



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**Montaje y puesta en marcha de calderas y sus equipos
auxiliares en Henkel Mexicana, S.A. de C.V.**

**INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
PRESENTA**

VICTOR ALFONSO GARCÍA VARGAS



México, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Biblioteca Central

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

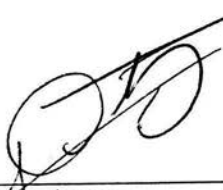
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

JURADO ASIGNADO:

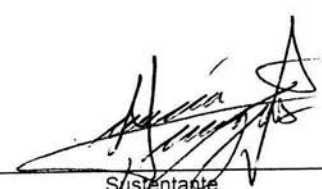
Presidente:	Prof. Lucila Cecilia Méndez Chávez
Vocal:	Prof. José Antonio Ortiz Ramírez
Secretario:	Prof. Humberto Rangel Dávalos
1er. Suplente:	Prof. Gabriel Baldomero Pérez
2do. Suplente:	Prof. Ramón Ramírez M.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Calzada de la Viga s/n. Col. Los Laureles
Ecatepec, Estado de México
CP 55090, México.



Asesor
Ing. José Antonio Ortiz Ramírez



Sustentante
Victor Alfonso García Vargas

AGRADECIMIENTOS:

Al iniciar mi carrera, pensé que sería un largo camino... y lo fue.

Pero jamás imaginé que también sería hermoso y una de las mejores etapas de mi vida.

Gracias a mis maestros que tan noblemente me formaron y enseñaron, especialmente a mi querido profesor J. Antonio Ortiz Ramírez quien más que mi maestro ha sido mi consejero y un ejemplo a seguir.

Gracias a mi Abuelita María del Carmen García, que me ayudó a iniciar este camino y cuyo apoyo fue fundamental en una etapa particularmente difícil de mi vida.

Gracias a mis tíos Humberto Martínez y Bertha Vargas que son más que muchos y que siempre han sido mi refugio, mi fortaleza y mi veneración.

Gracias a mis hermanas Tania y Yolo por que me han dado un lugar en este mundo, me han querido sólo por que sí, por que me inspiran a seguir siempre hacia arriba, por que ellas no se merecen un mal ejemplo, por que nunca las podré defraudar... por que son tan buenas que me han regalado un pedacito de su corazón. Las amo.

Gracias a MI MADRE, aunque "gracias" no sirva para expresar el profundo sentimiento de admiración, amor, ternura, coraje, determinación que me embarga al pensar en ti mamá. Tú me has dado todo lo que soy, sin ti no habría nada ni sería nadie.

Ni pensar en esta Tesis, si no estuviera dedicada a ti. Mamá, tu coraje y determinación ante la vida me enseñaron a no claudicar nunca y este trabajo no es más que una humilde forma de demostrarte que he aprendido mucho de ti; y que aunque no exista nada en el mundo que compense todo lo que has hecho por mi yo siempre lo estaré buscando. Te quiero más que todo Mamá.

Especialmente gracias a mi Nena quien más que un apoyo ha sido mi impulso para terminar mi carrera, me ha dado lo que nadie más puede darme y significa mi futuro. Te amo mucho nena. Y a mi hijo Vic que ahora es mi vida, que me inspira un amor tan puro y profundo que me duele. Ojalá hijo que este humilde esfuerzo de mi parte te haga un día sentir orgulloso de mí. Un beso a ti.

I N D I C E	PAG.
CAPITULO UNO	1
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
1.1 Introducción	
1.2 Objetivo	
1.3 Alcance	
1.4 Plan de trabajo	
CAPITULO DOS	8
EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Función personal dentro del proyecto	
2.2 Actividades concretas realizadas de importancia	
2.3 Problemas enfrentados y soluciones propuestas	
2.4 Resultados	
CAPITULO TRES	36
CONCLUSIONES	
3.1 Conclusiones del proyecto	
3.2 Comentarios al programa de estudios.	38
APÉNDICE	39
BIBLIOGRAFÍA	48

CAPÍTULO UNO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Introducción:

Dentro de la planta de HENKEL MEXICANA; existían 4 calderas de vapor. Dos de ellas alimentadas por carbón de 100 CC y que por sus años de operación se consideran totalmente obsoletas y dos más alimentadas por gas natural pero con muchos años de operación y por tanto susceptibles de provocar un accidente.

