

MAYO 2008

Tratamiento electromagnético para el agua de calderas.

**Reporte de pruebas realizadas en la planta de Barcel Lerma y Ricolino San Luis
para el tratamiento de agua de alimentación a calderas**

Gerencia de administración de Energía
Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
Revisó: Sergio Mejía Cuan.

Contenido

- INTRODUCCIÓN**
- I OBJETIVO**
- II ANTECEDENTES**
- III DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**
- IV PRUEBAS REALIZADAS**
- V ANALISIS DE RESULTADOS**
- VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Tratamiento electromagnético para el agua de calderas.

Introducción.

En línea con el objetivo estratégico del Grupo BIMBO para el logro de la visión 2010, de ser “una empresa sólida para los accionistas y la sociedad”, hemos tomado la tarea de buscar sistemas y tecnologías que hagan mas eficientes las operaciones, permitan alcanzar una rentabilidad sana y que protejan al medio ambiente.

I Objetivo

El objetivo de esta práctica es el de evitar la pérdida de eficiencia y el consecuente incremento en el consumo de energía en la operación de nuestras calderas para generación de vapor, evitando además el uso de químicos en el tratamiento de agua para calderas utilizando en lugar de éstos, equipos para tratamiento magnético del agua, lo cual permite obtener los siguientes beneficios:

- Una mejora en la eficiencia y por lo tanto en el consumo energético
- Una disminución del costo de operación debido a la eliminación del gasto en productos y servicios de tratamiento químico.
- Una mejor contribución al cuidado del medio ambiente
- Mayor confiabilidad en la operación de las calderas y disminución del costo de mantenimiento asociado con la frecuencia de inspecciones necesarias.

II Antecedentes

El uso del agua como medio transportador de energía, ya sea en forma de vapor o como medio refrigerante, es un recurso utilizado en muchos de los procesos realizados en las plantas del Grupo Bimbo, las características del agua requerida para el correcto funcionamiento de los equipos de generación de vapor o enfriamiento hace necesario el uso de sistemas de tratamiento que le confieran al agua las características físicas y químicas que garanticen una operación eficiente de los mismos y evite problemas de mal funcionamiento por acumulación de sólidos disueltos, lodos, corrosión e incrustación de partículas en el interior de las tuberías de los equipos y en la misma red de distribución, con la consecuente pérdida de eficiencia en los mismos.

La dureza del agua es un fenómeno que proviene de la presencia de sales como el Calcio, Sodio y Magnesio disueltas en la misma, esta dureza es medida en función de las cantidades contenidas de estas sales, las cuales se asocian con otras sustancias que existen disueltas no como compuestos definitivos sino

como iones, y que son diminutas partículas de metálicas cargados eléctricamente tales como: Cloritos, Sulfatos y Bicarbonatos; esta asociación da origen a la formación de Carbonatos, Bicarbonatos y Sulfatos de Calcio y Magnesio, los cuales permanecen en solución en forma de cristales hasta que ocurre un cambio de presión o temperatura que origina una saturación de las mismas y que provoca la precipitación de éstos cristales y producen incrustación.

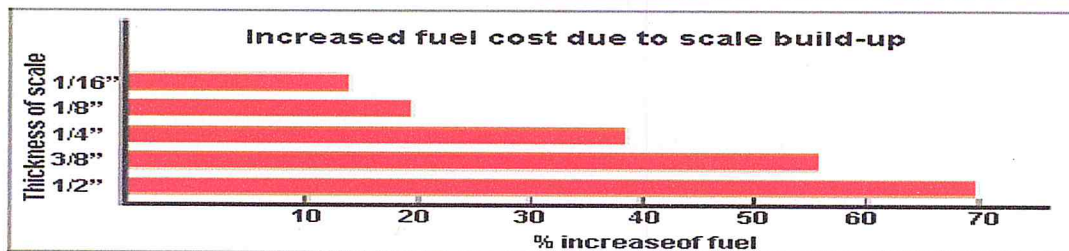


Incrustación en puerto de muestreo y tuberías de calor

Existe una relación existente entre el espesor de la capa de incrustación acumulada en los sistemas de transferencia de calor y la pérdida de eficiencia térmica con el consecuente incremento en el consumo de combustible. Como puede observarse en la siguiente tablas, la incrustación sobre los tubos de calor puede resultar de gran impacto, sobre la eficiencia de la caldera.

