

## CAPITULO 4

### TRABAJOS A DESARROLLAR EN EL SISTEMA DE AGUA DE REPUESTO

#### INTRODUCCION

La unidad desaladora existente en la Central, es del tipo de Evaporación Instantánea "FLASH", la cual transforma el agua de mar en agua destilada.

Todo el equipo de la unidad, es de manufactura Francesa, su producción es de 14.6 Ton. de agua destilada por hora, conteniendo una calidad de 25 Mmos Máx. de conductividad y un PH de 7.0 a 8.0 Máx. .

Componentes principales:

- Evaporador
- Calentador de salmuera
- Aparatos de vacío
- Grupo de electrobombas auxiliares

Evaporador.

Es el elemento principal de la unidad, está compuesta de 7 cámaras paralelepípedas yuxtapuestas formando un solo bloque, pero con las dos últimas (6 y 7) separadas de las demás, destinadas al reciclaje del agua de mar.

Cada compartimiento contiene de abajo para arriba:

- a).- Una cámara de evaporación, con sus correspondientes dispositivos de entrada y salida de agua de mar.
- b).- Un separador de tela metálica.

c).- Unas canaletas, para la recolección del agua destilada --  
producida.

d).- Un haz tubular de condensación.

Calentador de salmuera.

Es un intercambiador de calor que opera con agua de mar por el interior de los tubos, mientras que por la coraza fluya vapor. Los tubos son de Crupo-Níquel 90/10, con un diámetro exterior de 18 mm. e interior de 16 mm. y una longitud de 4316. .

Se divide en dos partes, separados por un diafragma en sus --- parte media, una de dicha partes actúan como condensador del - vapor proveniente de los eyectores y la otra como calentador - utilizando vapor proveniente de la reductora de la unidad.

El agua de mar al pasar por el conjunto adquiere la temperatura necesaria para su evaporación.

Aparatos de vacío.

Los eyectores actúan como creadores de vacío, la unidad desaladora cuenta con dos de ellos, el principal y el secundario, -- provocan el vacío en el evaporador instantáneo aspirando el -- aire de los compartimientos 2 y 7 respectivamente, los demás - compartimientos están interconectados.

#### 4.1.- TEORIA SOBRE EVAPORACION INSTANTANEA.

La evaporación instantánea de un líquido se efectúan cuando es sometido a una presión menor que la presión de saturación correspondiente a temperatura a la cual se encuentra el líqui---

do.

La evaporación instantánea es un proceso físico donde entre mayor es la diferencia de presiones mayor es la cantidad de vapor formado por unidad de tiempo.

El calor latente para la evaporación es absorbido del líquido que no alcanza a evaporarse, por el cual el líquido no evaporado se enfría. Debido a que el calor latente del agua es cientos de veces superior a su capacidad calorífica que es la que determina la variación de calor sensible para un rango de temperatura determinada por ejemplo para evaporar el 7.1 % de agua de una masa dada, se requiere que el 92.9 % restante se enfríe de 100 a 40 °C. Debido a esto, los evaporadores instantáneos están diseñados en su mayoría para operar en una relación salmuera/destilado mayor de 10.

La operación con una relación salmuera/destilado mayor que 10, evita además variaciones bruscas en la concentración de salmuera, provocadas por el agua evaporada facilitando el control de la concentración mediante la continua variación de la purga y el repuesto del evaporador instantáneo. El control de la concentración de la salmuera es necesario para evitar incrustaciones en el evaporador.

Los evaporadores instantáneos pueden diferenciarse de acuerdo a varias consideraciones:

a).- Por la fuente de agua cruda que a ellos se alimenta:

- Evaporadores instantáneos de agua de mar.
- Evaporadores instantáneos de agua altamente salinas.

- Evaporadores instantáneos de agua potable o dulce.
- b).- Por el número de etapas de que está formada:
  - Evaporadores instantáneos de una sola etapa.
  - Evaporadores instantáneos de múltiples etapas.
- c).- Por el número de veces que pasa la salmuera por las etapas:
  - Evaporadores instantáneos con sistema de recirculación.
  - Evaporadores instantáneos con sistema de un solo paso.
- d).- Por la construcción:
  - Evaporadores instantáneos integrados con los calentadores de baja presión.
  - Evaporadores instantáneos sencillos (sin estar integrados con los calentadores de baja presión).