Se deseaba entonces, hacer una inversión en equipo, que permitiera asegurar el suministro de vapor a la planta de una forma segura y eficiente. Además de que se deberían recuperar la mayor cantidad de condensados ya que hasta ese momento, todo el condensado se tiraba al drenaje.

1.2 Objetivo:

El objetivo de este proyecto fue la instalación de equipo nuevo en un lugar asignado y una vez terminada totalmente la instalación, hacer la interconexión a la red de suministro de vapor. Al mismo tiempo que se hiciera la instalación del equipo sería necesario diseñar e instalar una red de retorno de condensados que permitiera recuperar todo el condensado posible para convertirlo en vapor nuevamente.

Todo esto debería ser hecho en el menor tiempo posible y con la relación óptima de costo-beneficio. Como se describe mas adelante.

1.3 Alcance:

Se deberá contar al final de este proyecto con dos equipos de generación de vapor suficientemente potentes como para abastecer vapor a la planta y además permitir un crecimiento futuro de hasta un 20%. Los equipos funcionarán uno a la vez por un espacio de 6 meses, de manera que mientras que un equipo esté funcionando, se tendrá parado el otro para darle mantenimiento preventivo mayor.

El retorno de condensados deberá ser habilitado totalmente con todos sus accesorios y deberá llegar a un equipo desareador que garantice su máxima reutilización y además proteja a las calderas.

Se debió construir una fosa de condensados no reutilizables que de forma automática los neutraliza, vierte periódicamente al drenaje interno o la red de riego de la planta.

Se usó el sistema desmineralizador de agua con el que ya cuenta la planta y sólo nos aseguramos de que fuera suficiente el flujo de agua producido para alimentar al la caldera nueva que estuviera operando.

Los equipos generadores de vapor, el desaereador y la fosa de condensados deberán estar totalmente automatizados y conectados a un PLC en cuarto de control.

1.4 Plan de trabajo:

En un afán de ser conciso y objetivo en la descripción del plan de trabajo se usó el método de Carta de Gantt para llevar el proyecto en el tiempo.

A continuación se describen brevemente las principales actividades y en la sección del apéndice se puede encontrar la carta de Gantt:

1.4.1 Validación del proyecto:

Consistió en obtención de información que evidenciara la necesidad de renovar el equipo de generación de vapor existente. Se evaluaron las necesidades energéticas de cada sector productivo de la planta Henkel. (Ver Plano de Localización en la sección de Anexos) para estimar la capacidad y tamaño del equipo requerido. También se tomaron en cuenta los rendimientos y eficiencia de los equipos viejos y el ahorro de energía que se podía obtener con equipos más modernos. Además se evidenció la incapacidad de los equipos existentes para suministrar vapor a la planta si se presentaba un crecimiento en equipos o de producción, esto se logró comparando las capacidades de producción actuales con las que se necesitarían en el futuro según los planes de crecimiento de la propia Henkel y que nos fueron proporcionados por la Gerencia de Ventas. (Ver tabla 1).

1.4.2 Justificación Técnica ante la Dirección:

Fue una junta donde el personal técnico y de proyectos de Henkel presentó los argumentos necesarios para convencer al personal directivo de la necesidad y beneficio futuro de llevar a cabo este proyecto en particular.

1.4.3 Especificación de Equipos:

Una vez que se logró el apoyo de la dirección de Henkel, se comenzó a especificar los equipos en base a las necesidades de vapor que evaluamos en la etapa de validación del proyecto. Sin embargo, a mitad de este proceso Henkel adquirió una compañía llamada Novamax de donde se obtuvieron dos calderas de 500 Caballos Caldera (cc) y 750 cc y que además se instalaron en Henkel en lugar de comprar equipos nuevos. El único equipo que se compró nuevo fue el tanque desaereador y accesorios para automatización.

1.4.4 Desinstalación de equipos en Novamax:

Esta actividad fue desarrollada por la gente de Novamax y ningún empleado de Henkel tuvo responsabilidad.

1.4.5 Compra de equipos y traslado a Henkel:

En esta actividad la gente responsable fue de los departamentos de compras y los de logística. Si bien no se tuvo responsabilidad, se debe hacer mención que cumplieron cabalmente con los tiempos marcados en la carta de Gantt.

