

## **Readecuación de caldera acuotubular de 250.000 lb vapor / hora instalada en ingenio azucarero**

Douglas Sotomayor Marin<sup>1</sup> , Ignacio Wiesner Falconí<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico 2005

<sup>2</sup> Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1971, Postgrado en México, UNAM – Politécnica de México, Investigador visitante del CENIM – España y el IPT – Brasil, Profesor de la ESPOL desde 1975.

### **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como objetivo reducir el tiempo de paradas no programadas y mejorar la eficiencia de una caldera acuotubular con una capacidad de 250.000 Lb. vapor / hora, fabricada por Zurn Industries Inc. de tipo 2 domos y que opera con bagazo como combustible en el Ingenio Azucarero Valdez ubicado en la provincia del Guayas, cantón Milagro, a 40 Km. de la ciudad de Guayaquil.

Para lograr este objetivo se identifica los problemas que se han presentdurante la operación del caldero en la zafra pasada, en el año 2004, que incluyen fisuras continuas en la pared posterior de los tubos en la salida de los gases de combustión, las fugas en los sellos refractarios que permiten el paso de ceniza a la cámara muerta, el resquebrajamiento de los baffes

deflectores de gases fabricados en concreto refractario, la caída del concreto refractario en diferentes zonas de la caldera y el aislamiento en mal estado en las zonas donde existían fugas de gases.

Cuando se recibió el caldero en este estado se manejaba un índice de producción de vapor con respecto al flujo masico de combustible (bagazo) de 1.34 Lb vapor / Lb bagazo, los gases a la salida del caldero ascendían a 650° F, la eficiencia total del caldero era 57 % y la cantidad de horas de parada de la caldera debido a mantenimientos correctivos eran del orden de 460 horas.

Se lleva a cabo la implementación del proyecto modificando la condición de la pared de tubos y el sistema de anclaje del concreto refractario CONCRAX 1700 marca ERECOS y se realizó el cambio de parte del aislamiento defectuoso con lana mineral.

El resultado de estas acciones fue que se logró reducir la frecuencia de las paradas no programadas a 60 horas, se mejoró el índice de producción de vapor a 1.5 Lb vapor / Lb bagazo y se mejoró la eficiencia total de la caldera a 62%.

El beneficio general estimado en el ingenio es el aumento de la producción un 2.1% que equivale a 67,772 sacos de azúcar de 50 KG por un monto de aproximadamente de US\$ 1'490.984, ó en su defecto pueden generar un excedente de energía eléctrica comerciable en el mercado eléctrico.

## **INTRODUCCIÓN**

El Ingenio Valdez se dedica a la producción de azúcar y otros derivados para el consumo industrial y domestico. El Ingenio cuenta con un grupo de calderos para abastecer los consumos de vapor en la elaboración del azúcar, sin embargo en el presente caso este caldero recién instalado tiene una capacidad importante dentro de la demanda de energía en el ingenio representando el 50% de la capacidad instalada.

El objeto de este proyecto es el de seleccionar la mejor alternativa para mejorar las condiciones técnicas del funcionamiento y conseguir mejorar la eficiencia y la capacidad de producción de vapor por medio de modificaciones en la pared de tubos, sistemas de anclajes de concreto refractario y cambio por aislamiento más eficiente.

La meta de todos los Ingenios Azucareros es el de mejorar el rendimiento de la caña que procesan, es decir obtener la mayor cantidad de producto

procesado (azúcar) por cada unidad masica de caña que se procesa. De ahí que se pone énfasis en la producción final de sacos de azúcar de 50 Kg. al final de la zafra. El último record fue 2'805.363 sacos de azúcar y se molieron 1'347.000 TON de caña. Si se mejora el rendimiento de las calderas se puede moler más caña y esto generaría mayores ingresos por ventas, además que como se tiene un equipo mas confiable no habría que incurrir en mantenimientos correctivos que ocurren durante la zafra generando paradas no programadas y aumentando los costos de producción.