Los evaporadores instantáneos constan esencialmente de tres secciones:

- 1).- Sección de calentamiento.
  - 2).- Sección de evaporación instantánea.
  - 3).- Sección de condensación.
- 1).- La sección de calentamiento es llamada también sección-entrada de calor, por ser la única parte del evaporador en donde se está introduciendo calor al sistema. En ella es suministrada el calor requerido para su posterior evaporación.

- 2).- La sección de evaporación instantánea la constituye las cámaras de evaporación. Esta sección se mantiene el vacío requerido para que la salmuera procedente de la sección de calentamiento se evapore instantáneamente. Este vacío se provoca inicialmente mediante una bomba de vacío o un eyector de arranque y posteriormente, conectando directamente al venteo del condensador principal. Con el objeto de mejorar la evaporación, en el fondo de está se encuentran manpáras diseñadas especialmente, colocadas formando un ángulo  $\theta$  determinado, con el objeto de comunicar al agua un movimiento que ofrezca a todas las moléculas la misma oportunidad de evaporarse.
- 3).- La sección de condensación es llamada sección de salida de calor, porque es en ella cedido el calor para el calentamiento del condensador principal. A esta sección llega procedente de la cámara de evaporación. En el diseño de algunos evaporadores instantáneos de una sola etapa, este mismo condensador constituye el calentador de baja presión con el que está integrado. En los evaporadores instantáneos de varias etapas, parte de la sección de condensación la forman condensadores situados en la parte superior de la cámara, siendo el medio de enfriamiento de la misma salmuera, que de esta manera recibe un precalentamiento antes de entrar al calentador de salmuera. El separador de vapor constituye una parte muy importante en el diseño de evaporadores ins--

tantáneos.

Es una malla de alambre que impide el arrastre de salmuera - con el vapor. El material de que está hecha la malla y el -- grosor de la misma determina la calidad del destilado.

En algunos casos se mantiene la salmuera recirculando en proporciones de 10 ó más con respecto al destilado producido, - con el fin de evitar incrustaciones por el aumento de concentración de las sales y para aprovechar el calor sensible --- del agua que no se evapora. Para esto se utiliza una bomba - de recirculación de salmuera para la succión de la última -- etapa recirculandola por los condensadores, el calentador de baja presión y a través de las cámaras.

Los sistemas de control de los evaporadores instantáneos son muy variable, pues el grado de control depende de la compa-- ñía que diseña el equipo. En términos generales, en los eva- poradores instantáneos se controla:

- a).- Pureza de destilado.
- b).- Concentración máxima en la salmuera.
- c).- Niveles de salmuera en la cámaras.
- d).- Niveles del destilado en la última cámara.
- e).- Temperatura de la salmuera al salir del calentador de - salmuera.

#### 4.2.- OPERACION NORMAL DE LA PLANTA DESALADORA.

La planta desaladora cuenta con una zona de rechazo, una zona de recuperación de calor y una zona de ganancia de calor (calentador de salmuera). De las 7 etapas de que consta cada módulo, 5 son refrigeradas en sus haces de condensación por el agua que posteriormente se someterá a la vaporización, -- por lo cual en ellas la recuperación de calor es 100 % efectiva, lo que precisamente le da el nombre a estas 5 etapas -- como "Zona de Recuperación de Calor". Las últimas 2 etapas, -- en cambio, las más frías, por el hecho de producirse en -- ellas vapor de muy baja temperatura requieren de agua de mar nueva o fría, de la cual, una vez entibiada al salir de los haces de condensación, solamente se aprovecha una tercera -- parte, retornando al mar el resto; por esto, las últimas 2 -- etapas se conocen como "Zona de Rechazo". El calentador de -- salmuera constituye la "Zona de Ganancia de Calor", debido a que es único que recibe vapor de calentamiento proveniente -- de la reductora (vapor auxiliar), y es este calentamiento el el verdadero potencial térmico del proceso, operando la Plan -- ta desaladora de la siguiente manera:

La salmuera es tomada y conducida por la bomba de agua de -- mar, del cárcamo de succión hasta el haz tubular de condensa -- ción de las cámaras 7 y 6, al salir el agua de mar por la cá -- mara 6, una parte de ésta se utiliza como agua de repuesto y la otra pasa al drenaje.