1.4.6 Desarrollo de Ingeniería Básica:

Se desarrolló en base a las políticas de ingeniería de Henkel y aunque no se pueden presentar en este trabajo todos los documentos generados, para mantener la confidencialidad; se presentan todos los que Henkel autorizó. En la sección 3.2.6 se pueden encontrar las fases de desarrollo de ingeniería que sigue Henkel. Esta actividad es la más delicada de todo proyecto, pues de ella dependerá el éxito o fracaso del mismo, por lo que es el momento en que más concentración se requiere. Generalmente es un trabajo de oficina y meticuloso pero imprescindible para cualquier proyecto. En cuanto a la Ingeniería de Detalle, es política de Henkel que sea desarrollada en su mayoría por personal contratista para que pueda enfocarse más en el detalle y permita a los ingenieros de Henkel concentrarse más en labores de coordinación y administración.

1.4.7 Evaluación de equipos auxiliares existentes:

Esta labor fue hecha personalmente y consistió en un levantamiento de las líneas de tubería existentes, con el fin de decidir si se podrían seguir usando o sería necesario un cambio. Una inspección detallada de los equipos auxiliares existentes de desmineralización de agua de alimentación a la caldera para de igual forma dictaminar si el equipo esta en condiciones de seguir operando con los nuevos equipos a instalar. Además, se hizo una inspección física de las cisternas de almacenamiento de agua existentes en la planta, para garantizar su buen estado.

1.4.8 Selección y compra de equipo de Control Lógico de Proceso (PLC):

Esta actividad se desarrollo por departamento de Instrumentación de Henkel y aunque durante todo el proyecto se mantuvo una comunicación muy cercana con ellos, no se tuvo una participación tan activa como con las otras actividades más relacionadas con la Ingeniería Química.

1.4.9 Compra de accesorios y consumibles:

Esta actividad también fue realizada en su mayoría por la gente del departamento de compras, pero dada su importancia, se ilustra en la Carta de Gantt.

1.4.10 Instalación de equipos procedentes de Novamax:

En esta actividad se tuvo una participación activa; una vez que los equipos arribaron a Henkel, se hizo la preparación del terreno y la cimentación. Luego de la ubicación correcta sobre las bases de cimentación, se hizo un mantenimiento mayor a las dos calderas procedentes de Novamax y posteriormente se comenzó a conectar a pie de tubería. Esta actividad esta estrechamente ligada a la interconexión con la las tuberías de vapor existentes y las de condensado que se harán nuevas.

1.4.11 Habilidadación de tanque desaereador:

Esta actividad puede adelantarse a las demás por que no depende de la conclusión de una tarea antecesora. Consistió en la inspección completa del equipo, reparación de fallas menores y además se debió dar una capacitación a los fogoneros sobre el uso y función de estos equipos.

1.4.12 Habilitación de líneas de condensados:

Esta actividad fue en general muy divertida y provechosa para la experiencia personal, aprendí en cuanto a accesorios de tubería especiales para condensados, tales como: trampas de vapor, piernas de condensados, válvulas de escape, omegas de amortiguamiento térmico, válvulas, etc. Además, debido a la agresividad química de este tipo de fluido, la selección de materiales y formas alternas de protección, juegan un papel importantísimo. Durante este documento, se tocarán a fondo los criterios de selección y las razones técnicas a tomar en cuenta.

1.4.13 Conexión de condensados a tanque desaereador:

Esta actividad se refiere a la conexión que se hizo de las líneas nuevas de retorno de condensado al tanque deaereador. El tanque deaereador se describirá a detalle posteriormente pero baste por ahora con mencionar que es pieza clave en la remoción de oxígeno del agua que se alimenta a la caldera. Esta actividad requiere de coordinación entre la gente que hizo las tuberías y la que estuvo instalando el tanque en su lugar final.

1.4.14 Construcción civil de cuarto de control:

Se refiere a la construcción física del cuarto que alojará al final del proyecto al PLC y a las computadoras que se encargarán de controlar todos los instrumentos de seguridad y medición de las calderas. Aunque también controlarán los sistemas de bombeo de agua, de producción de agua desmineralizada y compresores de aire. Este cuarto debe cumplir con las especificaciones que dictan los ingenieros electrónicos, entre ellas un falso piso que aloja a todos los cables de comunicación y energía. En esta actividad se tuvo escasa participación ya que fue la gente de Automatización la que se hizo cargo.

Pruebas de arranque y control con PLC:

Esta es una de las actividades finales del proyecto y se requiere de una coordinación y colaboración de todos los departamentos involucrados en el proyecto. Se debió probar todo el sistema de control en arranque, operación y paro de los equipos. Se probó el sistema de paro de emergencia y detección de fallas. Además se simulaban condiciones de operación extremas para evaluar la capacidad real en operación del PLC. Al final de estas pruebas se puede trabajar en mejoras tanto físicas en tuberías o disposición de los equipos, como en modificaciones al software del PLC.

