

14
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"
CAMPO II

CALIFICACION DE LAS PARTES DE
UN SISTEMA DE VAPOR "PLANTA"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A N:

CHAVEZ GARCIA ANTONIO

RUIZ FRANCO ALFONSO





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

I. Introducción.....	1
II. Generalidades.....	2
A. Calificación de las partes de un sistema..... crítico.....	2
B. Agua para alimentación de calderas.....	3
C. Métodos de tratamiento.....	5
III. Justificación del tema.....	10
IV. Planteamiento del problema.....	11
V. Objetivo.....	12
VI. Hipotesis.....	13
VII. Material y método.....	14
A. Material.....	14
B. Método.....	16
1. Desarrollo.....	17
a. Tanque hidroneumático.....	17
b. Filtro de carbón.....	17
c. Suavizadores.....	17
d. Tanque de condensados.....	18
e. Calderas.....	18
f. Tubería del sistema.....	18
g. Reto al sistema.....	18
2. Programa de muestreo.....	20
3. Criterios de aceptación.....	22
4. Procedimientos analíticos.....	24
VIII. Resultados.....	35
A. Calificación de instalaciones.....	38
B. Calificación de operación.....	46

IX. Analisis de resultados.....	57
X. Conclusiones.....	58
XI. Sugerencias.....	59
XII. Glosario.....	60
Bibliografia.....	61
Referencias.....	62
Anexos.....	63

I. INTRODUCCION

La moderna producción farmacéutica requiere de varios sistemas de apoyo crítico para el mantenimiento de un apropiado control ambiental así como la operación de equipo. (1)

Algunos ejemplos de sistemas de apoyo crítico son:

- Aire: inyección, extracción y aire comprimido
- Agua: agua uso inyectable, agua purificada y agua potable
- Vapor: vapor "limpio" y vapor "planta"

El vapor "planta" es aquel que no tiene contacto con el producto a fabricar, ni con las superficies de equipo o material de empaque que posteriormente estarán en contacto directo con el producto. Este tipo de sistema se utiliza en chaquetas y serpentinas de calentamiento.

En el presente trabajo se realizó la calificación de un sistema de vapor "planta", encontrando algunas deficiencias como: fugas, partes sin enchaquetar, manómetros que no funcionaban y mala calidad en los condensados de vapor. Por lo cual se llevaron a cabo las siguientes acciones correctivas, enchaquetar los tramos del sistema que así lo requerían, cambiar y calibrar manómetros, eliminar fugas y la adición de un tratamiento químico interno para mejorar la calidad de los condensados de vapor.

El sistema y el material de construcción del mismo es el adecuado para la producción y manejo de un vapor planta, así mismo se logró optimizar el sistema y mejorar la calidad de los condensados de vapor.

II. GENERALIDADES

A. Calificación de las partes de un sistema crítico.

A continuación se describen las etapas que constituyen la calificación de un sistema crítico.

- 1. Calibración de instrumentos.
- 2. Calificación de instalaciones.
- 3. Calificación de equipo
- 4. Calificación del sistema

1. Calibración de instrumentos. Un sistema crítico implica muchos instrumentos de medición para poder controlarlo, por lo tanto es indispensable la calibración de estos. Algunos ejemplos de instrumentos que necesitan calibración son: termómetros, manómetros, micrómetros y alarmas. (1)

2. Calificación de instalaciones. La calificación de una instalación incluye cuatro fases: diseño, construcción verificación y mantenimiento. En la fase de diseño debe considerarse la finalidad de las instalaciones, los productos a fabricar las normas de los PAM'S y los requisitos de productividad. La fase de construcción requiere una supervisión cuidadosa para asegurar que todas las especificaciones se cumplan. La fase de verificación debe estar documentada y las especificaciones de diseño y los planos de ingeniería modificados si es necesario. La última fase de la calificación, consiste en elaborar un programa de mantenimiento continuo, limpieza, sanitización y control ambiental. (1)

3. Calificación de equipo. Los estudios de calificación establecen la confianza de que el equipo es capaz de operar consistentemente dentro de los límites y tolerancias establecidas. Después de que el equipo de proceso se diseña o se selecciona, este deberá evaluarse y probarse para verificar que es capaz de operar satisfactoriamente dentro de los límites de operación requeridos por el proceso. Esta fase de validación incluye el examen de diseño del equipo; la determinación de la calibración, el mantenimiento y los requisitos de ajuste e identificación de la partes críticas del equipo que podrían afectar el proceso y el producto. La información obtenida de estos estudios deberá ser usada para establecer los procedimientos escritos que cubrirán calibración monitoreo y control. (6)

4. Calificación del sistema. Consiste en hacer un reto al sistema, lo cual implica documentar que el sistema bajo una carga máxima de trabajo, es capaz de suministrar su servicio (agua, vapor o gas) sin ninguna deficiencia (caídas de presión en puntos de uso), o en su de facto delimitar la capacidad del sistema.

B. Agua para alimentación de calderas.

El agua perfecta para alimentar calderas es aquella que no deposite sustancias inscrustantes, no corroa el metal de las calderas o sus accesorios y no ocasione arrastres ni espuma. Aguas de estas características es difícil de obtener excepto mediante purificación artificial, con la cual las impurezas capaces de originar incrustaciones, corrosión u otros efectos indeseables, se eliminan o combinan a productos menos perjudiciales. Aun cuando es posible encontrar gran variedad de sales minerales o ácidos en las aguas naturales, hay pocos constituyentes presentes en suficiente cantidad para que ocasionen dificultades. Antes de intentar la descripción de los métodos de tratamientos aplicables a la purificación de aguas para alimentación de calderas, es esencial tratar sobre las propiedades de algunas impurezas encontradas con frecuencia en los suministros. Estas sustancias pueden encontrarse presentes como materia en suspensión o bien en solución. En esta forma, es como ellas ocasionan las mayores dificultades en la operación de calderas. (2)

1. Sólidos suspendidos en el agua. Este término se aplica a la materia heterogénea que muchas aguas contienen. Los sólidos suspendidos consisten, principalmente, de lodo, humus y productos provenientes de aguas negras o residuos industriales. las aguas que contienen cantidades apreciables de sólidos suspensión no son adecuadas para la alimentación de calderas, dado que producen depósitos de lodo dentro de la misma y pueden ocasionar formación de espumas y arrastres, así como también incrustaciones. Cuando esta condición es el resultado de la contaminación por aguas negras o residuos industriales, es posible que simultáneamente se produzca la corrosión

2. Sólidos y gases disueltos. Existen varios sólidos disueltos que pueden ocasionar problemas de incrustación entre ellos se encuentran las sales de calcio y magnesio que producen incrustaciones en el interior de una caldera. La dureza del agua se refiere a la concentración excesiva de sales de calcio y magnesio, otros componentes que también son aportadores de la dureza en el agua son hierro aluminio, ácidos orgánicos y minerales, así como algunos otros metales.

El cloruro de sodio es la sal común o sal de uso doméstico. Esta forma de sodio se encuentra ampliamente en el mundo, y prácticamente todas las aguas contienen algo de ella. No forma incrustaciones a las concentraciones normalmente encontradas en agua para calderas. Esta sal no es particularmente corrosiva, pero en presencia de compuestos de magnesio, especialmente sulfato de magnesio, se forma cloruro de magnesio que es una sustancia corrosiva en potencia.

El bicarbonato de sodio es una de las sales más importantes que pueden encontrarse en las aguas para calderas. Esta sustancia, al ser calentada, pasa a carbonato

de sodio, comúnmente llamado ceniza de sosa. El bicarbonato de sodio es muy soluble y se encuentra con frecuencia en concentraciones elevadas en muchas aguas naturales. El carbonato de sodio se usa extensamente como agente de ablandamiento para transformar el sulfato de calcio a carbonato cálcico.

El hidroxido de sodio (sosa cáustica) se halla siempre presente cuando el agua para alimentación de caldera contiene carbonato de sodio o bicarbonato, debido a la hidrólisis que se produce a altas temperaturas y presiones. Este compuesto posee elevada solubilidad y, por ello, no produce incrustaciones. Una concentración excesiva de sosa cáustica en el agua para calderas ocasiona muchos problemas de operación. Se sabe que la sosa cáustica ataca al acero, produciendo el efecto conocido como fragilización caustica o cristalización del acero de calderas.

Muchas aguas naturales contienen sulfato de sodio, así como también las aguas provenientes de plantas suavizadoras tanto por el sistema de cal soda o el sistemas de zeolitas, las cuales frecuentemente contienen cantidades apreciables de esta sal. El sulfato de sodio no forma incrustaciones a bajas concentraciones. En altas concentraciones, pueden ser arrastrados fuera de la caldera por el vapor húmedo en cantidades suficientes para causar serios daños en la tubería y valvulas del sistema.

Existen varios gases que ocasionalmente pueden encontrarse disueltos en el agua. Con excepción del bióxido de carbono, oxígeno y amoniaco, es difícil sin embargo, encontrar corrosión causada por los gases. Los gases aquí mencionados son la causa principal de la corrosión encontrada en calderas, turbinas y equipos accesorios. El bióxido de carbono es en realidad es un ácido cuando se encuentra combinado con el agua (H_2CO_3) y como tal ataca activamente el metal de la caldera. El oxígeno seco tiene una acción directa escasa sobre el metal, pero acelera considerablemente la corrosión cuando se encuentra en solución y la remoción de este gas del agua para alimentación de calderas, corrige en gran parte la corrosión.

3. Materia orgánica. Todas las aguas contienen alguna materia orgánica. La cantidad presente en aguas subterráneas generalmente es pequeña, pero las fuentes superficiales usualmente contienen cantidades relativamente grandes. Cuando se halla presente materia orgánica en el agua para calderas, ocasiona numerosos defectos de operación. La mayor parte de la materia orgánica presente en el agua se produce en la descarga de drenajes sanitarios y residuos industriales en los suministros.

C. Métodos de tratamiento

1. **Filtración.** La remoción de sólidos suspendidos, al pasar el agua através de un medio poroso, principalmente es una acción mecánica. Esta acción sola, sin embargo, puede no dar una filtración completa. Los sólidos divididos finamente son sólo eliminados por la formación de películas gelatinosas al rededor de los granos del medio filtrante. En algunos filtros, este recubrimiento de los granos de arena se obtiene por una acción biológica, la cual es mas acentada en filtros donde la velocidad de flujo es lenta, en los cuales se forma una película de microorganismos sobre la superficie del lecho filtrante. también pueden formarse flóculos mediante varios productos químicos para crear una capa artificial sobre la superficie del lecho filtrante. (3)

La profundidad a la cual los sólidos penetren en el lecho de arena depende, en gran parte, del flujo de filtración, de las dimensiones y de la graduación del medio filtrante. Conforme pasa el tiempo, aumenta la eficiencia de un filtro operado adecuadamente. La materia floculada llena los espacios vacíos del lecho filtrante y la capa artificial produce intersticios más finos y ayuda tanto a la remoción de partículas gruesas como a partículas muy finas. (4)

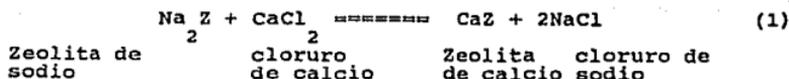
2. **Eliminación de sólidos disueltos.** La prevención de la formación de incrustaciones y otros depósitos en las aguas de refrigeración y de calderas se logra procediendo a la eliminación de los sólidos disueltos. Mientras que en la purificación de aguas municipales esta eliminación generalmente se limita a la reducción parcial de la dureza y a la separación del hierro y manganeso, en el tratamiento de aguas industriales suele intensificarse esta purificación hasta la eliminación casi por completo de estos sólidos por medio de la desmineralización.

En el caso de calderas de una presión de operación de 0-150 libras sobre pulgada cuadrada, el agua de alimentación es suavizada. Considerando que el sistema en estudio cumple con esta especificación solo se vera lo relacionado a la suavización y no así a la desmineralización.

Otro metodo para la eliminación de sólidos disueltos es la adición de un tratamiento químico en la caldera combinado con purgas intermitentes.

2.1 **Suavización mediante zeolita de sodio.** la suavización con zeolita consiste en pasar el agua a través de un lecho de material que posee la propiedad de remover el calcio y magnesio del agua y de reemplazar en estos iones con sodio o potasio. El intercambio tiene lugar rápidamente, de tal manera que el agua cruda, a su paso por el lecho de zeolita, puede ser ablandada casi completamente independientemente de las variaciones de dureza. El calcio y magnesio serán removidos de cualquiera de sus sales en solución, como bicarbonatos, sulfatos, cloruros, etc.. Considerando solamente los cloruros como ejemplo, a fin de simplificar, las reacciones de suavización son las

siguientes: (ecuaciones 1 y 2) (3)



La figura No. 1 muestra esquemáticamente los cambios en el lecho de zeolita conforme progresa el ablandamiento. En (a) los cloruros de calcio y magnesio pasan a través de la superficie de un lecho fresco de zeolita de sodio e inmediatamente son convertidos a cloruros de sodio, cambiando la capa superficial de el lecho a zeolita de calcio y magnesio. En (b) la mitad del lecho ha sido cambiado en esta forma. El material de zeolita continuará ablandando agua en esta forma hasta que un alto porcentaje de los iones de sodio ha sido intercambiado. Sin, embargo, en (c) la capa de zeolita de sodio ha llegado a ser tal delgada, que algo de las sales de calcio y magnesio pasa a través de ella sin haber intercambiado, apareciendo dureza en el efluente. Después de este punto "de fuga" la dureza aumenta rápidamente. La etapa de ablandamiento se termina a una predeterminada dureza en el efluente, determinada mediante pruebas de las muestras. La capacidad total de mineral para intercambiar sodio por calcio y magnesio no ha sido todavía agotada, pero el "valor de intercambio de operación", ya ha sido utilizado. (3)

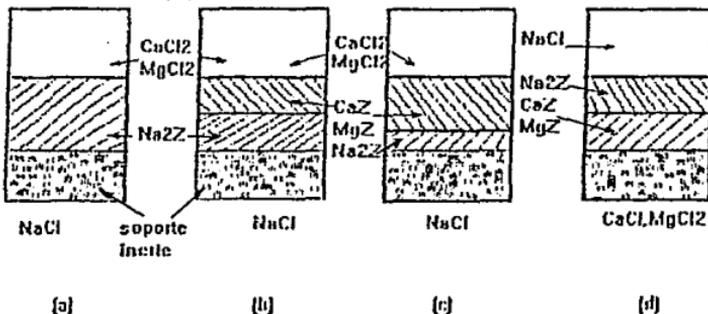
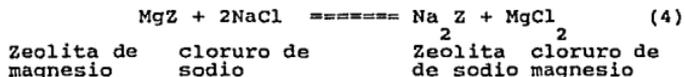
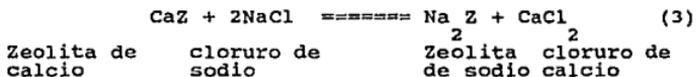


Fig. 1: Cruquis diagramático que muestra los cambios en los lechos de zeolitas durante la suavización y regeneración.

En muchos casos, es permisible continuar más allá del punto de fuga hasta que el efluente contiene 10 ppm (partes por millon) de dureza, ya que esta agua es una pequeña fracción del producto de la operación completa. En esta forma se obtiene economía de sal. Las clasificaciones comerciales de los valores de intercambio en operación están basadas en esta práctica la cual corresponde a iniciar la regeneración tan pronto como ya no pueda obtenerse el valor de "cinco gotas" en la prueba de jabón. (3)

Cuando se ha logrado el valor de intercambio en operación, el suavizador debe regenerarse ; esto es, deben ser reemplazados los iones sodio removidos durante el proceso de ablandamiento. La regeneración se efectúa tratando el lecho con una solución saturada de cloruro de sodio. Entonces, tiene lugar la reacción química inversa, y el calcio y magnesio extraídos del agua, y fijados en los granos del cambiador de iones, son liberados y pasan a la solución se salmuera. En esta forma, son removidos de la zeolita y arrastrados al drenaje. Los iones de sodio son captados por la zeolita, y la unidad nuevamente está lista para ablandar agua.

Las reacciones químicas que ocurren durante la regeneración pueden expresarse en las ecuaciones 3 y 4:



El proceso de regeneración se ilustra esquemáticamente en (d) en la figura 3. En realidad, la zeolita no se regenera 100%, quedando combinados en los gránulos, trazas de calcio y magnesio. Similarmente, en la práctica comercial del ablandamiento, no es posible extraer todas las trazas de sodio. Esto no interfiere con la utilidad práctica del proceso. (4)

2.2 Tratamiento interno. El procedimiento mas frecuente para eliminar algunos sólidos disueltos en calderas de presión baja y media, es la adición de agentes químicos que precipitan sólidos disueltos como calcio y magnesio, en forma de lodo fluido no adherente, que puede eliminarse de la caldera mediante una purga intermitente o continua.

Las fórmulas de tratamiento de agua de calderas más eficaces se basan en los tres compuestos siguientes: 1) un alcali, que puede ser sosa, sosa cáusticas o un fosfato

alcalino, que desempeña un doble papel en la mezcla; es decir, complementa la alcalinidad del agua de alimentación y provoca la precipitación de la mayor parte de la dureza en forma de carbonato de calcio e hidróxido de magnesio, 2) un fosfato que se emplea para precipitar los últimos vestigios de calcio; 3) un dispersante orgánico que tiene por objeto mantener los fangos en estado fluido para purgarlos fácilmente. Este dispersante puede ser alginatos, taninos, sulfonatos de lignina u otros productos naturales o sintéticos, algunos de los cuales, según parece, puede eliminar el oxígeno disuelto.

En el tratamiento interno de las aguas de calderas también pueden emplearse otros productos químicos para lograr diversos objetivos, entre los de uso más común figuran el sulfito sódico y la hidracina para la separación del oxígeno disuelto en el agua de alimentación de calderas. (4)

En muchos sistemas evaporativos, y tanto en el caso de las aguas de refrigeración como en las calderas, los sólidos totales disueltos deben mantenerse por debajo de un máximo predeterminados, ya que no es preciso eliminarlos por completo. Para hacer esto, una parte del agua se descarga de modo continuo o intermitente. En los casos de las aguas de refrigeración y de calderas estas sangrías y purgas limitan de modo eficaz tanto los sólidos en suspensión como los disueltos. (3)

5. Eliminación de los gases disueltos. En el tratamiento de las aguas de los abastecimientos comunitarios, éstas pueden dearearse con objeto de separar el sulfuro de hidrógeno o reducir la concentración excesivamente alta de dióxido de carbono. Esta operación se efectúa también de vez en cuando en el tratamiento de aguas industriales.

Sin embargo, frecuentemente hay que lograr la reducción casi por completo del dióxido de carbono en las aguas empleadas con fines de la calefacción y refrigeración. Entre los procesos que pueden cumplir esta finalidad figuran la desionización, la adición de álcali al agua de alimentación o el paso del agua a través de un filtro de neutralización en el que el agua entra en contacto con carbonato cálcico (calcita), con el que reacciona el dióxido de carbono, como se deduce de la ecuación 5.



Con objeto de reducir al mínimo la corrosión, es necesario la eliminación del oxígeno disuelto en el agua de alimentación de calderas, para lograr esto puede recurrirse tanto a métodos mecánicos, como químicos. Desde el punto de vista mecánico, el oxígeno puede separarse en un desairador de vacío o un calentador de desairación. Entre los métodos químicos se incluye la reacción con sulfito sódico o hidracina. A temperaturas bajas la reacción con el sulfito

sódico es bastante lenta, aunque puede acelerarse añadiendo cantidades pequeñas de sales de cobalto o cobre como catalizador. El empleo de hidracina es mas utilizado cuando el oxígeno disuelto debe eliminarse por completo en calderas de alta presión.

III. JUSTIFICACION DEL TEMA

La calificación de instalaciones y operacional de un sistema nos permite verificar si este es satisfactorio, en cuanto a instalación y operación, y si no lo es, nos permite conocer sus deficiencias y limitaciones de tal manera que se pueda conocer a fondo dicho sistema para así, corregir cualquier anomalía y poder optimizarlo.

Es por lo anterior la importancia de la calificación de sistemas críticos, en este caso en particular el sistema de vapor "planta".

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de vapor "planta" es necesario para el correcto funcionamiento de los equipos que dependen de este sistema como son: las autoclaves, hornos, reactores y marmitas.

Si este sistema tuviera que interrumpir sus servicios por mal mantenimiento, mala operación o por la corrosión e incrustación de iones en sus equipos, ocasionado por un mal tratamiento del agua, provocaría retrasos en la producción, pérdidas económicas, así como una calidad no confiable de los productos.

Debido a lo anterior surge la necesidad de calificar las partes del sistema de vapor "planta", para así detectar las posibles deficiencias en cada uno de sus componentes.

V. OBJETIVO

Calificar las partes de un sistema de vapor "planta", para determinar su situación actual, así como dar las posibles soluciones a las anomalías que se lleguen encontrar durante la calificación.

VI. HIPOTESIS

Al realizar la revisión sistemática de cada una de las partes del sistema de vapor se podrá detectar deficiencias en el equipo y en el tratamiento del agua de alimentación, para así poder plantear solución a estas.