En la cámara 7 se encuentran dos medidores de nivel; uno pa --

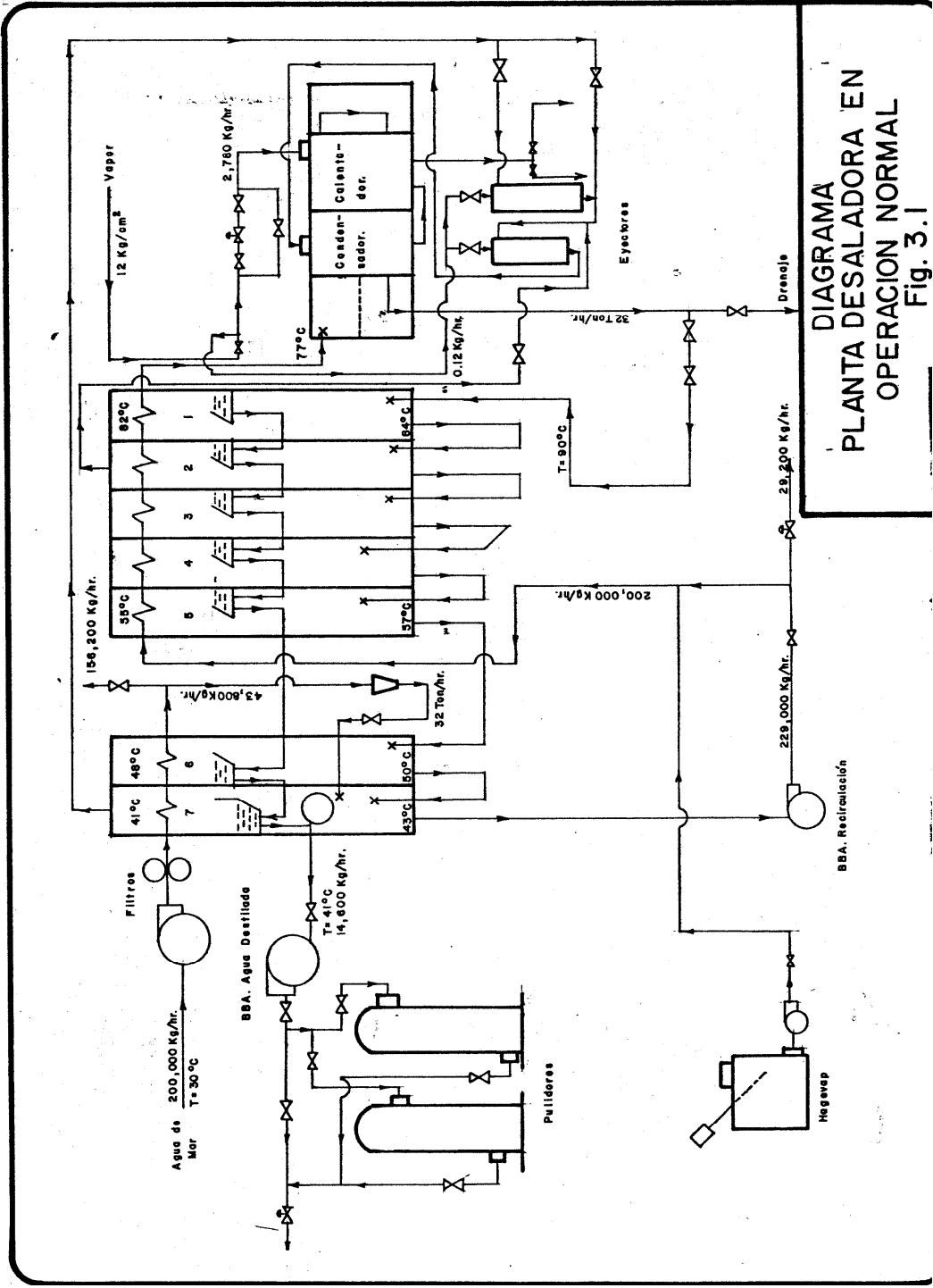
ra el agua de mar que se encuentra en la parte inferior de la cámara y otro para el agua destilada que se encuentra en las charolas de esta cámara.