1.4.16 Conexión de equipos a cabezal de vapor:

Una vez que se hizo la simulación de operación en el PLC y se tiene la certeza de que los equipos de seguridad en la caldera funcionarán adecuadamente; se hizo la interconexión al cabezal existente de vapor. Se usaron dos válvulas de compuerta de 12 in para que se pudieran aislar los equipos de la corriente de vapor. La finalidad de esta actividad es poder proveer vapor a la planta una vez que los equipos hayan sido puestos en operación. Es ahora que las calderas están listas para ser puestas en operación: el suministro de agua, condensados y combustible están a punto y se puede empezar a generar vapor en cualquier momento.

1.4.17 Arranque de equipos en general:

Una vez que se logró la conexión de las calderas a las corrientes de suministro y por supuesto al cabezal de vapor de la planta, se procedió al arranque de los equipos. Aún con válvulas de cabezal cerradas para una evaluación de tiempo de arranque y tiempo necesario para envío de vapor a la planta. Se hizo pruebas de arranque no sólo de calderas sino de equipos auxiliares: Desmineralizador, bombas de suministro de agua, equipo desaereador, controladores, PLC, válvulas de seguridad, etc. Del éxito de ésta actividad dependerá la correcta finalización y puesta en marcha de todo el proyecto.

1.4.18 Elaboración de manuales oficiales:

Una vez que se tuvo una idea clara de la operación y puesta en marcha de los equipos por parte de todos los integrantes del equipo; se procedió a la elaboración de los manuales de instrucciones de operación. Dichos manuales servirán como referencia futura y serán la base para impartir capacitación a los operadores del equipo. El manual original esta en el cuarto de control de calderas pero por su valor oficial no se puede reproducir en este trabajo.

1.4.19 Registro de equipos ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS):

Una vez finalizado el proyecto y antes de poner en operación definitiva los equipos, se debió de registrar los equipos ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Esto se debe hacer con todos los recipientes sujetos a presiones mayores de 3kg/cm^2 ya que su falta de mantenimiento puede resultar en un accidente grave.

1.4.20 Elaboración de planos finales:

Esta actividad se realizó al final del proyecto y ya con los equipos trabajando, no es vital para el proyecto pero es muy recomendable, ya que permite tener un punto de comparación entre lo proyectado y lo construido. Además, éstos planos o isométricos son muy útiles para las actividades de mantenimiento futuras.

CAPÍTULO DOS

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Función personal dentro del proyecto.

Durante la mayoría de las actividades de este proyecto, la función personal que se desempeñó fue de coordinador y de administrador de los esfuerzos de diferentes compañías contratistas, de diferentes departamentos de Henkel y de diversos especialistas de ingeniería.

Durante todo el proyecto, se tuvo el respaldo y la asesoría de mi jefe directo, el ingeniero Marco A Silva, que no sólo me dio la oportunidad de aprender de todo el personal que coordinaba, sino que además infundió en mí la suficiente confianza para darme a respetar ante la gente. Además cada decisión importante que tomé siempre estuvo respaldada por mi jefe.

Es imposible estar involucrado en todas las actividades que componen a un proyecto, pero la importancia del ingeniero químico como coordinador en este tipo de proyectos radica en nuestra formación profesional que nos permite entender y coordinar las diferentes ramas de la ingeniería.

2.2 Actividades concretas realizadas de importancia.

2.2.1

La validación del proyecto fue hecha considerando los requerimientos energéticos de la planta Henkel actuales y considerando un crecimiento futuro del 15% en los próximos 5 años. Básicamente, se dividió a la planta en las áreas productivas ya existentes y se obtuvo el requerimiento energético de cada área. Así, al final podría saberse el requerimiento energético total.

El requerimiento energético de cada planta se obtuvo midiendo el flujo de vapor requerido en la operación de los equipos, usando un flujómetro de masa (Fisher Rosemond) y ya conociendo la masa de vapor y su temperatura se pudo calcular la cantidad de calor enviada. Usando las tablas de vapor. Para facilitar los cálculos y dado que las condiciones de operación no cambiarán con el tiempo, se presentan los resultados en Toneladas de vapor por hora o mes, que son las unidades que comúnmente aparecen en la literatura.