VII. MATERIAL Y METODOA. MATERIAL1. REACTIVOS

Acido clorhídrico concentrado (grado reactivo)
 Acido sulfúrico concentrado (grado reactivo)
 Acido fosfórico al 85 por ciento
 Acido nítrico concentrado (grado reactivo)
 Acido Oxálico (grado reactivo)
 Biyodato de potasio (grado analítico)
 Carbonato de sodio (grado analítico)
 Indicador de fenoftaleina
 Indicador de anaranjado de metilo
 Indicador de almidón
 Negro de eriocromo T (polvo)
 Nitrato de plata (grado reactivo)
 Solución alcalina de yoduro de potasio
 Solución de cloruro estanoso
 Solución de cromato-dicromato
 Solución de molibdato de amonio
 Solución de referencia de conductividad de 1413
 microsiems
 Solución de referencia de fosfatos
 Solución de referencia de silicato de sodio
 Solución de referencia de yodato de potasio
 Solución de sulfato de manganeso
 Solución de sulfito de sodio
 Solución de tiosulfato de sodio
 Solución de yodato de potasio
 Solución de yoduro de potasio
 Solución reactivo de ortotoluidina (grado analítico)
 Solución reguladora de amonio (pH 10)
 Solución 0.02 N de acido sulfúrico
 Solución 0.02 N de hidróxido de sodio
 Solución 0.02 N de referencia de calcio
 Solución 0.1 N de tiosulfato de sodio
 Solución 0.02 N de versenato disodico
 Solución 0.5 M reguladora de fosfatos
 Solución 0.1 M reguladora de fosfatos

2. MATERIAL

Bureta (Pyrex)	50 ml
Crisol de platino	
Cubre objetos	
Desecador	
Embudo de talle corto	
Matraces Erlenmeyer (Pyrex)	125 ml, 250 ml, 500 ml
Matraces volumétricos (Pyrex)	100 ml, 250 ml, 500 ml
Mortero con pistilo	
Pinzas para bureta	
Pipetas graduadas (Pyrex)	1 ml, 5 ml, 10 ml

Pipetas volumétricas (Pyrex) 1 ml, 5 ml, 10 ml, 25ml
Soporte universal
Tubo Nessler (Pyrex) 50 ml
Vasos de precipitado (Pyrex) 100 ml, 250 ml, 500 ml

3. EQUIPO

Balanza analítica (Mettler AM 100, sensibilidad 0.1mg)
Conductímetro (Cole Palmer 01481-40)
Equipo de calibración manómetros (Sin marca, sin modelo)
Espectrofotómetro (Beckman DU-65)
Parrilla eléctrica (Thermolyne)
Potenciómetro (Beckman 34 pHmeter)

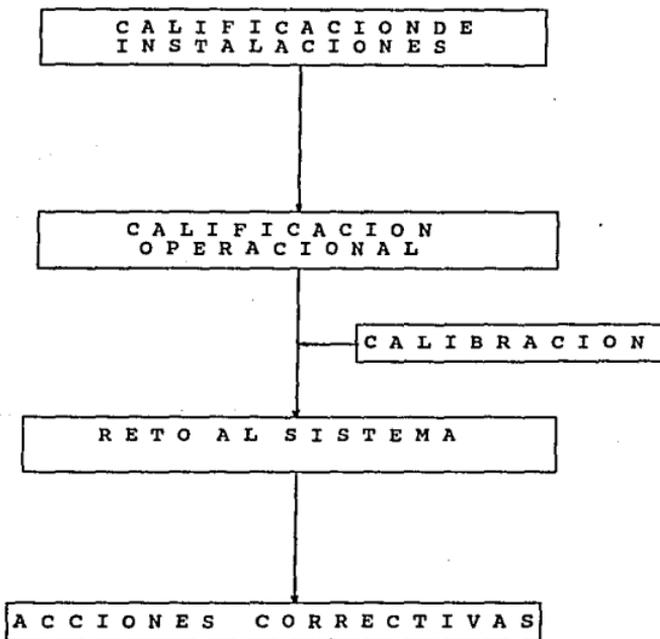
Pipetas volumétricas (Pyrex) 1 ml, 5 ml, 10 ml, 25ml
Soporte universal
Tubo Nessler (Pyrex) 50 ml
Vasos de precipitado (Pyrex) 100 ml, 250 ml, 500 ml

1. EQUIPO

Balanza analítica (Mettler AM 100, sensibilidad 0.1mg)
Conductímetro (Cole Palmer 01481-40)
Equipo de calibración manómetros (Sin marca, sin modelo)
Espectrofotómetro (Beckman DU-65)
Parrilla eléctrica (Thermolyne)
Potenciómetro (Beckman 34 pHmeter)

B. METODO

A continuación se muestra en forma de diagrama de flujo el metodo para llevar a cabo la calificacion del sistema de vapor "planta"



1. DESARROLLO

Para poder calificar el sistema se debe calificar cada una de sus partes, a las cuales se les realizara dos tipos de calificación: calificación de instalación y calificación de operación.

a. Tanque hidroneumático.

1) Calificación de instalación. Verificar que la capacidad, modelo y material de construcción del tanque sea el que se especifica en el plano y que sea el adecuado al uso que tiene.

Calibrar los instrumentos involucrados en el tanque hidroneumático. (ver anexo A "Procedimiento de calibración de manómetros tipo Bourdon utilizando un manómetro patron").

2) Calificación de operación. Verificar que las bombas que abastecen el tanque encienden cuando la presión sea menor a 3 Kg/cm2. (ya que esta es la presión mínima a la que debe mantenerse la línea de abastecimiento de agua para la alimentación de los equipos del sistema de vapor).

Realizar el procedimiento de limpieza, operación y sanitización del tanque. Ver anexo B

b) Filtro de carbón.

1) Calificación de instalación. Igual que para el tanque hidroneumatico.

2) Calificación de operación. Verificar que la presión observada en el filtro sea de 3.0 -3.5 Kg/cm2. (Presión de operación especificada en el manual del equipo).

Analizar cloro residual antes y después del filtro de carbón para verificar que el filtro de carbón está eliminando el exceso de cloro.

Realizar procedimientos de limpieza y operación del equipo. Ver anexo B

c. Suavizadores.

1) Calificación de instalación. Igual que para tanque hidroneumatico.

2) Calificación de operación. Verificar que la presión en los suavizadores sea de 2.5-3.0 Kg/cm2 (Presión de operación especificada en el manual del equipo).

Analizar la dureza del agua antes y después de los suavizadores para verificar que los suavizadores están eliminando la dureza del agua.

Realizar procedimientos de limpieza, regeneración y operación del suavizador. Ver anexo B

d. Tanque de condensado.

1) Calificación de instalación. Igual que para tanque hidroneumático,

2) Calificación de operación. Verificar que las bombas de abastecimiento de agua de alimentación de calderas enciendan cuando el nivel de agua de la caldera sea menor a 1/4 del nivel (nivel mínimo de agua dentro de una caldera). Verificar que la presión de las bombas de abastecimiento de agua sea de 6.0-7.0 Kg/cm². (Presión recomendada en el manual del equipo para el abastecimiento de agua).

Realizar procedimientos de limpieza del tanque. Ver anexo B

e. Calderas.

1) Calificación de instalación. Igual que para tanque hidroneumático.

2) Calificación de operación. Verificar que la salida de vapor sea a una presión de 6.0-7.0 Kg/cm². (Presión de operación especificada en el plano del equipo).

Analizar el agua de purga de caldera y condensado de vapor, verificar que se encuentren dentro de especificaciones. (Ver cuadro D y E).

Verificar que las presiones de entrada a la caldera de aire, agua y combustible sean especificadas en el manual.

Realizar procedimientos de operación y limpieza de calderas. Ver anexo B

f) Tubería del sistema.

Verificar que la red de tubería de distribución del vapor sea del material especificado en el plano. Verificar visualmente que no existan fugas de vapor y que exista aislamiento térmico.

g.) Reto al sistema.

Se delimitará la capacidad del sistema con cada una de las calderas, en condiciones máximas de operación, es decir en condiciones donde todos los puntos de usos del vapor se utilicen al mismo tiempo. Verificar que en todos los puntos de uso del vapor el suministro de este sea adecuado auxiliándose de los instrumentos de medición en cada uno de estos puntos. (Ver tabla 1).

De no ser así, dejar de usar el vapor en algunos puntos, tomando en cuenta las prioridades e importancia de cada uno de ellos, hasta delimitar la capacidad de la caldera.

Nota: el reto se hace individualmente para cada caldera, ya que nunca funcionan los dos al mismo tiempo.

Equipo	Instrumentos	Presión normal de operación.	Observaciones
Tanque de intercambio de calor	Manómetro	3-4	Las presiones son en kg/cm ² Prioridad de usos:
Reactor planta química	Manómetro	1.5-2	1 Reactor planta química.
Destiladores de alcohol	2 Manómetros	1-2	2 Autoclave. 3 Destiladores de alcohol y agua.
Destiladores de agua	3 Manómetros	2-2.5	4 Marmita supositorios.
Autoclave	Manómetro	3.5-4	5 Marmita jarabes
Marmita supositorios	Manómetro	1-2	6 Secado horno Glatt.
Marmita jarabes	Manómetro	1-2	
Secado horno Glatt	Manómetro	2.5-3.5	

Tabla 1. Controles de operación en puntos de uso

Nota: Los instrumentos aquí mencionados son los que regulan la entrada de vapor al equipo.

Las prioridades de uso se refieren exclusivamente a las necesidades del departamento de producción.

2. PROGRAMA DE MUESTREO.

a. Localización de toma de muestra y sus respectivos análisis fisicoquímicos.

Lugar de muestreo	Análisis	Frecuencia
Cisterna	Cloro residual	Diario
Filtro de carbón	Cloro residual	3 veces a la semana
Suavizadores	Dureza total como CaCO ₃	3 veces a la semana
Tanque de condensados	Alcalinidad	3 veces a la semana
	Bicarbonatos	3 veces a la semana
	Dureza total	3 veces a la semana
	Manganeso	3 veces a la semana
	Oxígeno Disuelto	3 veces a la semana
	pH	3 veces a la semana
	Silice	3 veces a la semana
	Sólidos suspendidos	3 veces a la semana
Calderas	Sólidos disueltos	3 veces a la semana
	Dureza total	Semanal
	Fosfatos	Semanal
	Alcalinidad total	Semanal
	Alcalinidad a la Fenoftaleína	Semanal
	Sulfitos	Semanal
	pH	Semanal
Autoclave(vapor condensado)	Sólidos disueltos por conductividad	Semanal
	Oxígeno disuelto	Semanal
	pH	Semanal
Tanque de intercambio de calor (vapor condensado)	Sólidos disueltos por conductividad	Semanal
	Oxígeno disuelto	Semanal
	pH	Semanal

Cuadro A: Puntos de muestreo

b. Calendario de muestreo

Lugar de muestreo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
Cisterna	1	1	1	1	1
Filtro de carbón	1		1		1
Suavizadores	2		2		2
Tanque de condensados	2,3,4, 5,6,7, 8,9,10,	2,3,4, 5,6,7, 8,9,10,		2,3,4, 5,6,7, 8,9,10,	
Calderas			2,3,7,11, 12, 13,		
Autoclave					6,7,14,
Tanque de intercambio de calor					6,7,14,

Cuadro B: Calendario de muestreo**Clave de análisis:**

1. Cloro residual
2. Dureza total (CaCO₃)
3. Alcalinidad total
4. Bicarbonatos
5. Manganeso
6. Oxígeno disuelto

7. pH

8. Sílice
9. Sólidos suspendidos
10. Sólidos disueltos
11. Fosfatos
12. Alcalinidad a la fenoftaleína
13. Sulfitos
14. Sólidos disueltos por conductividad

Nota: Las muestras se tomarán en un horario de 11:00 a 12:00 horas.

1. CRITERIOS DE ACEPTACION

a. Criterio de calidad del agua para uso industrial de alimentación de calderas.

Parámetro	Especificación máxima (mg/l)
Alcalinidad total	350
Bicarbonatos	170
Dureza total (carbonato de calcio)	350
Manganeso	0.30
Oxígeno disuelto	2.50
pH (min.-máx.)	7.0-10.0
Sílice	30
Sólidos suspendidos	10
Sólidos disueltos	700
Cloro residual	0.2-1.0

Cuadro C: Calidad del agua para calderas con presión de operación de 0-150 psig

Fuente: "Análisis de factibilidad técnica, económica y operacional de aplicación de normas para el reuso de aguas residuales tratadas en el distrito federal". Diseños hidráulicos y tecnológicos ambiente. México D.F., 1987.

Nota: Las especificaciones varían de acuerdo a la presión de operación de la caldera.

b. Criterio de calidad del agua del interior de calderas con una presión de operación de 0-150psig

Parámetro	Mínimo	Máximo
Dureza total (CaCO ₃)	0	0
Fosfatos	20	60
Alcalinidad a la fenoftaleína	700	1500
Alcalinidad total	1020	2400
Sulfitos	5	20
pH	10.5	11.6

Cuadro D: Calidad de agua en el interior de la caldera (mg/l)

Fuente:IDEM Cuadro C

c. Criterio de calidad de vapor condensado para un sistema de vapor "Planta".

Parámetro	Especificación
Sólidos disueltos por conductividad	0.5 - $1 \cdot 10^{-5}$ μ hos
Oxígeno disuelto	menor de 2.5ppm
pH	7.0 - 10.5

Cuadro E: Calidad de vapor condensado

Fuente:S.T Powell; " Acondicionamiento del agua para la industria", Limusa. México, D.F 13-25 (1981).

4. PROCEDIMIENTOS ANALITICOS

a. Alcalinidad

1) Muestreo y almacenamiento. Para mejores resultados las muestras se deben recolectar en frascos de polietileno o de vidrio Pyrex. Por la inestabilidad de las muestras que puedan contener considerable bióxido de carbono, la determinación de alcalinidad se debe verificar de preferencia el mismo día.

2) Preparación de soluciones reactivo.

Agua destilada : Exenta de bióxido de carbono. Usar agua destilada con un pH no menor de 6.0, para la preparación de todas las soluciones concentradas y valoradas, lo mismo para la disolución en los procedimientos de titulación. Si el agua presenta un pH menor se debe hervir 15 min y enfriarse a la temperatura ambiente.

Acido sulfúrico (0.02N). Preparar la solución madre aproximadamente 0.1 N, diluyendo 3 ml de ácido sulfúrico concentrado a 1 l de agua destilada. Titular el ácido 0.02N con una solución de carbonato de sodio 0.02 N, preparado previamente por disolución de 1.06 g de carbonato de sodio anhidro grado analítico, secado en la estufa a 140 °C durante 2 h y llevado a 1 l en matraz volumétrico con agua destilada. Valorar el ácido sulfúrico con 25 ml de carbonato de sodio y 2-4 gotas de indicador anaranjado de metilo, adicionar el ácido con agitación hasta la aparición de un color rosa.

Indicador de fenoftaleína. Se disuelve 5 g de fenoftaleína en 500 ml de alcohol etílico al 95%, agregar 500 ml de agua destilada. Agregar hidróxido de sodio 0.02 N por gotas hasta la aparición de un color ligeramente rosa.

Indicador de anaranjado de metilo. Disolver 0.5 g de anaranjado de metilo en 1 l de agua destilada.

Solución de tiosulfito de sodio (0.1 N). Disolver 25 g de tiosulfito de sodio grado reactivo, en 1 l de agua destilada.

3) Procedimiento.

Se decolora la muestra con 2 gotas de tiosulfito de sodio 0.1 N.

Alcalinidad a la fenoftaleína. Agregar una gota de indicador de fenoftaleína a una muestra de 50 ml contenida en un matraz erlenmeyer. Titular con ácido sulfúrico 0.02 N, hasta el vire de color.

Alcalidad total con anaranjado de metilo. Agregar 2 gotas del indicador a la muestra en que se determinó la alcalinidad a la fenoftaleína, titular con ácido sulfúrico 0.02 N

hasta vire de color.

Cálculos

Alcalinidad a la fenoftaleína como mg/l de de carbono de calcio :

$(\text{ ml de ácido gastados }) (\text{ Normalidad del ácido }) (50\,000)$
 ml de muestra

Alcalidad total como mg/l de carbonato de calcio :

$(\text{ ml de ácido gastados }) (\text{ Normalidad del ácido }) (50\,000)$
 ml de muestra

Para alcalinidad total se debe incluir el volumen gastado de ácido en la fenoftaleína en el volumen total de ácido consumido

Cálculos de las formas de alcalinidad (carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos).

Resultados de titulación	Alcalinidad de hidróxido y carbonato	Alcalinidad de carbonato de calcio en carbonato de calcio	Alcalinidad de bicarbonato en carbonato de calcio
F = 0	0	0	T
F = 1/2T	0	2F	T - 2F
F = 1/2T	0	2F	0
F = 1/2T	2F-T	2 (T-F)	0
F = T	T	0	0

T = alcalinidad total

F = alcalinidad a la fenoftaleína

Fuente: ver referencia 3

b. Cloro residual

1) Preparación de soluciones reactivas

Solución de referencia de cloro

Solución reguladora concentrada de fosfatos (0.5M).
 Secar ortofosfato disódico anhidro a 110 °C durante 1 h y conservar en desecador. Disolver 22.86 g de ortofosfato disódico anhidro en 1 l de agua destilada. Esta solución se deja reposar durante varios días para dar tiempo a que se forme cualquier precipitación, filtrar antes de usarse.

Solución reguladora de fosfatos (0.1M). Esta es la solución reguladora patrón de pH = 6.5. De la solución concentrada y filtrada del análisis anterior se diluyen 200 ml a 1 l de agua destilada.

Solución madre de cromato-dicromato. Se disuelve

1.55 g de dicromato de potasio y 4.55 de cromato de potasio en solución reguladora 0.1 M. Esta solución corresponde al color producido por 10 mg/l de cloro por el procedimiento normal de orto-toluidina, cuando se observa a través de celdas de cualquier espesor.

Soluciones de referencia de cloro de fórmula modificada de Scott 0.01 - 1 mg/l los volúmenes de solución patrón de cromato-dicromato, indicados en el cuadro F, se pipetea en matraces aforados de 100 ml y diluir hasta el aforo de 100 ml con solución amortiguadora 0.1M

Cloro (mg/l)	solución patrón de cromato-dicromato (ml)	Cloro (mg/l)	Solución patrón de dicromato-cromato (ml)
0.01	1	0.35	35
0.02	2	0.40	40
0.05	5	0.50	50
0.07	7	0.60	60
0.10	10	0.70	70
0.15	15	0.80	80
0.20	20	0.90	90
0.25	25	1.00	100
0.30	30		

Cuadro F : Soluciones de referencia de cloro

Protección de las soluciones de referencia. Las soluciones de referencia se colocan en tubos Nessler de 50 ml. Los tubos deben protegerse del polvo y de la evaporación sellandolos con cubre objetos por medio de balmos de Canadá. Estas soluciones no se deben usar o almacenar a la luz solar directa, debiendo renovarse tan pronto como aparezca cualquier turbidez.

Reactivo de orto-toluidina. Disolver 1.35 g de diclorhidrato de orto-toluidina en 500 ml de agua destilada. Agregar esta solución con agitación constante, a una mezcla de 350 ml de agua destilada y 150 ml de ácido clorhídrico. No se recomienda el uso de orto-toluidina básica para la preparación de este reactivo.

2) Procedimiento

A un tubo Nessler de 50 ml del reactivo de orto-toluidina, agregar muestra hasta el aforo y mezclar.

Cuando la temperatura de la muestra es menor de 20°C se lleva rápidamente a esta temperatura, después de mezclar

con la orto-toluidina.

La comparación del color se debe hacer en el momento de máxima intensidad del color. Si la muestra contiene predominantemente cloro libre, la intensidad máxima aparece instantáneamente y comienza a desaparecer. Las muestras que contienen cloro combinado desarrolla la intensidad máxima de color a los 3 minutos.

Compensación por interferencia. La interferencia debido a la presencia de color o turbidez natural se pueden compensar de la manera siguiente: se observa horizontalmente la muestra y la solución de referencia, después de poner una muestra detrás de la solución de referencia y una muestra de agua destilada detrás de la muestra a compararse.

Fuente: ver referencia 3

c. Pureza total. Como carbonato de calcio.

1) Preparación de soluciones reactivo.

Versenato disódico (0.02N). Pesar 6.7242 g de EDTA disódico sal grado analítico. Disolver en agua destilada y diluir a 1 l, estandarizar con una solución estándar de calcio.

Solución estándar de calcio. Pesar 2 g de carbonato de calcio anhidro (estándar primario o reactivo especial bajo en metales pesados, álcalis y magnesio). En un matraz erlenmeyer de 500 ml colocar un embudo en el cuello del matraz y adicionar poco a poco ácido clorhídrico 1 : 1 con agua destilada hasta disolver el carbonato de calcio. Adicionar 200 ml de agua destilada y colentar a ebullición por varios minutos para eliminar el bióxido de carbono. Enfriar y adicionar unas gotas de rojo de metilo y ajustar al color naranja agregando hidróxido de amonio o ácido clorhídrico 1 : 1, en agua destilada, dependiendo de como se requiera. Transferir y diluir a 1 l con agua destilada.

(1 ml = 10 mg de carbonato de calcio.

$$N = \frac{\text{número de equivalentes}}{\text{litros de disolución}}$$

Estandarización del EDTA: a la solución estándar de calcio se le titula con EDTA como se indica en el procedimiento para la determinación de dureza.

Cálculos :

$$\frac{N1 V1}{V2} = N2$$

Donde :
N1 = Normalidad de carbonato de calcio

V1 = Volumen de solución de carbonato de calcio.
V2 = Volumen de EDTA utilizado.

N2 = Normalidad de EDTA.

2) Procedimiento. Colocar 25 ml de muestra en un matraz erlenmeyer de 125 ml, añadir 1 ml de solución reguladora de pH=10, agitar y adicionar 0.2 g de indicador de negro de ericromo "T". Si existe dureza la solución toma una coloración rojo fuerte. Esta solución se titula con la solución valorada de versenato de sodio, adicionar lentamente y con agitación continua hasta el punto final, el cual se detecta al cambiar la solución de rojo fuerte a azul claro

Cálculos :

Dureza total como carbonato de calcio.

$$(V) (N) (E) \frac{100}{\text{ml de muestra}}$$

Donde :

V = mililitros de versenato utilizado

N = normalidad de la solución de versenato

E = equivalente de carbonato de calcio = 50

Fuente: ver referencia 3

d. Fosfatos.

1) Preparación de soluciones reactivos.

Solución de referencia de fosfatos (solución concentrada). Disolver 7.1638 g de fosfato de potasio seco grado reactivo, en 1000 ml de agua destilada. Esta solución tiene una concentración de 5 000 ppm de fosfatos y 1 ml = 5 mg de fosfatos.

Solución diluida. Diluir 20 ml de la solución concentrada en 100 ml de agua destilada. Esta solución diluida tiene una concentración.

Solución de ácido molibdic. Disolver 10 g de ácido molibdic al 85% grado reactivo, en 500 ml de agua destilada, agregar lentamente con agitación 47 ml de ácido sulfúrico concentrado, grado reactivo. Diluir hasta 1000 ml de agua destilada.

Solución de cloruro estannoso (solución concentrada) Disolver 12 g de cloruro estannoso dihidratado, grado reactivo. Guardar en una botella de vidrio perfectamente cerrada.

Solución diluida. Diluir 2.5 ml de la solución concentrada en 100 ml de agua destilada. Preparar nueva solución diluida diariamente.

Preparación de soluciones de referencia. Pasar los valores de la solución diluida de fosfatos indicados en el cuadro G, a matraces volumétricos de 100 ml y llevar al aforo con agua destilada.

mg/l	ml de solución diluida
20	2.0 ml
25	2.5 ml
30	3.0 ml
35	3.5 ml
40	4.0 ml
45	4.5 ml
50	5.0 ml
55	5.5 ml
60	6.0 ml

Cuadro G: Valores de solución diluida de fosfatos.

2) Procedimiento.

A un tubo Nessler de 50 ml, adicionar 10 ml de la muestra y 20 ml de solución de ácido molibdico, mezclar el contenido del tubo colocando un tapón de hule. Agregar 5ml de solución diluida de cloruro estannoso y mezclar, dejar reposar la mezcla por 2 min. Preparar una muestra testigo en un segundo tubo Nessler, agregando 10 ml de muestra, 20 ml de solución de ácido molibdico y 5 ml de agua destilada, mezclar y dejar reposar 2 min.

Desarrollo de color de las soluciones de referencia.

De cada una de las soluciones indicadas en el cuadro G tomar 10 ml y colocar en tubos Nessler, adicionar a cada tubo 20 ml de solución de ácido molibdico. Mezclar el contenido del tubo cocando un tapón de hule, agregar 5 ml de solución diluida de cloruro estannoso y mezclar. Dejar reposar la mezcla por 2 minutos.

Comparación de color. Las muestra y las soluciones de referencia deben compararse simultáneamente para poder establecer el momento de mayor intensidad.

Compensación por interferencia. Proceder como se indica para cloro residual.

Fuente: ver referencia 2

e. Manganeso.

1) Preparación de soluciones reactivo.

Reactivo especial. Disolver 75 g de sulfato de mercurio en 400 ml de ácido nítrico concentrado y 200 ml de agua destilada. Adicionar 200 ml de ácido fosfórico al 85% y 35 mg

de nitrato de plata. Diluir la solución a 1 l.