El agua de repuesto, se introduce por la cámara 7 y se desgasifica debido al vacío existente en dicha cámara, la desgasificación del agua se efectúa con el objeto de disminuir la natural tendencia corrosiva del agua de mar, se conserva todo el sistema libre de gases, entre los cuales el oxígeno ( $O_2$ ) y el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) son los más agresivos. La bomba de recirculación envía a la salmuera, y al agua de repuesto ya desgasificada de la cámara 5 hasta la 1, por medio del haz tubular de condensación colocadas en la parte superior de las cámaras.

El agua que pasa por todas las cámaras de condensación es precalentada al condensar el vapor producido en las cámaras de evaporación "Flash", donde inmediatamente después pasa al calentador de salmuera, donde el agua de mar se calienta por una línea auxiliar de vapor ( $12 \text{ Kg/Cm}^2$ ). El calentador está dividido por un diafragma pero se comunica por un tubo en forma de U (espacio vapor-condensado) en donde el agua que se condensa de este vapor se manda hacia el tanque de recuperación de condensado (S.R.C.).

Mediante una válvula manual llega vapor a los eyectores y provocan el vacío en el evaporador aspirando el aire de las cámaras 2 y 7 respectivamente, las demás cámaras están interconectadas.





**DIAGRAMA**  
**PLANTA DESALADORA EN**  
**OPERACION NORMAL**  
**Fig. 3.1**

Del calentador de salmuera, sale una línea de agua de mar en la cual hay una válvula para el drenaje (utilizándose para recuperar nivel cuando la Planta Desaladora está en maniobra para entrar en operación) y la otra para que circule hacia la cámara 1, en esta cámara debe de existir una presión menor que la presión de saturación del agua a la salida del calentador para que la salmuera alcance la temperatura suficiente para su evaporación.

De la cámara 1 pasa a la cámara 2 en la cual debe de existir un vacío o sea una presión mucho menor que la correspondiente, y así sucesivamente hasta la cámara 7. El agua evaporada (vapor) al llegar a la parte superior de las cámaras, se condensa al contacto con los tubos, circulando por estos agua de mar fría.

El condensado se deposita en la charolas las cuales están conectadas a los demás compartimientos por medio de tubos exteriores en forma de U, al llegar a la cámara 7, es succionado por la bomba de extracción de agua destilada. Esta Desaladora cuenta con una tela metálica localizada en la parte media de la cámara de evaporación, y sirve como trampa ya que no permite el paso de las gotas de agua de mar que son transportadas por el vapor.

Con el estudio del diagrama de flujo se logrará comprender mejor el proceso de desalación (ver fig. 3.1). Las etapas se han numerado en el sentido que fluye la salmuera que está vaporizando en el paso de las cámaras, y por lo tanto, la nume

ración aumenta conforme disminuye la temperatura y la presión de las etapas. En el diagrama podrá apreciarse que el agua de mar, después de purgarse una pequeña parte, y de recibir el repuesto, se envía mediante una bomba a la entrada de los haces de condensación de la sección de recuperación de calor, para finalmente alimentarse a la etapa 1 (después de pasar por el calentador) en donde iniciará de nuevo el ciclo de evaporación.

#### 4.3.- MANTENIMIENTO GENERAL DEL EVAPORADOR INSTANTANEO DE AGUA DE MAR.

Con el objeto de tener una mayor eficiencia para la producción de agua destilada es necesario programar la Planta Desaladora para un mantenimiento anual.

Hay ocasiones en que es preciso un mantenimiento de emergencia cuando se presentan cualquiera de los siguientes problemas:

- 1).- Ensuciamiento del calentador de salmuera.
- 2).- Ensuciamiento de haces tubulares de recuperación de calor.
- 3).- Ensuciamiento de haces tubulares de rechazo de calor.
- 4).- Tubo roto en el calentador de salmuera.
- 5).- Tubo roto en los haces tubulares.

Ensuciamiento del calentador de salmuera.

El problema de incrustación con sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) presentada en el calentador de salmuera se manifiesta con una --

pérdida de eficiencia y capacidad del proceso.