Relación entre Incrustaciones de CaCO_3 y Perdida de Transmisión Térmica

1,5 m m	15 %
3,1 m m	20 %
6,3 m m	39 %
9,5 m m	55 %
12,7 m m	70 %



- Incrustaciones de Sílice (SiO_2) pueden incrementar por lo menos al doble los datos arriba mencionados. Estos índices fueron comprobados por la Escuela Politécnica Federal de Zurich-Suiza, y publicados el 25/04/1984

III .- Descripción del proyecto

Contenido o desarrollo de la práctica.

El proceso de pruebas de esta tecnología para tratamiento de agua fué llevado a cabo en las plantas de Barcel Lerma, en la cuál se tiene una dureza en el agua de menos de 200 ppm y posteriormente se han estado corriendo pruebas en la planta de Ricolino San Luis Potosí, donde se han comprobado los resultados para agua con un grado de dureza mayor de 200 ppm.

En ambas plantas los resultados son satisfactorios, observandose además de una disminución de la capa de incrustación sobre los fluxes de calderas, substituyendo con esta tecnología el tratamiento de agua utilizado hasta entonces, lo cual implicaba el uso de sustancias químicas dosificadas al agua en forma controlada, un proceso de seguimiento continuo de sus características y un reajuste frecuente de las cantidades de químicos cada vez que se detectaba una variación importante en los parámetros de control ; de tal modo que el tratamiento del agua con químicos resultaba ser un proceso que debía llevarse a cabo cuidadosamente por personal especializado, por lo que el costo del mismo representaba un gasto asociado a la operación, el cual queda eliminado con el uso de esta tecnología.



Costo del tratamiento químico.

Se presenta a continuación un ejemplo del costo anual por consumo de químicos para tratamiento del agua para el sistema de generación de vapor en la planta Barcel Lerma.

Gerencia de administración de Energía
Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
Revisó: Sergio Mejía Cuan.

DOSIFICACION DE PRODUCTOS PARA TRATAMIENTO DE AGUA A CALDERAS						
TEORICO				REAL		
QUIMICO	COSTO \$/Kg	CANTIDAD	UNIDADES	QUIMICO	CANTIDAD	UNIDADES
LQA-1029				LQA-1029		
LQA-103U	26.00	1.50	Kg/dia	LQA-1029	1.60	Kg/dia
LQA-1230	38.60	1.50	Kg/dia	LQA-103C	1.30	Kg/dia
LQA-1306	26.00	3.00	Kg/dia	LQA-128C	1.90	Kg/dia
	32.00	2.50	Kg/dia	LQA-130E	1.00	Kg/dia
		254.9	\$/Dia		\$201.98	\$/Dia
		\$93,038.50	\$/ Anual		\$6,059.40	\$/ Mens
* Este costo es por las 3 calderas					\$73,722.70	\$/ Anual

Instalación del equipo.

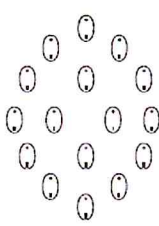
El equipo que se instaló para la prueba es un equipo Modelo Hidroflow de la marca ClearWell/Hidropath, el cual tiene como ventaja la facilidad de su instalación, colocándose sobrepuestos directamente a la tubería del agua de alimentación sin necesidad de cortes en la misma o de instalaciones adicionales.

El equipo trabaja bajo el mismo principio que otras tecnologías de tratamiento magnético ya existentes en el mercado, evitando la asociación de los cristales disueltos y su "nucleación", que es la la formación de cristales de mayor tamaño a partir de un núcleo espontaneo como puede ser otra partícula metálica o las rugosidades en las paredes metálicas.