De esa forma se pudo saber cual o cuáles serían los equipos generadores de vapor que se requerirían para satisfacer la demanda actual y futura de la empresa. En el caso concreto de este proyecto, en el que se adquirieron los equipos de otra empresa, llamada Novamax; sólo se debió verificar que los equipos a instalar fueran lo suficientemente grandes para cubrir las necesidades de la planta.

Para verificar que los equipos de Novamax comprados pudieran suministrar el vapor requerido se tomaron en cuenta las capacidades de producción de cada caldera (Placa de equipo) y se compararon con los datos reportados por los departamentos de producción de la compañía Novamax.

Tabla 1. Consumo actual y futuro de vapor en Henkel Mexicana.

Área	Capacidad Instalada (Ton/mes)*	Demanda de vapor (m3/h)*	Crecimiento Futuro (Ton/mes)**	Demanda futura de vapor (m3/h)	Comentarios
Teroson	500	50	575	57.5	Área de prod. Automotriz
Hot Melts	3 000	200	3 450	230	Adhesivos termo-fusión
Reactores	11 000	330	12 650	379.5	Saponificaciones
Etoxilación	8 000	78	9 200	89.7	Etoxilación para jabones
Granja de Tanques	Na	50		57.5	Almacenamiento líquidos
Sulfatación	15 000	330	17 250	379.5	Sulfatado para jabones
Surface Technologies	18 000	275	20 700	316.25	Líquidos limpiadores para metales y carrocerías
Pritt	2 300	120	2 645	138	Adhesivos comerciales
Total	57 800	1433	66 470	1647.95	

Notas: * Se refiere a la capacidad de producción registrada por el departamento de producción en diciembre 1999.

** Se refiere a la capacidad de producción pronosticada requerida para los próximos tres años.

2.2.2

La **justificación técnica ante la dirección** se logró al proporcionar a los tomadores de decisiones los datos que mostraron los requerimientos energéticos futuros de la empresa, que a su vez se lograron obtener con el pronóstico de ventas estimado que proporcionó el departamento de ventas.

Es aquí donde debió invertirse tiempo para explicar a los directores las implicaciones de este proyecto; como serían la habilitación de una red de condensados nueva, la habilitación de un tanque desareador nuevo y la inversión que se requeriría para accesorios de tubería, la adquisición de un PLC de control total en el departamento de servicios. Todas estas actividades girarían alrededor de los equipos generadores de vapor que serían obtenidos de la recién comprada Novamax, lo que de por sí significó un ahorro sustancial al evitarse la compra de dos equipos de generación de vapor nuevos.

Durante la justificación se echó mano de las cotizaciones tanto de equipo como de mano de obra para el proyecto. No se dispone de datos suficientes del fabricante (memorias de cálculo y curvas de eficiencia de caldera, usando gas natural de PEMEX) para evaluar el efecto de operar la caldera a una capacidad menor a la de diseño, sobre la eficiencia. Sin embargo lo que es seguro es que será menor al 80% calculada a la capacidad máxima.

2.2.3

La especificación de equipos para el proyecto se hizo en dos formas; primeramente se evaluó la capacidad de los equipos adquiridos de Novamax y se comparó su posible rendimiento contra las necesidades de la planta. El único equipo que se especificó totalmente para su compra fue el tanque deaerador, junto con accesorios en tubería de retorno de condensados y el controlador PLC. En las dos primeras actividades mi participación fue abundante mientras que en lo que respecta al PLC, fue la gente de instrumentación la que se hizo cargo.

Las calderas que se compraron de Novamax tienen las siguientes características.

Tabla 2. Características de las calderas de Novamax		
Característica / TAG	Caldera 01	Caldera 02
Potencia	500 CC (Caballos Caldera)	750 CC
Tipo de combustible	Gas natural	Gas Natural
Tipo de arreglo interno	Tubos de humo	Tubos de agua
Suministro de aire	Ventilador de tiro forzado	Ventilador de tiro forzado
Presión máxima de diseño	250 psi (17.5 kg/cm ²)	300 psi (20.6 kg/cm ²)
Superficie de calentamiento	2560 ft ²	3445 ft ² (320m ²)
Generación de vapor	7825 Kg/h	11 737 kg/h
Flujo volumétrico de vapor	1776 m ³ /h	2664 m ³ /h
Energía requerida	5.18 Gcal/h	7.76 Gcal/h
Combustible requerido	21 620 ft ³ /h	32 429 ft ³ /h (918.5 m ³ /h)
Válvulas de seguridad	Dos	Tres
Marca	Cleaver Brooks	Ce-Rrey