Persulfato de amonio sólido.

2) Procedimiento.

Colocar 100 ml de muestra de agua problema en un matraz erlenmeyer de 250 ml, agregar 5 ml de solución especial para manganeso agitando con cuidado, evaporar hasta un volumen aproximado de 90 ml y enfriar.

Nota: en caso de haber precipitado se filtra y se agrega aproximadamente 1 g de persulfato de amonio, se continúa calentando hasta desarrollar la máxima coloración lo cual ocurre en 2 minutos aproximadamente.

Enfriar y vertir la solución coloreada en un tubo Nessler de 100 ml de capacidad, llevar al aforo con agua destilada.

Transferir inmediatamente una porción de esta muestra a un tubo del comparador, llenando el otro tubo con agua destilada, se mueve la serie de tubos coloreados (soluciones de referencia comerciales de manganeso) hasta igualar el color de la muestra, la cual da directamente la concentración de manganeso en partes por millón.

Fuente: ver referencia 3

f. Oxígeno disuelto.

1) Preparación de soluciones reactivo.

Indicador de almidón. Triturar 0.5 g de almidón de papa en un mortero con un poco de agua destilada y transferir en 100 ml de agua destilada hirviendo. Dejar enfriar y utilizar la solución clara de la capa superior. Esta solución se puede guardar por dos días utilizando como conservador 0.12 g de ácido salicílico.

Solución alcalina de yoduro de potasio. Disolver 360 g de hidróxido de potasio y 100 g de yoduro de potasio en 1000 ml de agua destilada.

Solución de yodato de potasio. Disolver 3.5667 g de yodato de potasio en 1000 ml de agua destilada para preparar una solución de 0.1N. Para preparar la solución 0.005N tomar una alícuota de 5 ml de la solución 0.1N y transferirla a un matraz de 1000 ml, aforar con agua destilada.

Solución de sulfato de manganeso. Disolver 480 g de sulfato de manganeso en agua destilada y aforar a 1000 ml con agua destilada.

Solución concentrada de tiosulfato de sodio (0.1N).

Disolver 24.82 g de tiosulfato de sodio en agua destilada recién hervida, enfriar y diluir a 1000 ml. Se preserva por la adición de 5 ml de clorofórmico o 1 g de hidróxido de sodio por litro.

Solución valorada de tiosulfato de sodio (0.005N)
Diluir 50 ml de solución concentrada de tiosulfato de sodio en 1000 ml de agua destilada y titular con biyodato de potasio 0.005N.

Solución de biyodato de potasio (0.1N). Secar 5 g de biyodato de potasio a 105 °C durante una noche. Pesar 3.249 g de biyodato de potasio y diluir a 1000 ml con agua destilada.

Solución de biyodato de potasio (0.005N). Diluir 50 ml de la solución de biyodato de potasio 0.1N, en 1000 ml de agua destilada.

Valoración del tiosulfato de sodio 0.005N. A 80 ml de agua destilada agregar con agitación 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, 10 ml de solución de biyodato de potasio y 1 g de yoduro de potasio. Titular con la solución de tiosulfato, agregando almidón cerca del vire.

2) Determinación de oxígeno disuelto.

Es esencial purgar (una purga implica abrir la toma de muestra y dejar circular el agua antes de la toma de muestra) completamente todas las líneas de muestreo, durante 15 minutos por lo menos. Tomar la muestra en un matraz erlenmeyer de 500 ml y protegerla de la atmósfera colocando un tapón de hule.

Tomar 250 ml de la muestra y colocarla en un matraz erlenmeyer de 500 ml con su respectivo tapón de hule. Agregar 2 ml de solución de sulfato de manganeso y posteriormente 2 ml de la solución fijadora alcalina de yoduro de potasio.

Volver a colocar el tapón y mezaclar varias veces, después de 5 minutos agregar 2 ml de la solución de ácido clorhídrico concentrado. Insertar el tapón y mezclar hasta que el precipitado se disuelva.

Si la solución que ha sido fijada presenta un color amarillo apreciable, el cual se debe a la liberación de yodo por la reacción con el oxígeno disuelto, debe ser valorado con la solución 0.005N de tiosulfato de sodio hasta que solamente permanezca un ligero tinte amarillo. Agregar entonces aproximadamente 0.5 ml de solución indicadora de almidón la que deberá dar un color azul, es muy probable que la cantidad de oxígeno sea pequeña o que la temperatura de la muestra sea demasiado alta para que el indicador de almidón sea sensible. En este caso agregar exactamente 1 ml de solución de yodato de potasio 0.005N a la muestra. Esto deberá producir el color azul del almidón, continuar la valoración de la muestra con la solución de tiosulfato de sodio 0.005N hasta que el color

azul haya desaparecido.

Cálculos:

ppm de oxígeno disuelto:
 (ml gastados de tiosulfato de sodio) (0.005)
 (0.16)

Fuente: ver referencia 2

g. pH

Para obtener resultados mas exactos el valor el valor del pH se determina por el método electrométrico, usando un potenciómetro y un electrodo de vidrio combinado sumergido en la muestra.

h. Sílice soluble

1) Preparación de soluciones reactivo.
ácido oxálico. Disolver 10 g de ácido oxálico dihidratado en 100 ml de agua destilada.

Solución de ácido clorhídrico. Colocar 10 ml de ácido clorhídrico concentrado, grado reactivo, en un matraz volúmetrico de 500 ml y diluir con agua destilada.

Solución de referencia de silicato de sodio. Fundir 3 g de carbonato de sodio, grado reactivo, con 0.2 g de sílice puro y seco en crisol de platino. Diluir en 200 ml de agua destilada y guardar la solución en frascos de plástico o de hule. Esta solución debe contener 1000 ppm.

Solución de molibdato de amonio. Disolver 50 g de molibdato de amonio, grado reactivo, en un matraz volúmetrico de 500 ml en agua destilada.

Solución de sulfito de sodio. Disolver 85 g de sulfito de sodio anhídrido grado reactivo, o 170 g de sulfito de sodio heptahidratado grado reactivo en aproximadamente 450 ml de agua destilada. Diluir con agua hasta 500 ml.

Solución de ácido oxálico. Disolver 10 g de ácido oxálico dihidratado en 100 ml de agua destilada.

2) Procedimiento.

Agregar a un matraz erlenmeyer de 250 ml, 10 ml de la muestra, 5 ml de ácido clorhídrico y 5 ml de solución de molibdato de amonio. Mezclar y dejar en reposo durante 1 ó 2 minutos hasta que se produzca una coloración amarilla. Después agregar 10 ml solución de sulfito de sodio y dejar en reposo durante 2 minutos. Si la muestra contiene 60 ppm de fosfato o más agregar 1 ml de ácido oxálico para eliminar el color azul debido a la interferencia por fosfatos. Leer en el espectrofotómetro con una longitud de onda de 815 nm. (máxima absorbancia.

Dibujar una gráfica de calibración con un rango de 10-30 ppm de sílice. Haciendo las diluciones necesarias de la solución de referencia de silicato de sodio.

A una muestra de agua destilada se trata como a la muestra bajo análisis. Esta solución se utiliza para calibrar

el espectrofotómetro.

Fuente: ver referencia 3

i. Sólidos disueltos y en suspensión.

Si únicamente se van a determinar sólidos disueltos, la muestra se debe sedimentar hasta que sea clara, o filtrarse para separar cualquier materia en suspensión. Si se determina la materia en suspensión tanto la muestra filtrada como la no filtrada deben evaporarse. La diferencia sería la materia en suspensión.

1) Procedimiento.

Evaporar hasta sequedad 100 ml de la muestra en un baño de vapor, después secar el residuo durante una hora a 105 °C. El peso de residuo son los sólidos suspendidos, disueltos o totales según sea el caso.

Cálculos:

Partes por millón de sólidos disueltos y/o en suspensión =

$$\frac{(1000)(\text{peso del residuo})}{100}$$

Fuente: ver referencia 2

j. Sólidos disueltos por conductividad.

Ver anexo A "Procedimiento de calibración y operación del conductímetro Cole Parmer 01481-40 portátil".

k. Sulfitos.

Preparación de soluciones reactivas.

Solución de referencia de yodato de potasio. Disolver 0.5661 g de yodato de potasio, grado reactivo, en aproximadamente 100 ml de agua destilada. Agregar 1 g de carbonato de sodio y diluir en 1000 ml de agua destilada.

Solución de yoduro de potasio. Disolver 10 g de yoduro de potasio libre yodatos y 0.2 g de carbonato de sodio, en 100 ml de agua destilada. Si la solución de colora desecharla.

Ácido clorhídrico 1:1 en agua destilada. Se diluye ácido clorhídrico concentrado, grado reactivo, en un volumen igual de agua destilada.

Indicador de almidón. Hacer una pasta con 6 g de almidón de papa y después de dispersar los gramos diluir en 1000 ml de agua destilada y agitar. Agregar 20 g de hidróxido de potasio, grado reactivo, y disolver por agitación, dejar en reposo durante 2 horas para disolver el almidón. Agregar 27.5 ml de ácido clorhídrico concentrado, grado reactivo, y 6 ml de ácido acético glacial y agitar. Ajustar el pH a 4 usando hidróxido de potasio o ácido clorhídrico, según sea el caso.

Agua de calderas libre de sulfitos para muestra testigo. Preparar agua destilada con la composición promedio del agua de las calderas, para tal caso utilizar lo especificado en el cuadro D.

Muestreo: como el sulfito de sodio es oxidado por el aire y la velocidad de oxidación aumenta rápidamente con el aumento de temperatura, la muestra debe enfriarse a 26 °C o menos. El enfriamiento de la muestra a 10 o 15 °C aumenta la sensibilidad del indicador de almidón. Debe excluirse el aire mientras se toma y se almacena la muestra antes de su valoración.

2) Procedimiento.

En los siguientes pasos proceder rápidamente para prevenir la pérdida del sulfito debido a la oxidación del aire.

Tomar 200 ml de la muestra en un matraz previamente calibrado a este volumen. Agregar 3 ml de ácido clorhídrico 1:1 en agua destilada, 1 ml de solución de almidón y 1 ml de solución de yoduro de potasio. Valorar la muestra con la solución de referencia de yodato. Conforme procede la valoración el almidón desarrollará un color azul que se desvanece rápidamente cada vez mas lentamente hasta que la adición de una gota produzca un color azul pálido permanentemente. Hacer una determinación testigo de 200 ml de agua de caldera libre de sulfitos siguiendo el mismo procedimiento.

Fuente: ver referencia 3

VII. RESULTADOS.

A continuación se muestran los diagramas actualizados de distribución del vapor, así como su actual uso en la planta. Cabe mencionar que no existía diagrama que mostrara la distribución y el uso del vapor.

DIAGRAMA 1: SISTEMA DE VAPOR "PLANTA"

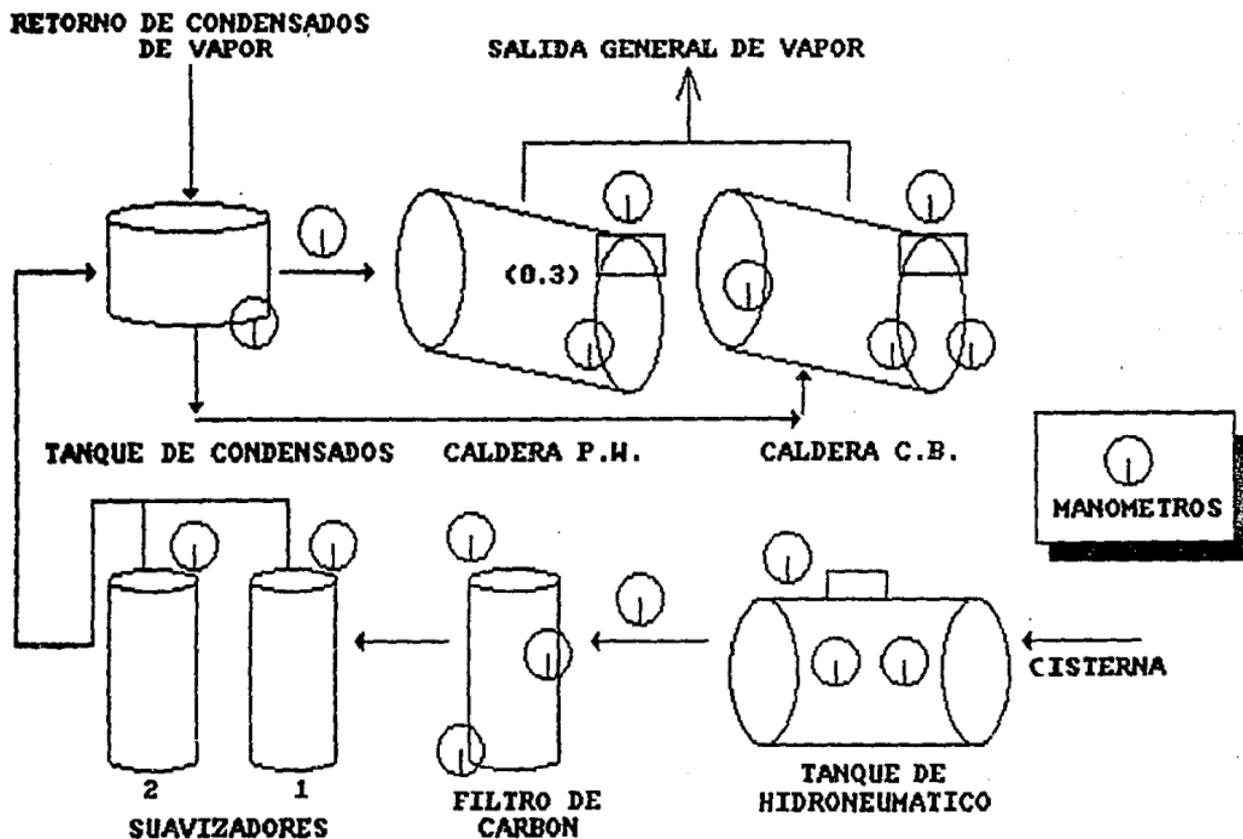
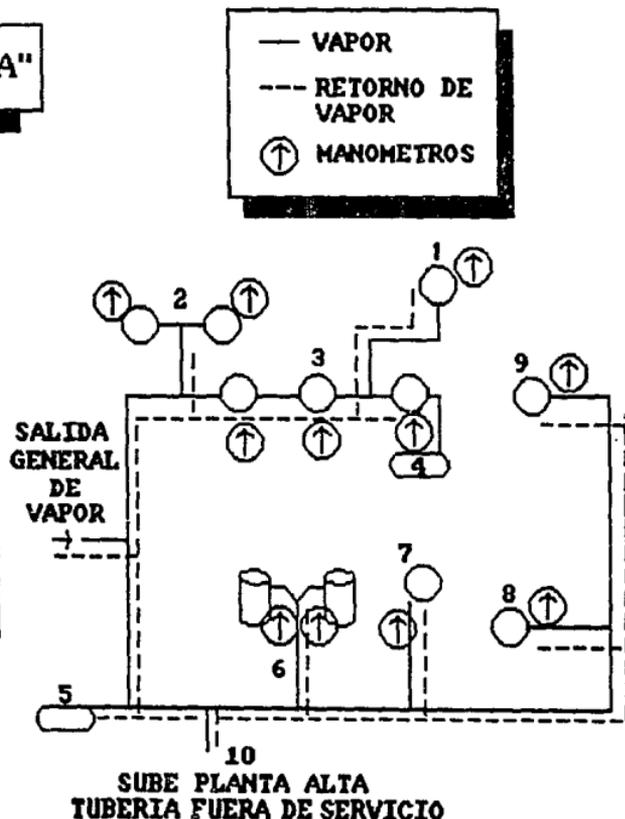


DIAGRAMA 2: USOS DE VAPOR PLANTA

APLICACION DEL VAPOR "PLANTA"

- 1 REACTOR PLANTA QUIMICA
- 2 DESTILADORAS DE ALCOHOL
- 3 DESTILADORAS DE AGUA
- 4 TANQUE DE RECIRCULACION DE AGUA DESTILADA (PROYECTO)
- 5 TANQUE DE INTERCAMBIO DE CALOR
- 6 AUTOCLAVES
- 7 MARMITA DE LIQUIDOS Y SEMISOLIDOS
- 8 MARMITA DE SUPOSITORIOS
- 9 SECADO DE LECHO FLUIDIZADO
- 10 TUBERIA FUERA DE SERVICIO



A. Calificación de instalaciones.

1. Calificación de equipos del sistema.

Tabla No. 2 Equipos del sistema.

Equipo	Observaciones
<p>Tanque hidroneumático Sin marca Sin modelo Capacidad 3000 l Presión de operación: 3.0-5.0 kg/cm² Válvula de alivio: 19 mm de diámetro Entrada de agua: 57 mm de diámetro Salida de agua: 57 mm de diámetro Dos bombas de alimentación: marca: Sentinel Modelo: T-6 Capacidad: 2640 l/hr motor: 3 caballos de fuerza</p>	<p>Existe plano del equipo (ver anexo C).</p> <p>El equipo concuerda con lo especificado en el plano.</p>
<p>Filtro de carbón marca: Culligan modelo: VR-244 Capacidad: 56 l/min Presión de operación: 2.0-3.0 kg/cm²</p> <p>Material de construcción: acero al carbón Entrada de agua: 57 mm de diámetro Salida de agua: 57 mm de diámetro</p>	<p>No existe plano del equipo por lo que se hizo un diagrama de este (ver anexo C).</p> <p>La capacidad del es la adecuada para alimentar a una caldera de hasta 60 cc (caballos caldera)</p>

Continua tabla No. 2

Equipo	Observaciones
<p>Suavisador duplex Marca: Selmec Modelo: IET-250 Capacidad: 58 l/min Presión de operación: 2.0-2.5 kg/cm² Material de construcción. acero dulce Entrada de agua: 57 mm de diámetro Salida de agua: 57 mm de diámetro</p>	<p>No existe plano del equipo, se realizó un diagrama de este (ver anexo C)</p> <p>La capacidad del equipo es la adecuada para alimentar a una caldera de hasta 60 caballos caldera.</p>
<p>Tanque de condensados Sin marca Sin modelo Capacidad: 325 l Material de construcción: lámina de acero al carbón del número 12</p>	<p>No existe plano del equipo por lo que se hizo un diagrama de este (ver anexo C).</p> <p>La capacidad del tanque es adecuado para alimentar a una caldera de hasta 60 caballos caldera.</p>
<p>Caldera Claver Brook Marca: Cleaver Brook Modelo: C.B. 100-60 Capacidad: 60 caballos caldera Presión de operación: 6.0-7.0 kg/cm² Presión máxima permitida: 9.0 kg/cm² Material de construcción de cuerpo, hogar y espejos: acero de baja aleación carbón y níquel. Material de construcción en tubos: aleación cobre-níquel Tipo de caldera: horizontal de tubos de fuego Columna de agua con control auto- mático de agua: funcionando Tipo de combustible: diesel Luces indicadoras de falla de flama,</p>	<p>Existe plano del equipo (ver anexo C).</p> <p>El equipo cumple con lo especificado en el plano y debido a su material de construcción, es adecuado para la producción de vapor planta.</p>

bajo nivel de agua y alimentación de combustible:
funcionando

Continúa tabla No. 2

Equipo	Observaciones
Alarma auditiva de falla de flama, falta de combustible y alta presión de vapor: funcionando Una bomba de alimentación de agua: Marca: sentinel Tipo: turbina Modelo: T-6 Capacidad: 2640 l/hr Motor: 30 caballos de fuerza	
Caldera Power Master Marca: Power Master Modelo: 5-1 Capacidad: 30 caballos caldera Presión de operación: 6.0-7.0 kg/cm ² Presión máxima permisible: 9.0 kg/cm ² Material de construcción, cuerpo, espejos y hogar: acero de 0.3% de carbón y 0.8% de manganeso Material de construcción de tubos: aleación cobre-niquel Tipo de combustible: diesel Tipo de caldera: horizontal de tubos de fuego Columna de agua con control automático de alimentación de agua: funcionando No cuenta con alarma visual o auditiva en caso de presión alta de vapor, falta de combustible o falla de flama, la caldera tiene apagado automático: funcionando Una bomba de alimentación de agua: Marca: sentinel Tipo: turbina Modelo: T-6 Capacidad: 2640 l/hr Motor: 30 caballos de fuerza	Existe plano del equipo

De los equipos mencionados en la tabla No. 2 se realizaron procedimientos de operación y limpieza. No existía procedimiento de ningún tipo (ver anexo B)

A continuación se muestra la situación de los instrumentos involucrados en el sistema, en el momento de la calificación.

Tabla No. 3: Situación de los instrumentos involucrados en el sistema

Instrumento	Situación	Ubicación
Dos manómetros Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Mercoid	Funcionando	Tanque hidroneumático
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 Kg/cm ² Marca: Metron	Funcionando	Filtro de carbón
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Metron	Funcionando	Tanque hidroneumático
Dos manómetros Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Econo	Funcionando	Suavizadores
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Metron (presión de bomba de alimentación de agua)	Funcionando pero tiene la carátula rota	Caldera Power Master
Un manómetro Rango: 0.0-21 kg/cm ² Marca: Ashcroft (presión de salida de vapor)	Funcionando	Caldera Power Master
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Metron (presión de entrada de combustible)	No funciona	Caldera Power Master

Continuación tabla No. 3

Instrumento	Situación	Ubicación
Un manómetro Rango: 0.0-14 kg/cm ² Marca: Metron (presión de salida de vapor)	Funcionando	Caldera Cleaver Brooks
Un manómetro Rango: 0.0-4.25 kg/cm ² Marca: Wika (presión de entrada de aire)	Funcionando	Caldera Cleaver Brooks
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Metron (presión de entrada de combustible)	Mal funciona- namiento	Caldera Cleaver Brooks
Un manómetro Rango: 0.0-7.0 kg/cm ² Marca: Metron (presión de bomba de alimentación de agua)	No funciona	Caldera Cleaver Brooks

2. Calificación de la tubería de distribución de vapor.

Toda la tubería de distribución de vapor es de fierro colado dúctil, adecuado para su uso con fluidos a altas temperaturas (5). Así mismo este tipo de tubería es el apropiado para la distribución de un vapor planta(1)

En los diagrama 3, 4 y 5 se muestran las fugas existentes y los lugares donde hace falta aislamiento térmico.

3. Acciones correctivas. Todos los instrumentos que no funcionan, con carátula rota o que no pasaron la calibración, se cambiaron por manómetros en buen estado. Posteriormente se calibraron todos los manómetros, el procedimiento de calibración están en el anexo "A".

Se eliminaron todas las fugas y se colocó aislante térmico en los lugares que así lo requerían.

