



# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO I



EVALUACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA CALDERA  
MARCA CONTINENTAL, PIROTUBULAR, HORIZONTAL, DOS PASOS,  
PARA PRODUCCIÓN DE VAPOR SATURADO A 30 PSI

Tutor :  
Prof. Armando Vizcaya

Presentado por:  
Alfonso R. Anaya O.

# CONTENIDO

**CAPITULO I : FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**CAPITULO II : MARCO TEÓRICO**

**CAPITULO III : METODOLOGÍA**

**CAPITULO IV : ANÁLISIS DE RESULTADOS**

**CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**En la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central de Venezuela existe una caldera pirotubular, horizontal de dos pasos, marca Continental. En los últimos años, la caldera ha presentado un deterioro general a tal punto de estar fuera de servicio.**

# FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## OBJETIVO GENERAL

**Evaluación y puesta en funcionamiento de una caldera marca Continental, pirotubular, horizontal, dos pasos, para producción de vapor saturado a 30 Psi.**

# FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Evaluar el estado de la caldera pirotubular horizontal de dos pasos Continental.**
- 2.- Evaluar el sistema de tratamiento de agua de alimentación de la caldera.**
- 3.- Evaluar la instrumentación y el sistema de control de la caldera.**
- 4.- Presentar el diagnóstico producto de la evaluación de la caldera.**

# FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**5.- Desarrollar manual de procedimientos para la puesta en funcionamiento caldera.**

**6.- Arrancar y operar la caldera.**

## TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor se define como el movimiento de la energía, en forma de calor, desde una fuente de mayor temperatura hacia cualquier sistema de menor temperatura.

## MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

- CONDUCCIÓN

$$q = k \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

- CONVECCIÓN

$$q = h(T_s - T_\infty)$$

- RADIACIÓN

$$q = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{alr}^4)$$



# MARCO TEÓRICO

## CALDERAS



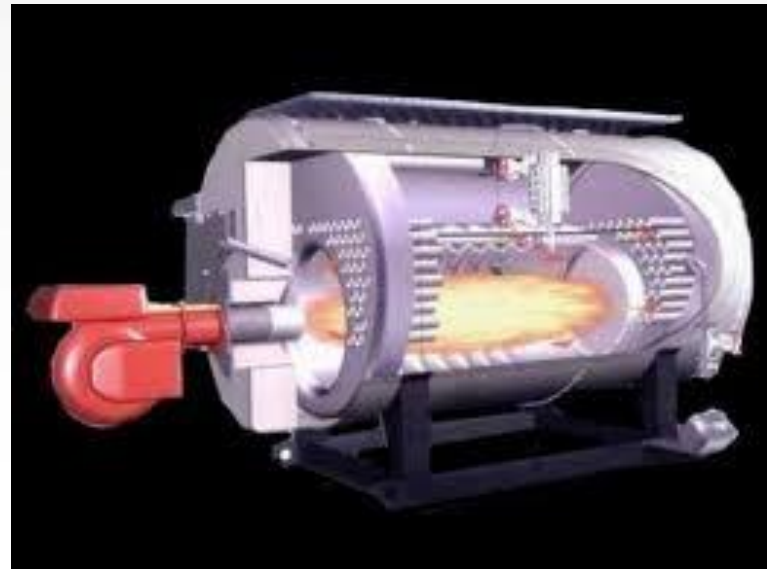
# MARCO TEÓRICO

## Clasificación de las calderas

### ACUATUBULARES



### PIROTUBULARES



# MARCO TEÓRICO

## CAPACIDAD DE GENERACION DE VAPOR

*Producción: Viene dado generalmente en BoHp. ( boilers Horse Power).*

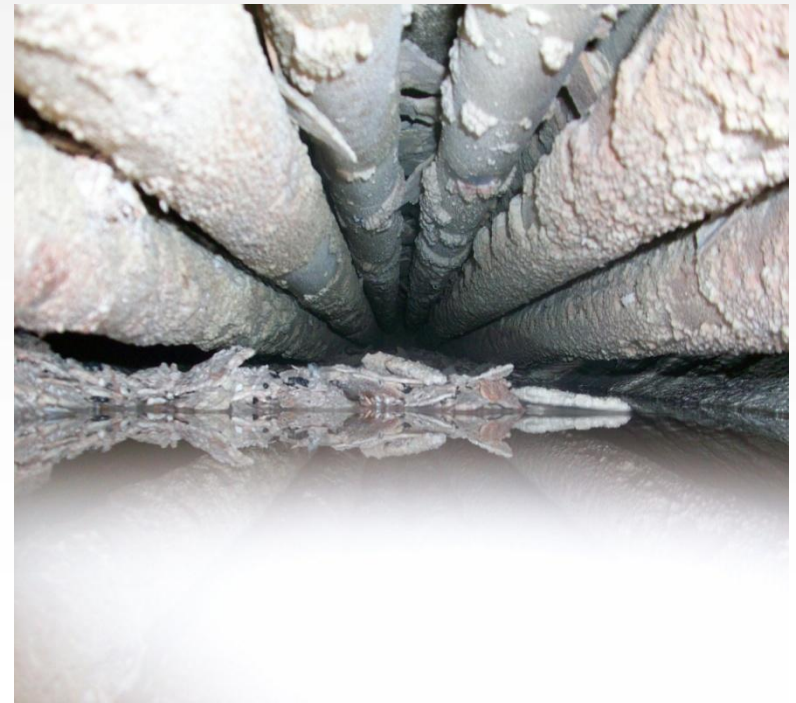
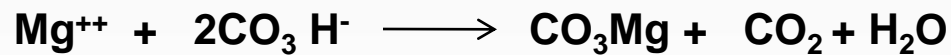
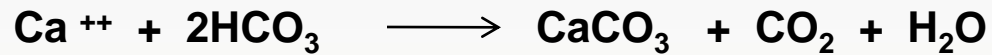
*1 BOHp= 34,5 Lbs./hr.*

*OTRAS UNIDADES: KCAL/HR. BTU/HR J/HR*

*DONDE 1.000.000 BTU/HORA= 254.000 KCAL/HORA*

## PROBLEMAS PRODUCIDOS POR DEFICIENTE TRATAMIENTO DE AGUA

### Incrustaciones

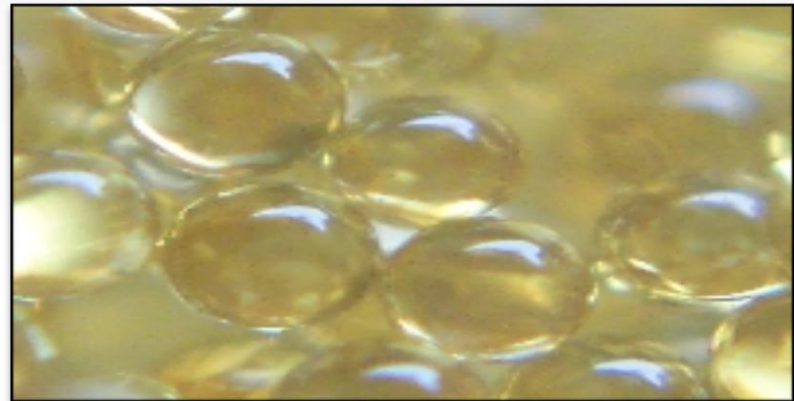
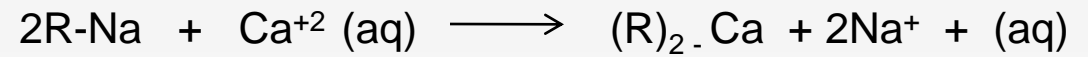