## **CONCLUSIONES**

Finalmente llegamos a las siguientes conclusiones:

- Los cambios realizados en el caldero lograron el objetivo inicial del proyecto que era de lograr incrementar el rendimiento en la operación de generación de vapor del caldero acercándonos a los rendimientos iniciales del caldero cuando este era nuevo. Antes la mayor capacidad de generación del caldero era del orden de 225,000 Lb vapor / hora, ahora el caldero puede generar en su pico más alto de producción 240,000 Lb vapor / hora, la eficiencia total del caldero era 57% y ahora es de 62% y las paradas no programadas se redujeron en estos primeros tres meses de 180 a 60 horas
- Los beneficios económicos obtenidos son el incremento en la capacidad de producción de vapor en un 2.1% traducidos a volumen de

producción significativo (alrededor de 67,772 sacos de azúcar de 50 KG que representa aproximadamente US\$ 1'490.984 en ventas adicionales)

## **RECOMENDACIONES**

Dentro de las recomendaciones que puedo hacer cito las siguientes:

- La adquisición de un caldero nuevo y de mayor capacidad teniendo presente que la generación de energía eléctrica en base a la quema de bagazo es un negocio rentable.
  
- Hacer una readecuación de otras partes críticas de la caldera y que no fueron consideradas en la presente reparación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. E. HUGOT, Manual para Ingenieros Azucareros, Publ. By Cia. Editorial Continental S.A. de C.V., México, séptima edición, 1984.
2. SONNTAG & VAN WYLEN, Introducción a la Termodinámica Clásica y Estadística, Publ. By Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, Novena Impresión, México,1996.
3. HARBINSON-WALKER REFRACTORIES, División of Dresser Industries, Inc, Handbook of Refractory Practice, Segunda Edicion, 1980, Pittsburg, Pennsylvania
4. FRANK KREITH, Principios de Transferencia de Calor, Publ. Por Herrero Hermanos Sucesores, S.A. México, Primera edición en español, 1970
5. CARL D. SHIELD, Calderas Tipos, Características y sus Funciones, Publ. Por Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. México, Décima impresión, 1982

# **READECUACIÓN DE CALDERA ACUOTUBULAR DE 250.000 LB VAPOR / HORA INSTALADA EN INGENIO AZUCARERO**

Douglas Sotomayor Marin<sup>1</sup> , Ignacio Wiesner Falconí<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico 2005

<sup>2</sup> Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1971, Postgrado en México, UNAM – Politécnica de México, Investigador visitante del CENIM – España y el IPT – Brasil, Profesor de la ESPOL desde 1975.

## **RESUMEN**

En el Ingenio Azucarero Valdez se realizaron trabajos de readecuación en el sello de la pared posterior de tubos, el cambio del sistema de anclaje de los sellos refractarios en diferentes zonas de un caldero acuotubular de 250,000 Lb Vapor / Hora de tal forma que se mejoró la eficiencia total en un 5% y se disminuyeron en un 70% las paradas no programadas. Estas mejoras representan un incremento del 2.1% en la producción de azúcar que representan aproximadamente 67,772 sacos de azúcar de 50 Kg y un valor de US\$ 1'490.984 en ventas.

## **REFURBISHING AND UPGRADING OF A 250.000 LB STEAM PER HOUR IN A SUGAR CANE MILL**

### **SUMMARY**

In Valdez Sugar Cane Mill refurbishing works on a 250.000 Lbs. of steam/hour Water tubes boiler were made, including the seal of the back tubes wall and the change of anchoring system of refractory in different zones, so that its efficiency improved 5% and not programmed stops decreased about 70%. These improvements caused a sugar production increase of 2.1% , representing 67.772 50 kg sacks of sugar ammounting to US\$ 1.490.984 in sales.