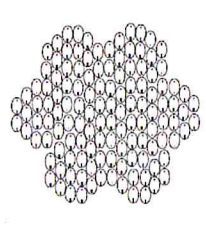
El equipo forma un campo magnético que orienta eléctricamente las partículas de éstas sales y las agrupa en "racimos" que crecen y se desplazan juntas formando áreas localizadas de alta concentración que permanecen en este estado bajo condiciones de saturación, lo que les permite ser eliminados mediante las purgas convencionales, evitando la incrustación de material nuevo y limpiando el ya existente al colapsar contra la superficie interna de las tuberías de la caldera.



Iones de sales disueltos



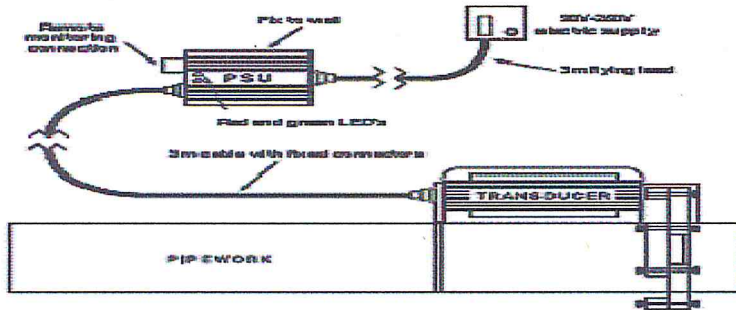
Iones alineados



Racimos alineados

Gerencia de administración de Energía
 Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
 Revisó: Sergio Mejía Cuan.

El equipo completo consta de un transductor el cuál genera el campo magnético y un transformador de alimentación eléctrica al transductor y su instalación se lleva a cabo según el siguiente diagrama:



Esquemático de instalación

La instalación se lleva a cabo en un punto cercano a la descarga de las bombas de alimentación de agua a las calderas # 1, 2 y 3, instalándose además otro equipo en la línea de llenado del tanque de alimentación de agua a las calderas.

El modelo de los equipos instalados en la línea de alimentación a calderas es Hidroflow S45, mientras que en la línea de llenado del tanque de alimentación se instala un modelo Hidroflow C45. La diferencia, se debe a la intensidad del campo magnético requerido en la línea de agua a calderas por estar el agua sometida a cambios de presión y temperatura.



Bombas de alimentación de agua a calderas



Punto de instalación del equipo sin cortes en tubería



Sujeción del transductor a tubería sin adaptaciones especiales o cortes en el tubo



Se instaló otro transductor en la línea de llenado del

IV Pruebas realizadas

Método de Prueba.

El método de prueba fué por observación simple de la acumulación de Calcio y Magnesio sobre la superficie exterior de los tubos de calor, antes de la instalación de los equipos y durante un tiempo establecido de prueba de un año, durante el cuál se abrió una caldera en forma periódica, para documentar las observaciones en una memoria fotográfica y evaluar el resultado en dos aspectos:

- Prevención de la acumulación de nuevo material incrustante
- Remoción del material ya incrustado.

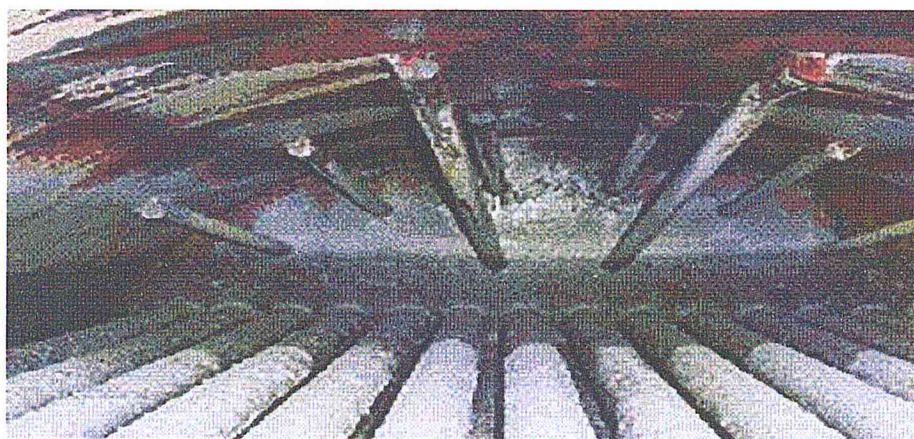
Ningún tratamiento con químicos, se llevó a cabo durante el desarrollo de la prueba, sin embargo, se hace conveniente un monitoreo de los registros del PH del agua de las calderas, partículas de hierro disueltas en partes por millón y cantidad de sólidos totales disueltos.