# MARCO TEÓRICO

## SUAVIZADOR

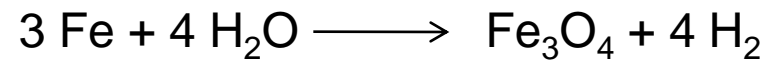


### REACCION DE INTERCAMBIO IONICO



## PROBLEMAS PRODUCIDOS POR DEFICIENTE TRATAMIENTO DE AGUA

### Corrosión por Oxígeno o “Pitting”

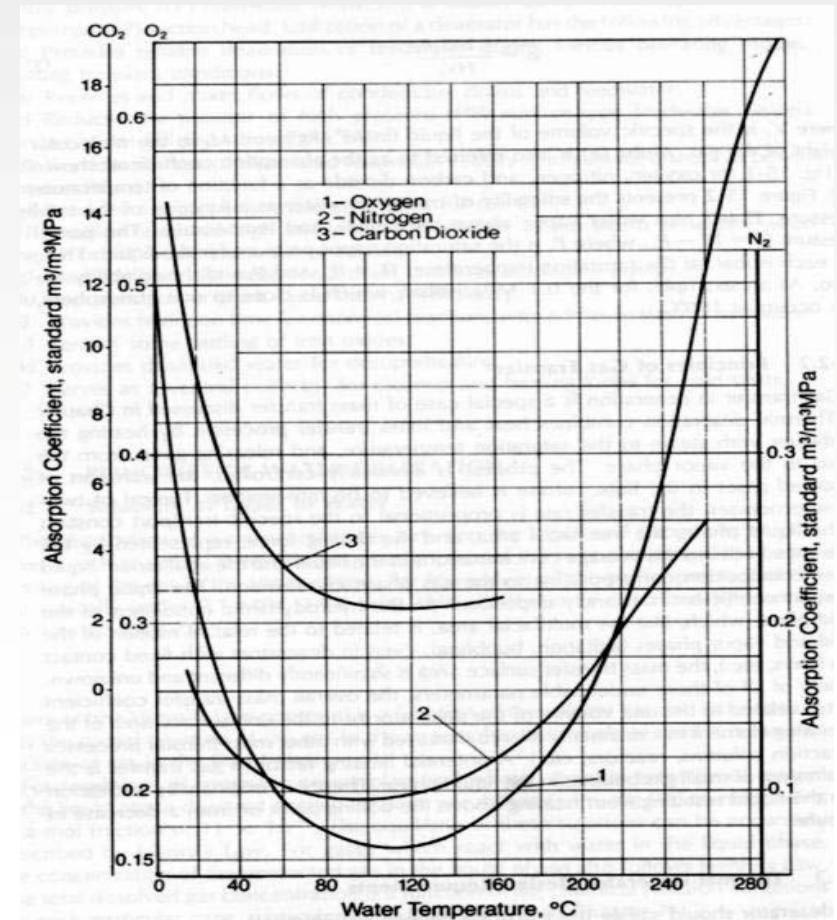


# MARCO TEÓRICO

## DESGASIFICADOR

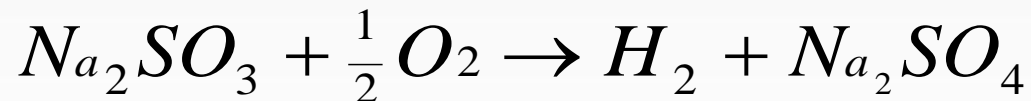
La función de un Desgasificador es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión o “pitting”.

El principio los desgasificadores se basa en el hecho que la solubilidad de los gases disueltos en el agua ( $O_2$  y  $CO_2$ ) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición (100 °C a presión atmosférica)



## ELIMINACION DE OXIGENO POR METODO QUIMICO

Uno de los métodos más comunes es el que utiliza sulfito de sodio como catalizador, que reacciona con el oxígeno, produciendo sulfato de sodio, el cual no provoca corrosión.





## INSTRUMENTACION Y CONTROL EN UNA CALDERA

### COMPONENTES BASICOS DEL SISTEMA DE CONTROL

- SENSORES Y TRANSMISORES
- CONTROLADOR
- VALVULAS DE CONTROL

## ANTECEDENTES

Medina V. Luis F., Zea A. Luis A. 2008. (Ing.Quimica U.C.V) En este trabajo se determinaron las condiciones físico-químicas que favorecen el proceso de incrustación en superficies de hierro.

### **Conclusiones**

- Se llegó a la conclusión que valores elevados de pH y temperatura, la presencia de sales disueltas en el agua y flujos poco turbulentos son condiciones que favorecen la formación de incrustaciones.

## ANTECEDENTES

Rodríguez V. José R. (2006). Realizó un estudio sobre el principio de funcionamiento de las calderas de tubos de fuego como objeto de control automático.

## Conclusiones

- Se fundamentó que la presión del vapor en el cuerpo de la caldera constituye una de las variables más importantes de esta clase de equipos, debido a que el control de la combustión se realiza mediante el control de la presión del vapor.