La utilización de vapor en la autoclave así como su

DIAGRAMA 3: FLUJO DE VAPOR EN LAS DESTILADORAS

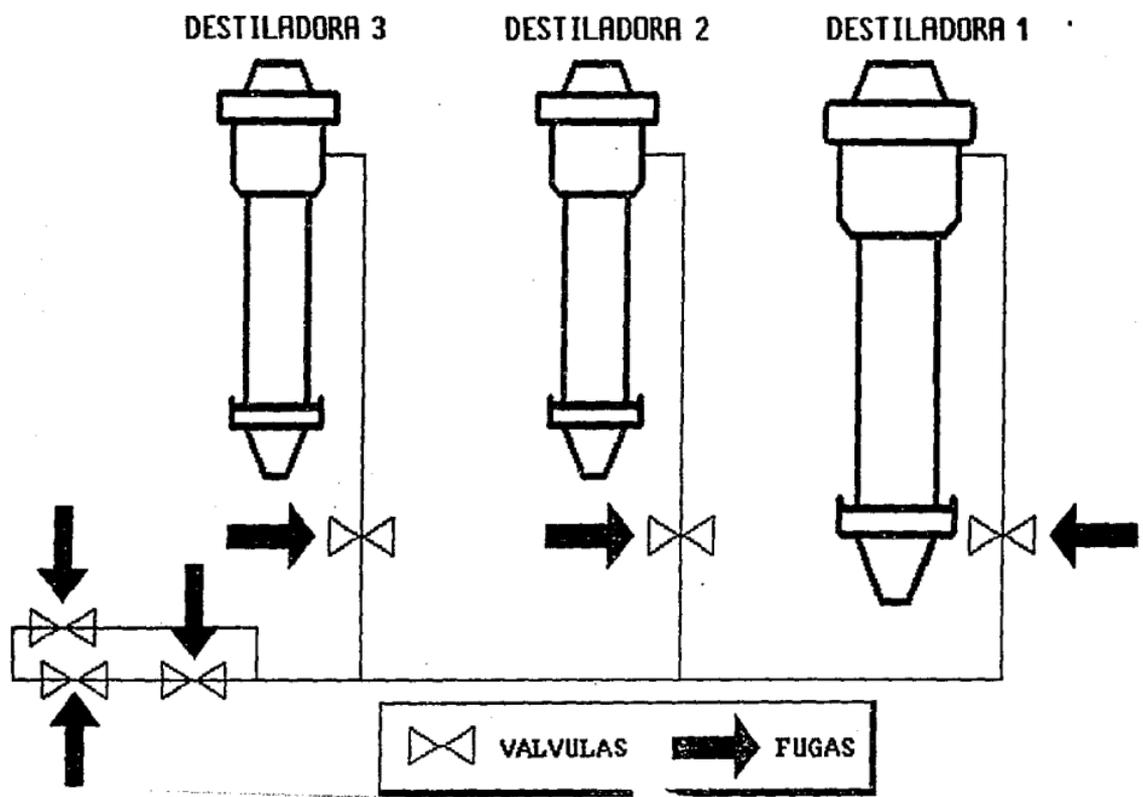


DIAGRAMA 4: FLUJO DE VAPOR PLANTA QUIMICA

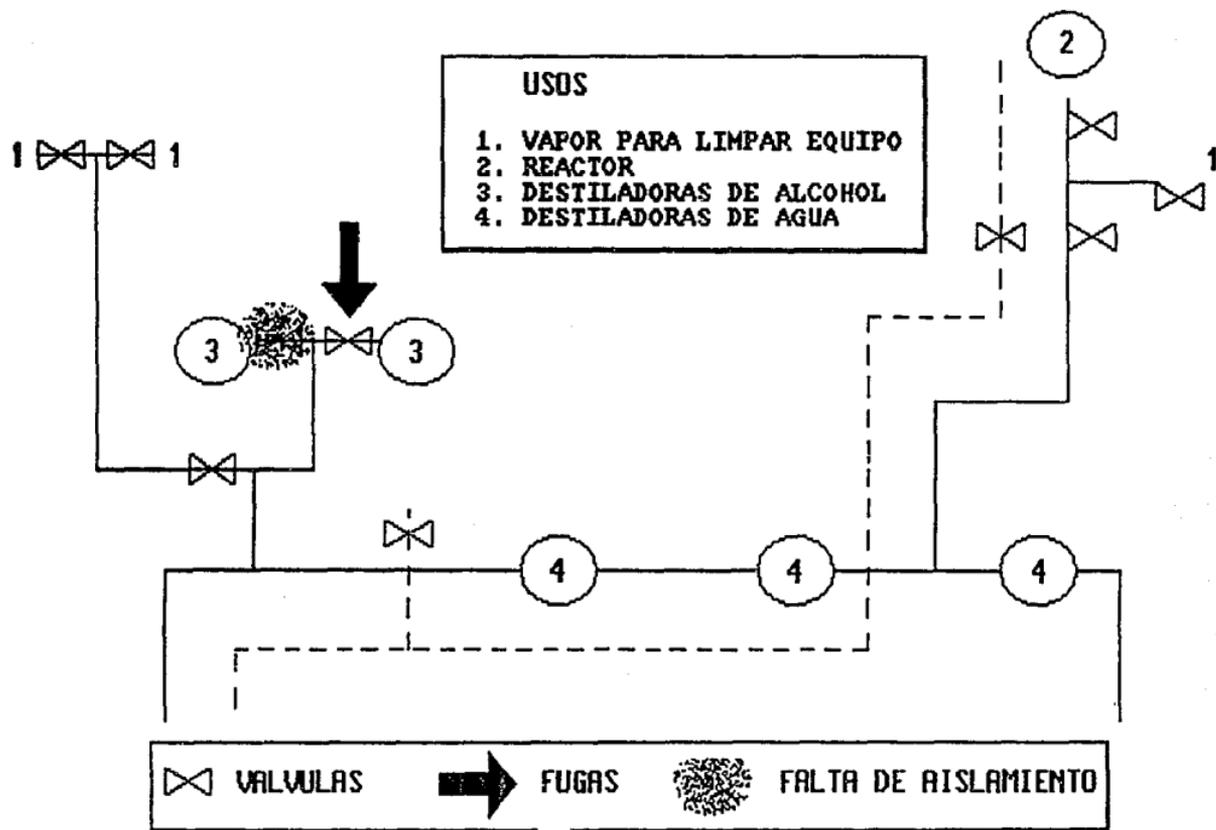
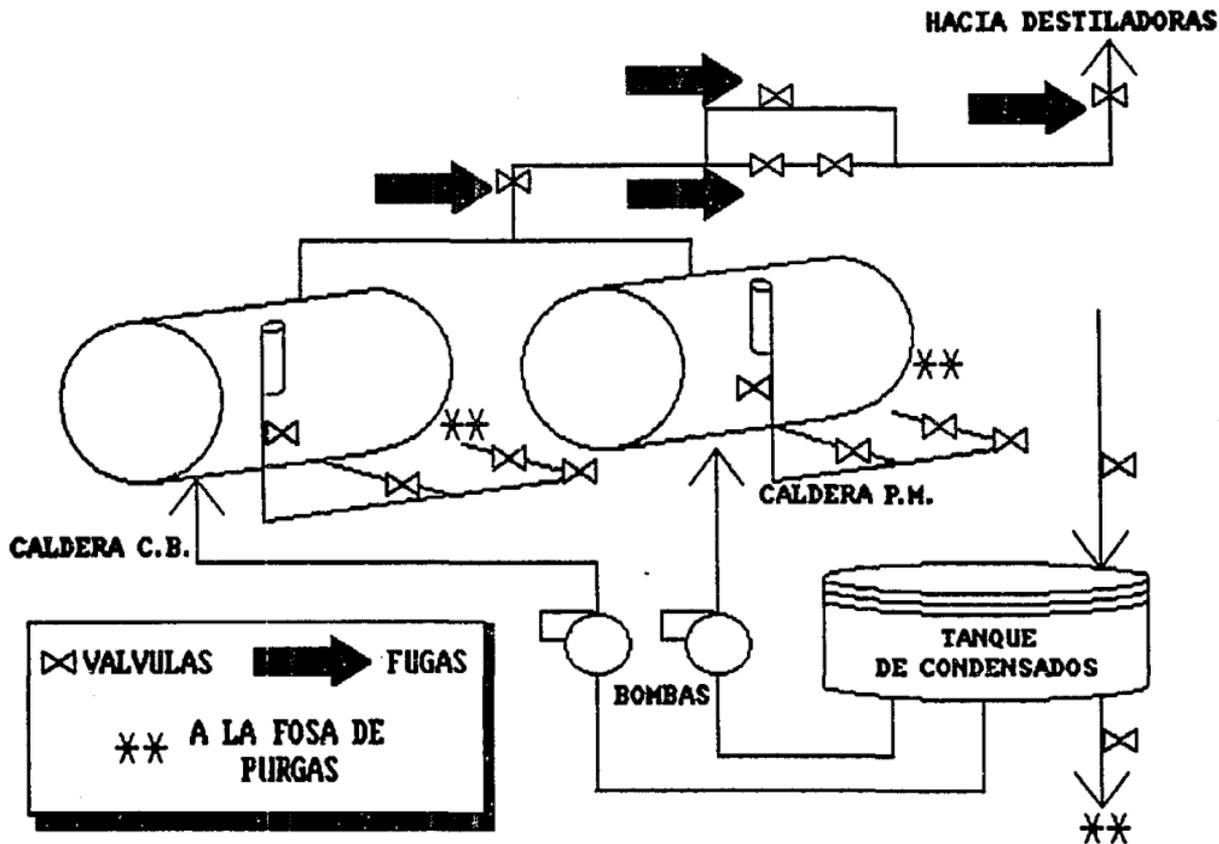


DIAGRAMA 5: FLUJO DE VAPOR EN CALDERAS



posterior uso en el tanque de recirculación de agua destilada, no es el adecuado, ya que en estos puntos es necesario la utilización de vapor limpio.

B. Calificación de operación.

1.0 Presiones observadas durante una semana de los equipos del sistema.

Equipo	Presión de operación	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	V.P	D.S.
Tanque hidroneumático	3.0-5.0	3.5	3.6	3.0	3.5	3.5	3.42	0.213
carbón	2.0-3.0	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.52	0.043
Suavizador								
1	2.0-3.0	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.32	0.040
2	2.0-3.0	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2	2.22	0.040
Caldera Cleaver Brooks								
Aire	2.0-2.5	2.2	2.4	2.3	2.2	2.2	2.26	0.089
Combustible	2.0-2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.46	0.048
Vapor	6.0-7.0	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5	6.48	0.040
Caldera Power Master								
Combustible	2.0-2.5	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.08	0.037
Vapor	6.0-7.0	6.5	6.4	6.5	6.5	6.5	6.48	0.040

Tabla No. 4: Presiones observadas en los equipos del sistema tomados a las 9 y 15 horas. El valor de la tabla es el valor promedio y están reportados en Kg/cm².

V.P. VALOR PROMEDIO
D.S. DESVIACION ESTANDAR

2. Análisis de agua y vapor condensado.

Equipo	Análisis	Resultados	
Suavizador	Dureza total (CaCO ₃)	Antes del suavizador	Después del suavizador
		205 200 260 235 260	0.084 0.080 0.070 0.020 0.040
		X = 232 D.S. = 25.80	X = 0.0588 D.S. = 0.024
Filtro de carbón	Cloro	Antes del Filtro	Después del filtro
		1.75 0.90 0.90 2.50 0.90	1.36 0.55 0.60 2.30 0.75
		X = 1.39 D.S. = 0.64	X = 1.112 D.S. = 0.660
Calderas: agua de purgas	Dureza total (CaCO ₃)	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

Tabla No. 5: Resultado de análisis de agua y vapor condensado en los equipos que lo requerian para su calificación operacional. Duración una semana. Resultados reportados en ppm.

Continua tabla No. 5

Equipo	Análisis	Resultados	
Calderas: agua de purgas	Alcalinidad total	Cleaver Brooks	Power master
		1200 856 854 960 1000	865 1012 800 800 1150
		X = 974 D.S. = 126.7	X = 925.4 D.S. = 136.41
Calderas: agua de purgas	Alcalinidad a la fenof- taleína	Cleaver Brooks	Power master
		2040 1584 1325 1580 1500	1700 1940 1200 1650 2015
		X = 1605.8 D.S. = 236.52	X = 1713 D.S. = 319.89
Calderas: agua de purgas	pH	Cleaver Brooks	Power master
		10.5 11.9 9.5 10.7 11.5	10.0 10.5 9.5 11.3 10.4
		X = 10.82 D.S. = 0.835	X = 10.34 D.S. = 0.595

Continua tabla No. 5

Equipo	Análisis	Resultados	
Calderas: vapor condensado	pH	Cleaver Brooks	Power master
		5.32 6.32 5.31 6.87 6.18	5.69 6.48 6.64 6.86 7.47
		X = 6.00 D.S. = 0.605	X = 6.628 D.S. = 0.577
Calderas: vapor condensado	Conductivi- dad mhosix 10-5	Cleaver Brooks	Power master
		0.70 0.60 0.58 0.60 0.67	0.63 0.68 0.67 0.73 0.78
		X = 0.63 D.S. = 0.046	X = 0.698 D.S. = 0.0519
Calderas: vapor condensado	Oxígeno disuelto	Cleaver Brooks	Power master
		2.5 3.0 2.6 2.9 3.0	3.1 3.0 2.5 2.6 3.0
		X = 2.84 D.S. = 0.209	X = 2.84 D.S. = 0.241

3.0 Reto al sistema.

Caldera Cleaver Brooks. La caldera es capaz de alim-
mentar de vapor a toda la planta utilizando si así se requie-
re todos los puntos de uso al mismo tiempo.

Caldera Power Master. La caldera solo es capaz de

alimentar los destiladores de alcohol y agua, así como el reactor y autoclave utilizando estos equipos al mismo tiempo. Si se utiliza algún otro punto del sistema la caldera no podrá abastecerlo de vapor a la presión requerida.

4. Acciones correctivas. Se cambió el carbón activado del filtro ya que el análisis de agua demuestra que este no retenía el cloro, así mismo se tomó la medida de adicionar un tratamiento químico interno a la caldera el cual consta de:
 sulfito de sodio
 cobre (como catalizador)
 fosfato de sodio
 poliacrilato de sodio

Esto con el fin de aumentar el pH de los condensados de vapor y disminuir la concentración de oxígeno disuelto en el mismo.

C. Resultados del programa de muestreo realizado durante tres semanas. Están reportados en ppm a menos que se indique otra

Día	Cisterna Cloro	Filtro de carbón Cloro	Suavizadores Dureza total (CaCO ₃)
Lunes	0.500	0.050	0.054 (1)
Martes	0.350		
Miercoles	0.300	0.050	0.084 (2)
Jueves	0.250		
Viernes	0.700	0.050	0.100 (1)
Lunes	0.500	0.050	0.070 (2)
Martes	0.175		
Miercoles	0.500	0.050	0.084 (1)
Jueves	0.500		
Viernes	0.250	0.050	0.084 (2)
Lunes	0.050	0.050	0.024 (1)
Martes	0.350		
Miercoles	2.500	0.020	0.040 (2)
Jueves	0.900		
Viernes	0.500	0.050	0.040 (1)
Valor promedio	0.555	0.046	0.064
Valor max.	2.500	0.050	0.100 (1)
Valor min.	0.050	0.020	0.024 (2)
Desviación estandar	0.558	9.4 x 10 ⁻³	0.024

Tabla No. 6: Resultados del programa de muestreo en cisterna, filtro de carbón y suavizadores. Duración tres semanas.

Nota: El número entre paréntesis indica el suavizador en uso

Día	Alcalinidad	Bicarbonatos	Manganeso	Oxígeno disuelto	pH
Lunes	265.0	100.0	0.130	1.0	8.9
Mar.	260.0	110.0	0.140	1.7	9.1
Mier.					
Juev.	230.0	90.0	0.120	1.7	10.5
Vier.					
Lunes	280.0	105.0	0.130	1.8	8.7
Mar.	290.0	110.0	0.140	1.5	9.0
Mier.					
Juev.	250.0	115.0	0.150	1.0	9.5
Vier.					
Lunes	230.0	95.0	0.150	1.1	9.5
Mar.	250.0	115.0	0.140	1.2	9.4
Mier.					
Juev.	240.0	110.0	0.150	1.6	9.0
Vier.					
Valor promedio	255.0	105.5	0.138	1.4	9.28
Valor máximo	290.0	115.0	0.150	1.8	9.5
Valor mínimo	230.0	90.0	0.120	1.0	8.7
Desviación estándar	19.72	8.314	9.938	0.305	0.502

Tabla No. 7: Resultados del programa de muestre en el tanque de condensados. Duración tres semanas.

Día	Silice	Solidos Suspendidos	Solidos Disueltos	dureza total
Lunes	10.6	0.0	300.0	0.08
Mar.	12.5	0.0	295.0	0.05
Mier.				
Juev.	11.3	0.0	300.0	0.02
Vier.				
Lunes	12.7	0.0	310.0	0.08
Mar.	11.6	0.0	300.0	0.07
Mier.				
Juev.	13.3	0.0	290.0	0.08
Vier.				
Lunes	10.4	0.0	300.0	0.08
Mar.	11.5	0.0	300.0	0.07
Mier.				
Juev.	12.7	0.0	310.0	0.02
Vier.				
Valor promedio	11.8	0.0	300.5	0.06
Valor máximo	13.3	0.0	310.0	0.08
Valor mínimo	10.4	0.0	290.0	0.02
Desviación estandar	0.949	0.0	5.983	0.023

Tabla No. 7: Resultados del programa de muestreo en el tanque de condensados. Duración tres semanas.

Día	Dureza total	Fosfatos	Alcalinidad a la fenof-taleína	Alcalinidad total	pH	Sulfitos
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	100.0	800.0	2200.0	11.5	10.0
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	125.0	1200.0	1900.0	10.9	5.0
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	100.0	900.0	2000.0	11.2	10.0
Valor promedio	0.0	108.3	966.0	2033.3	11.2	8.3
Valor máximo	0.0	125.0	1200.0	2200.0	11.5	10.0
Valor mínimo	0.0	100.0	800.0	1900.0	10.9	5.0
Desviación estándar	0.0	11.785	169.96	124.72	0.24	2.2

Tabla No. 8: Resultados del programa de muestreo en la caldera Cleaver Brooks. Duración tres semanas.

Día	Dureza total	Fosfatos	Alcalinidad a la fenof-taleína	Alcalinidad total	pH	Sulfitos
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	120.0	1000.0	2100.0	11.4	15.0
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	100.0	900.0	2000.0	10.9	10.0
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	0.0	100.0	850.0	1900.0	11.2	10.0
Valor promedio	0.0	106.6	916.6	2000.0	11.6	11.6
Valor máximo	0.0	120.0	1000.0	2100.0	11.4	15.0
Valor mínimo	0.0	100.0	850.0	1900.0	10.9	10.0
Desviación estandar	0.0	9.42	62.36	81.64	0.20	2.35

Tabla No. 9: Resultados del programa de muestreo en la caldera Powera caldera Power Master. Duración tres semanas

Día	Autoclave			Tanque de intercambio de calor		
	Oxígeno disuelto	pH	Conductividad $\mu\text{hos/cm} \times 10^{-5}$	Oxígeno disuelto	pH	Conductividad $\mu\text{hos/cm} \times 10^{-5}$
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	1.7	8.0	0.70	1.5	7.9	0.59
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	1.5	7.5	0.68	1.7	7.8	0.65
Lunes Mar. Mier. Juev. Vier.	1.6	7.4	0.74	1.5	8.0	0.61
Valor promedio	1.6	7.6	0.70	1.56	7.93	0.616
Valor máximo	1.7	8.0	0.74	1.7	8.0	0.65
Valor mínimo	1.5	7.4	0.68	1.5	7.8	0.59
Desviación estándar	0.08	0.26	0.02	0.09	0.08	0.02

Tabla No.10: Resultados del programa de muestreo de la Autoclave y tanque de intercambio de calor. Duración tres semanas.

A todos los resultados obtenidos no se les realizó un análisis estadístico muy profundo debido a que el objetivo de una calificación es determinar de una manera rápida la

deficiencia o eficiencia de un sistema en particular, en el caso de sistemas críticos se recomienda monitorear el sistema como mínimo tres semanas, para determinar si el sistema está listo para la validación. (1)

Por otra parte los resultados de un tratamiento de agua no suelen ser consistentes por ejemplo la dureza variara dependiendo de la saturación de las resinas, es decir, el primer día de la regeneración tendrá cero dureza después 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm hasta el límite permitido de dureza en el agua de alimentación de calderas que es de 350 ppm.

Es por eso que en la calificación y validación de sistemas como vapor y agua se recomienda analizar los resultados en base a las especificaciones del vapor y/o agua ya establecidas. (1)

VIII. ANALISIS DE RESULTADOS.

Los equipos del sistema estan instalados de acuerdo a sus planos o manuales esto se verifico visualmente, los materiales de construcción del sistema concuerdan con los recomendados en la referencia numero cinco, siendo estos fierro negro para transporte de vapor y acero al carbon para los equipos de tratamiento de agua, filtro de carbon calderas suavizadores, tanques y marmitas.

Las anomalías encontradas como fugas, partes sin enchaquetar, manómetros en mal estado fueron corregidas durante la calificación.

Durante la calificación de operación se detecto que el filtro de carbón no retenía el cloro, el cual puede perjudicar las "zeolitas" del suavizador, por lo que se optó cambiar el carbón activado, ya que este tiene una vida media de 6 meses y el que estaba instalado en el filtro tenía 2 años

Los condensados de vapor tuvieron un pH bajo (promedio= 6.419) y una concentración alta de oxígeno disuelto (promedio = 2.48ppm), ocasionando que el vapor sea corrosivo lo cual disminuye el tiempo de vida media de la tubería. Para disminuir la corrosividad del vapor se implemento un tratamiento químico interno en la caldera consistiendo en.

Sulfito de sodio
Cobre como catalizador
Fosfato de sodio
Poliacrilato de sodio

Este tratamiento se adiciona al tanque de condensados cada 24 horas, su adición estará delimitada por la concentración de fosfatos y sulfitos del análisis de agua de purgas de la caldera.

Si la concentración de Fosfatos y Sulfitos está por arriba de las especificaciones la adición del tratamiento se hara con mayor intervalo de frecuencia, por el contrario si la concentración es menor a lo especificado la adición se hará con mas frecuencia.

Los resultados del programa de muestreo demostraron que este tratamiento funciona, ya que aumento el pH y disminuyo la concentración de oxígeno disuelto en los condensados de vapor.

IX. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las acciones correctivas como lo fue el cambio de carbón activado en el filtro para disminuir la concentración de cloro libre, la adición de un tratamiento químico interno en calderas para mejorar la calidad de vapor, así como el de corregir fugas, manómetros en mal estado y tramos con falta de enchaquetamiento, sirvieron para mejorar el sistema de vapor planta.

Así mismo se concluye que este sistema no es el adecuado para su uso en la esterilización o sanitización de material o equipos ya que para este uso se necesita un vapor limpio.

El material de construcción de este sistema y su uso en chaquetas y serpentinas de calentamiento es el apropiado para este tipo de sistemas.

55

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

XI. SUGERENCIAS

Para disminuir en su totalidad el oxígeno disuelto y el bióxido de carbono ocasionado por un pH bajo en el condensado de vapor es necesario la adquisición de un equipo deareador que se instalaría después del tanque de condensado evitando así la corrosión ocasionada por el oxígeno y la acidez por el bióxido de carbono.

Para utilizar el vapor "planta" en la autoclave y en el tanque de recirculación se sugiere la adquisición de filtros de vapor de acero 316 sinterizado, el cual debe incluir un prefiltro de 25 micras y un filtro de 0.1 micras

XII. GLOSARIO

PAM's: Practicas adecuadas de manufactura.