Esta incrustación ocurre en los tubos del calentador de salmuera debido a disparos eléctricos, interrupciones imprevistas por fallas presentadas en el sistema, etc., durante los cuales la salmuera que fluye por los tubos, hierve, con la precipitación de sales, siendo la parte media del segundo paso del calentador la que sufre mayores consecuencias, ya que es la parte más caliente y es donde se encuentra ubicada la alimentación de vapor.

Este tipo de problema se detecta por medio del método de caída de presión ( $\Delta P$ ), de la siguiente manera:

Si la caída de presión en el calentador de salmuera es mayor a la de diseño dicho criterio nos indica que éste se encuentra incrustado.

Ensuciamiento de haces tubulares de recuperación de calor.

La incrustación en esta zona ocurre con mayor frecuencia en los haces tubulares de los módulos 1 y 2, por ser estas las más calientes, debido a que el agua de mar al circular por estos módulos se precalienta conforme pase por ellos, precipitándose las sales que traen disueltas el agua de mar. Este problema se detecta también por el método de caída de presión ( $\Delta P$ ), si la caída de presión a la entrada del agua de mar recirculada ( $2.2 \text{ Kg/Cm}^2$ ) a la cámara 5 y la entrada al calentador de salmuera ( $1.2 \text{ Kg/Cm}^2$ ) es mayor a la de diseño, nos indica que dicha zona se encuentra incrustada.

Ensuciamiento de haces tubulares de rechazo de calor.

En esta zona, los haces tubulares localizados en el módulo 7 son los que tienden a taparse con mayor frecuencia ya que el agua de mar es alimentada en ésta, trayendo consigo conchuela, vidrios, etc., los cuales no pueden ser atrapados por los filtros de agua de mar.

Este tipo de problema también se detecta por el método de caída de presión (DP), si la caída de presión a la entrada de la cámara 7 y la salida de la cámara 6 es mayor a la de diseño indicándonos que se encuentra tapada.

Tubo roto en el calentador de salmuera.

Las sales que se encuentran precipitados en los haces de condensación del calentador de salmuera, deterioran al tubo, trayendo como consecuencia que el agua de mar que está circulando por estos escape por el poro corroído contaminando al condensado.

Este problema se detecta por alta conductividad en el sistema de condensado del calentador de salmuera de la Planta Desaladora (C.C.P.D.).

Tubo roto en los haces tubulares.

Este problema se detecta por medio de un conductímetro que se encuentra instalado a la salida de la producción de agua destilada. Si la conductividad del destilado es mayor de 25 Mhos., el dispositivo anterior acciona (manda una señal) a una pareja de válvulas accionadas eléctricamente indicán--

dole que dicha producción sea mandada al drenaje.

Este problema se puede corregir alimentando aserrín a los -- filtros de agua de mar, ya que al ir circulando éste junto -- con la salmuera por los haces de condensación encontrando a -- la fisura deteriorada, en donde el aserrín se acumulará en -- el poro del tubo afectado, procediendo a taparlo eliminándo-- se así la contaminación.

#### 4.4.- LIMPIEZA MECANICA DE HACES TUBULARES DE RECHAZO Y RECUPERA-- CION DE CALOR Y DEL CALENTADOR DE SALMUERA.

Para llevar a cabo la limpieza mecánica se cuenta con una -- pistola neumática, una varilla (conteniendo soldada por uno-- de sus extremos una broca y por el otro una tuerca) y agua -- de enfriamiento para utilizarla en la punta de la broca para -- evitar que éste se deteriore.

Se trabaja con la pistola por ambos lados de los tubos del -- calentador de salmuera, con longitud en la varilla, un poco -- mayor que la mitad de longitud del tubo, para asegurar que -- no se quede la incrustación en la mitad del tubo.

No es conveniente tener la varilla de la misma longitud del -- tubo debido a las vibraciones a que está expuesta, pudiendo-- resultar dañado el tubo por alguna desviación que sufriera;-- así mismo, el avance de la limpieza pudiera resultar tarda-- da.