# METODOLOGÍA

## EVALUACION TECNICA DE LA CALDERA

- Apertura de puertas delantera y trasera
- Inspección ocular de tubos de fuego, hogar, registros de mano y registro hombre
- Prueba hidrostática a 1,5 veces presión de operación máx.. (225 psi)

# METODOLOGÍA

## EVALUACION TECNICA DE LA CALDERA



## EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Toma de muestras aguas arriba del suavizador y aguas abajo

- TSD
- DUREZA
- PH

Estudio del estado de la resina de intercambio iónico en el suavizador

## EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA CALDERAS

Revisión de lazos de control

- Nivel
- Llama
- Presión

## DESARROLLO DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

**Desarrollo de manual de procedimientos para la puesta en funcionamiento de la caldera.**

Manual basado en las instrucciones necesarias a seguir para el encendido, apagado y funcionamiento seguro de la caldera. Dicho manual cuenta también con información necesaria para que el técnico del laboratorio pueda realizar el control de purgas de fondo de la caldera.



## ARRANQUE Y OPERACION DE LA CALDERA

Una vez se completaron los objetivos anteriores, se procedió al encendido de la caldera, monitoreando su funcionamiento por un lapso de una (1) semana aproximadamente, encendiéndola diariamente dejando que realizara ciclos completos de presurización. Se realizaron análisis a los humos de combustión para asegurarse que la mezcla aire-combustible sea la más eficiente, dejándola en óptimo funcionamiento para las prácticas de laboratorio en las cuales se requiera vapor saturado.

# METODOLOGÍA

## A7999 PORTABLE COMBUSTION ANALYZER



- % CO<sub>2</sub>
- % de O<sub>2</sub>
- Temperatura gases
- Eficiencia

## INFORME DIAGNOSTICO PRODUCTO DE EVALUACION

Dicho informe se realizo bajo el mismo formato exigido por el INPSASEL el cual contiene información de todas las pruebas realizadas a la caldera, así como observaciones adicionales de la sala de generación de vapor y otras recomendaciones. La entrega de este informe certifica que la caldera esta en optimas condiciones para su funcionamiento, ya que este se realizó una vez tomadas las acciones necesarias para corregir fallas o desperfectos en la caldera.

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LA CALDERA



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LA CALDERA



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LA CALDERA



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LA CALDERA



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.





# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.



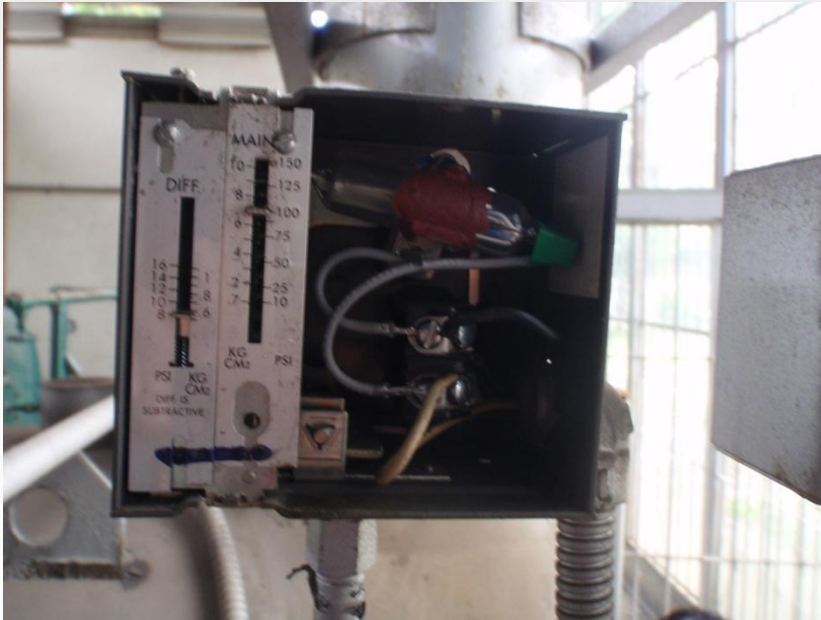
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE SISTEMA CONTROL.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE SISTEMA CONTROL.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.

### Elementos sustituidos

<b>Presostato de seguridad</b>	
Anterior	Nuevo
Honeywell L404A	Honeywell L404T
Activado por ampolla de mercurio	Activado por micro switch
<b>Switch de Aire</b>	
Anterior	Nuevo
Honeywell L4049	Honeywell C6097
Activado por ampolla de mercurio	Activado por micro switch

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.

Elementos incorporados al lazo de control

Switch de alta presión de combustible	Honeywell C6097A	12 a 60 plg de H <sub>2</sub> O
Switch de baja presión de combustible	Honeywell C6097B	0,4 a 5 plg de H <sub>2</sub> O



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## ARRANQUE DE LA CALDERA.