Inicio de las pruebas:

Prueba en caldera #1 BARCEL LERMA

Febrero 2006

Previo al inicio de la prueba, en el mes de Febrero de 2006 , se inspeccionó el interior de la caldera a través de la tapa superior “pasa hombres” y del puerto de muestreo o tapa lateral “tortuga”, encontrándose las tuberías de calor afectadas por incrustaciones de material calcáreo.

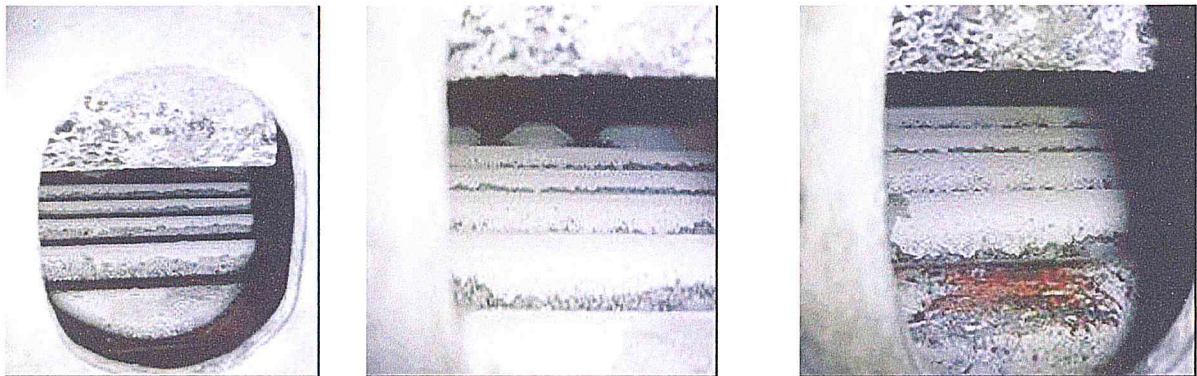


Previo al inicio del tratamiento. Febrero 2006

Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
Revisó: Sergio Mejía Cuan.

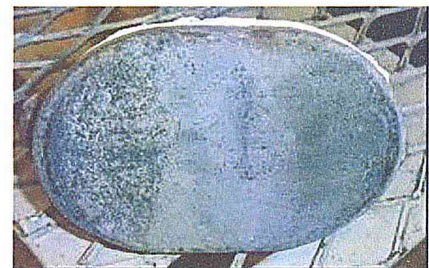
Después de instalado el equipo de tratamiento magnético se inicia la evaluación de éste en la caldera #1, Se toman fotografías para elaborar la memoria y se limpia mecánicamente a manera de "testigo" una parte de la superficie de un tubo de calor. Se toma el acuerdo de mantener la caldera en funcionamiento sin tratamiento químico durante seis semanas y volver a inspeccionar posteriormente.

Puerto de muestreo lateral al destapar la caldera.



Al retirarse la tapa lateral "tortuga", se observan una capa de calcio depositada sobre los tubos de calor. Se limpia una parte de uno de los tubos para darle seguimiento como "testigo" . Febrero 2006

Tapa lateral. Al destapar la caldera el 7 de Marzo/06. Se observa la capa acumulada de Calcio en la superficie de la tapa.

