUSA PROLABLE	ACCION CORRECTIVA
F. Bajo caudal de rechazo	2. Alto caudal de lubricación a través del sistema de PXs.	Fugas de las juntas tóricas dentro de la unidad PX ó atascamiento del rotor. Confirme que todos los rotores están girando. Si no, véase Síntoma D. Si todos los rotores están girando contacte con el departamento de Servicio de Energy Recovery, Inc.
	1. Pérdidas de carga excesivas a través del sistema de ósmosis	Contacte con el proveedor del sistema de ósmosis SWRO.
	2. Mal funcionamiento y/o atascamiento de la bomba búster.	Compruebe la operación, caudal y presión de la bomba búster.

[3]

4.5 Conductímetro.

Mantenimiento del Electrodo:

El Conductímetro es un equipo electrónico diseñado y construido para operar en condiciones normales de laboratorio y de campo con las precauciones normales de cualquier equipo eléctrico.

Se garantiza contra daños o defectos de manufactura. No se garantiza contra daños de manejo, como conexión al voltaje equivocado, golpes, rotura ni corto circuito. El Instrumento se conecta a una línea de 110 Voltios provista de Polo a Tierra. Cerciórese de que la línea esta con la polaridad adecuada es decir que el neutro sea neutro, la fase sea fase y la tierra sea tierra.

Encienda el Instrumento mediante el suiche de la parte frontal. Este deberá iluminarse al encender el equipo. Verifique antes de colocar la muestra en el electrodo que el Display marca 0.00. Llene la copa del electrodo con la solución a medir. Espere hasta que se establezca la lectura (tres a cinco segundos) y tome la lectura que aparece en el Display LCD. Esta es la Conductividad eléctrica de su solución en mili-mhos por centímetro (mmhos/cm) o lo que es igual en deci-Siemens por metro (dS/mt).

Calibración:

Con el fin de comprobar la calibración del equipo, este viene provisto de una Pieza de Calibración (Resistencia Externa) que sirve para verificar la calibración de la Caja. Esta resistencia se conecta en los bornes de salida de la caja y se anota la lectura correspondiente en la tarjeta de control provista con el equipo. Esta calibración permite conocer si alguna descalibración radica en la caja de lectura o en el electrodo. Cuando el equipo sale de fábrica en la tarjeta de control están anotados los valores de partida tanto para la caja con la resistencia de calibración, como para el electrodo con solución patrón de $CE=3.33$ mmhos/cm a una temperatura indicada.

El Conductímetro normalmente viene calibrado de fábrica. Sin embargo su calibración se realiza como sigue: Al abrir el Conductímetro, usted encontrará una tarjeta Ref. C-15. Esta tarjeta trae en su parte derecha dos trimers, Trm1 y Trm2. El primero de ellos Trm1, arriba a la derecha, es para calibrar la Constante de Celda. Haciendo uso de la ecuación $C.E. = I/V \times Cte$ de Celda, y haciendo numéricamente $V = Cte. \text{ de Celda}$, entonces $C.E. = I$, que es lo que vamos a medir. Usualmente este Trimer esta calibrado a 2.40 VAC. El Trimer Trm2 ubicado abajo a la derecha en la tarjeta C-15, es para calibrar la escala de lectura, mediante el ajuste del voltaje de salida del instrumento antes de entrar al voltímetro de medida. Para hacer este ajuste, una vez calibrada la Constante de Celda, coloque en el electrodo una solución de Conductividad Eléctrica conocida, usualmente de 3.33 mmhos/cm @ 20 °C, encienda el instrumento y lea el valor en el display LCD. Ajuste la lectura mediante el Trimer Trm2. Por medio de un termómetro mida la temperatura de la solución patrón y sume o reste 0.07 unidades de conductividad por cada grado centígrado de desviación con respecto a 20 °C hacia arriba o hacia abajo. P. ej. Si la temperatura de la solución patrón fuese de 24 °C, su conductividad eléctrica será de $3.33 + 4 \times 0.07 = 3.61$ mmhos/cm.

Corrección por Temperatura:

Como quiera que la conductividad eléctrica de una solución varía con la temperatura, cuando se desea tener valores comparables a una temperatura de referencia dada p. Ej. 20 °C es necesario hacer una corrección. El coeficiente de variación de la Conductividad con la temperatura, varía según la solución de que se trate. Para soluciones nutritivas de uso corriente en agricultura y cultivos hidropónicos, este coeficiente esta alrededor de 3%/°C. En la Tabla anexa, se toma como temperatura de referencia 20 °C y como coeficiente de variación 3%/°C. Con ayuda de ella pueden calcularse los valores corregidos a la temperatura de referencia. Para tal efecto, se lee por medio de un termómetro apropiado la temperatura de la solución, se introduce la solución en el recipiente del electrodo, se espera que se estabilice la lectura y se anota el valor de conductividad leído. Con ayuda de la tabla se ubica el valor a la temperatura de referencia. [4]