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE HUMOS

	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>% Eficiencia</b>
<b>Rango de valores</b>	4% al 10%	11% al 12.5%	80% al 85%
<b>Valores obtenidos</b>	9%	11%	81%

TEMPERATURA DE HUMOS: 260 °C

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA.

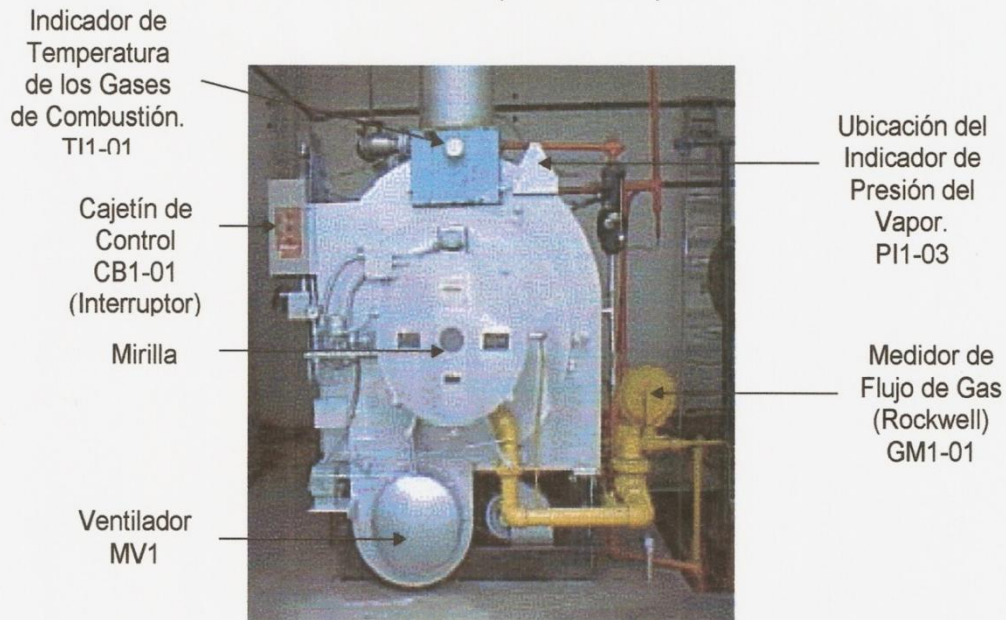
- MEDIDAS DE SEGURIDAD.
- ENCENDIDO.
- APAGADO

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA.