## CONTENIDO

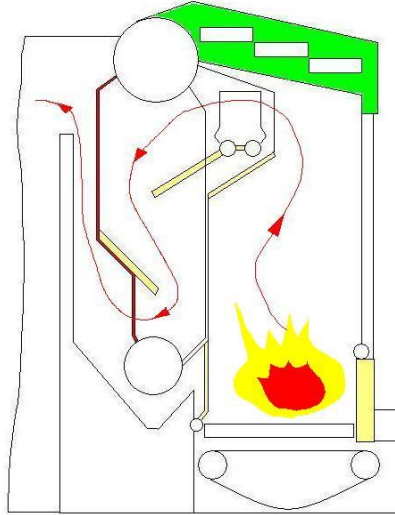
Este proyecto se desarrolla en el Ingenio Azucarero Valdez y se trata de un caldero acuotubular de 250,000 Lb vapor / hora que actualmente opera bajo condiciones que comprometen el volumen de producción, ya que durante el periodo de zafra ocurren muchas paradas no programadas debido a fugas de vapor en los tubos de la pared posterior a la salida de gases, aparte de que el caldero no opera en su mayor eficiencia de diseño.



Este caldero representa casi el 50% de la capacidad requerida por el Ingenio Azucarero para poder procesar el azúcar y sus derivados.

Este caldero opera con bagazo como combustible, tiene dos domos, tiene un sobrecalentador y es capaz de generar vapor de 300 psi y 500° F. El bagazo se combustiona en el hogar y los gases resultantes de la combustión se desplazan a través de un banco de tubos entre el domo superior y el domo inferior y son direccionados por unos bafles

hasta salir del caldero. En este camino los gases, que aún están calientes, pueden transferir calor al agua que esta adentro de los tubos.



Para poder evaluar el estado de operación del caldero se definieron los siguientes índices:

- Relación entre cantidad másica de vapor generado y la cantidad másica de bagazo quemado.
- Eficiencia Total del caldero.

Los problemas del caldero estaban localizados en diferentes lugares:

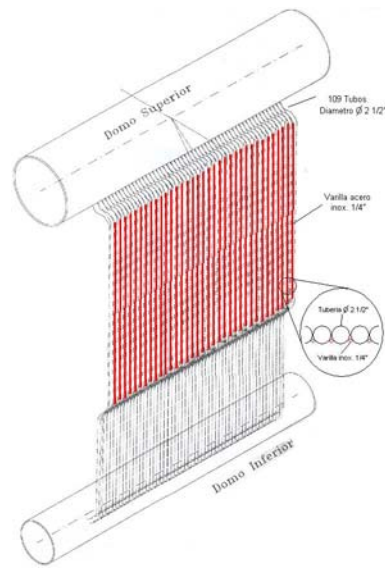
- Fuga de gases de combustión en pared posterior y fisuras en los tubos
- Fuga en los sellos refractarios en la cámara muerta
- Resquebrajamiento de baffles desviadores de gases fabricados en concreto refractario
- Caída de concreto refractario en paredes de la caldera
- Mal estado del aislamiento

La suma de estos problemas da como resultado paradas no programadas para realizar mantenimientos correctivos y como consecuencia de ello una reducción en la capacidad de molienda del Ingenio Azucarero.

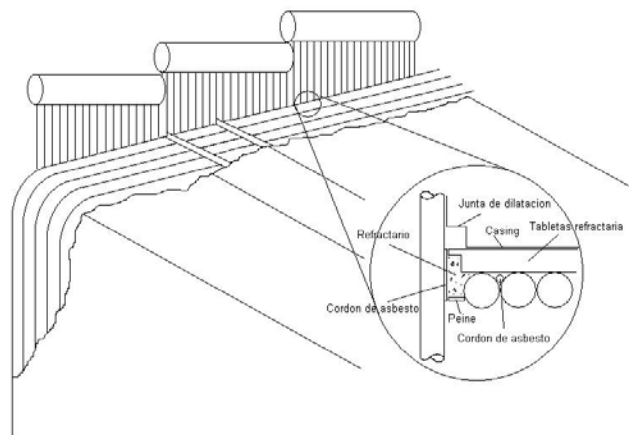
<b>Mes</b>	<b>Numero de paradas</b>	<b>Duración de paradas (horas)</b>
Junio	2	40
Julio	4	80
Agosto	3	60
Septiembre	3	60
Octubre	4	80
Noviembre	4	80
Diciembre	3	60
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>460</b>