Este medio de limpieza es la operación que requiere mayor -- tiempo, equipo y personal. En mantenimientos anteriores, de-- bido a la naturaleza de la incrustación la cual es sumamente

dura, sobre todo el lado más caliente del calentador, se reportan avance de 5 tubos perforados diariamente en ocho horas de trabajo. Hay ocasiones en que el avance tampoco se agiliza debido a que existen secciones con incrustación bastante lodosa, con el consiguiente taponamiento de la broca-- (se tapan las salidas de agua de la broca, se incrustan sus aguilones y no avanza) teniendo que estar sacando la varilla constantemente para proceder a limpiar dicha broca. Otro de los problemas presentados es que hay ocasiones que se llega a atorar la varilla en la incrustación, siendo imposible ---- extraerla, teniendo que cortar la varilla y procediendo a -- clausurar el tubo.

Uno de los mayores cuidados que se debe tener en la manipulación de la pistola es la "Perfecta alineación" de éste con respecto al tubo que se vaya a limpiar ya que de no existir ésta, daños considerables y hasta la perforación del tubo se puede tener.

La limpieza mecánica en los haces de condensación de las zonas de recuperación de calor y de rechazo, consiste en hacer pasar por el interior de los tubos una varilla, alimentando agua de enfriamiento en la punta de ésta, deslizándose con mayor facilidad. Con dicha varilla se elimina la conchuela - que se alcanza a pasar por los filtros de agua de mar y de - eliminar la delgada película incrustada (lodo).

4.5.- LAVADO ACIDO DE HACES TUBULARES DE RECUPERACION DE CALOR Y -  
CALENTADOR DE SALMUERA.

El lavado ácido de la Planta Desaladora se efectúa con el --  
propósito de remover las incrustaciones presentes en los ---  
haces tubulares de condensación de las zonas de recuperación  
de calor y ganancia de calor (calentador de salmuera).

La remoción de incrustación con sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) se  
realiza con ácido clorhídrico (HCL) e inhibidor de corrosión  
para materiales de cobre, utilizando la bomba de recircula--  
ción de salmuera para recircular la solución a los haces tu--  
bulares incrustados.

El procedimiento que se efectúa para llevar a cabo el lavado  
ácido es el siguiente:

- 1).- Poner fuera de servicio la Planta Desaladora de acuerdo  
al procedimiento normal.
- 2).- Quitar registro-hombre de la cámara No. 7.
- 3).- Quitar brida ciega en la descarga del calentador de sal-  
muera.
- 4).- Acoplar línea de retorno de la solución en el punto en-  
que se quitó la brida ciega y cerrar válvulas de salida  
del calentador hacia drenaje y hacia la cámara No. 1.
- 5).- Introducir manguera de la línea de retorno a la cámara-  
No. 7.
- 6).- Conectar línea de agua cruda e introducir manguera a la  
cámara No. 7.
- 7).- Agregar ácido clorhídrico e inhibidor de corrosión al -



tanque de 200 litros en la proporción de 10 galones de--  
20 kg. c/u de ácido clorhídrico y 1.920 Kg. de inhibi---  
dor.

- 8).- Llenar con agua cruda la cámara No. 7 hasta 3/4 del ni--  
vel óptico.-
  - 9).- Poner en servicio bomba de recirculación, manteniendo --  
abierta la entrada de agua cruda para sostener el nivel.
  - 10).- Una vez establecida la recirculación del agua, introdu--  
cir la manguera del ácido inhibido a la cámara No. 7 y -  
abrir la válvula del tanque de 200 litros.
  - 11).- Mantener la recirculación de la solución, reponiendo á--  
cido clorhídrico inhibido al tanque de 200 litros para -  
mantener la solución con un pH de 5.0 .
  - 12).- Mantener la recirculación de la solución durante un tiem  
po mínimo de 6 horas o hasta que la presión diferencial-  
en el calentador de salmuera se reduzca a  $0.55 \text{ Kg/Cm}^2$ .
  - 13).- Al cumplirse las condiciones anteriores (punto No. 12),-  
abrir válvulas de drenaje de salmuera y de llenado con -  
agua cruda de la cámara No. 7, para reducir gradualmente  
la concentración de ácido y enjuagar el sistema, hasta -  
tener un pH de 7.5 en la solución.
  - 14).- Cerrar válvulas de agua cruda para drenar el sistema y -  
dar por terminado el lavado.
  - 15).- Poner fuera de servicio la bomba de recirculación.
  - 16).- Retirar mangueras de cámara No. 7 y colocar el registro-  
hombre.
-

tanque de 200 litros en la proporción de 10 galones de--  
20 kg. c/u de ácido clorhídrico y 1.920 Kg. de inhibi---  
dor.