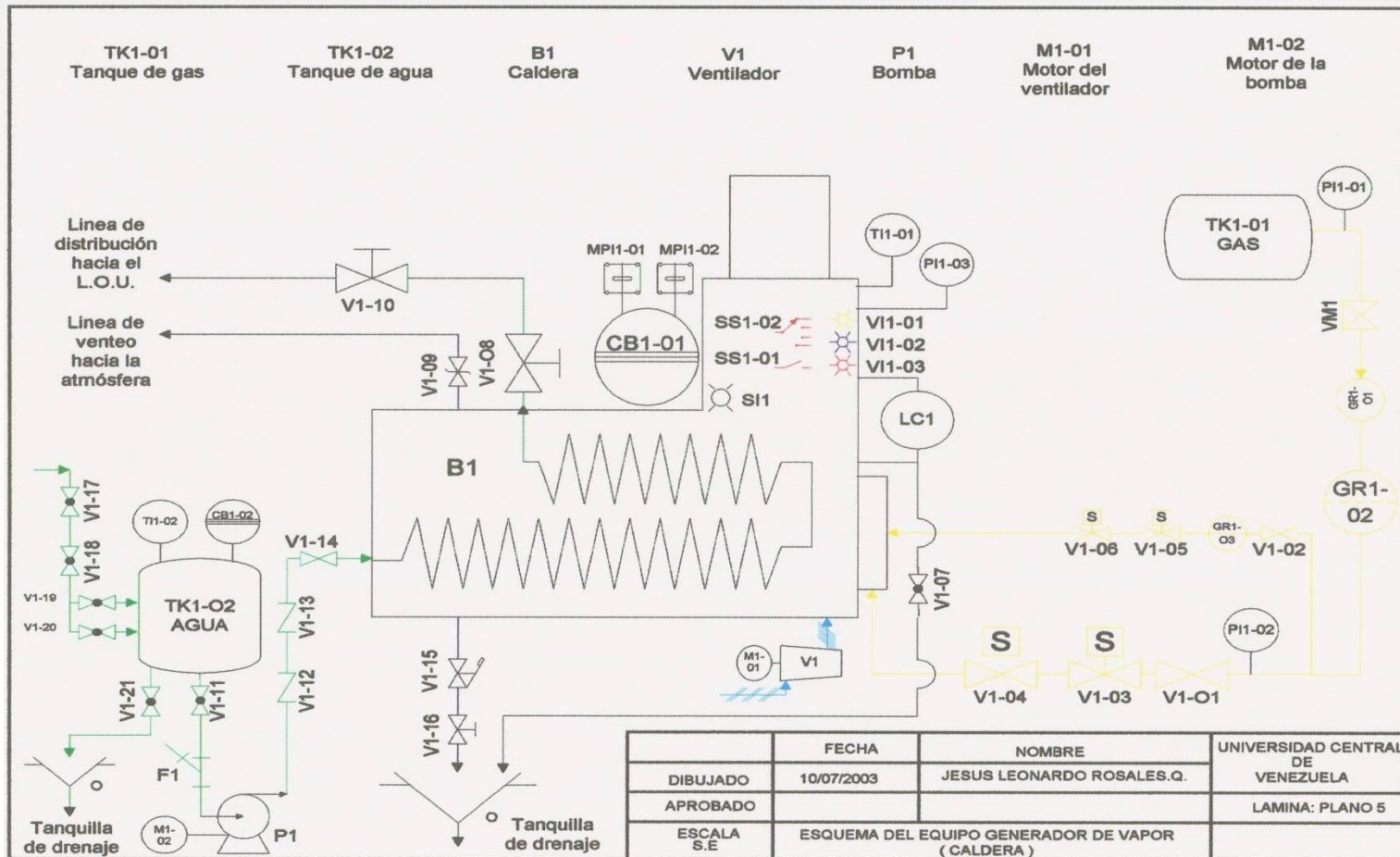
- DESCRIPCION DETALLADA DEL EQUIPO Y COMPONENTES

FIG.5. Caldera (Vista Frontal)



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA.





# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- El trabajo realizado en la Caldera del Laboratorio de Operaciones unitarias, nos permite concluir que es de vital importancia diseñar un plan de mantenimiento preventivo, el cual debe contemplar la revisión de todos los elementos presentes en la caldera con lapsos no mayores a un año.
- Es de suma importancia la utilización de un Desgasificador o de un secuestrante de oxígeno que permitirán alargar la vida de la tubería interna de la caldera, ya que previene de una forma eficaz su deterioro producto del proceso de corrosión.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- La alimentación con aguas duras a la caldera no representa mayor problema de incrustaciones, siempre y cuando la caldera se mantenga trabajando a medianas presiones y por cortos lapsos de tiempo. Como en el caso de la caldera del L.O.U.
- Un mantenimiento preventivo adecuado, un tratamiento de agua eficiente, y un sistema de control que funcione adecuadamente garantiza un funcionamiento seguro y óptimo de la caldera.

# RECOMENDACIONES

## RECOMENDACIONES

- A fin de poner en marcha el circuito de tratamiento de agua para la alimentación de la caldera se recomienda hacer la instalación del filtro antes de la batería de suavizadores
- Dar entrenamiento adecuado al personal que opera la caldera.
- Revisar detalladamente por parte del personal técnico del laboratorio el manual entregado en este trabajo de grado.

# RECOMENDACIONES

## RECOMENDACIONES

- Introducir una línea de retorno de condensado en el circuito de vapor para elevar la temperatura en el tanque de agua de alimentación
- Implementar un sistema de tratamiento para la remoción del oxígeno.
- Sustituir el sistema de flotante en el tanque de alimentación de agua.
- Hacer las reparaciones necesarias al sistema de iluminación en el cuarto de generación de vapor

**GRACIAS**

## EVALUACION DE LINEA DE VAPOR DE LA SALA DE GENERACION DE VAPOR HASTA EL L.O.U.



## EVALUACION DE LINEA DE VAPOR DE LA SALA DE GENERACION DE VAPOR HASTA EL L.O.U.



## RESINA CATIONICA