**PARADAS NO PROGRAMADAS EN LA CALDERA ZAFRA 119**  
**AÑO 2004**

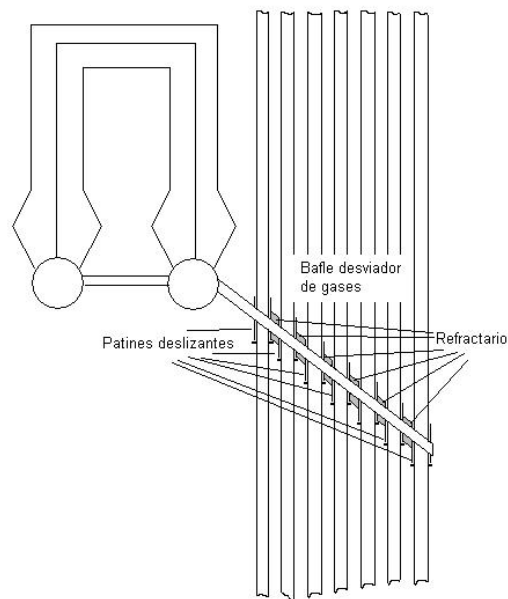
De allí que se define atacar cada problema seleccionando la mejor alternativa de solución. Para el caso de las fugas de gases en la pared posterior de tubos y las fisuras de los tubos, la solución se trataba en desmontar todo el banco de tubos, montar tubos nuevos y adicionalmente instalar varillas en acero inoxidable entre los tubos para sellar la pared.



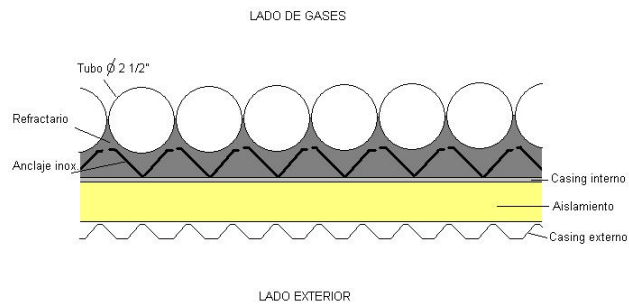
Para el caso de la fuga de gases a la cámara muerta se rediseño el sello refractario existente.



Para el caso del resquebrajamiento de los baffles desviadores se rediseño el anclaje del refractario.



Para el caso de la caída de concreto refractario en las paredes también se rediseño el sistema de anclaje.



Y para el caso del mal estado del aislamiento se selecciono otro tipo de aislamiento para reemplazarlo.

Una vez definido los materiales y el método de instalación se estructura el proyecto definiendo el cronograma de ejecución y los costos involucrados. El

proyecto se ejecuta durante 12 semanas y una vez que la caldera entra en operación se obtienen los siguientes resultados:

- La fuga de gases por el banco de tubos ha sido eliminada
- La fuga de gases hacia la cámara muerta ha sido eliminada
- El refractario de los baffles desviadores de gases y de las paredes no se fisura ni se desprende.
- Se disminuyeron las pérdidas de calor en la superficie del caldero

Estos cambios dan como resultado una modificación en los índices que se definieron para medir las readecuaciones que se hicieron al caldero, ya que la relación masica entre el vapor generado y el bagazo combustionado subió de 1.37 Lb vapor / Lb Bagazo a 1.5, la eficiencia total se incrementó de 57% a 62% y finalmente se redujeron la frecuencia de las paradas no programadas de 200 horas a 60 horas.

Las conclusiones que se obtienen desde el punto de vista técnico es que si existió un mejoramiento en los tres índices preestablecidos con lo que se cumple con el objetivo inicial del proyecto que era mejorar la eficiencia total de operación del caldero y reducir los costos por paradas no programadas.

Ahora, las conclusiones que sobresalieron desde el punto de vista económico demuestran que el Ingenio Azucarero incremento su capacidad de molienda

en un 2.1% aproximadamente representando un incremento en las ventas de US\$ 1'490.984.

Como recomendaciones consideramos que es preciso para el Ingenio adquirir otro caldero, para así aprovechar este incremento en la capacidad de generación en proyectos de cogeneración de energía eléctrica. Además se recomienda realizar otros cambios en la caldera para minimizar las posibilidades de paradas no forzadas y obtener un equipo eficiente y confiable.