Calificación: son aquellas pruebas que nos permiten establecer que el equipo, procesos y sistemas auxiliares son capaces de operar consistentemente dentro de los limites y tolerancias establecidas.

Reto: Un conjunto de condiciones y circunstancias cercanas a los limites de proceso inferior y superior, incluyendo aquellas dentro de los procedimientos estándar de operación, que poseen una gran oportunidad de falla del producto, cuando se comparan a las situaciones ideales.

Sistemas de apoyo critico: Son todos aquellos sistemas que proporcionan un servicio a un equipo, area o sistema y de las cuales depende el buen funcionamiento del equipo y de las condiciones ambientales de un area. Ejemplos:

Aire: Aire comprimido, Aire acondicionado para areas asepticas.

Vapor: vapor "planta", vapor limpio

Agua: agua potable, agua purificada, agua uso inyectable.

Calibración: Es el método científico, que se usa para demostrar la precisión, reproducibilidad y exactitud de cualquier instrumento de medición de variables.

PPM: Partes por millon.

Purga: Es la acción de dejar drenar una tuberia por un tiempo de terminado.

Zeolitas: Grupos con capacidad de intercambio ionico especificamente: Aluminio-silicato sódico y carbon sulfonado.

Floculo: Formación de peliculas gelatinosas al rededor de los granos del medio filtrante.

BIBLIOGRAFIA

- Almer, A. "The right steam trap". Chem. Engr. 95 (2): 68-75 (1988).
- Catala, Y.M. "General principle of process validation". Pharm. Engr. May-June, 130-175 (1984).
- CFR 21, Supart D-especific usage additives, section 173.310. "Boiler water additives". pp 117-118
- Couriel, B.D. "Validación de procesos farmacéuticos". Asociación Farmacéutica Mexicana, México, D.F.. pp 51-73 (1982).
- Feigenbaum, V.A.. "Control total de la calidad". 2a. edición, editorial CECSA. México D.F.. pp 430-449 (1986)
- Fry, E.M. "General principle of process validation". Pharm. Engr. May-June, pp 25-31 (1984).
- International drug GMP's, Section 212-227. "Boiler feed water". (1983).
- Manual de calderas Selmec. Sociedad electromecánica de México. México, D.F. pp 295-313 (1976).
- Sendelbach, M.G. "Boiler - Water why, what and how". Chem. Engr. 95 (11): 127-132 (1988).

REFERENCIAS

1. Frederick J. Carleton. "Validation of aseptic pharmaceutical processes". Marcel Dekker, Inc.. New York.. pp 1-15 (1986).
2. S.T. Powell. "Acondicionamiento de agua para la industria" Limusa. México, D.F., pp 13-25 (1981).
3. "Control de calidad y tratamiento del agua". Asociación Americana de trabajos sobre el agua, Inc.. Instituto de estudio de administración local. Madrid. 577-594. (1975).
4. "Análisis de factibilidad técnica, económica y operacional de aplicación de normas para el reuso de aguas residuales tratadas en el Distrito Federal". Diseños Hidráulicos y tecnológicos ambientales. México, D.F. pp (1987).
5. "Manual del ingeniero químico". 2a. edición. R.H. Perry, Mac Graw Hill. México, D.F. pp 23.17-23-78 (1982).
6. Proyecto de norma técnica que establece las guías generales de validación. Comité de elaboración de guías oficiales de validación. Dirección general de control de insumos para la salud, S.S.A. México D.F. pp 17-53 (1987).

A N E X O S

ANEXO A

**Procedimiento de operación del Conductímetro Cole Parmer
01481-40**

Procedimiento de calibración de Manómetros tipo Burdon

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION Y OPERACION DEL CONDUCTIMETRO
COLE PARMER 01481-40 PORTATIL

1. OBJETIVO .

ESTABLECER LOS PASOS A SEGUIR PARA CALIBRAR Y OPERAR ADECUADAMENTE EL CONDUCTIMETRO COLE PARMER 01481-40.

2. GENERALIDADES .

LA OPERACION Y VALIDACION DE SISTEMAS DE AGUA O DE VAPOR UTILIZA COMUNENTE LA CONDUCTIVIDAD DEL AGUA COMO UN INDICATIVO DE SU PUREZA. POR LO QUE UNA ADECUADA OPERACION DEL CONDUCTIMETRO ES ESENCIAL PARA LA CORRECTA INTERPRETACION DE RESULTADOS Y EMISION DE CONCLUSIONES.

3. RESPONSABILIDADES .

EL PERSONAL DE ASISTENCIA TECNICA ES EL RESPONSABLE DE LA APLICACION DE ESTE PROCEDIMIENTO .

4. MATERIAL Y EQUIPO .

- 4.1. CONDUCTIMETRO COLE PARMER 01481-40 .
- 4.2. AGUA DESTILADA .
- 4.3. SOLUCION DE CONDUCTIVIDAD DE 1413 MICROSIEMS .
- 4.4. DESARMADOR .
- 4.5. FRANELA LIMPIA .

5. PROCEDIMIENTO .

5.1. CALIBRACION .

- 5.1.1. EL CUERPO DEL ELECTRODO NO DEBE SER EXPUESTO A EXCESIVO CALOR (TEMPERATURA NO MAYOR A 50°C) YA QUE PODRIAN SEPARARSE LOS ANILLOS Y POR LO TANTO DAÑARSE SERIAMENTE EL FUNCIONAMIENTO .
- 5.1.2. PONER LA SOLUCION DE CONDUCTIVIDAD DENTRO DE UN VASO DE PRECIPITADO DE 250 ML .
- 5.1.3. SUMERGIR EL ELECTRODO DENTRO DE LA SOLUCION Y ASEGURARSE QUE QUEDEN CUBIERTOS LOS AGUJEROS DEL ELECTRODO. ESPERAR DOS MINUTOS PARA QUE SE ALCANCE EL EQUILIBRIO TERMICO .
- 5.1.4. PRESIONAR LA TECLA DE "ON/OFF" , LUEGO SELECCIONAR EL RANGO DE 19.99 "mS"
- 5.1.5. DAR GOLPECITOS EN EL EXTREMO INFERIOR DEL ELECTRODO Y AGITAR PARA EVITAR QUE QUEDEN BURBUJAS DE AIRE DENTRO DE LA CAMISA DEL ELECTRODO .

- 5.1.6. DAR VUELTA AL TORNILLO UBICADO A UN COSTADO DEL CONDUCTIMETRO ,UTILIZANDO UN DESARMADOR, HASTA QUE EN LA PANTALLA SE LEA "1.41 mS".
- 5.1.7. FRECUENCIA .HACER LA CALIBRACION CADA MES

5.2. OPERACION .

- 5.2.1. PRESIONAR LA TECLA DE "ON/OFF" Y ESPERAR A QUE EN LA PANTALLA SE LEA CERO .
- 5.2.2. SUMERGIR EL ELECTRODO DENTRO DE LA SOLUCION A MEDIR Y ENTONCES SELECCIONAR ALGUNA DE LAS CUATRO TECLAS PARA LOS RANGOS DE LA ESCALA, DE ACUERDO A LA CONDUCTIVIDAD TEORICA .
- 5.2.3. MANTENER APROXIMADAMENTE 2 MINUTOS EL ELECTRODO DENTRO DE LA SOLUCION CON EL FIN DE QUE SE IGUALE LA TEMPERATURA .
- 5.2.4. SI LA PANTALLA PRESENTA SOLAMENTE UNA "I" EN EL LADO ISQUIERDO ,CON LECTURA NO VISIBLE EN EL LADO DERECHO ,ENTONCES SELECCIONAR UN RANGO MAS ALTO DE LA ESCALA .
- 5.2.5. DAR GOLPECITOS EN EL EXTREMO INFERIOR DEL ELECTRODO Y AGITAR PARA EVITAR QUE QUEDEN BURBUJAS DE AIRE DENTRO DE LA CAMISA DEL ELECTRODO .
- 5.2.6. LAVAR EL ELCTRODO CON AGUA DESTILADA DESPUES DE CADA JORNADA DE TRABAJO .SI ES NECESARIO UNA LIMPIEZA MAS PROFUNDA ,JALAR LA CAMISA DE PVC PARA QUITARLA DEL ELECTRODO Y LIMPIAR CON FRANELA LIMPIA .
- 5.2.7. AL FINAL DE LA JORNADA DE TRABAJO APAGAR EL CONDUCTIMETRO

6. BIBLIOGRAFIA .

- 6.1. OPERATING INSTRUCTIONS. CONDUCTIVITY METER. COLE-FARMER 01481-40. COLE-PARMER INSTRUMENT COMPANY.
- 6.2. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS GENERALES .

REALIZO : ALFONSO RUIZ F.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE MANOMETROS TIPO BOURDON.
UTILIZANDO UN MANOMETRO PATRON

1. **Objetivo.** Conocer la exactitud funcional de los manómetros con el fin de corregir, correlacionar, detectar, reportar, o eliminar mediante un ajuste cualquier variación en la exactitud de dichos instrumentos.
2. **Generalidades.** La validación de procesos o de sistemas de apoyo crítico, requiere que previamente se lleve a cabo la calibración de instrumentos de medición. Las indicaciones dadas por instrumentos calibrados son confiables y pueden ser ajustadas, en contraste con las indicaciones proporcionadas por instrumentos no calibrados.
3. **Responsabilidades.** Es responsabilidad de Asistencia Técnica aplicar éste procedimiento. Es responsabilidad de los Jefes y Supervisores de área ayudar en la realización de ésta actividad.
4. **Procedimiento.**
 - 4.1. **Preparación**
 - 4.1.1. Verificar que el equipo esté instalado sobre una superficie firme y alejada de vibraciones.
 - 4.1.2. Verificar el manómetro en su aspecto exterior ; que se encuentre limpio, trazos de escala nitidos y legibles, partes metálicas con protección contra corrosión.
 - 4.1.3. Montar el manómetro a probar, así como el manómetro patrón a una misma línea de presión, procurando que no existan fugas entre estos y la línea de presión.
 - 4.1.4. Hacer una prueba con solución jabonosa cuando el equipo tenga aproximadamente 1.5 kg/cm², para localizar las fugas. Si existen fugas desmontar el manómetro afectado, volver a poner cinta teflón alrededor de la entrada, probar nuevamente hasta eliminar las fugas. Si ya no existen fugas proseguir con el punto 4.2..

4.2. Prueba de hermeticidad .

4.2.1. Antes de realizar la prueba, se debe conocer la clase de exactitud del manómetro, la cual esta dada por el error máximo del manómetro. De acuerdo con la siguiente clasificación.

4.2.1.1. Manómetro patrón o de laboratorio ; cuyo error máximo es el 0.5% del alcance máximo de la escala.

4.2.1.2. Manómetro industrial o de proceso ; cuyo error máximo es el 1.0% del alcance máximo de la escala.

4.2.1.3. Manómetro de uso general ; cuyo error máximo es el 2.0 % del alcance máximo de la escala.

4.2.2. Permitir la entrada de aire comprimido al equipo, lentamente, hasta que se alcance la capacidad máxima del manómetro a calibrar.

4.2.3. Dar pequeños golpecitos en la caratula, con el fin de que se eviten errores debidos a la fricción del mecanismo de indicación.

4.2.4. Después de cinco minutos, la lectura no debe variar más allá del error máximo permitido, según la clase del manómetro. Si cumple con lo anterior, el manómetro se considera hermético.

Para calcular el error del instrumento ; restar a la lectura del instrumento, la lectura del patrón y el error del patrón.

4.3. Prueba de ajuste a cero .

4.3.1. Permitir lentamente la salida del aire comprimido del equipo, hasta alcanzar la presión del medio ambiente o lectura cero.

4.3.2. Tolerancia máxima permitida. El error encontrado no debe ser mayor que el permitido, según la clase del manómetro (ver punto 4.2.1.).

Para calcular el error del instrumento ; restar a la lectura del instrumento, la lectura del patrón y el error del patrón.

4.4. Prueba de exactitud .

4.4.1. Hacer una distribución homogénea de 7 mediciones, para el caso de manómetros de uso general y de proceso, de tal manera que se abarque el rango de uso, así como mediciones arriba y abajo del mismo.

- 4.4.2. En caso de no contar con el rango de uso, distribuir las mediciones de tal manera que se abarquen los siguientes puntos ; 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 85%, 95% ó 100% de la escala.
- 4.4.3. Hacer las mediciones en forma ascendente y en forma descendente. Cuando se realice la máxima medición, considerar un lapso de 3 minutos para continuar con las lecturas descendentes.
- 4.4.4. Dejar estabilizar la aguja durante un minuto entre cada lectura.
- 4.4.5. Realizar dos corridas de la prueba. Es decir dos ciclos de lecturas ascendentes y descendentes, para el caso de calibración trimestral, si se trata de calibración semestral considerar tres corridas.
- 4.4.6. Tolerancia máxima permitida. El error encontrado no debe ser mayor que el permitido, según la clase del manómetro (ver punto 4.2.1.).
Para calcular el error del instrumento ; restar a la lectura del instrumento, la lectura del patrón y el error del patrón.
- 4.4.7. Registrar los datos de cada medición, emitir el certificado de calibración, así como colocar en el instrumento la etiqueta de calibración.
- 4.4.8. Si el manómetro no cumple con lo especificado en éste procedimiento, proporcionar una copia al jefe de área para que conozca el error encontrado, y así pueda determinar si se utiliza el instrumento o no, de acuerdo a si el error encontrado es crítico para su uso.

5. Bibliografía .

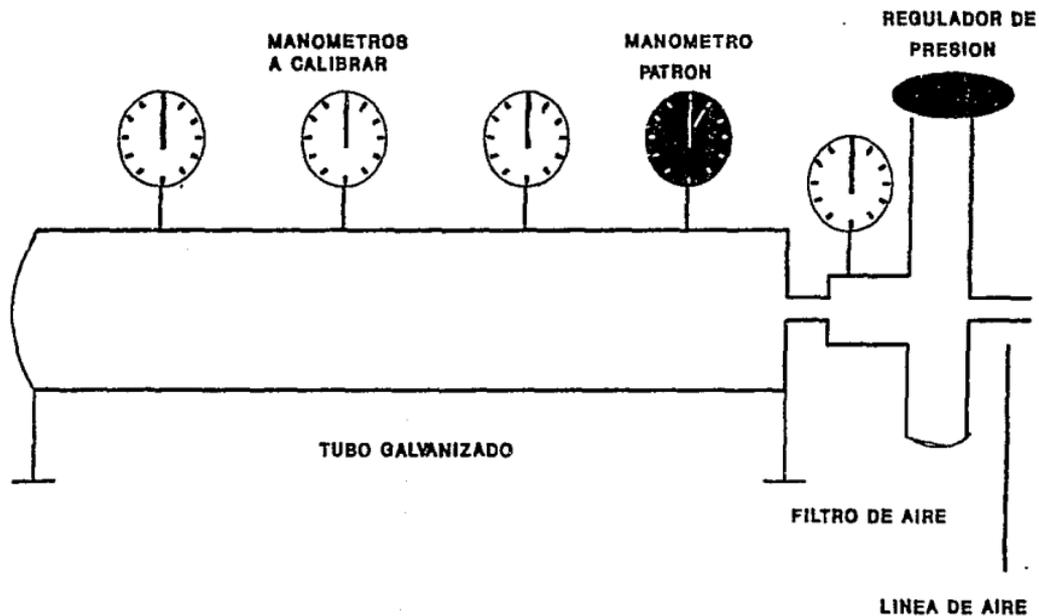
- 5.1. NOM-CH-10-1987. Manómetros con cámara elástica.
- 5.2. NOM-CH-58-1985. Método de calibración para manómetros con cámara elástica, utilizando una balanza de pesos muertos.
- 5.3. NOM-CH-69-1986. Instrumentos de medir presión, clasificación y definiciones.

EQUIVALENCIAS DE PRESIONES

Bars	Kg Cm ²	Lbs Pulg ²	Atmosferas	Columnas de mercurio a la temperatura de 17°C. v g = 180.665 cm por seg. ² .		Columnas de agua a la temperatura de 15°C. v g = 980.665 cm. por seg. ² .		
				Metros	Pulgadas	Metros	Pulgadas	Pies
1	1.0197	14.50	0.9869	0.7501	29.51	10.21	401.3	31.49
0.9807	1	14.22	0.9678	0.7356	28.96	10.01	394.1	32.84
0.06895	0.07031	1	0.06805	0.05171	2.036	0.7037	27.70	3.309
1.0133	1.0332	14.70	1	0.76	29.92	10.34	407.1	33.93
1.1332	1.1545	19.34	1.116	1	39.17	11.61	515.7	41.64
0.03136	0.03153	0.4912	0.03142	0.02540	1	0.3456	13.61	1.174
0.09798	0.09991	1.421	0.09670	0.07349	2.893	1	39.37	3.281
0.007483	0.007538	0.10609	0.007456	0.001867	0.07349	0.02540	1	0.08133
0.02916	0.02945	0.4131	0.02947	0.02240	0.8819	0.3045	12	1

EQUIPO PARA CALIBRACION DE MANOMETROS

(UTILIZANDO UN MANOMETRO PATRON)



CERTIFICADO DE CALIBRACION DE MANOMETROS

FECHA _____ CODIGO _____ ESCALA _____ DIV. MIN. _____
 MARCA _____ TIPO _____ CLASE _____ RANGO DE USO _____

FECHA DE: DE RECALIBRACION _____ EQUIPO AL QUE SIRVE _____

INTRUMENTO UTILIZADO EN LA CALIBRACION _____
 MANOMETRO PATRON _____

MARCA _____ DE WIT _____ DIV. MIN. 0.05 kg/cm²
 CLASE 0.6 ESCALA 10 kg/cm²

VERIFICACION DEL ESTADO ACTUAL _____

PRUEBA DE HERMETICIDAD

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA _____
 ERROR ENCONTRADO _____

OBSERVACIONES _____

PASA LA PRUEBA SI NO _____

AJUSTE A CERO

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA _____
 ERROR ENCONTRADO _____

OBSERVACIONES _____

PASA LA PRUEBA SI NO _____

PRUEBA DE EXACTITUD

PRIMERA CORRIDA

LEC. PTN.	ERR. PTN.	LEC. INS.	ERR. INS.

LEC. PTN.	ERR. PTN.	LEC. INS.	ERR. INS.

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE MANOMETROS

SEGUNDA CORRIDA

LEC. PTH.	ERR. PTH.	LEC. DIS.	ERR. DIS.

LEC. PTH.	ERR. PTH.	LEC. DIS.	ERR. DIS.

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA _____

OBSERVACIONES _____

PASA LA PRUEBA SI/NO _____

REALIZO _____

Vo.Bo. _____

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE MANOMETROS

FECHA 12 JUL 82 CODIGO CE-MCHI-002 ESCALA 0-14 kg/cm2 DT. MIN. 0.2 kg/cm2
MARCA METRON TIPO BOURDON CLASE 25 RANGO DE USO 0-1 kg/cm2

FECHA DE: DE RECALIBRACION FEB-83 EQUIPO AL QUE SIRVE LINEA DE VAPOR
CALDERA C B.

INTRUMENTO UTILIZADO EN LA CALIBRACION
MANOMETRO PATRON

MARCA DE WIT DIV.MDI. 0.05 kg/cm2
CLASE 0.5 ESCALA 10 kg/cm2

VERIFICACION DEL ESTADO ACTUAL ACEPTABLE PARA SU CALIBRACION

PRUEBA DE HERMETICIDAD

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA ±/- 0.28 kg/cm2
ERROR ENCONTRADO 0

OBSERVACIONES NORMAL NO PRESENTA VARIACION

PASA LA PRUEBA SI/NO SI

AJUSTE A CERO

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA ±/- 0.28 kg/cm2
ERROR ENCONTRADO 0

OBSERVACIONES NORMAL NO PRESENTA VARIACION

PASA LA PRUEBA SI/NO SI

PRUEBA DE EXACTITUD

PRIMERA CORRIDA

LEC. PTN.	ERR PTN.	LEC. IHS.	ERR IHS.
1.000	0.074	1.200	-0.126
2.000	0.074	2.200	-0.126
3.000	0.074	3.300	-0.226
4.000	0.074	4.300	-0.226
5.000	0.074	5.350	-0.276
6.000	0.074	6.400	-0.326
7.000	0.074	*****	7.074
7.500	0.074	*****	7.574

LEC. PTN.	ERR. PTN.	LEC. IHS.	ERR. IHS.
7.500	0.074	*****	7.574
7.000	0.074	*****	7.074
6.000	0.074	6.400	-0.326
5.000	0.074	6.400	-0.326
4.000	0.074	4.350	-0.276
3.000	0.074	3.300	-0.226
2.000	0.074	2.300	-0.226
1.000	0.074	1.200	-0.126

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE MANOMETROS

SEGUNDA CORRIIDA

LEC. PTH.	ERR. PTH.	LEC. INS.	ERR. INS.
1.000	0.074	1.200	-0.126
2.000	0.074	2.300	-0.226
3.000	0.074	3.300	-0.226
4.000	0.074	4.350	-0.276
5.000	0.074	5.400	-0.326
6.000	0.074	6.400	-0.326
7.000	0.074	*****	7.074
7.500	0.074	*****	7.574

LEC. PTH.	ERR. PTH.	LEC. INS.	ERR. INS.
7.500	0.074	*****	7.574
7.000	0.074	*****	7.074
6.000	0.074	6.400	-0.326
5.000	0.074	5.350	-0.276
4.000	0.074	4.300	-0.226
3.000	0.074	3.300	-0.226
2.000	0.074	2.300	-0.226
1.000	0.074	1.200	-0.126

TOLERANCIA MAXIMA PERMITIDA

 $\pm 0.28 \text{ kg/cm}^2$

OBSERVACIONES

LAS LECTURAS OBTENIDAS EN LA CALIBRACION NO AUTORIZAN EL MANEJO DE ESTE INSTRUMENTO A MAS DE 5.0 kg/cm², YA QUE CONFORME AUMENTA LA PRESION SU ERROR ES ELEVADO Y SOBRE PASA LO TOLERADO. ES RECOMENDABLE REVOVAR ESTE INSTRUMENTO POR UNO NUEVO O EN CASO DE SER UTILIZADO FAVOR DE TOMAR EN CUENTA SU ERROR AL EFECTUAR SUS LECTURAS.

PASA LA PRUEBA SI/NO

NO

REALIZO

12.12 Fernando Armaso

Vo.Bo.



ANEXO B

Procedimientos de operación y/o limpieza de los equipos del sistema.

PROCEDIMIENTO PARA LIMPIEZA, SANITIZACION Y FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE HIDRONEUMATICO DE DISTRIBUCION.

1. OBJETIVO.

Establecer el método para la limpieza, sanitización y funcionamiento del tanque hidroneumático de distribución.

2. GENERALIDADES.

El tanque hidroneumático cuya capacidad es de 3000.00 litros, suministra el agua al equipo de pretratamiento de las calderas y destiladoras, así como a toda la planta farmacéutica en general.

El agua es almacenada en el tanque junto con una cama de aire, el cual es inyectado a una presión de 3.5 kg/cm².

Cuenta con un sistema de control automático de encendido de las bombas de alimentación en forma eléctrica.

Es importante realizar el mantenimiento preventivo para este equipo, ya que es una fuente de contaminación potencial.