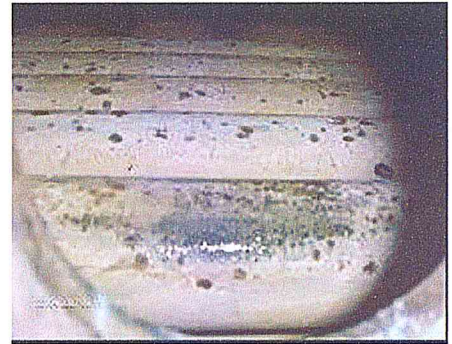


Se prepara una muestra limpiando la mitad derecha de la superficie de la tapa el 7 de Marzo 06.



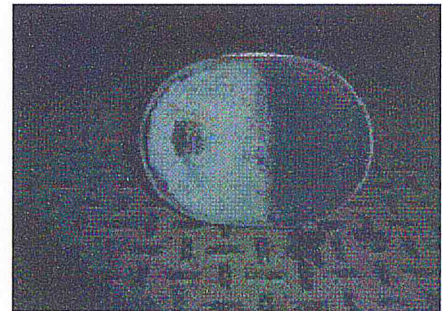
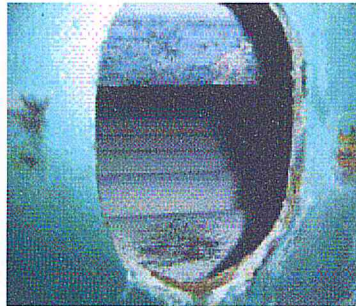
Abril 2006

7 Semanas después sin ningún tratamiento químico. Al destapar la caldera el 28 de Abril de 2006, se observa que la muestra preparada ha permanecido limpia.



Noviembre 2006

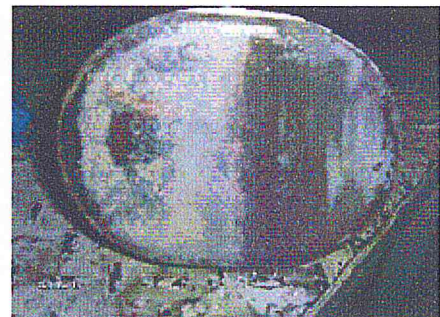
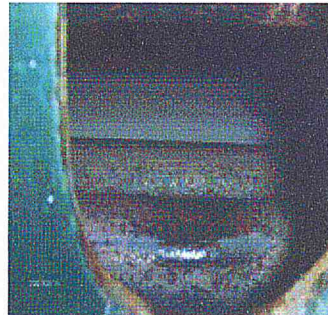
Se observa que ha desaparecido gran parte de la capa incrustante de Calcio y las muestras se han mantenido limpias.



Vistas superior y por tapa lateral de las tuberías de calor. Se observan limpias las muestras en el tubo y en la tapa "tortuga" lateral" Noviembre 2006.

Febrero 2007

Se observa que las muestras se han mantenido limpias y la capa de incrustación continua desapareciendo.



Gerencia de administración de Energía
Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
Revisó: Sergio Mejía Cuan.

Agosto 2007

En esta fecha se destapa por última vez la caldera observándose que las muestras continúan limpias.



Puede observarse que no solamente se han mantenido limpias las superficies de las muestras, sino que también se ha limpiado la capa de material incrustado en el resto de la superficie de los tubos y tapa

V. Análisis de resultados

Beneficios y Costos generados por esta práctica

- **Cualitativos:**

- Elimina la formación de sarro (calcáreo), sin necesidad de agregados químicos, lo cual es amigable con el medio ambiente al eliminar el uso de éstos.
- No produce corrosión (valores de Hierro en ppm bajos)
- Evita el costo del tratamiento por la aplicación dosificada de productos químicos y el monitoreo constante de los parámetros de control.
- Asegura una operación confiable y eficiente; ya que no requiere de inspecciones y muestreos frecuentes (menos mantenimiento), funciona durante las 24 hrs del año
- Evita el uso de suavizadores por intercambio iónico y el mantenimiento asociado a estos equipos.