CORRECCION DE CONDUCTIVIDAD POR TEMPERATURA

EJEMPLO: Temperatura Leida= 15 °C

Valor de Conductividad Leido= 2 mmhos/cm

Conductividad a la Temperatura de Referencia= 2.3529

CONSTANTES

Tref= 20 °C

Coeficiente de Variación = 3 %/°C

Valor Leido	Temperatura de Lectura																									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25										
1	1.43	1.37	1.32	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.06	1.03	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.87										
1.1	1.57	1.51	1.45	1.39	1.34	1.29	1.25	1.21	1.17	1.13	1.10	1.07	1.04	1.01	0.98	0.96										
1.2	1.71	1.64	1.58	1.52	1.46	1.41	1.36	1.32	1.28	1.24	1.20	1.17	1.13	1.10	1.07	1.04										
1.3	1.86	1.78	1.71	1.65	1.59	1.53	1.48	1.43	1.38	1.34	1.30	1.26	1.23	1.19	1.16	1.13										
1.4	2.00	1.92	1.84	1.77	1.71	1.65	1.59	1.54	1.49	1.44	1.40	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22										
1.5	2.14	2.05	1.97	1.90	1.83	1.76	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.46	1.42	1.38	1.34	1.30										
1.6	2.29	2.19	2.11	2.03	1.95	1.88	1.82	1.76	1.70	1.65	1.60	1.55	1.51	1.47	1.43	1.39										
1.7	2.43	2.33	2.24	2.16	2.07	2.00	1.93	1.87	1.81	1.75	1.70	1.65	1.60	1.56	1.52	1.48										
1.8	2.57	2.47	2.37	2.28	2.20	2.12	2.05	1.98	1.91	1.86	1.80	1.75	1.70	1.65	1.61	1.57										
1.9	2.71	2.60	2.50	2.41	2.32	2.24	2.16	2.09	2.02	1.96	1.90	1.84	1.79	1.74	1.70	1.65										
2	2.86	2.74	2.63	2.53	2.44	2.35	2.27	2.20	2.13	2.06	2.00	1.94	1.89	1.83	1.79	1.74										
2.1	3.00	2.88	2.76	2.66	2.56	2.47	2.39	2.31	2.23	2.16	2.10	2.04	1.98	1.93	1.88	1.83										
2.2	3.14	3.01	2.89	2.78	2.68	2.59	2.50	2.42	2.34	2.27	2.20	2.14	2.08	2.02	1.96	1.91										
2.3	3.29	3.15	3.03	2.91	2.80	2.71	2.61	2.53	2.45	2.37	2.30	2.23	2.17	2.11	2.05	2.00										
2.4	3.43	3.29	3.16	3.04	2.93	2.82	2.73	2.64	2.55	2.47	2.40	2.33	2.26	2.20	2.14	2.09										
2.5	3.57	3.42	3.29	3.16	3.05	2.94	2.84	2.75	2.66	2.58	2.50	2.43	2.36	2.29	2.23	2.17										
2.6	3.71	3.56	3.42	3.29	3.17	3.06	2.95	2.86	2.77	2.68	2.60	2.52	2.45	2.39	2.32	2.26										
2.7	3.86	3.70	3.55	3.42	3.29	3.18	3.07	2.97	2.87	2.78	2.70	2.62	2.55	2.48	2.41	2.35										
2.8	4.00	3.84	3.68	3.54	3.41	3.29	3.18	3.08	2.98	2.89	2.80	2.72	2.64	2.57	2.50	2.43										
2.9	4.14	3.97	3.82	3.67	3.54	3.41	3.30	3.19	3.09	2.99	2.90	2.82	2.74	2.66	2.59	2.52										
3	4.29	4.11	3.95	3.80	3.66	3.53	3.41	3.30	3.19	3.09	3.00	2.91	2.83	2.75	2.68	2.61										
3.1	4.43	4.25	4.08	3.92	3.78	3.65	3.52	3.41	3.30	3.20	3.10	3.01	2.92	2.84	2.77	2.70										
3.2	4.57	4.38	4.21	4.05	3.90	3.76	3.64	3.52	3.40	3.30	3.20	3.11	3.02	2.94	2.86	2.78										
3.3	4.71	4.52	4.34	4.18	4.02	3.88	3.75	3.63	3.51	3.40	3.30	3.20	3.11	3.03	2.96	2.87										
3.4	4.86	4.66	4.47	4.30	4.15	4.00	3.86	3.74	3.62	3.51	3.40	3.30	3.21	3.12	3.04	2.96										
3.5	5.00	4.79	4.61	4.43	4.27	4.12	3.98	3.85	3.72	3.61	3.50	3.40	3.30	3.21	3.13	3.04										
3.6	5.14	4.93	4.74	4.56	4.39	4.24	4.09	3.96	3.83	3.71	3.60	3.50	3.40	3.30	3.21	3.13										
3.7	5.29	5.07	4.87	4.68	4.51	4.35	4.20	4.07	3.94	3.81	3.70	3.59	3.49	3.39	3.30	3.22										
3.8	5.43	5.21	5.00	4.81	4.63	4.47	4.32	4.18	4.04	3.92	3.80	3.69	3.58	3.49	3.39	3.30										
4	5.71	5.48	5.26	5.06	4.88	4.71	4.55	4.40	4.26	4.12	4.00	3.88	3.77	3.67	3.57	3.48										

4.6 Transmisores de presión.

Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectado el transmisor, coordinando con el supervisor de instrumentación.
- PARTE ELECTRICA: Señal de control 4 a 20 mA
- EXTERNA: Conexión a toma de presión.
- FUNCIONAL: Señal del transmisor - datos en el I/A —Rango y señal en procesoll.

- Ubicación física del transmisor.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.

- Coordinar con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo.

- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.

- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.

- Desconexión del transmisor en la tarjeta, solo realizado por instrumentistas de turno.

- Desconexión eléctrica y cierre de la válvula de bloqueo.

- Purgar línea antes de desmontar el transmisor para asegurar que esta se encuentra despresurizada.

- Desconexión de la tubería.

Limpieza General

- Se realiza limpieza interna y externa al transmisor.

- Desensamble interno para limpieza general, se sopletea y se realiza ensamble nuevamente. Informar cualquier anomalía al supervisor de instrumentación.

Montaje

- Se coordina con el operador el montaje del transmisor

- Destapar bornera

- Hacer conexión mecánica y conexión eléctrica en campo.

- Tapar bornera

- Sello con la fecha del mantenimiento.

- Protección con película de plástico.

- Conexión eléctrica en el cuarto de control por instrumentistas de turno en coordinación con supervisor de instrumentación.
- Hacer seguimiento con el operador al funcionamiento del transmisor. [5]

4.7 Membranas, limpieza y correcto almacenamiento.

Cuando el agua que llega a las membranas contiene sustancias tales como óxidos metálicos, silicatos de aluminio, materia orgánica, partículas coloidales, microorganismos y otros contaminantes menos frecuentes se producen ensuciamientos que afectan a los elementos que componen dichas membranas. Además, el efecto de la concentración de iones disueltos a lo largo del sistema, genera también riesgo de incrustación de sales.

Un mal o insuficiente funcionamiento del Pretratamiento, una mala regulación de la conversión de la planta, inadecuada dosificación de reactivos o cambios no detectados en la calidad del agua de alimentación, aceleran los procesos de ensuciamiento en la membrana, y pueden incidir negativamente en su rendimiento. Los síntomas de un ensuciamiento, no siempre detectables inmediatamente, se manifiestan habitualmente como pérdidas de la calidad del agua producto, disminución de la producción o aumento de las presiones de trabajo.

Cuando se producen cambios en los parámetros normalizados de funcionamiento en cualquier punto del bastidor, presión diferencial, caudal de permeado y paso de sales; debe programarse cuanto antes una limpieza con el fin de recuperar la situación original. Normalmente, se admite que debe realizarse una limpieza cuando se producen variaciones en torno al 10-15 % del valor de estos parámetros de funcionamiento. Si no se procede de forma inmediata a la limpieza una vez se detectan estos síntomas, pueden alcanzarse grados irreversibles de ensuciamiento o daños en la estructura de la membrana. También es habitual, aunque no se haya producido ningún ensuciamiento, realizar una limpieza preventiva de la instalación al menos una vez al año.

La pérdida de carga máxima admisible para un elemento es de 1,4 bar. En una caja de presión dotada de 6 elementos, la pérdida de carga máxima admisible es de 4,2 bar. Estos valores deben considerarse como límites en régimen de trabajo normal. No obstante, deben respetarse los límites del fabricante para cada modelo de membrana.

Hoy en día se dispone de técnicas de limpieza muy efectivas que deben aplicarse diligentemente cuando se presentan problemas de precipitaciones y/o ensuciamientos para restablecer las condiciones de flujo normales. Las autopsias de membrana deben hacerse para prevenir la repetición de cualquier contingencia que produzca un daño irreversible en un plazo más corto de uso que el habitual.

En todos los casos de parada:

Antes de la entrada en parada desde servicio, es recomendable realizar un enjuague o desplazamiento (flushing) con agua producto o agua de alimentación, con el fin de minimizar los riesgos de incrustación y/o deposición.

En el caso de parada de menos de 48 horas:

Puede ser suficiente realizar un desplazamiento con agua permeada o con un arranque de la instalación de 30 minutos cada 24h.

En el caso de paradas entre 48 horas a 5 días:

Cuando la instalación se para durante más de 48h, en períodos previstos de inactividad de la planta o con el fin de realizar trabajos de mantenimiento, es necesario proteger las membranas de crecimientos microbiológicos que afectarían posteriormente al rendimiento de la instalación.