3. RESPONSABILIDAD.

Sera responsabilidad del personal de planta química (jefe, asistente y supervisores) en coordinación con el jefe y supervisor de mantenimiento verificar que se realice este procedimiento.

Sera responsabilidad del jefe de mantenimiento mantener una copia de este procedimiento en el sitio donde se lleve a cabo la operación.

Sera responsabilidad del supervisor de mantenimiento verificar que el operador cumpla correctamente como se indica este procedimiento.

Sera responsabilidad del operador realizar exactamente como se indica cada punto de este procedimiento.

4. MATERIAL Y REACTIVOS.

- a. Cepillos de mano exclusivos para este equipo.
- b. Detergente de tipo comercial.
- c. Bomba para desagüe.
- d. Indumentaria (overol, botas, guantes etc.)
- e. Mangueras de plástico.
- f. Lámpara o extensión eléctrica con dos focos.
- g. Varilla limpia de aproximadamente 1.5 metros de longitud en acero inoxidable u otro metal que este libre de óxido y de cualquier otro contaminante.
- h. Hipoclorito de sodio.

5. PROCEDIMIENTO.

a. Limpieza.

- 1) Eliminar el paso de corriente eléctrica del control automático.
- 2) Esperar a que la presión interna del tanque se iguale la presión atmosférica del medio ambiente (1 kg/cm²) aproximadamente.
- 3) Cerrar las válvulas 1, 2, 3 y 4. Ver esquema anexo.
- 4) Destapar cuidadosamente el tanque aflojando lentamente los tornillos del registro, localizado en la parte superior izquierda.
- 5) Eliminar el agua por medio de la bomba de desagüe.
- 6) Cepillar las paredes internas del tanque auxiliándose con una extensión eléctrica o una lámpara para iluminar el tanque.
- 7) Preparar en una cubeta de plástico limpia una solución de aproximadamente 150 g de detergente por 20 litros de agua potable.
- 8) Con la solución anterior cepillar de nuevo.
- 9) Eliminar el detergente con agua potable a presión, iniciando con el techo, continuando con paredes y finalizar con el piso del tanque.
- 10) Extraer el agua jabonosa con la bomba de desagüe.
- 11) Permitir la ventilación por espacio de 30 minutos y volver a enjuagar con agua potable.

b. SANITIZACION.

- 1) Llenar el tanque con agua potable
- 2) Adicionar 2906.9 ml de solución de hipoclorito de sodio al 10.32 % al tanque cada mes (en caso de tratarse de otra concentración, hacer la corrección final para obtener una concentración final en el tanque de 100 ppm.)
- 3) Agitar con la varrilla para homogeneizar la concentración en el tanque.
- 4) Permitir que actúe el germicida por un tiempo de una hora.
- 5) Eliminar el agua con la bomba hacia el drenaje municipal.
- 6) Enjuagar perfectamente con agua potable el interior del tanque.
- 7) Eliminar totalmente el agua con la bomba y desmontar ésta una vez terminado.
- 8) Cerrar herméticamente el tanque.
- 9) Registrar la operación en la bitácora del tanque hidroneumático.
- 10) Realizar la sanitización cada seis meses.

c. FUNCIONAMIENTO.

- 1) Abrir las válvulas 1,2,3 y 4 e iniciar el llenado del tanque, usando como cama de aire el existente,

si es necesario auxiliarse de una compresora hasta alcanzar el nivel normal de agua y presión, que es de 3.5 kg/cm², inyectando aire por las llaves A y B o eliminando aire por la válvula de alivio .

2) Conectar de nuevo el control automático .

6. BIBLIOGRAFIA.

- a. Procedimiento para la limpieza de cisternas.PG/MT/008-01
- b. Procedimiento para la elaboración de procedimientos generales Lidia Ramirez Fisons De México S.A De C.V. PG/AT/001-01.
- c. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. MANUAL DE AGUAS PARA USOS INDUSTRIALES, 3 Ed. Edit. Limusa México 1982.

**MANOMETROS QUE DEBEN SER REPUESTOS (PREVIAMENTE CALIBRADOS)
PARA REALIZAR LA VALIDACION DEL SISTEMA DE VAPOR**

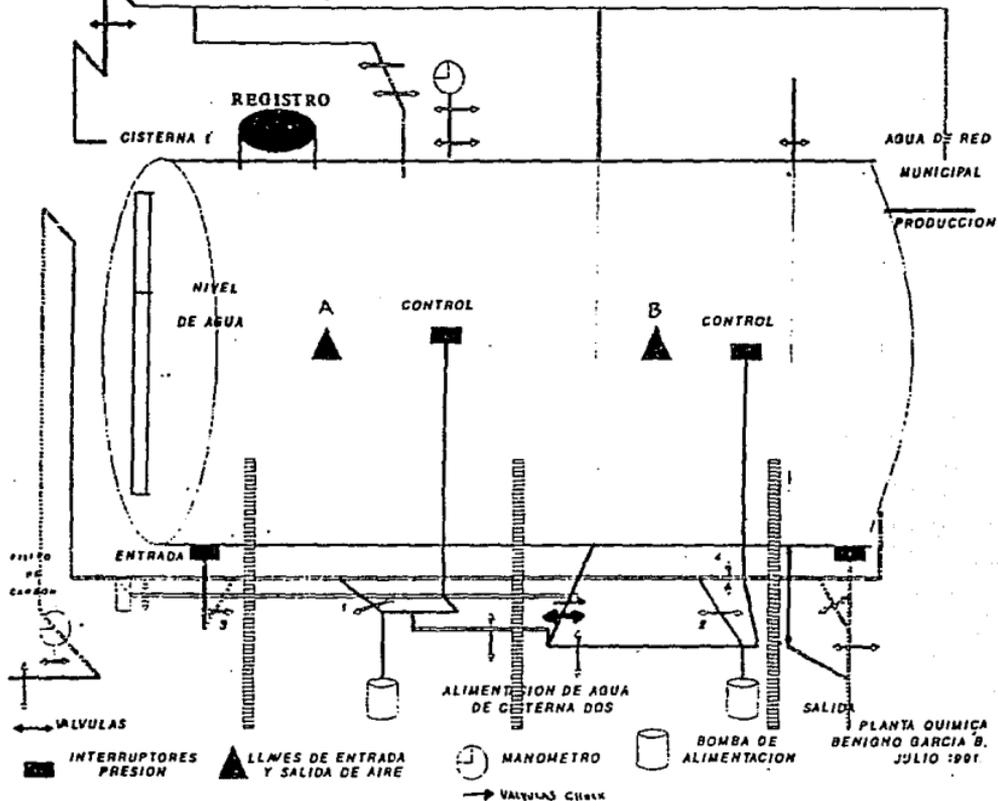
-MANOMETROS DE LA LINEA DE VAPOR DEL AUTOCLAVE FELMEX (SE
ENCUENTRAN LOCALIZADOS ANTES Y DESPUES DE LA VALVULA
REDUCTORA DE PRESION) PRESENTAN AGUJAS DEFORMADAS

-MANOMETRO DE LA LINEA DE AIRE DE LA CALDERA "CB."
-MANOMETROS DE LA LINEA DE COMBUSTIBLE DE LA CALDERA "CB."
-MANOMETRO DE LA LINEA DE VAPOR CALDERA "CB."
ESTOS MANOMETROS NO HAN SIDO COMBIADOS POR LOS CALIBRADOS.NO
PRESENTAN IDENTIFICACION, SI PRESENTAN IDENTIFICACION ES CON
FECHA DE CALIBRACION ATRASADA.

MANOMETROS QUE NO PRESENTAN ETIQUETA DE IDENTIFICACION.

-MANOMETRO DE LA MARMITA DE SUPOSITORIOS.
-MANOMETRO DEL TANQUE HIDRONEUMATICO (AGUA FRIA).
-MANOMETROS DE LAS BOMBAS DE ALIMENTACION DE AGUA A LAS
CALDERAS.
-MANOMETRO DE LA DESTILADORA No. 3.
-MANOMETRO DEL REACTOR DE PLANTA QUIMICA.

TANQUE HIDRONEUMATICO



PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DE PURGAS A LAS CALDERAS Y TANQUE DE CONDENSADOS.

1. OBJETIVO.

Establecer los pasos a seguir para realizar las purgas a las caldera y tanque de condensados.

2. GENERALIDADES.

Con un previo tratamiento de suavización, el agua de alimentación para calderas contiene sulfatos y cloruros que aparecen como sales de sodio. Con el paso del tiempo, éstas se concentran en la caldera pudiendo ocasionar incrustaciones o espuma.

El retorno de condensados puede introducir pequeñas cantidades de impurezas al tanque de condensados, tales como, óxidos y partículas desprendidas de la tubería, así como, pequeñas cantidades de dureza o acidez en el agua de alimentación.

Un método para mantener la concentración de sales dentro del límite en la caldera, así como la eliminación de las impurezas en el tanque de condensados. Es el de purgar una cantidad de éstas sales e impurezas al drenaje ya sea periódicamente o en forma continua.

3. RESPONSABILIDAD.

Sera responsabilidad del personal de planta química (jefe, asistente y supervisores) asegurarse que se aplique y realice éste procedimiento.

El jefe de mantenimiento tendrá la responsabilidad de mantener este procedimiento en el sitio de ubicación del filtro de carbón y asegurarse que se lleve a cabo a través del supervisor que a su vez tiene la responsabilidad de verificar directamente que el operador realice correctamente como se indica dicho procedimiento.

4. PROCEDIMIENTO.

a. Calderas.

La siguiente operación se realiza cuando la caldera no está funcionando.

- 1) Purga de la columna de agua.
 - a) Subir el nivel de agua a tres cuartos del nivel.
 - b) Abrir la válvula de purga de la columna de agua, cerrar las válvulas en el momento del arranque de la bomba de alimentación de agua de la caldera.
 - c) Realizar la operación dos veces por turno, dependiendo de la alcalinidad total que se tenga

- en la caldera.
- 2) Purga de fondo.
 - a) Subir el nivel de agua a tres cuartos del nivel.
 - b) Abrir las dos válvulas de purga de fondo, cerrar las válvulas en el momento del arranque de la bomba de alimentación de agua de la caldera.
 - c) Repetir la operación dos veces por turno, dependiendo de la alcalinidad total que se tenga en la caldera.
 - 3) Tanque de condensados.

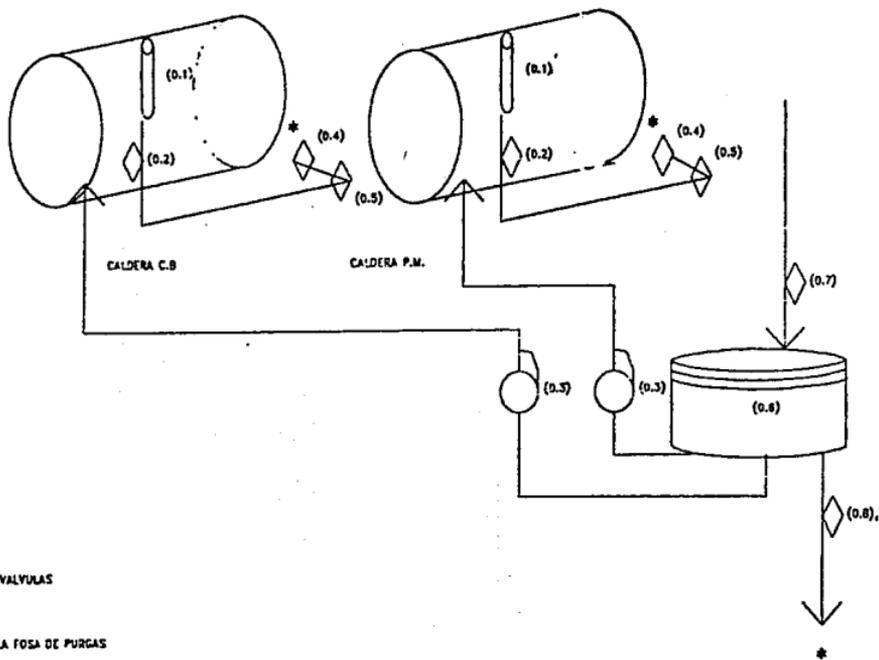
La siguiente operación se realiza cuando la caldera no está funcionando.

 - a) Cerrar la válvula de alimentación de agua suavizada.
 - b) Abrir la válvula de drenado del tanque de condensados.
 - c) Cerrar la válvula de drenaje cuando el nivel de agua esté a un cuarto del nivel.
 - d) Frecuencia se determina con el análisis de alcalinidad y dureza del tanque de condensados.

5. BIBLIOGRAFIA.

- a. Procedimiento Para Elaborar Procedimientos; Lidia Ramirez, FISONS DE MEXICO S.A. DE C.V.
- b. Manual de Caldera Selmec, Sociedad Electromecánica S.A. de C.V., 1976, Pag. 200-236.
- c. Sendelbach, M.G., Boiler-Water Why, What, and How, Chem. Engr., Vol 95, Núm. 11, 1988, pag. 127-132.

DIAGRAMA DE CALDERAS



PROCEDIMIENTO DE OPERACION, LAVADO, Y SANITIZACION DEL FILTRO DE CARBON

1. **Objetivo** . Mantener el filtro en condiciones adecuadas para que la calidad del agua sea de las características necesarias para que esté libre, en la máximo posible de impurezas suspendidas y de cloro libre.
2. **Generalidades** . El paso por el filtro de carbón es una etapa del pretratamiento de agua donde son removidos sólidos suspendidos y cloro molecular por medio adsorción, sin embargo si éste equipo no recibe el mantenimiento adecuado puede ser una fuente de contaminación.
3. **Responsabilidad** . El Jefe de área debe asegurarse que exista una copia de éste procedimiento en el lugar de operación o una copia de fácil acceso para el trabajador. El Supervisor debe verificar que se lleve a cabo y el operador debe seguir las instrucciones aquí descritas.
4. **Material y equipo** .
 - 4.1. Varilla limpia de acero inoxidable de aproximadamente 1 metro de longitud.
 - 4.2. Germicida en la concentración indicada por el proveedor.
5. **Procedimiento** .
 - 5.1. **Funcionamiento** .
 - 5.1.1. Abrir la válvula 01 para regular la presión de entrada a 3.5 kg/cm² .
 - 5.1.2. Abrir las válvulas 02, 03, 04, 05, y 06 .
 - 5.1.3. Mantener cerradas las válvulas 07, 08, 09, 10 y 11 .
 - 5.1.4. Verificar que la presión en los tres manómetros restantes sea de 3.5 kg/cm² .
 - 5.1.5. Con la excepción de trabajar en condiciones especiales el flujo de agua a travez del filtro de carbón es continuo durante las 24 horas del día .

5.2. Limpieza .

- 5.2.1. Cerrar las válvulas 04 y 05 .
- 5.2.2. Abrir la válvula 11 para permitir la salida de aire .
- 5.2.3. Abrir la válvula 10 para eliminar el agua del filtro y posteriormente cerrarla .
- 5.2.4. Abrir la válvula 08 hasta que se llene el filtro, el agua comenzara a salir por la válvula 11 .
- 5.2.5. Cerrar la válvula 11 y abrir la válvula 09, regulando ésta última para que el flujo de retrolavado no sea muy intenso y arrastre el carbón, el agua saldrá expulsada por el tubo de dren .
- 5.2.6. Esperar aproximadamente 20 minutos o hasta que no salga turbia el agua .
- 5.2.7. Anotar el tiempo de inicio y de termino de retrolavado en la bitácora .

5.3. Limpieza por enjuage .

- 5.3.1. Cerrar las válvulas 9 y 8 en éste orden y abrir la válvula 5 .
- 5.3.2. Esperar 10 minutos. Por observación visual determinar si se procede a repetir el retrolavado, según la turbiedad del agua. Repetir el retrolavado y enjuage si el agua sale turbia (puntos 5.2. y 5.3.) .
Pasar el punto 5.3.3. de salir el agua transparente .
- 5.3.3. Abrir la válvula 5 para reestablecer el funcionamiento normal .
- 5.3.4. Llenar la bitácora de servicio .

5.4. Sanitización .

- 5.4.1. Cerrar las válvulas 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 y 10 .
- 5.4.2. Abrir la válvula 11 para que la presión en el manómetro donde esta dicha válvula se iguale con 1 kg/cm² .
- 5.4.3. Abrir la válvula 10 y drenar aproximadamente el volumen del filtro desde el registro hasta la parte más alta del tanque.
- 5.4.4. Destapar el registro superior con ayuda de la llave

para tuercas .

- 5.4.5. Adicionar el volumen recomendado del germicida a travez del registro .
- 5.4.6. Mezclar con una varilla limpia para diluir correctamente .
- 5.4.7. Esperar 30 minutos para permitir que actue el germicida, y anotar la hora inicial y final en la bitácora.
- 5.4.8. Tapar herméticamente el registro .
- 5.4.9. Abrir las válvulas 02, 03 , 08 y 09 en éste orden para retrolavar, regalando la válvula 09 para no arrastrar carbón en el flujo .
- 5.4.10. Permitir que fluya el agua el tiempo suficiente para eliminar el germicida, aproximadamente 20 minutos .
- 5.4.11. Cerrar las válvulas 09 y 08 en ése orden .
- 5.4.12. Abrir las válvulas 04, 05 y 06 para reestablecer el funcionamiento .
- 5.4.13. Llenar bitácora de servicio exclusiva del filtro de carbón, anotando el nombre, tipo y concentración del germicida .

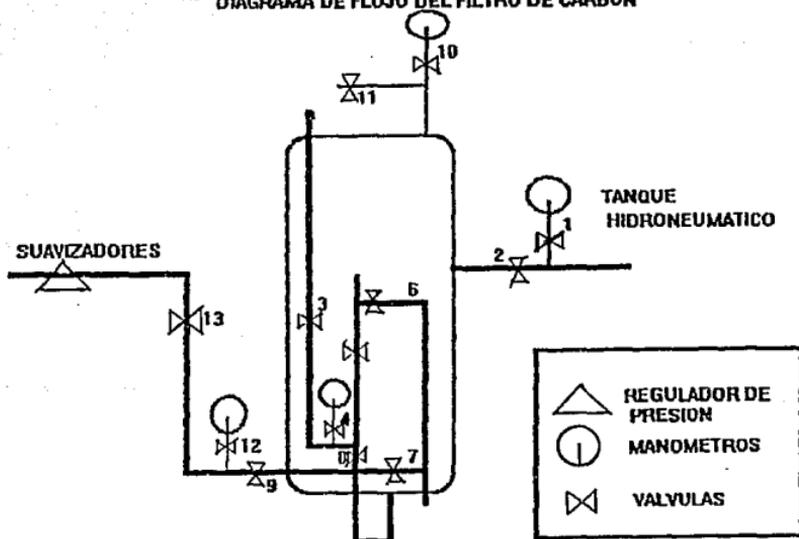
5.5. Frecuencia .

- 5.5.1. Limpieza por retrolavado : Cada dos días de trabajo
- 5.5.2. limpieza por enjuage : Cada dos días de trabajo
- 5.5.3. Sanitización : bimestralmente

6. Bibliografía .

- 6.1. Cleaver Brooks : Manual de Calderas Selmecc .
- 6.2. Industrias Mass : Datos Tecnicos del Tanque de Carbón Activado, modelo VR-244 .
- 6.3. Instructivo de Instalación, Operación y Mantenimiento del Filtro de Carbón Activado "Culligan" . Industrias Mass .

DIAGRAMA DE FLUJO DEL FILTRO DE CARBON



**PROCEDIMIENTO DE OPERACION Y REGENERACION .
DE LOS SUAVIZADORES**

1. OBJETIVO:

Establecer los pasos a seguir para poder realizar adecuadamente el procedimiento de operacion y regeneracion de los suavizadores.

2. GENERALIDADES:

Cuando un agua dura pasa atravez del lecho de un suavizador, los iones de calcio y magnesio se fijan en él y éste a su vez transfiere a la solución una cantidad equivalente de iones de sodio. Cuando la capacidad del suavizador para producir agua blanda se agota éste suavizador se elimina temporalmente del servicio, se retrolava y se regenera con una solución de sal comun que elimina el calcio y el magnesio del lecho del suavizador

La resina del suavizador tiene un periodo de vida útil indefinido, si se le da el cuidado adecuado, por lo tanto, es necesario establecer los pasos correctos para su regeneración y puesta en servicio.

3. RESPONSABILIDADES

EL Jefe de Mantenimiento debe asegurarse, que se tenga libre acceso a una copia de este procedimiento, para que pueda ser consultado por el personal que lleva a cabo esta operación. El Supervisor de área tiene la responsabilidad de verificar que se lleve a cabo éste procedimiento.

4. MATERIAL

NaCl (Gruesa o en granulo)

5. PROCEDIMIENTO .

5.1. FUNCIONAMIENTO (Ver diagrama anexo para identificación).

5.1.1. El tanque en servicio debe tener la válvula(.1) abierta, la válvula (.2) cerrada y la válvula de tres vias en la posición 3

5.1.2. El tanque fuera de servicio debe tener la válvula(.1) Y (.2) cerradas y la válvula de 3 vias

en posición 3 .

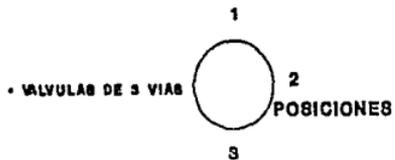
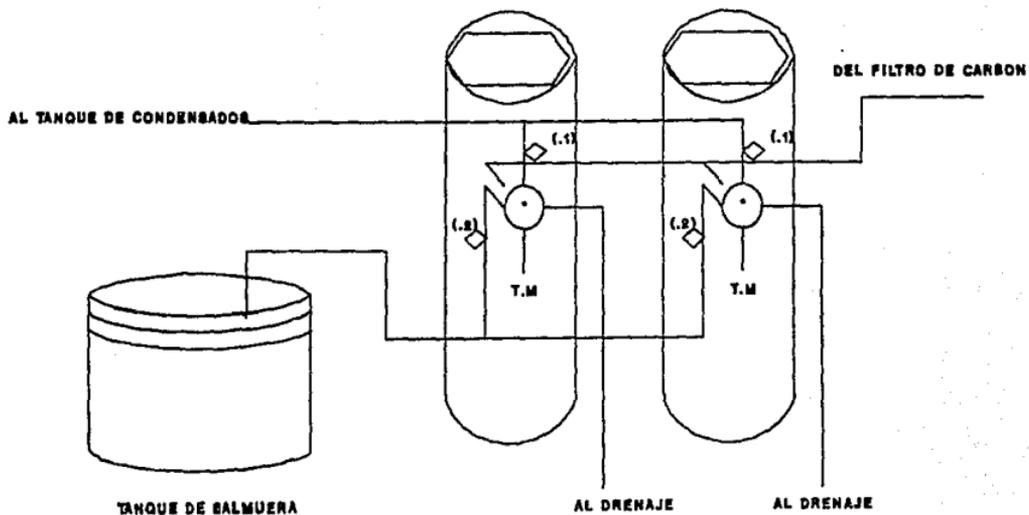
5.2. REGENERACION .