- **Evita la disminución en la eficiencia de la caldera por acumulación de incrustación en la superficie de los tubos de calor en contacto con el agua**

- **Cuantitativos**
 - **El ahorro esperado por prescindir del uso de químicos es de \$90,000 anuales**
 - **El potencial de ahorro energético al evitar incrustaciones calcáreas en los fluxes es hasta de 15% al eliminar una capa de incrustación acumulada de 1.5mm de espesor, lo que representa ahorros por \$133,000 anuales para un sistema de 3 calderas.**

- **Implicaciones.**
 - **Tecnológicas:**
Instalación del equipo para tratamiento magnético Clearwell / Hidropath. El modelo será seleccionado en función de los diámetros de tubería y el punto de instalación.

- **Sociales.**
 - **Se elimina el tratamiento químico del agua y con esto la necesidad de un servicio especializado de terceros, el monitoreo del funcionamiento de éstos equipos así como de la cantidad de sólidos disueltos en el agua y ajuste en su caso de las rutinas de purgado se incorporan a las responsabilidades del mecánico de cuarto de máquinas.**
 - **Se requiere capacitar al personal de Mantenimiento en el monitoreo del correcto funcionamiento y cuidados de éstos equipos; así como el reajuste de la frecuencia de purgado durante el periodo de remoción de la incrustación ya que al principio de este proceso los sólidos totales disueltos aumentan en grado significativo y tienden a regularizarse una vez removida la incrustación.**
 - **Inspecciones programadas al interior de la caldera deben ser hechas cada tres meses para verificar los resultados y se recomienda durante el proceso inicial del tratamiento el lavar con agua a presión el fondo y paredes de la caldera.**

- **Económicas.**

Costo total del proyecto incluyendo el costo del equipo, instalación, servicios técnicos es de 230,000.00 pesos (21,000 Dlls).

El tiempo de retorno de inversión TRI con los costos actualizados de los equipos y costo del combustible en Gigacalorías al mes de Mayo 08, permite un tiempo de recuperación de la inversión de 2.39 años a una tasa de retorno TIR de 40.46%



**Cálculo TRI, TIR
Tratamiento Magnético**

VI Conclusiones y recomendaciones.

Podemos concluir que los sistemas instalados en las calderas de las plantas de Barcel Lerma y Ricolino San Luis son efectivos en la prevención y remoción de incrustaciones de sales de calcio y magnesio en la superficie de los tubos de calor.

La recomendación del área de Ingeniería, es instalar éste tipo de equipos para el tratamiento magnético al agua de alimentación a calderas en las plantas del grupo, tomando en consideración que la rapidez con la cual se efectúa esta limpieza es función de la dureza del agua tratada y la cantidad de calcáreo acumulado. Los resultados aquí presentados corresponden a los obtenidos con agua no suavizada previamente en la región de Lerma y posteriormente en la región de San Luis con una dureza de mas de 200 ppm por lo que consideramos estos resultados como contundentes y de aplicación en todas las regiones del país.

Corporativo Bimbo S.A. de C.V.
Dirección de Ingeniería y Planeación

Expertos de la práctica:

Héctor García Santacruz
Mantenimiento planta Lerma
Organización Barcel.
Tel Red 8 52900 Ext 2366
(01)(722) 279 11 00 Ext 2366

Miguel Ángel Olivares Peláez
Ingeniería Organización Barcel.
Tel Red 8 52900 Ext 2366
(01)(722) 279 11 00 Ext 2366

Héctor Ulises Gaona Sandoval
Dirección de Ingeniería y Planeación.
Corporativo Bimbo.
Tel Red 8 50000 Ext 6610
(55) 52 68 66 10

Sergio Mejía Cuan
Dirección de Ingeniería y Planeación
Corporativo Bimbo.
Tel Red. 8 50000 Ext 6686
(55) 52 68 66 86

Gerencia de administración de Energía
Elaboró: Héctor Ulises Gaona Sandoval
Revisó: Sergio Mejía Cuan.