Uno de los procedimientos, consiste en la introducción de una solución conservante compuesta por un agente reductor o un biocida, en función del tipo de membrana.

A partir de 5 días de parada:

Cuando se va a proceder a una parada superior a 5 días, puede ser conveniente aprovecharla para llevar a cabo una limpieza antes de aplicar el procedimiento de conservación. Como ejemplo, se detalla a continuación un protocolo de conservación:

1. Proceder (si fuera necesario) a una limpieza según procedimiento aplicable, asegurando un enjuague completo de la instalación
2. Poner en remojo todas las membranas con la solución de conservación, asegurando que no quede aire en los tubos de presión. Para esto, debe recircularse la solución (a caudal elevado) de forma que desplace el aire del circuito.
3. Aislar el circuito evitando la entrada de aire.
4. Cambiar la solución de conservación de forma periódica (cada formulación de preservación tienen una vida determinada). En soluciones basadas en bisulfito, se debe controlar el pH al menos una GUÍA DE DESALACIÓN 1 vez a la semana. Se cambiará la solución conservante cuando el pH sea inferior al recomendado por cada fabricante de membrana.

La temperatura de conservación debería estar entre 5°C y 45°C. En caso de temperatura inferior a 5°C se podrá añadir glicerina a la solución de conservación. [6]

4.8 Lubricación de los equipos.

Función de la lubricación.

Probablemente la lubricación del equipo es una de las etapas más importantes del trabajo de mantenimiento del operario. Sin una correcta lubricación, las herramientas y los equipos empleados para trabajar y mantener la planta de tratamiento de agua podría fallar. La correcta lubricación de los equipos es seguramente una de las tareas más sencillas del operario de mantenimiento, pero normalmente es la más descuidada.

La función de la lubricación es reducir la fricción entre dos superficies. La lubricación elimina el calor causado por dicha fricción. Una fricción considerable entre dos superficies secas en contacto pasa a ser una fricción fluida de una capa separadora de líquido o líquido lubricante.

Propiedades de los lubricantes.

Un buen lubricante debe tener las siguientes propiedades:

1. Proporcionar una capa resbaladiza entre las superficies en contacto para que puedan deslizarse con facilidad.
2. Ejercer una presión suficiente para mantener las superficies separadas en funcionamiento.

Para ser un buen lubricante para una tarea determinada, el lubricante empleado debe tener las siguientes características:

1. El grosor de la capa de lubricante debe ser suficiente para evitar el contacto de las asperezas e irregularidades de las partes metálicas.
2. La lubricidad (deslizamiento) debe ser suficiente para permitir a las moléculas deslizarse unas sobre otras.
3. La viscosidad (la resistencia a fluir) debe ser suficiente para conseguir la presión necesaria para mantener las superficies separadas. Si la viscosidad por sí sola no puede proporcionar dicha presión, una presión externa deberá ser aplicada por una bomba.

Los aceites empleados tienden a acidificarse y pueden causar corrosión, sedimentos, espesamiento, y otros problemas. Esta condición puede no ser perceptible al revisar el aceite. Por lo tanto, no se debe retrasar el cambio de aceite porque este parezca limpio.

Para detectar condiciones ácidas en aceites, se recurrirá al número de neutralización del aceite. El número de neutralización es el peso en miligramos del hidróxido de potasio necesario para neutralizar un gramo de aceite. Se usa en los laboratorios que comprueban el aceite de grandes motores, turbinas,

compresores, y demás equipos que poseen importantes depósitos de aceite, para determinar cuándo el aceite debe ser sustituido o necesita algún aditivo. En general, la mayoría de los lubricantes son líquidos a temperatura ambiente. Mayormente, proceden del petróleo, pero también de otros recursos. La grasa es una mezcla de productos derivados del petróleo con aditivos como cal, bicarbonato, aluminio y metales.

Hoy en día, en el mercado hay una amplia variedad de aditivos para aceites y merece la pena su investigación. Los aditivos para aceites y compuestos químicos añadidos al aceite para mejorar algunas propiedades químicas o físicas como estabilidad, lubricidad, y espumación. Se emplean para prevenir el óxido o sedimentos y muchas otras cosas que puedan causar problemas.

Programa de lubricación.

Para conseguir una correcta lubricación, hay que establecer un plan de lubricación. Puede ser simplemente una hoja de comprobaciones, sistema de tarjetas, o un elaborado programa informático.

Lo primero que hay que hacer es confeccionar una lista de todo lo que necesite lubricación hasta el más mínimo componente, incluyendo motorreductores, cojinetes de bombas, cadenas, etc. rodillos y piñones. Después de listarlos sobre papel, hay que recurrir a los manuales del fabricante para determinar la frecuencia (diaria, semanal, mensual, anual) y tipo de la lubricación.

El manual del fabricante suele nombrar varias marcas de lubricantes que pueden ser similares. Si necesita ayuda para averiguar el tipo de lubricante contacte a su proveedor. Tras este paso, hay que calcular la cantidad requerida de dicho lubricante. Esto se consigue con el recuento de los puntos de engrase. Localice los tapones de llenado, de drenaje, niveles de aceite, indicadores, y demás puntos de engrase.

Para encontrarlos, inspeccione cuidadosamente cada pieza de los equipos y busque los puntos de engrasado. El manual de mantenimiento del fabricante debería recoger estos puntos de engrase para los componentes.

Cuando haya recogido toda esta información, plásmela en el historial de los equipos para futuras consultas. Para estos datos se puede confeccionar un gráfico o formulario de lubricación. Use el criterio que crea conveniente para redactar el formulario, pero sígalo siempre al pie de la letra.

Debe registrar cada tarea de lubricación que se lleve a cabo y el responsable del trabajo en el documento correspondiente. Mantenga al día el programa de lubricado.

Si se produce una incidencia a causa de una lubricación insuficiente, cambio o aumente la frecuencia de lubricado en la programación. Los equipos nuevos y obsoletos deberán ser añadidos o eliminados del programa respectivamente.

Sera conveniente nombra un responsable de realizar las operaciones de engrase y lubricación.

Precauciones.

En la manipulación o almacenamiento de aceites y grasas, se deberá tener una serie de precauciones. Asegúrese de que en el almacén no exista peligro de incendio.

La mayoría de lubricantes son altamente inflamables y no deben ser almacenados cerca de llamas. Se deben poner señales de "Prohibido fumar" fuera del edificio.

Asegúrese de limpiar los derrames y que los contenedores estén correctamente cerrados. Los contenedores y materiales deben estar limpios. Arena, grava, y otras sustancias pueden contaminar los suministros de lubricante y provocar una avería de las que estamos intentando prevenir.

Lubricación de las bombas.

Las bombas y motores deben ser lubricados y engrasados siguiendo rigurosamente las directrices del fabricante. Los lubricantes baratos podrían ser los más caros a largo plazo. No se debe aplicar el lubricante mientras el eje rote, porque la acción de rotación de los cojinetes absorberá y retendrá una cantidad considerable de aceite. En este caso cuando la unidad se detenga y este en reposo, se producirá un derrame de aceite alrededor del eje o el depósito de lubricante.