- 8).- Llenar con agua cruda la cámara No. 7 hasta  $\frac{3}{4}$  del ni--  
vel óptico.--
- 9).- Poner en servicio bomba de recirculación, manteniendo --  
abierta la entrada de agua cruda para sostener el nivel.
- 10).- Una vez establecida la recirculación del agua, introdu--  
cir la manguera del ácido inhibido a la cámara No. 7 y -  
abrir la válvula del tanque de 200 litros.
- 11).- Mantener la recirculación de la solución, reponiendo á--  
cido clorhídrico inhibido al tanque de 200 litros para -  
mantener la solución con un pH de 5.0 .
- 12).- Mantener la recirculación de la solución durante un tiempo  
mínimo de 6 horas o hasta que la presión diferencial-  
en el calentador de salmuera se reduzca a  $0.55 \text{ Kg/Cm}^2$ .
- 13).- Al cumplirse las condiciones anteriores (punto No. 12),-  
abrir válvulas de drenaje de salmuera y de llenado con -  
agua cruda de la cámara No. 7, para reducir gradualmente  
la concentración de ácido y enjuagar el sistema, hasta -  
tener un pH de 7.5 en la solución.
- 14).- Cerrar válvulas de agua cruda para drenar el sistema y -  
dar por terminado el lavado.
- 15).- Poner fuera de servicio la bomba de recirculación.
- 16).- Retirar mangueras de cámara No. 7 y colocar el registro-  
hombre.