- 5.2.1. Cerrar las válvulas (.1 y .2) mover la palanca de la válvula de 3 vias a la posición 1, retrolavar el suavizador durante 10 minutos o hasta que el agua salga completamente clara.
- 5.2.2. Vaciar el tanque de salmuera 1/2 costal de sal (25Kg) y diluir hasta el tope del tanque con agua potable.
- 5.2.3. Pasar la palanca de la válvula de 3 vias a la posición 2.
- 5.2.4. Abrir la válvula (.2) regulando que el tanque de salmuera se vacie, 1cm de altura/minuto, esperar 20 minutos.
- 5.2.5. Cerrar la válvula (.2) y dejar enjuagar hasta que el agua pierda el sabor salado. El tiempo de enjuage es, generalmente, unos 45 minutos.
- 5.2.6. Bajar la palanca de la válvula de tres vias en la posición 3.
- 5.2.7. Frecuencia; cada vez que se detecte que el suavizador ya no produce agua suave, ésto se determina con una solución de jabón líquido, en el momento que se adicione agua y no se produzca espuma es cuando el suavizador necesita ser regenerado.

6. BIBLIOGRAFIA.

- 6.1. Suavizadores de Agua Selmecc, Manual de Operación, Cleaver Brooks de México, S.A.
- 6.2. Manual de Calderas Selmecc, Sociedad Electromecanica S.A. DE C.V., (1976), Pag. 193-237.

SUAVIZADORES



◇ VALVULAS

T.M TOMA DE MUESTRA

**PROCEDIMIENTO DE OPERACION PARA LA CALDERA INTEGRADA
CLEAVER BROOK 100-60 .**

1. Objetivo .

Establecer los pasos y cuidados que se deben considerar para operar adecuadamente la caldera Cleaver Brook .

2. Generalidades.

La operación adecuada de los equipos logra máxima eficiencia y rendimiento al mismo tiempo reduce pérdidas y costos .

Tratandose de una caldera es aún más importante establecer el proceso correcto de operación ya que se involucra el aspecto de seguridad del personal que labora en toda la planta así como también la seguridad de las instalaciones, debido a que descuidos u omisiones conducen en el peor de los casos a una explosión de grandes dimensiones .

3. Responsabilidades .

El Jefe de Mantenimineto es responsable de asegurarse de que exista una copia accesible del procedimiento en el lugar de operación, el supervisor debe verificar que se lleve a cabo y el fogonero debe seguir las instrucciones aquí descritas.

5. PROCEDIMIENTO .

5.1. Preparaciones para el arranque .

5.1.1. Eléctrico y Mecánico .

- 5.1.1.1. Verificar que el abastecimiento de energía eléctrica sea la adecuada y ver si hay fusibles quemados .
- 5.1.1.2. Abrir los cortacircuitos y buscar las sobre cargas saltadas .
- 5.1.1.3. Probar el restablecimiento de todos los arranques y controles que tengan restablecimiento manual .
- 5.1.1.4. Probar el interruptor de seguridad en el programador y restablecerlo si es necesario. El indicador del motor cronométrico debe estar en la posición del punto (•) .
- 5.1.1.5. La caldera debe estar ya llena con agua al nivel de operación normal y ésta agua debe tener la misma temperatura del ambiente .
Verificar que el agua de abastecimiento tratada está disponible.
Abrir la válvula de escape para dar salida al aire desplazado durante el llenado, dejarla abierta hasta observar el escape de vapor, después de que funcione el quemador .
- 5.1.1.6. Antes de alimentar combustible a una caldera, asegurarse que la tubería de desagüe de las válvulas de escape y la tubería de desagüe de las válvulas de drenaje, conduzcan a un lugar seguro de descarga de modo que el derrame de vapor no dañe al personal o la propiedad.
- 5.1.1.7. Examinar toda articulación a ver si hay movimiento libre y completo del registro, y válvulas y levas moduladoras.
- 5.1.1.8. Probar la rotación de cada motor cerrando momentáneamente el relevado o arranque del motor . La rotación del impulsor del soplador es en la dirección opuesta de las agujas del reloj, estando uno dando frente a la parte delantera de la caldera. La rotación del abomba de aire es en la dirección de las manecillas del reloj mirada de extremo motriz.

- 5.1.1.9. Antes de poner las bombas de abastecimiento de agua o de aceite en marcha, verificar de que toda válvula en las líneas, estén abiertas o en posición apropiada .
Hacer una una última inspección antes de arrancar, buscando en particular tubería o alambre que estén incompletos o sueltos u otra situación potencialmente perjudicial .
- 5.1.1.10. Examinar el control de límite para operación y verificar la asignación apropiada .Se debe fijar el control de presión en un valor un poco más que el deseado pero al menos 10 % más bajo que la asignación de la válvula de seguridad.
Examinar el control de alto límite y verificar la asignación apropiada, ésta puede ser aumentada en una o dos libras .
- 5.1.1.11. Inspeccionar el control modulador a ver si tiene la disposición correcta .
Arreglar y ajustar éste control de modo que el motor modulador vuelva a la posición de baja alimentación antes de que abra el control de límite para operación .Además es deseable que tenga su asignación más bajo de la asignación del control del límite para que opere el quemador por un periodo en la posición de baja alimentación cada vez que arranca, en vez de impulsarse inmediatamente a la posición de baja alimentación .
- 5.1.1.12. Nota. Las asignaciones de todos los controles arriba mencionados pueden requerir de ajustes pequeños después del arranque de la caldera y un periodo breve de operación. Las designaciones marcadas en las escalas de los controles son por su mayor parte exactas, pero se usan principalmente como guías. Los últimos ajustes deben fundarse y estar de acuerdo con lo marcado en el manómetro de presión de vapor .
- 5.1.1.13. Examinar el cierre de bajo nivel de agua y el control de las bombas .
- 5.1.1.14. Verificar que el flotador se mueva libremente, lo cual se puede probar observando el agua en el nivel de vidrio al cortar el abastecimiento de agua, o parando la bomba o cerrando una válvula, y al llenar la caldera poniendo la bomba en marcha de nuevo o abriendo la válvula cuando la cámara está desaguada .

5.1.1.15. Para el arranque inicial o arranques en frío, el interruptor manual-automático debe estar en la posición "manual" y el control manual de la llama colocado en "close" . Después de que la caldera esté funcionando un rato y esté calentada completamente, el interruptor selector debe ser puesto en "automático" para que las demandas de carga rijan la asignación de alimentación por medio del control modulador .

5.1.2. Aire para atomización

5.1.2.1. Inspeccionar el abastecimiento y la presión de aire para atomización

5.1.2.2. Examinar el nivel de aceite lubricante para la bomba de aceite antes de arrancar . Examinar el nivel de aceite del colador de aire. la llave ajustadora abajo del filtro debe estar completamente abierta .

5.1.2.3. Comprobar el flujo y presión del aire, moviendo el interruptor del quemador a la posición " ON " para dar fuerza al relevador de programación. Retirarlo hacia atrás inmediatamente . El programador seguirá por su ciclo, sin la ignición y sin dar energía a las válvulas del combustible . Note la graduación en el manómetro de presión de aire. Sin el flujo de combustible la presión mínima de ser 7 psi .

5.1.2.4. Si no hay presión, descubre la razón y corríjala antes de proceder. Busque obstrucciones en la línea de entrada de aire y verificar que la rotación sea la adecuada (para la bomba en la dirección de las manecillas del reloj) y que no haya una boquilla de aceite relajada a otros escapes . Si la presión se encuentra en un valor mucho más alto sin flujo de combustible, buscar obstrucciones en la línea de descarga o en la boquilla del inyector.

5.1.2.5. La presión de aire aumentará cuando se presente un flujo de combustible. En la asignación de baja alimentación, la presión del aire puede ser 12 psi o un poco más alta. Si es bastante más alta, cuidadosamente ajuste la llave en la línea de entrada para limitar la salida de la bomba de aire .

5.1.3. Alimentación de combustible .

- 5.1.3.1. Abrir todas las válvulas en las líneas de succión y regreso .
- 5.1.3.2. Llenar la línea con aceite completamente antes de poner la bomba en marcha para evitar daño al engranaje de la bomba. Antes de cebar la línea de succión, y de arrancar por primera vez, verificar que todos los tapones, conexiones etc, han sido apretados seguramente para evitar filtraciones.
- 5.1.3.3. Arrancar momentaneamente la bomba para verificar que tenga la rotación correcta.
Poner en marcha la bomba para verificar la circulación del aceite. Leer el manómetro de presión del aceite para saber si ya se ha establecido el flujo.
- 5.1.3.4. Parar la bomba y volver a cebarla, si despues de algunos minutos el manómetro no marca presión, es posible que el cebo inicial, seguido por operación de la bomba no produzca un flujo de aceite, probar 2 ó 3 veces el cebo inicial, de no establecerse el flujo, hacer una investigación completa para determinar la causa .
- 5.1.3.5. Ajustar el regulador en el controlador del aceite combustible para que el manómetro del quemador de aceite registre aproximadamente 40 psi .

5.2. Arranque

- 5.2.1. Verificar que el tirador de aceite esté en la posición delantera y asegurado con la aldaba .
- 5.2.2. Mover el interruptor del quemador a "ON". La luz indicadora de demanda de carga debe encenderse. La luz de bajo nivel de agua, debe quedar apagada, significando un nivel de agua seguro en la caldera.
- 5.2.3. En una tentativa inicial de arranque, es posible que se requiera algunas pruebas para quitar todo el aire de las líneas, o la del piloto, o la de la llama principal. De no haber ignición no repetir los experimentos sin éxito a menos de examinar de nuevo los ajustes del quemador y del piloto .
- 5.2.4. De suceder una falla de llama, se encenderá la luz de falla de llama y el soplador purgara la caldera de gases no quemados antes de parar. Después de una falla de ignición, esperar unos minutos antes de restablecer el interrptor que salta en parada de seguridad .
- 5.2.5. No prender el piloto o tratar de arrancar el quemador de aceite, si la cámara de combustión está caliente y/o hay vapores de combustión de aceite en el hogar o en los tubos de humo. Los sistemas del quemador y control son diseñados para proveer un período de pre-purga (operación del soplador) antecedente al establecimiento de la chispa de ignición y de la llama del piloto. No intentar alterar el sistema o seguir ningún otro curso de acción para evitar este aspecto .
- 5.2.6. Dejar el control manual del quemador en su posición de alta alimentación (es decir , con el botón del control manual de la llama en "Close") por 30 minutos o hasta que la caldera esté suficientemente caliente, puede ser menos tiempo si alcanza su presión o temperatura normal de operación .
- 5.2.7. Cerrar la válvula de prueba, cuando por ella misma empiece a salir vapor.
- 5.2.8. Si la llama es insuficiente en la asignación de baja alimentación para alcanzar la presión a temperatura normal de operación después de 30 minutos, aumentar la asignación de alimentación, gradualmente girando el botón de control manual de la llama por incrementos de un punto a la vez pero no más que el punto centrico entre "open" y "close". Opere en ésta asignación abul-tada por un espacio de tiempo, hasta notar un aumento de presión o temperatura.

5.2.9. No dejar nunca la caldera en operación prolongada cuando el control manual marca una asignación más que la del punto medio .

5.3. Operación .

- 5.3.1. Dejar el interruptor manual-automático en la posición de "auto" y bajo el control modulador de presión, durante la operación normal, en esta posición el quemador operará según un plan modulado según la demanda de carga.
- 5.3.2. El quemador debe permanecer operando por alimentación modulada hasta alcanzar el límite de presión a menos de que :
 - 5.3.2.1. El quemador sea puesto manualmente en "off".
 - 5.3.2.2. El control de bajo nivel, encuentre que hay bajo nivel de agua.
 - 5.3.2.3. Se interrumpa la corriente o el abastecimiento de combustible.
 - 5.3.2.4. La presión del aire para la combustión o para atomización baje del nivel mínimo
 - 5.3.2.5. Sobrecarga del motor, falla de las llamas, cortacircuitos, fusibles quemados, o parada debida a otros dispositivos de seguridad interconectados en los circuitos.
- 5.3.3. Al parar normalmente, o por el control del límite para operación o por colocar el interruptor del quemador manualmente en "off", la luz indicadora de demanda de carga no sigue encendida.
- 5.3.4. Al parar debido a condiciones que hacen funcionar los controles de seguridad o de interconexión actúan la luz de falla de llama y el timbre de alarma, y la luz de demanda de carga seguirá encendida. Localizar y corregir el origen de ésta parada.

5.4. PARADA .

- 5.4.1. Al mover el interruptor del quemador a la posición de OFF o al alcanzar su asignación el control de límite, se desarrolla la siguiente secuencia :
- 5.4.2. Las válvulas del combustible quedan sin energía y se apaga la llama principal.
- 5.4.3. El motor cronométrico comienza a funcionar y el soplador sigue operando para forzar aire por el hogar durante el período de postpurga .
- 5.4.4. Al fin del periodo de postpurga el motor del soplador queda sin energía. También queda sin energía el motor de la bomba de aire del quemador alimentado a aceite.
- 5.4.5. El motor cronométrico ha vuelto a su posición original. La unidad está lista para empezar de nuevo.

6. Bibliografía .

- 6.1. Manual de Operación, Mantenimiento y Repuestos para Caldera Integrada Modelo CB de 50 a 100 C.F., de Cleaver Brooks. Cleaver Brooks, Division of Aqua-Chem, Inc.
- 6.2. Manual para Calderas Selmec. Cleaver Brooks. Sociedad Electro mecánica S.A. de C.V., 1978.
- 6.3. Jeanine Katzel. Senior Editor, FOCUS ON BOILERS. A look at the equipment and the issues that are shaping their future -- and yours, Plant Engineering , No. 69, May 1990, Pag. 68-77.
- 6.4. K.P. Singh "Pressure Vessels : A Design, Operation and Maintenance", Chem. Engngn., Vol 97, No 7, 1990, Pag. 62-70.

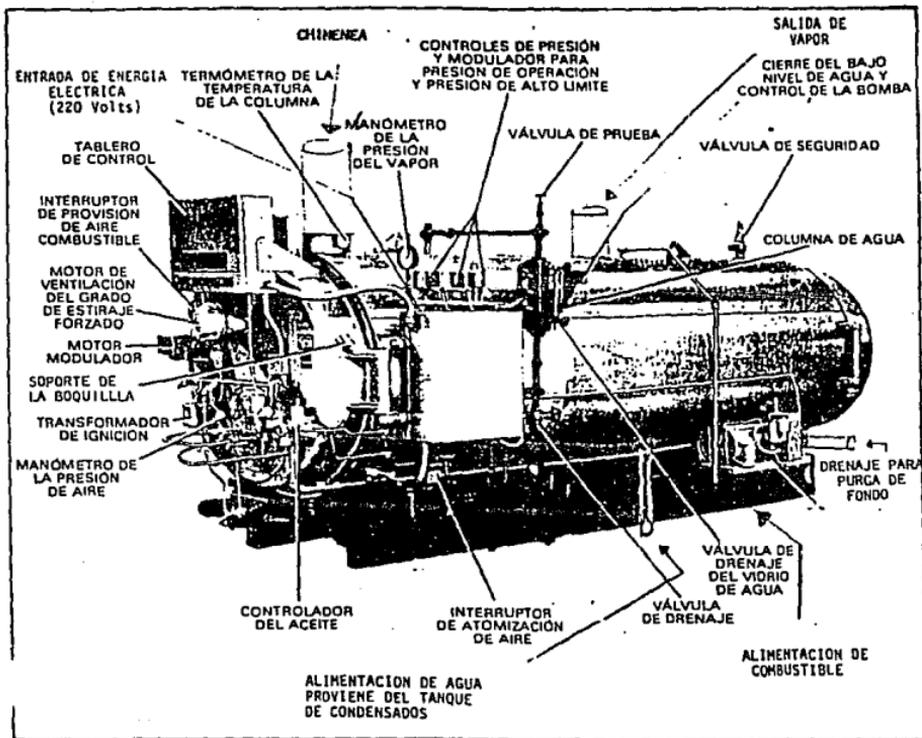


FIGURA 1-1 CALDERA BÁSICA DE VAPOR DE ACEITE LIVIANO

ANEXO C

Planos y diagramas de los equipos del sistema de vapor

PLANO: DEL TANQUE DE AGUA

- PRESION DE DISEÑO 8 Kg/Cm²
- PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA 12 Kg/Cm²
- PRESION DE OPERACION 5 Kg/Cm²
- PRESION CAL. DE LA VALV. DE SEGURIDAD 7 Kg/Cm²
- EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECTRICA 30 %
- TEMPERATURA MAX. DE OPERACION 20 °C
- MATERIAL DE CONSTRUCCION EN CUERPO Y TAPAS
SA - 285 - C S = 970.47 Kg/Cm²

- RECIPIENTE SIN MARCA
- EDAD APROXIMADA DE CONSTRUCCION 4 AÑOS
- CAPACIDAD 3000 LTS.
- FACTOR DE SEGURIDAD 4
- NO TIENE NUMERO OFICIAL DE CONSTRUCCION

SUPERFICIE EXPUESTA A PRESION

CUERPO:	2.1416 X .969 X 3.5	10.65	M ²
TAPAS:	0.785 [(.969) ² + 4 (.190) ²]	1.70	M ²
		SUF. TOTAL	12.35 M ²

CALCULOS SEGUN CODIGO ASME SECCION VIII DIV. I
 ESPESOR CUERPO CILINDRICO

$$t = \frac{P R}{S E - 0.6 p} = \frac{8 \times 484.5}{970.47 \times 0.8 - 0.5 \times 8} = 5.02 \text{ mm}$$

ESPESOR USADO 9.5 mm

PRESION MAXIMA PERMISIBLE EN CUERPO CILINDRICO

$$P = \frac{S E t}{R + 0.6 t} = \frac{970.47 \times 0.8 \times 9.5}{484.5 + 0.5 \times 9.5} = 15.04 \text{ Kg/Cm}^2$$

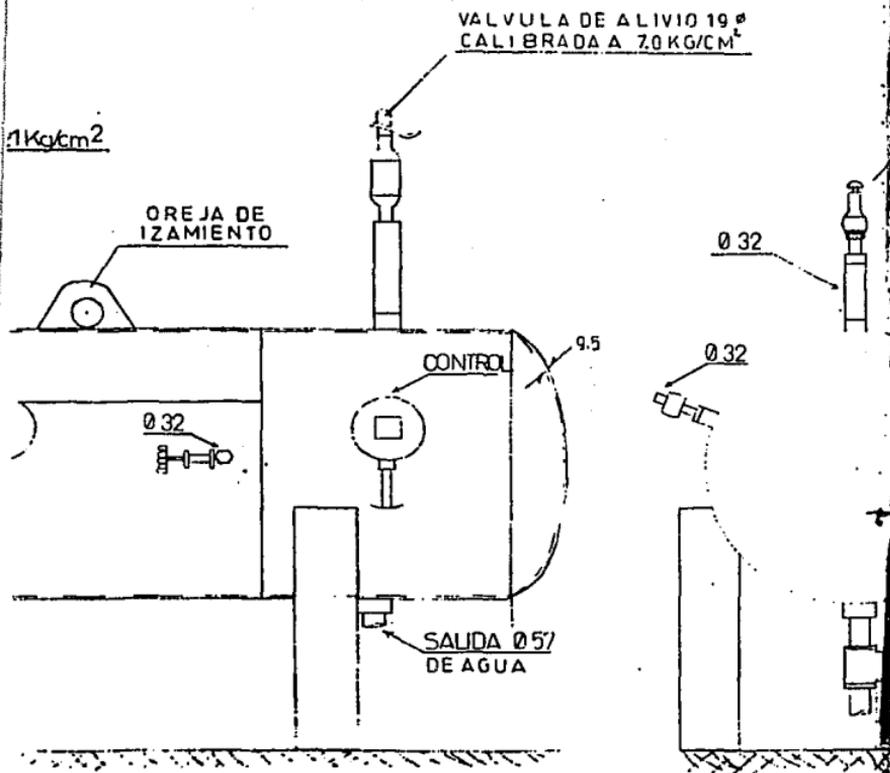
ESPESOR EN TAPAS SEMIELIPTICAS

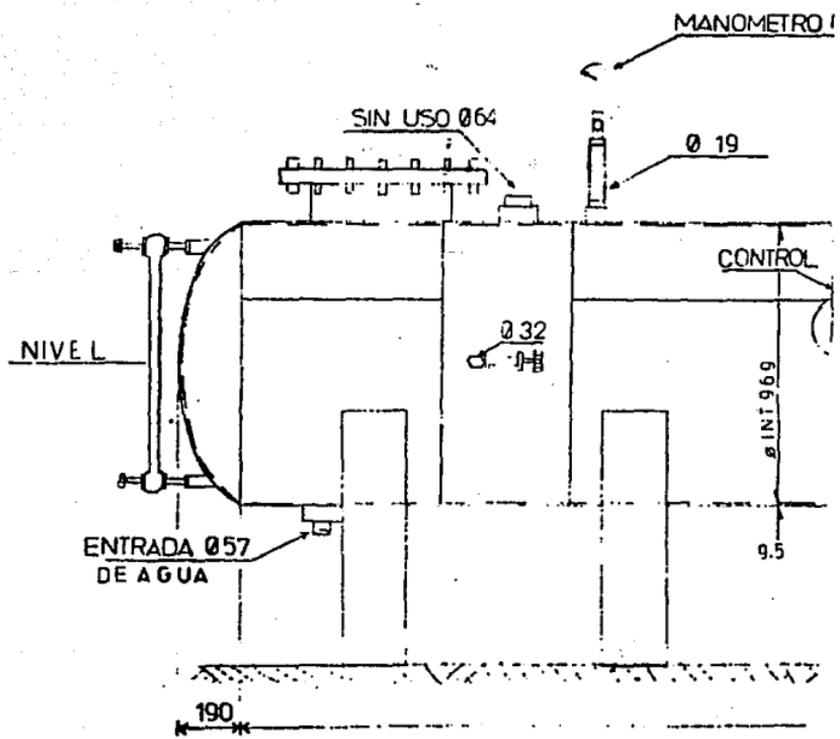
$$t = \frac{P D}{2 S E - 0.2 P} = \frac{8 \times 969}{2 \times 970.47 \times 0.4 - 0.2 \times 8} = 4.90 \text{ mm}$$

ESPESOR USADO 9.5 mm

PRESION MAXIMA PERMISIBLE EN TAPAS SEMIELIPTICAS

$$P = \frac{2 S E t}{D + 0.2 t} = \frac{2 \times 970.47 \times 9.5 \times 0.4}{484.5 + 0.5 \times 9.5} = 15.19 \text{ Kg/Cm}^2$$





- PRESION DE DISEÑO : 17.2 KG/CM²
- PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA : 19.75 KG/CM²
- PRESION DE TRABAJO : 7.0 KG/CM²
- PRESION CALIBRADA DE LA VALVULA DE SEGURIDAD : 7.7 KG/CM²
- EFICIENCIA DE SOLDADURA ELASTICA : 99.4
- TEMPERATURA DE TRABAJO : 200°C (392°F)
- MATERIAL DE CONSTRUCCION EN : CUERPO , HOGAR , ESPEJOS
SA - 615 - 70 , S - 123.00 / Y1,7M (171.0 LBS (LBS)) A 100
- MATERIAL PARA TUBOS : SA - 178 - A , S - 11.91 KG/CM²
- FECHA DE CONSTRUCCION : 23 - 09 - 1987
- FACTOR DE SEGURIDAD : 4
- CALDERA : CLEAVER BROOK DE 10 T.M.
- CAPACIDAD EVAPORATIVA : 343 KG/HR
- NO TIENE NO OFICIAL DE CONSTRUCCION