Los cojinetes que deban ser engrasados de forma rutinaria, se procederá de la siguiente manera:

1. Apague, bloquee y marque la unidad si hay partes móviles cercanas a la zona de lubricación de los tapones de drenaje, que puedan suponer una amenaza para la seguridad.
2. Retire el tapón de drenaje de la cubierta de los cojinetes.
3. Retire la tapa protectora del aplicador, y límpielo. Asegúrese de no ensuciar la cubierta de los cojinetes con el lubricante limpio.
4. Bombee el lubricante nuevo hasta que el aceite que rebose por el conducto de drenaje este limpio. No bombee aceite por un cojinete que tenga el tapón de drenaje puesto. Podría provocar presión suficiente para dañar las juntas.
5. Vuelva poner la tapa protectora en el aplicador de lubricante.
6. Sin haber vuelto a colocar el tapón de drenaje, ponga la unidad en funcionamiento. Con el calentamiento de los cojinetes, el exceso de grasa saldrá por el conducto de drenaje. Tras un par de horas en funcionamiento, se podrá volver a poner el tapón de drenaje. Se recomiendan tapones de drenaje

especiales provistos de válvulas de retención por resortes para evitar acumulaciones futuras.

7. A menos que sea muy cuidadoso, recomendamos la adquisición de la grasa para cojinetes en formato de cartucho, para minimizar así el riesgo de que suciedad pueda contaminar el lubricante.

Lubricación de los equipos.

Es corriente la ausencia de consenso para la lubricación de un mismo elemento por parte de distintos agentes y/o autoridades; sin embargo, existe material de referencia para escoger el lubricante adecuado para una aplicación específica.

El aceite está graduado según una escala numérica, o índice de viscosidad, por el Instituto Nacional de grasas lubricantes. Por ejemplo, el nº 0 es muy suave, mientras que el nº 6 es bastante espeso. El lubricante más indicado para las necesidades de una planta de tratamiento podría ser un nº 2 basado en litio o sodio, el cual se emplea en unas condiciones de hasta 120°C.

Generalmente, el tiempo entre descarga y recarga de los cojinetes debe dividirse entre dos por cada aumento de 14°C que se tenga sobre la temperatura de trabajo de 65°C. También el tiempo entre lubricaciones no debería exceder los 48 meses, dado que la separación entre superficies y la oxidación se hacen patentes tras este periodo, independientemente de la intensidad de uso.

Otro detalle a tener en cuenta, es que la grasa no es apta para piezas móviles con una velocidad superior a 5m/s. Normalmente, los sistemas basados en lubricación por aceite son usados para maquinas que trabajan alta velocidad

A falta de indicaciones por parte del fabricante, una buena regla a tener presente es la de cambiar y descargar completamente el aceite tras 600 horas de funcionamiento o 3 meses, lo que ocurra primero. La mayoría de fabricantes describen procedimientos más específicos para la descarga y recarga de lubricantes.

Todo operario debe estar al corriente del peligro de usar grasa o aceite de más. Un exceso puede conllevar altas presiones y temperaturas, y degradación en juntas y otros componentes. Se ha observado que los cojinetes antifricción se dañan antes por sobreengrasado que por descuido.

Un termómetro puede revelar con precisión el estado de un cojinete. Los cojinetes de bolas pueden dar problemas cuando trabajan por encima de 82°C. Los cojinetes engrasados de por vida (ya salen así de fabrica) pueden funcionar sin problemas en un rango de temperaturas de 10 a 50 grados por encima de la temperatura ambiente. Para accionamientos de decantadores, espesadores, que están situados al aire libre, la condensación presenta una amenaza importante para el sistema de lubricación. La mayoría de las unidades actuales tienen un sistema de eliminación de condensación del accionamiento por desplazamiento.

Estas unidades deben ser revisadas con frecuencia para verificar su correcto funcionamiento, sobre todo en épocas en las que haya cambios bruscos de temperatura. Las bombas incorporan un gran número de juntas compuestas por varias combinaciones de elastómeros y metales, y por tanto para su correcta lubricación, se deberán seguir las recomendaciones del fabrica.

4.9 Bibliografía.

[1], [2] Dr. José Jaime SADHWANI ALONSO. Curso propio "Operación y Mantenimiento de Plantas de Desalación (Osmosis Inversa)" Realizado el 15 mayo 2015 en WaterExpert Consulta 18 Mar 2016

<http://campus.waterxpert.com/course/view.php?id=50>

[3] MANUAL DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DOCUMENTO: ERI N° 80019-03 REVISION 0 65 Series Pressure Exchanger™ Dispositivo recuperador de energía. Consulta 20 Mar 2016.

[4] [PDF] Dr. Calderón labs. Manual Conductivímetro eléctrico Rev. 1 mayo 2004. Consulta 18 Mar 2016.

http://www.drcalderonlabs.com/Aparatos/Conductivimetro/Conductivimetro_009_03_C15_Catalogo.pdf

[5] [PDF] Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación Programa de Ingeniería Electrónica Universidad Tecnológica de Pereira - UTP (Abril 2011) PROTOCOLO TÉCNICO PARA MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE PRESIÓN, NIVEL, TEMPERATURA Y VÁLVULAS TIPO MARIPOSA Y GLOBO CON MARCA ESPECÍFICA, EN EL INGENIO RISARALDA. Consulta 22 Mar 2016.

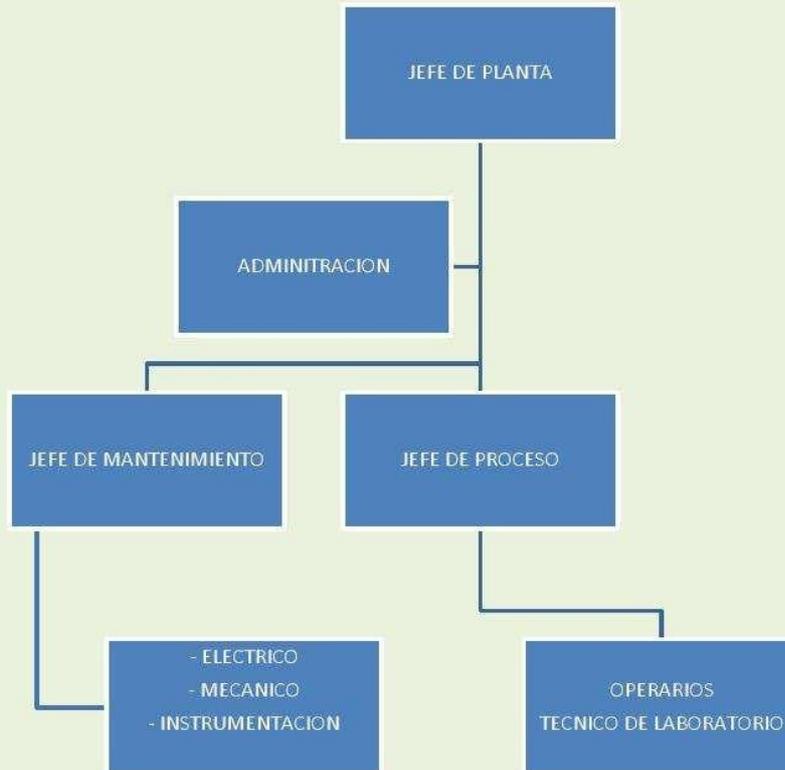
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4699/1/621185Q7.pdf>

[6] [PDF] Ildelfonso Hernández Aguado. "Guía de Desalación: aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano" Ministerio de Sanidad y Política Social 2009. Consulta 22 Mar 2016.

http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Guia_desalacion.pdf

5. Administración de planta de desalación.

5.1 Organización y funciones orgánicas del personal



El jefe de planta

Se responsabiliza de todas las actividades relacionadas con el proceso productivo (fabricación, calidad, mantenimiento, logística, compras...), de acuerdo con las directrices generales marcadas por gerencia. Dirige, controla y apoya a la estructura humana y técnica implicada en el proceso de fabricación.