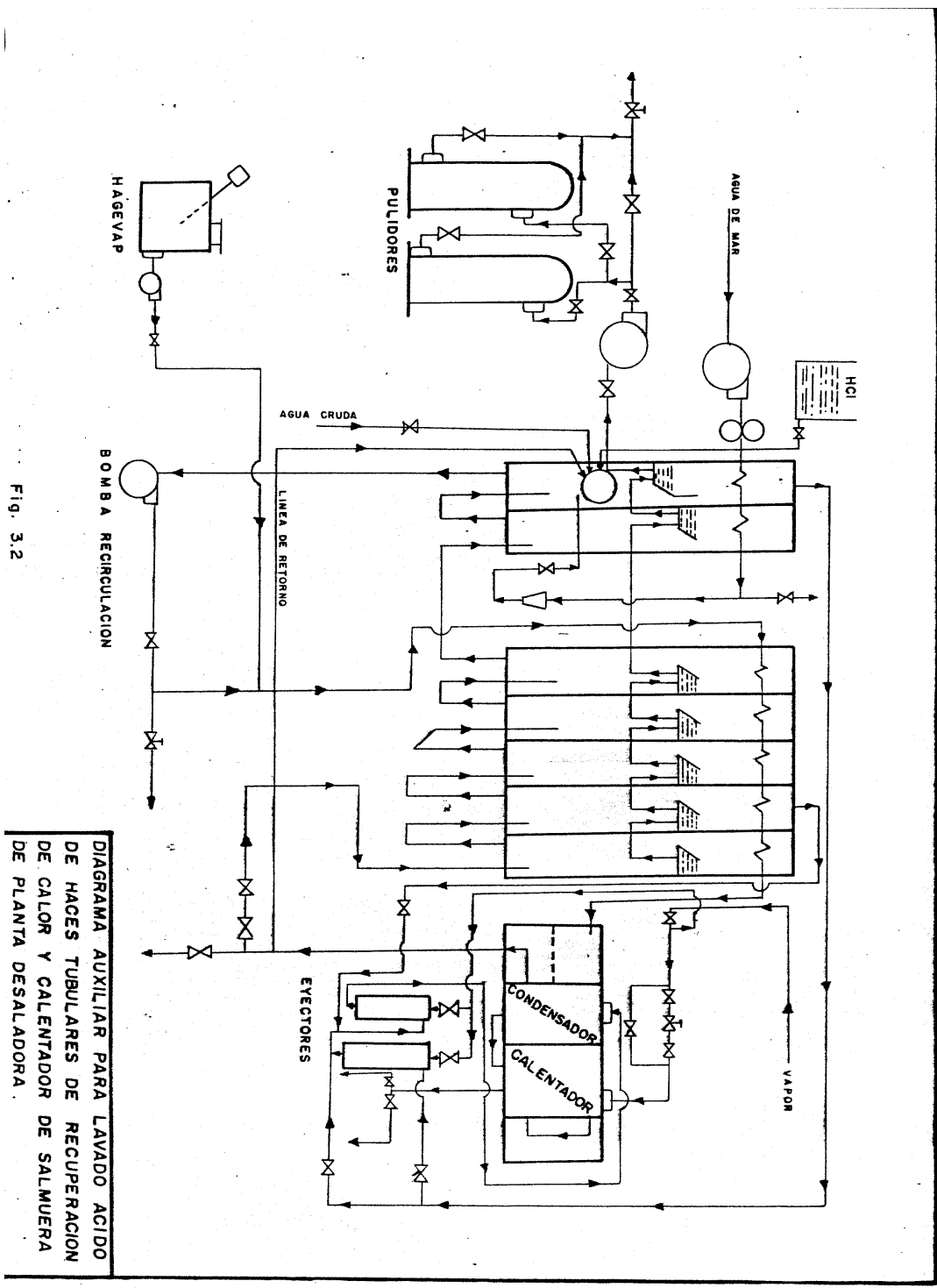


FIG. 3.2

DIAGRAMA AUXILIAR PARA LAVADO ACIDO DE HACES TUBULARES DE RECUPERACION DE CALOR Y CALENTADOR DE SALMUERA DE PLANTA DESALADORA.

17).- Desacoplar línea de retorno y colocar brida ciega en -  
descarga del calentador de salmuera (se quitó en el --  
punto No. 3). Ver diagrama 3.2 .

#### 4.6.- LIMPIEZA DE SEPARADORES DE VAPOR DE LAS CAMARAS DE EVAPORA-- CION.

La Planta Desaladora cuenta en su parte superior de las cá--  
maras de evaporación de una tela metálica, colocada con el--  
fin de atrapar las gotas de agua de mar que lleva consigo el  
vapor. Si estas gotas pasan a la zona de condensación tendería a contaminar el destilado que se encuentra depositado en las charolas, subiendo de inmediato la conductividad del destilado producido.

Se introduce a las cámaras de evaporación por la entrada-hombre para desatornillar la tela metálica colocadas en estas - partes. Inmediatamente después se procede a cepillarla y a - introducirla en ácido para eliminar las sales que se encuentran adheridas en ellas. Después se procede a colocarlas en su lugar de origen.

#### 4.7- PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE HACES TUBULARES DE RECHAZO Y RECUPERACION DE CALOR Y DEL CALENTADOR FINAL.

Después de efectuar la limpieza mecánica se lleva a cabo la prueba de estanqueidad (prueba hidrostática) que consiste en alimentar agua cruda, utilizando una manguera del hidrante - localizado a un costado de la Planta Desaladora. Se coloca - esta manguera a través de un registro localizado en la parte

superior (lado vapor) de la cámara No.1, hasta tener un nivel completamente hasta el tope. Inmediatamente después se observan con suficiente cuidado la boca de los haces tubulares de todas cámaras por los dos extremos con el propósito de saber si existe en realidad tubo roto.

Si tenemos la plena seguridad de que existe tubo roto se procede a efectuar el taponamiento del o los tubos por ambos --- extremos de los haces de condensación, con tapones de bronce, colocando estos en las bocas del tubo aplicándoles un golpe - con un martillo quedando el tubo clausurado.

Después de tener la completa seguridad de que ya no exista -- tubo roto se procede a colocar las tapas.

También es preciso efectuarle al calentador de salmuera, después de la limpieza mecánica, una prueba hidrostática debido a que al introducir la varilla a los haces de condensación -- (tubulares) estos pueden sufrir daños. La prueba hidrostática se efectúa de la siguiente manera: se alimenta agua cruda al calentador de salmuera por la entrada de vapor, hasta tener - un nivel hasta el tope. Después se observan con cuidado las - bocas de los tubos (por ambos extremos) con el propósito de - saber si en realidad existe tubo roto, y si lo hay se taponean por ambos extremos.