SUPERFICIE DE MAINTENACION

TUBOS : $3.1416 \times 0.052 \times 0.052 \times 62 = 23.31 \text{ m}^2$

HOGAR : $3.1416 \times 0.128 \times 0.128 = 1.08 \text{ m}^2$

ESPEJOS : $2 \times \frac{3.1416}{4} (0.91^2 - 0.475^2 - (0.052^2) 62) = 1.176 = 1.46 \text{ m}^2$

SUPERFICIE TOTAL = 27.85 m²

SUPERFICIE NO BASTADA POR EL AGUA

$\frac{3.1416 (0.609)^2 \times 199}{160} - \frac{0.052 \times 0.356}{2} = 0.176 \text{ m}^2$

VALVULOS SEGUN CODIGO ASME SECCION I (CAL. 100.)
ESPESOR DEL ENVOLVENTE DE-27.2.2

$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - (1 - Y) \cdot P} = \frac{17.2 \times 100}{123.00 \times 0.99 - (1 - 0.4) 17.2} = 5.91 \text{ mm}$

ESPESOR DE 7.0 mm

PRESION MAXIMA PERMISIBLE DEL ENVOLVENTE DE-27.2.2

$P = \frac{S \cdot E \cdot t}{R \cdot (1 - Y)} = \frac{123.00 \times 0.99 \times 7.0}{0.99 \cdot (1 - 0.4) 100} = 14.99 \text{ KG/CM}^2$

CALCULO DE LA PRESION EN EL HOGAR LIBRO PFE - 17.2

SEGUN CODIGO ASME SECCION I PFE - 17.2 NO SE REQUIERE CALCULAR EL ESPESOR DE LOS TUBOS DE 1/2" Y MENOS DE 1/2" EN Y DE 1/2" EN

ESPECIFICACIONES Y CALCULOS

PLANO DE CALDERA
POWER MASTER

C-5

PRESION DE DISEÑO : 17.6 KG./CM²
 PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA : 17.6 KG./CM²
 PRESION DE TRABAJO : 7.0 KG./CM²
 PRESION CALIBRADA DE LA VALVULA DE SEGURIDAD : 7.7 KG./CM²
 EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECTRICA : 97 %
 TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO : 200 C (392 °F)
 MATERIAL DE CONSTRUCCION EN : ENVOLENTE, HOGAR, ESPEJOS
 SA - 285 - A.S. = 970.47 KG./CM² (13800 LBS./PULG²) A LA TEMP. 200C
 MATERIAL EN TUBOS : SA - 178 - A.S. = 829.81 KG./CM² (11800LBS./PULG²)
 FECHA DE CONSTRUCCION : 1965
 CALDERA MARCA : POWERMASTER : 10 H.P. CALDERA
 CAPACIDAD GENERATIVA : 469.3 KG./HR

SUPERFICIE DE CALEFACCION

TUBOS : $76 \times 1.1416 \times 0.038 \times 1.480$ ————— 13.42 M²
 HOGAR : $1.1416 \times 0.285 \times 1.480$ ————— 1.32 M²
 ESPEJOS : $2 \times \frac{1.1416}{4} ((0.308)^2 - (0.285)^2 - (0.038)^2) - 0.13 - 0.86$ M²
 SUPERFICIE TOTAL — 15.69 M²
 SUPERFICIE NO BAÑADA POR EL AGUA
 $\frac{1.1416 \times 0.454^2 \times 120^2}{160^2} - \frac{0.220 \times 0.765}{2} = 0.11$ M²

CALCULOS SEGUN CODIGO ASME SECCION I (CALDERAS DE POTENCIA)
 ESPESOR DEL ENVOLENTE PG-27.2.2

$$t = \frac{P R}{S E - (1 - y) P} = \frac{17.6 \times 454}{970.47 \times 0.90 - (1 - 0.4) 17.6} = 5.55 \text{ m m}$$

ESPESOR USADO : 6.15 m m

PRESION MAXIMA PERMISIBLE DEL ENVOLENTE PG - 27.2.2

$$P = \frac{S E t}{R + (1 - y) t} = \frac{970.47 \times 0.90 \times 6.15}{454 + (1 - 0.4) 6.15} = 12.11 \text{ KG./CM}^2$$

CALCULO DE LA PRESION EN EL HOGAR LISO PPT - 17.2

SEGUN CODIGO ASME SECCION I PPT - 17.2 NO SE REQUIERE CALCULAR.

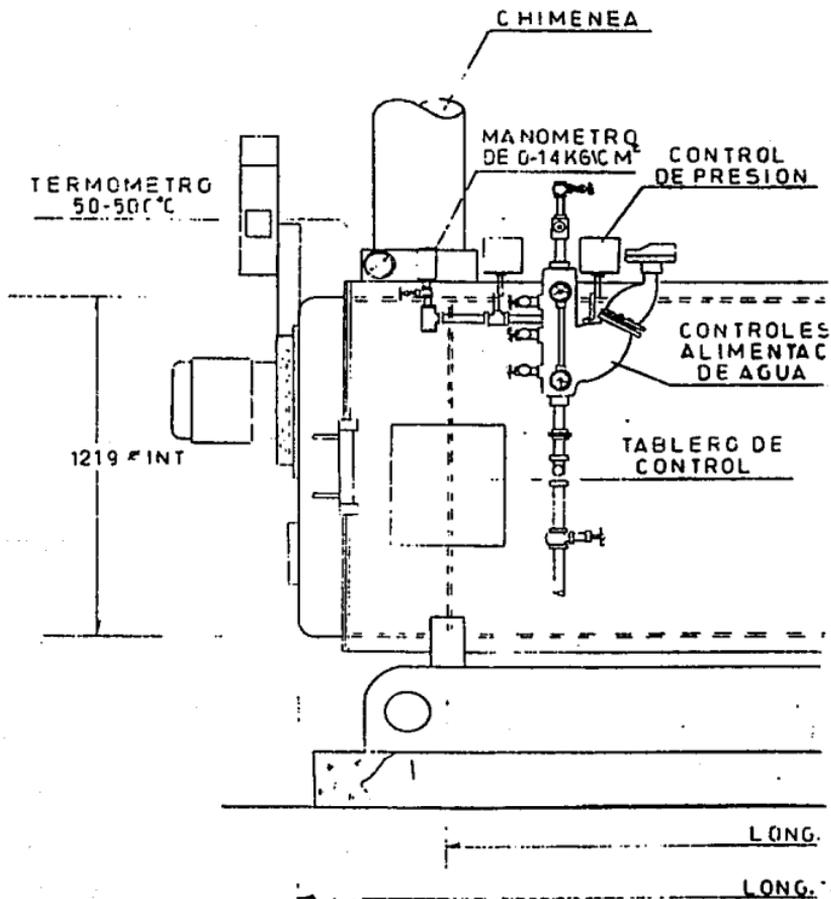
EL ESPESOR SE PROPONE EN ESTE CASO : t = 7.9 m m Y SE OBTIENEN

LAS RELACIONES : $L/D_o = \frac{1480}{300.5} = 4.92$; $Y D_o/t = \frac{300.5}{7.9} = 38.07$

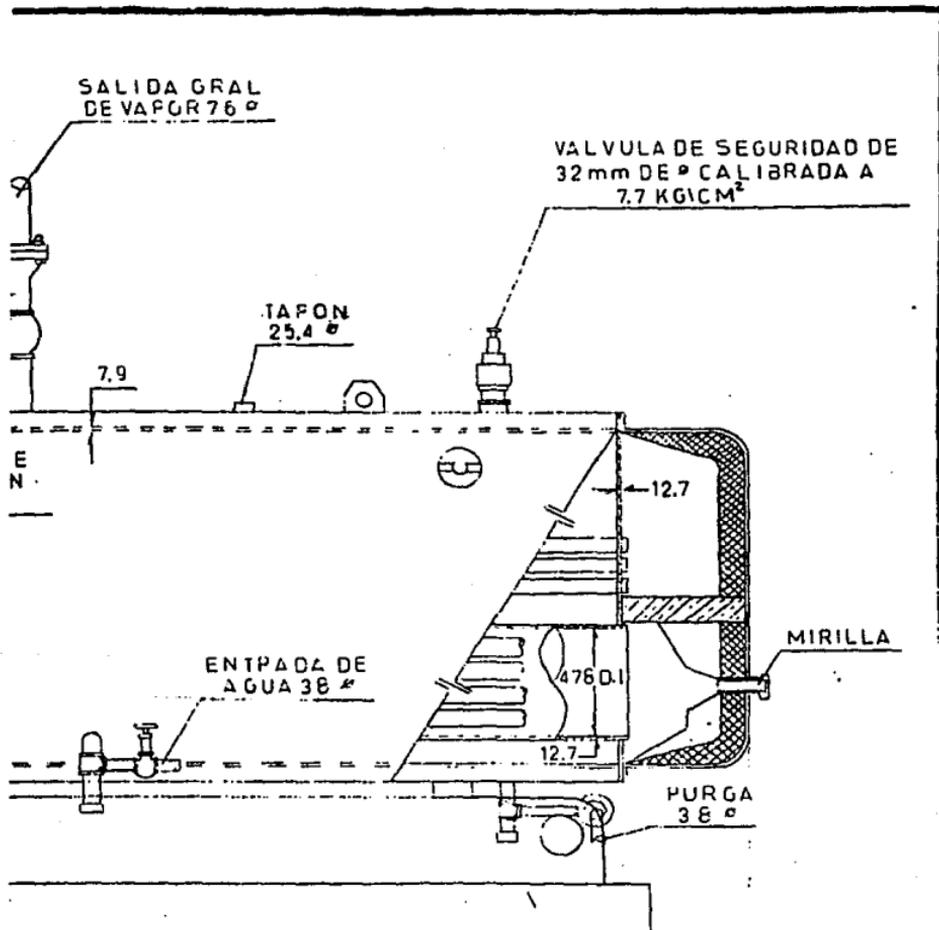
$D_o = 285 + 2(7.5) = 300.5$

$L = 1480$

CON ESTAS RELACIONES ENTRAMOS A LA GRAFICA PPT - 17.1 PARA DETERMINAR



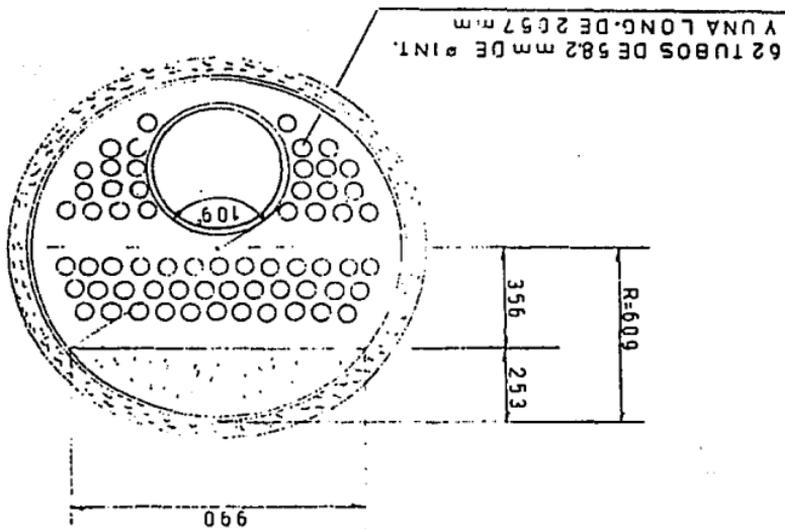
DISEÑO MEC

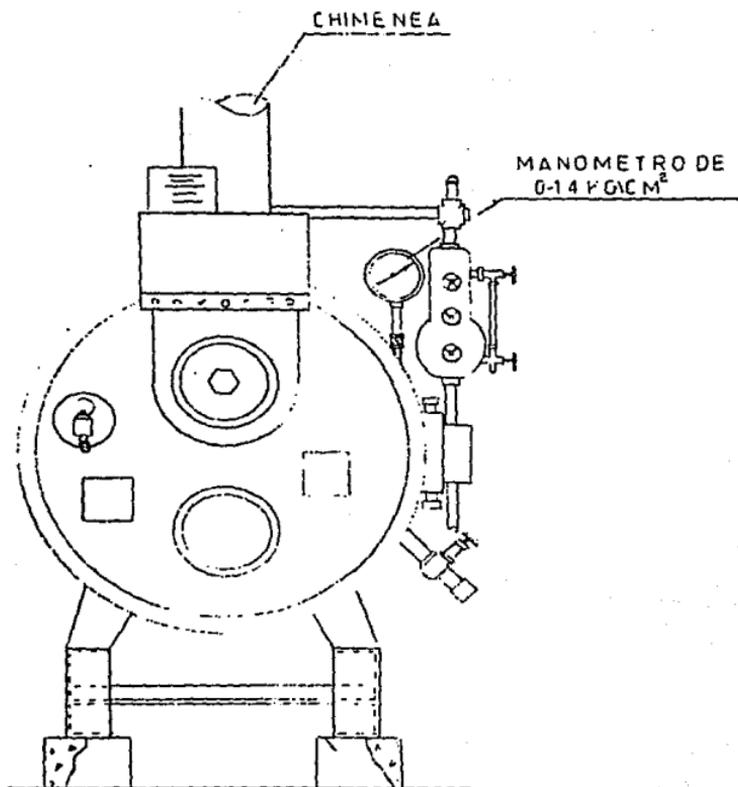


NTRE.ESP.2057

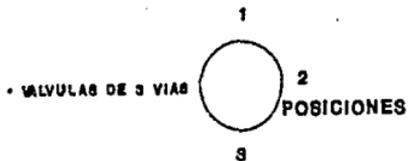
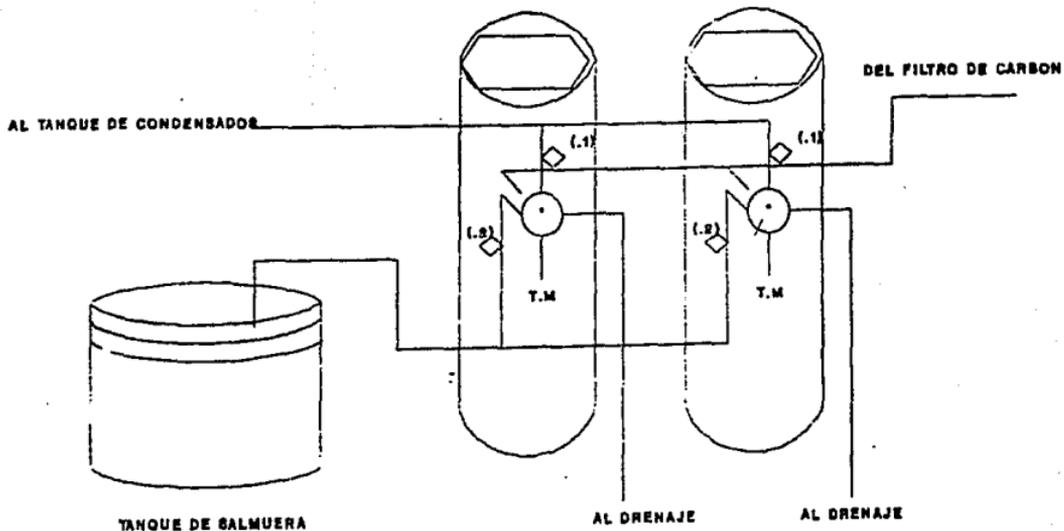
TAL.2060

NO





SUAVIZADORES



◇ VALVULAS

T.M. TOMA DE MUESTRA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL FILTRO DE CARBON

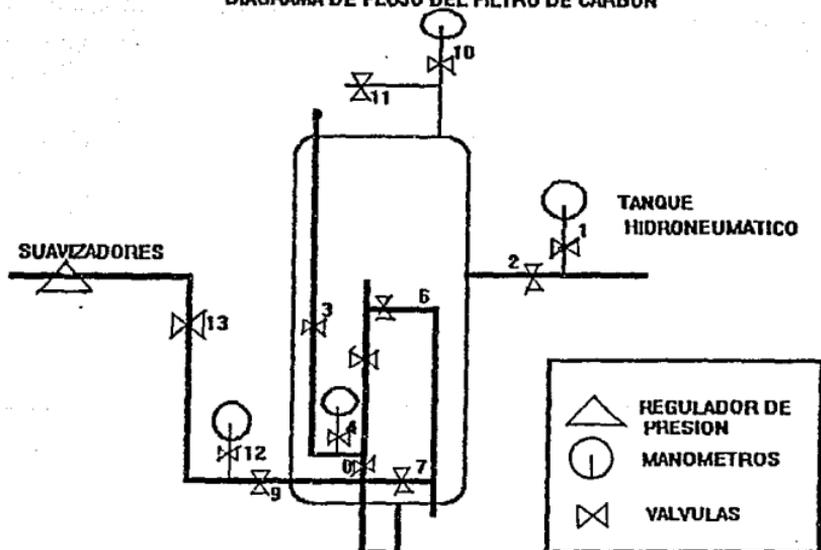


DIAGRAMA DE TUBERIA DE AGUA Y ACCESORIOS DEL TANQUE DE CONDENSADOS

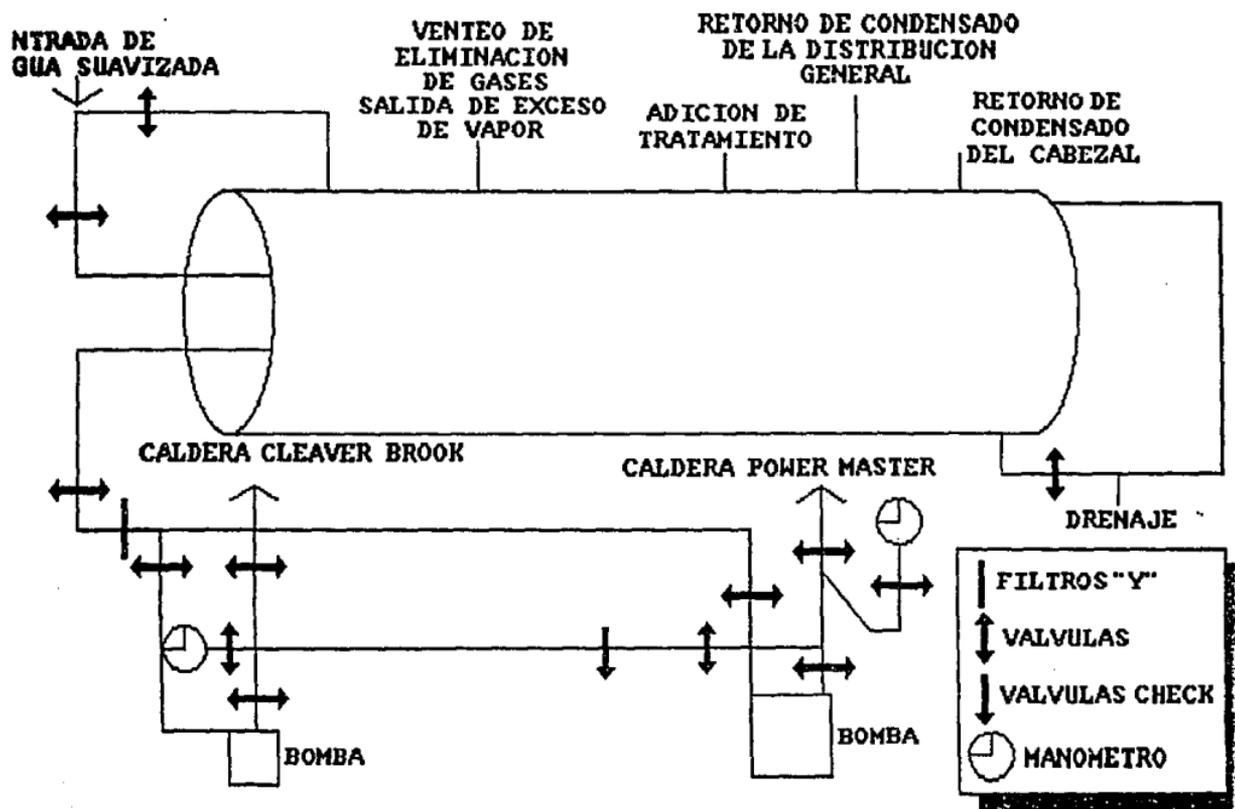


DIAGRAMA DE TUBERIA DE VAPOR Y ACCESORIOS DE LAS CALDERAS

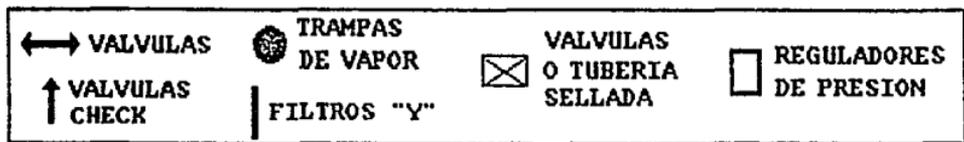
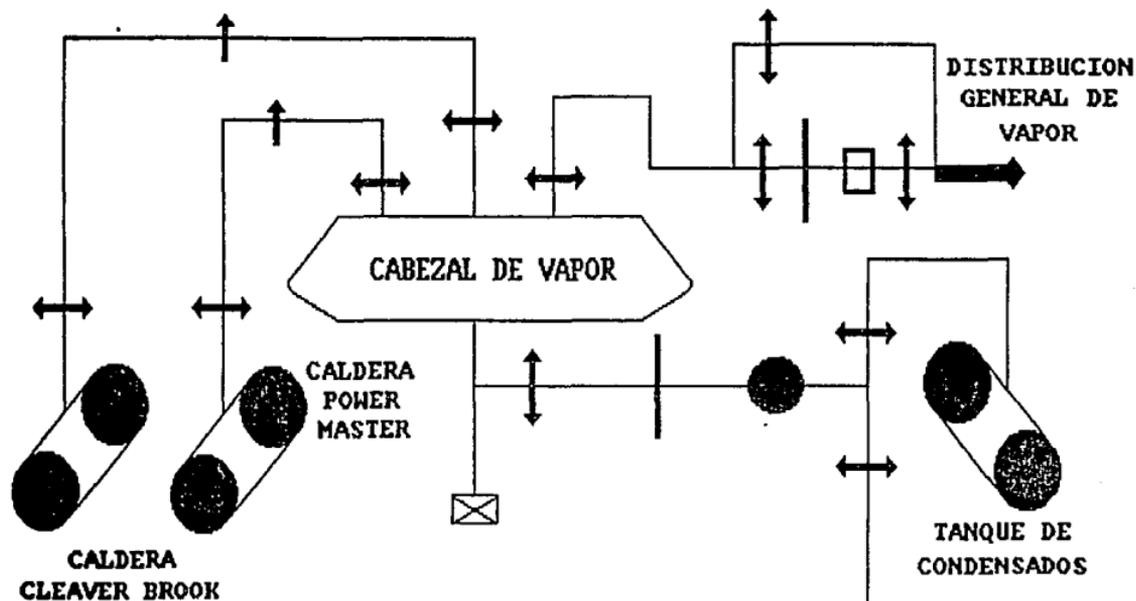


DIAGRAMA DE INSTALACION DE TUBERIA DE AGUA Y VAPOR A LAS CALDERAS