Además, dirige y controla las mejoras de organización de los procesos productivos según las normativas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales. Este perfil depende del director de producción o industrial.

Tareas:

1. Implanta las estrategias de producción de acuerdo con los objetivos de gerencia.
2. Planifica los programas de fabricación.
3. Implanta y ejecuta las políticas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.
4. Asegura el buen funcionamiento del área de aprovisionamiento y logística.
5. Desarrolla líneas de producción y o/montaje para nuevos productos.
6. Planifica y organiza el mantenimiento del proceso de fabricación.
7. Lleva a cabo una tarea continuada de análisis y organización de procesos, con la finalidad de obtener los máximos niveles de productividad y eficiencia, todo implantando programas de mejora continua. Adapta la producción a las exigencias de competitividad y a las necesidades del mercado, con la colaboración de otros departamentos de la empresa (oficina técnica, calidad...).
8. Lidera el equipo humano y lo mantiene motivado, aprovechando al máximo su talento.
9. Participa en las tareas de formación del personal.
10. Asegura el cumplimiento del presupuesto organizando el equipo, sus recursos y gestiona el aprovisionamiento de primeras materias. [1]

Administración:

Para ubicar el papel o función de la Administración de Personal es necesario empezar a recordar algunos conceptos. Así pues, precisa traer a la memoria el concepto de administración general. Aunque existen múltiples definiciones, más o menos concordantes, para el propósito de esta investigación diremos que es:

1. La disciplina que persigue la satisfacción de objetivos organizacionales contando para ello una estructura y a través de esfuerzo humano coordinado.
2. Así pues, la administración de recursos humanos (personal) es el proceso administrativo aplicado al acrecentamiento y conservación del esfuerzo, las experiencias, la salud, los conocimientos, las habilidades, etc., de los miembros de la organización, en beneficio del individuo, de la propia organización y del país en general.

3. Los objetivos de la ARH son:

1. Crear, mantener y desarrollar un contingente de recursos humanos, con habilidad y motivación para realizar los objetivos de la organización.

2. Maximizar o coordinar al personal.

3. Crear, mantener y desarrollar condiciones organizacionales de aplicación, desarrollo y satisfacción plena de recursos humanos y alcance de objetivos individuales.

4. Alcanzar eficiencia y eficacia con los recursos humanos disponibles. [2]

El jefe de mantenimiento:

Es el responsable de gestionar el mantenimiento global de la empresa, coordinando un grupo de personas cualificadas en diferentes tareas (mecánica, electricidad, electrónica, informática...). Tiene la responsabilidad de asegurar el plan de mantenimiento preventivo y predictivo de todas las instalaciones de la empresa (productivas y no productivas), asegurando su correcto funcionamiento e intentando conseguir la ausencia de paradas no planificadas. Se encargará de la mejora continua de métodos y procedimientos. El jefe de mantenimiento depende del director de producción o del jefe de planta.

1. Define y planifica la política de mantenimiento, con el objetivo de mejorar el modelo preventivo y establecer metodologías operativas de mantenimiento de manera racional.

2. Asegura el correcto funcionamiento de los equipos de trabajo y de las instalaciones de la empresa.

3. Planifica los mantenimientos preventivos y predictivos de las líneas de producción, asegurando su funcionamiento.

4. Crea y mantiene actualizados los manuales de mantenimiento preventivo y predictivo, verificando su mantenimiento.

5. Asigna los trabajos de mantenimiento.

6. Dirección, gestión y motivación de los equipos de mantenimiento.

7. Coordina procesos con el jefe de producción y con otros jefes de departamentos de la empresa, con el objetivo de diseñar y poner en práctica el mantenimiento de cada uno de los departamentos.

8. Junto con el responsable de prevención de riesgos laborales coordina las acciones del mantenimiento de la maquinaria, equipos de trabajo y instalaciones para evitar accidentes. [3]

Jefe de procesos:

FUNCIONES PRINCIPALES:

1. Dentro de la División de Producción, tiene como objetivo controlar, seguir y optimizar los procesos productivos de la planta.
2. Proveer asistencia al responsable de la planta para: resolver los problemas de producción ligados a materias primas, proceso y operación de máquina, generar ideas (para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, asegurar que se lleven a cabo).
3. Adaptar y desarrollar los procedimientos de fabricación y de preparación de materias primas para cumplir con los estándares de calidad.
4. Participar al desarrollo de nuevos productos, uso de nuevas materias primas, nuevas instalaciones o equipos y apoyar en la implementación de estos desarrollos.
5. Participar en la formación del personal de producción y control calidad.
6. Participar en la elaboración de procedimientos de fabricación y políticas de calidad (TQM)

FUNCIONES ESPECÍFICAS:

1. Trabaja con los ingenieros de producción, supervisores y el responsable de control de calidad para poner en práctica los planes de trabajos en conformidad a los procedimientos de la empresa.
2. Estudia y pone en práctica los cambios necesarios: equipos, materia primas, recursos humanos.
3. Considera dentro de su trabajo los temas relativos a seguridad ambiental y de personas (protecciones de equipos y del medio ambiente) en coordinación con el responsable de Seguridad de la planta.
4. Analiza e interpreta los resultados poniéndolos en relación con los problemas técnicos y parámetros de proceso con el fin de optimizarlos.
5. Participa en las reuniones semanales de producción / mantenimiento para estar al tanto de los problemas y poder dar el apoyo a resolver los problemas
6. Organiza reuniones periódicas de TQM para mejorar los procesos productivos y el control de los productos. [4]

Técnico en mantenimiento eléctrico:

1. Mantener las áreas de trabajo en perfecto estado de orden y aseo.
2. Inspeccionar las herramientas de trabajo.
3. Conducir los vehículos asignados de la compañía.
4. Mantener los vehículos en perfecto estado de orden y aseo.
5. Ayudar en el transporte de los materiales y/o equipos.
6. Realizar el diagnóstico y reparaciones de los sistemas eléctricos asignados.
7. Cablear ductos, realizar montajes, revisar acometidas, conectar equipos así como cambiar iluminaciones perimetrales y todas las referentes a la labor de electricista
8. Asistir al Supervisor en sus funciones.
9. Ordenar su sitio de trabajo o taller de reparaciones.
10. Distribuir adecuadamente el sitio de trabajo. [5]

Técnico de laboratorio:

Suelen ser responsables del funcionamiento diario del laboratorio.
Desempeñan una gran variedad de funciones, entre ellas:

1. Gestionar las existencias de material, encargando repuestos cuando se precisen.
2. Eliminar los residuos de laboratorio.
3. Preparar los equipos y llevar su mantenimiento.
4. Tomar y analizar muestras.
5. Registrar y examinar los resultados de los experimentos.
6. Comunicar los resultados al científico, de palabra o por escrito.
7. Identificar los peligros en el laboratorio y evaluar los riesgos. [6]

5.2 Bibliografía.

[1] Web: Ajuntament de Barcelona. Fichas ocupacionales "jefe de Planta"
Consulta 15 Mar 2016 <http://w27.bcn.cat/porta22/es/fitxes/C/fitxa4960/jefea-de-planta.do>

[2] Web: Monografías. Autor:T.S.U. Nicolás Maitan Estudiante de
Administración: Mención Sistemas (14 oct 2014) Consulta 23 Mar 2016.
<http://www.monografias.com/trabajos11/fuper/fuper.shtml>

[3] Web: Ajuntament de Barcelona. Fichas ocupacionales "jefe de
Mantenimiento" Consulta 15 Mar 2016.
<http://w27.bcn.cat/porta22/es/fitxes/C/fitxa5484/jefea-de-mantenimiento.do>

[4] [PDF] Empresa consultora de gestión humana, Poder del talento. Consulta
23 Mar 2016.
<http://www.unsa.edu.pe/empresarial/archivos/JEFE%20DE%20CONTROL%20DE%20PROCESOS.pdf>

[5] [PDF] MV servicios limitaas TITULO: MANUAL DE FUNCIONES Y
RESPONSABILIDADES DEL TECNICO ELECTRICISTA (4 Enero 2016).
Consulta 23 Mar 2016.
<http://www.jmv.com.co/documentos/2.4.1.%20TECNICO%20ELECTRICISTA%20V1.pdf>

[6] Web: Educaweb. Consulta 23 Mar 2016.
<http://www.educaweb.com/profesion/tecnico-laboratorio-906/>

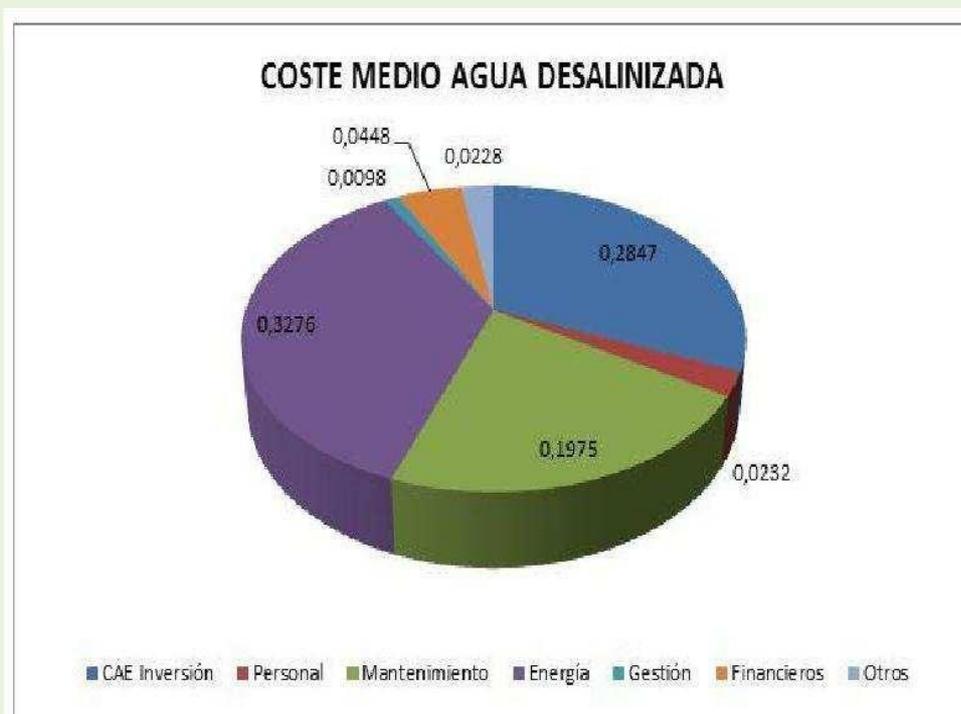
6. Datos económicos y consumos de la planta de Oi

6.1 Coste económico del agua desalada.

El fuerte consumo de energía proviene directamente de la osmosis inversa, contando que el líquido producto debe ser bombeado a los lugares de destino, el gasto energético es de entre 3 y 4 Kwh./m³. De hecho, el consumo de energía, representa el 48% de los costes de las plantas desalinizadores. Incluso a día de hoy, se han introducido turbinas, que incrementan el consumo de energía. Para paliar, el exceso de consumo, se han instalado plantas al lado de las desalinizadoras, que producen vapor, agua caliente sanitaria, hielo, aire frío, etc.

En España existe una importante capacidad de desalinización de agua de mar para producir agua potable. Los análisis realizados por el grupo de análisis económico del Ministerio de Medio Ambiente (GAE) entre 2006-2008 señalaban unos reducidos niveles de costes medios a plena capacidad operativa de las plantas entre 0,50-0,60 €/m³. En 2012 la información del MAGRAMA^[2] permitía estimar que estos se situaban en unos niveles entre 0,85-1,13 €/m³, a plena capacidad operativa del conjunto de las plantas (0,91 €/m³ como media). Una parte de la subida de los costes variables y especialmente a los costes energéticos. [1]

Hay que considerar la importancia de los costes fijos en relación a los costes totales, ya que muchas de las plantas no han sido utilizadas o al menos no a pleno rendimiento. Si las plantas no se usan hay que seguir pagando y si no se usan a plena capacidad los niveles de costes medios se disparan víctimas del peso específico que suponen los costes fijos (más del 50% a plena capacidad operativa).

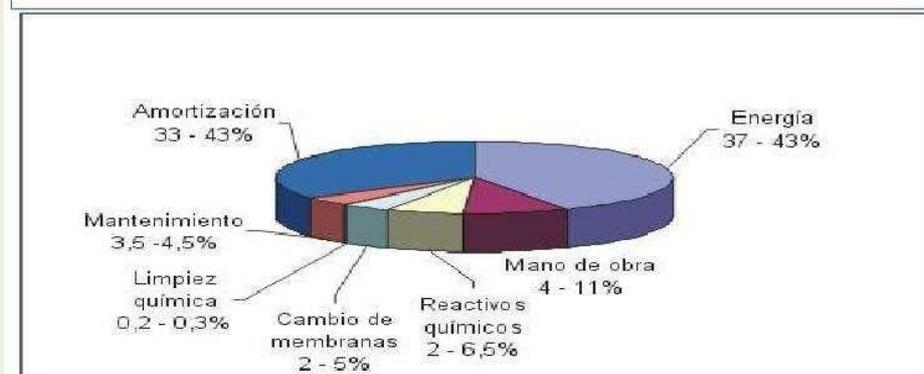


Fuente: Elaboración propia. Cifras en €/m³.

Tenemos hoy una capacidad de producción de agua desalinizada de 340 hm³. No utilizar esa capacidad de producción tiene un coste de unos 180 millones de € anuales, irrecuperables. La repercusión de los costes fijos, a plena capacidad de funcionamiento, es de unos 0,53 €/m³. Producir 340 hm³ anuales presenta un coste adicional de 135 millones de € (0,40 €/m³).



Fuente: Elaboración propia.



6.2 Coste energético del agua desalada.

Actualmente, la tecnología de membranas ha desplazado por completo a la desalación por evaporación (tanto MSF como MED). Estas tecnologías, aunque eran muy versátiles y robustas, consumían alrededor de 10 a 20 Kwh./m³. Además, no nos olvidemos que utilizaban carbón y fuel para producir el vapor de agua, por lo que ambientalmente eran de todo menos respetuosas.

La OI típica requiere unos consumos de entre 3-8 Kwh./m³. Por tanto, será necesario elevar el agua a alta presión, y la misión principal de los sistemas de recuperación energética será no desperdiciar esa presión, y aprovecharla bien para transmitirla al agua de entrada al proceso, o bien para accionar algún mecanismo electromecánico.

Los dispositivos de intercambio de presión han conseguido bajar significativamente el consumo en las plantas desaladoras, hasta llegar a consumos de incluso menos de 3 Kwh./m³.

Como conclusión, podemos señalar que la desalación es un campo donde en las últimas décadas han obtenido grandes avances en la reducción de los consumos energéticos. Aunque existe la limitación teórica de aproximadamente 1 Kwh./m³, el objetivo es alcanzar los 2 Kwh./m³ para el agua de mar. [2]



En la actualidad el consumo de las plantas de producción por osmosis inversa han conseguido reducir el consumo de energía por debajo de las cifras estudiadas en 2005 hasta valores de 2,5 Kwh./m³ debido a la mejora en los sistemas ERI (punto 4.4 del proyecto), mejora en estructura de las membranas, apoyo suplementario de energía solar para equipos de menos consumo, etc.

6.3 Bibliografía.

[1] [PDF] Sobrevilla Manuel, Trabajo de economía aplicada II 2008-09. Facultad de ciencias económicas y empresariales, Universidad Pompeu Fabra. Consulta 25 Mar 2016.

<https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/5246/Las+desalinizadoras+y+plan+de+empresa.pdf?sequence=2>

[1] Web: Escuela de Organización Industrial. Máster en Ingeniería y Gestión del Agua (13 Feb 2014) Consulta 25 Mar 2016.

<http://www.eoi.es/blogs/magua/page/7/>

7. Seguridad y productos químicos en la instalación.

7.1 Guía de seguridad y productos químicos en planta.

Señalización de emergencia y en productos en planta.

<p>Son señales utilizadas para indicar el sitio en el que se encuentran equipos necesarios para ayudar a enfrentar una emergencia. También son utilizadas para indicar salidas de emergencia y rutas de evacuación.</p>	
<p>Señales de Contra incendios</p> <p>Estas señales son utilizadas para comunicar claramente la ubicación de elementos para el control de incendios, también son utilizadas para identificar instructivos para el correcto uso y manejo de los extintores.</p>	



Sustancias Peligrosas Para El Medio Ambiente

Este rótulo fue adoptado para todas las sustancias, mezclas o soluciones, sólidas o líquidas, de cualquier clase, que contaminan el medio acuático. Aquellas sustancias contaminantes ambientales que no puedan ser clasificadas en otras clases, pertenecen a la Clase 9. **Ejemplos:** Baterías de Litio, Bifenilos Poli clorados (PC's)



CLASE 1: EXPLOSIVOS (fondo naranja)

Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores.



División 1.1: Riesgo de explosión en masa, es decir, involucran casi toda la carga al explotar e impactan el entorno con la onda generada.



División 1.2: Riesgo de proyección, es decir, emite partículas hacia todas las direcciones cuando explota.



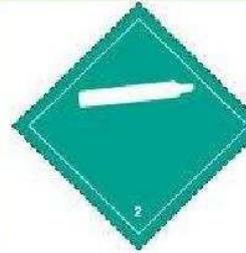
División 1.3: Riesgo de incendio, que puede estar acompañado de proyección de partículas y/o de una pequeña onda expansiva.

División 1.4: Bajo riesgo. La explosión por lo general no se extiende más allá del recipiente o bulto.

División 1.5: Riesgo de explosión en masa, pero son altamente insensibles. Es decir, que en condiciones normales de transporte tienen **División 1.6:** Objetos insensibles que contienen sustancias detonantes sin riesgo de explosión en masa, y con muy baja probabilidad de propagación.



División 2.1



División 2.2



División 2.3

CLASE 2: GASES.

Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20°C y una presión estándar de 101.3 Kpa. Existen gases:

COMPRESIDOS, que se encuentran totalmente en estado gaseoso al ser empacados o envasados para el transporte, a 20°C. Ej. aire comprimido

LICUADOS, que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a 20°C. Ej. GLP

CRIOGÉNICOS, que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a muy bajas temperaturas. Ej. Nitrógeno criogénico

EN SOLUCIÓN, que se encuentran disueltos en un líquido al ser empacados o envasados para el transporte. Ej. Acetileno (en acetona)

Con respecto al tipo de riesgo que ofrecen, los gases se dividen en:

División 2.1: Gases Inflamables, pueden incendiarse fácilmente en el aire cuando se mezclan en proporciones inferiores o iguales al 13% en volumen. Ej. Gas Propano, Aerosoles.

División 2.2: Gases No-inflamables, no tóxicos; Pueden ser asfixiantes simples u oxidantes. Ej. Nitrógeno, Oxígeno.

División 2.3: Gases Tóxicos; ocasionan peligros para la salud, son tóxicos y/o corrosivos. Ej. Cloro, Amoníaco.

PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES FRENTE A LA OCURRENCIA DE ACCIDENTE QUE AMERITA UNA EVACUACIÓN MÉDICA

Procedimientos Generales

Antes:

- La Empresa subcontratada en la Plataforma Solar en salvaguarda de la integridad física de sus trabajadores y clientes eventuales ha dispuesto habilitar un Botiquín de Primeros Auxilios completo.
- Los trabajadores participarán en cursos básicos de primeros auxilios.

Durante:

- Los trabajadores informarán al encargado de la seguridad de las instalaciones, acerca de la ocurrencia de cualquier lesión de los trabajadores o clientes eventuales, así sea mínima a fin de proceder a su evaluación y tratamiento especializado.
- Se evaluará la condición del accidentado y su traslado en caso de serio a un centro médico.
- La empresa tomará las provisiones para el transporte del accidentado al centro de atención médica más cercano.

Después:

- Se evaluarán las causas del accidente y la descripción de las lesiones.
- Se levantará un informe de la contingencia, copia del cual deberá ser remitido oportunamente al Ministerio de Trabajo.

PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES FRENTE A LA OCURRENCIA DE SISMOS.

Antes:

- Cumplimiento de las Normas de Seguridad.
- Coordinación con las entidades de socorro y participación en las prácticas que éstas programen.
- Simulacros periódicos de evacuación por Seísmos
- Inspección periódica de los dispositivos de alarmas, que alertarán a los trabajadores y clientes eventuales en caso de necesidades de evacuación.

- Señalización de rutas de evacuación y áreas seguras dentro de las instalaciones y fuera de ellas.
- El personal en su totalidad deberá estar familiarizado con las rutas y flujos de evacuación previamente establecidos.

Durante:

- Mantener la calma y controlar el pánico (un Sismo o Terremoto causa ruidos fuertes, polvo y objetos que se caen, etc).
- Detener todas las actividades que estén siendo realizadas en ese momento.
- En caso de recibir la orden de evacuar, dirigirse inmediatamente hacia la Zona de Seguridad previamente establecida para su emplazamiento.
- Mantener una distancia prudente de las puertas de vidrio y ventanas.
- Apoyar a las personas discapacitadas

Después:

- El encargado de la seguridad ordenará una inspección cuidadosa de todas las instalaciones para determinar si existen daños que puedan producir riesgo a los clientes y trabajadores.
- Si ha ocurrido un Sismo de Consideración se evacuará a todo el personal, por el riesgo de sismos secundarios o replicas.
- Nadie regresará a las instalaciones si la orden de regresar no ha sido dada por el encargado de seguridad
- Se levantará un informe de la contingencia, copia del cual deberá ser remitido oportunamente al Ministerio de Trabajo.

PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES FRENTE A LA OCURRENCIA DE INCENDIOS.

Antes:

- Contar con el tipo adecuado y numero de extintores requeridos para afrontar este tipo de eventos; asegurando que la carga y operatividad se encuentre vigente.

Durante:

- Cuando se trate de incendio de material común (papel cartón y madera), se podrá apagar con extintores de PQS.

- Cuando se trate de un incendio cuyo origen es eléctrico (el cual no compromete Equipos de Computo), debe utilizarse los extintores de PQS, en caso contrario si están comprometidos equipos de cómputo deben utilizarse los de CO2, para tal efecto se dispondrá el corte inmediato del suministro eléctrico por precaución. **Nunca se utilizará agua para apagar incendios eléctricos.**

- Cuando se trate de un incendio cuyo origen es eléctrico o están comprometidos equipos eléctricos, como medida de precaución en lo posible se dispondrá el corte inmediato del suministro.

Después:

- Se levantará un informe de la contingencia, copia del cual deberá ser remitido oportunamente al Ministerio de Trabajo. [1]

PROTOCOLO PARA EL USO CORRECTO DE UN EXTINTOR PORTATIL

El usuario de un extintor de incendios para conseguir una utilización del mismo de manera eficaz, teniendo en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, debe tener en cuenta lo siguiente:

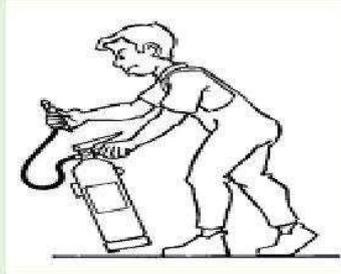
- Dentro de las precauciones generales se debe tener en cuenta la posible toxicidad del agente extintor o de los productos que genera en contacto con el fuego. La posibilidad de quemaduras y daños en la piel por demasiada proximidad al fuego.
- Descargas eléctricas o proyecciones inesperadas de fluidos emergentes del extintor a través de su válvula de seguridad.
- También se debe considerar la posibilidad de mecanismos de accionamiento en malas condiciones de uso.

Antes de usar un extintor contra incendios portátil se recomienda realizar las siguientes reglas generales de uso:

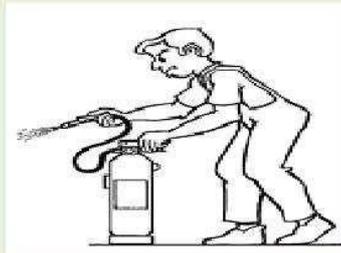
1. Descolgar el extintor asiéndolo por el asa fija y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.



2. Asir la boquilla de la manguera del extintor y sacar el pasador de seguridad tirando de su anilla.



3. Presionar la palanca de la cabeza del extintor y en caso de que exista apretar la palanca de la boquilla realizando una pequeña descarga de comprobación.



4. Dirigir el chorro a la base de las llamas con movimiento de barrido. Aproximarse lentamente al fuego hasta un máximo aproximado de un metro.



[2]

Productos químicos presentes en la planta de Ósmosis.

Compuestos	Origen/Función	Impacto
Metales pesados: Cu, Fe, Ni, Cr, Zn	corrosión	acumulación en el sistema, estrés a nivel molecular y celular
Fosfatos	anti-incrustantes	macronutriente, eutrofización
BELGARD'2000 (Ac. Málico)	anti-incrustantes	desconocido
Cl ⁻	antifouling	formación compuestos halogenados, carcinógenos y mutágenos
Ácidos grasos	tensoactivos	membranas celulares
Sulfuro de sodio	anticorrosivo, captura O ₂	desconocido
Ácido sulfúrico	anti-incrustante	en grandes cantidades baja significativamente el pH del sistema
Residuos sólidos	limpieza de membranas	turbidez
Salmuera	concentrado de agua de mar	variable
Temperatura	tratamiento	variable

7.2 Bibliografía.

[1] [2] [DOC] Modelo de plan de seguridad Básico para plantas de desalación. Consulta 20 Mar 2016.
https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiduMr95pfMAhXFPhQKHdv-DmlQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fapcpperu.galeon.com%2FPlanSeguridad.doc&usq=AFQjCNEUxoCORdcujtPLbGV710_oWLWI-A&bvm=bv.119745492,d.bGs&cad=rja

8. Conclusiones y estudio de la viabilidad.

8.1 Conclusiones.

Como principal conclusión se puede señalar las enormes perspectivas que la desalación tiene como consecuencia del incremento de demanda de agua en los próximos años y la disminución de los costes asociados, donde se ha podido constatar que el coste para una planta desaladora por ósmosis inversa de las características proyectadas se sitúa alrededor de los 0,765 €/m³ incluyendo la amortización de las instalaciones a 20 años.

El coste del agua desalada será muy similar a la procedente de recursos convencionales, debido a que estos recursos serán cada vez más caros por:

- Escasez de agua.
- Aumento demanda.
- Reducción fuentes estables de aporte.
- Deterioro calidad del recurso.
- Mayores exigencias sanitarias/normativas.
- Aumento costes energéticos.
- Aumento costes transporte y mayores distancias.
- Aumento costes ecológicos.

La desalación ofrece globalmente un balance favorable en términos medioambientales debido a que estos efectos (vertido de salmueras y subproductos) son técnicamente controlables y no deben causar impacto.

Una de las problemáticas a tener en cuenta de la desalación de aguas por ósmosis inversa es el alto consumo de electricidad que supone. Aunque ya se están implantando sistemas que lo reducen, como los sistemas ERI, vistos en el presente proyecto, la producción eléctrica que requieren las desaladoras es una fuente de emisión de gases contaminantes debido a su alto consumo de combustibles fósiles.

Para hacer frente al alto consumo energético debe potenciarse la incorporación de las energías renovables a los procesos de desalación, impulsando desarrollos tecnológicos y herramientas de financiación que lo posibiliten. Esto además, está contribuyendo a un aumento de investigación para la cogeneración de energía y la desalación con fuentes totalmente solar tanto para la obtención de energía eléctrica como térmica.

9. Anexos.

9.1 Plano para orientación en planta.