Los datos presentados en la tabla anterior se pudieron obtener considerando los siguientes datos:

- 637.5 Kcal producen 1 Kg de vapor a 6.8 bar y 170°C
- Poder calorífico del gas natural de PEMEX entregado: 8,460 Kcal/m³
- Volumen específico del vapor: 0.227 m³/Kg a 7.5 bar y 173°C
- El gas natural suministrado no tiene aire disuelto
- Condensado de retorno a caldera a 1 atm: 99.8 Kcal/Kg

Ambas calderas se alimentan con bombas de suministro de agua de la marca Sulzer de la serie HPK13 de 5 pasos que pueden entregar un caudal de agua de hasta 20 m³/h de agua a 60°C a una presión de 10 kgf/cm². (Carga total de 140m de columna de agua). Funcionando en forma intermitente en la caldera 01 y de forma continua en la caldera 02.

Las bombas de agua a alta presión de impulsores conectados en serie son comúnmente usadas en el abastecimiento de agua a calderas; la serie HPK gira a una velocidad de 3550 rpm y puede entregar entre 20 y 23 m³/h de agua a cargas totales de entre 50 y 200 m de columna de agua. Su eficiente diseño hidráulico permite que el consumo de potencia sea menor y por tanto reduce la factura de consumo eléctrico. Su construcción es robusta y cuenta con todas las innovaciones tecnológicas de Sulzer en Alemania, que es líder en la construcción de bombas de paso múltiple de cuerpo segmentado a alta presión. En general son bombas horizontales tipo centrífugo y de impulsor cerrado de succión simple, con elementos de armazón unidos entre sí y sujetados a las tapas de entrada y de descarga por medio de barras de tiro de acero. La succión puede ser vertical o lateral izquierda o derecha y la descarga es siempre vertical. Construidas en hierro fundido, permiten temperaturas de operación de hasta 105°C.

2.2.4

El equipo deareador seleccionado fue un sistema Spraymaster, comprado a Selmec, tomando en cuenta la desareación que se requiere en todas las calderas para eliminar o reducir los gases incondensables disueltos en le agua. El fenómeno físico que se presenta en la desareación ocurre como se describe a continuación:

- A alta temperatura la solubilidad de los gases en el agua es muy poca, por ejemplo en el aire y a presión atmosférica, un agua de 26°C puede contener 8 veces más oxígeno que a 100°C. Por ello la deareación se hace a una temperatura elevada combinando el proceso con agua de alimentación precalentada al menos a 60°C.
- La solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a la presión absoluta del gas en el líquido. Por ejemplo el aire en el agua a 26°C contiene 5.5 veces más oxígeno cuando la presión es de 25 psi absolutas que cuando está a 5 psi absolutas. Para tomar ventaja de este fenómeno, el agua que se trata ha de rodearse con una atmósfera de vapor con lo cual se reducirá parcialmente la presión de los gases a un valor bajo.
- Para que los gases en el agua sean eliminados fácil y rápidamente el agua deberá ser atomizada, en estas condiciones los gases escapan hacia la atmósfera.

Así pues, el equipo desareador que se seleccionó para nuestro proyecto trabaja eficientemente cuando el condensado que entra por la parte superior del desaereador a través de la boquilla en donde es atomizada se precalienta gracias al vapor que penetra por medio de un tubo buzo dentro del tanque y escapa hacia la cabeza del desareador. En ese momento el condensado que se encuentra parcialmente calentado pasa en forma de cascada a través de los baffles de la cabeza del desareador para formar una turbulencia que provoca que el agua se rompa en micro gotas y así aumenta su área de contacto con el vapor que la calienta rápidamente, inmediatamente después se condensa dentro del tanque; pero el CO₂ y el O₂ no lo pueden hacer por sus diferentes características termodinámicas por lo que pasan a la parte superior del desareador y luego son eliminados por una válvula a la atmósfera. En la sección de apéndices se presenta un reporte típico de análisis de agua de caldera para que se tenga una idea clara de la cantidad de ppm que se toleran en un agua adecuada.

2.2.5

La tubería de retorno de condensados y accesorios, fue una parte medular en este proyecto ya que existen diversos accesorios únicos para las tuberías de condensados que son difíciles de seleccionar adecuadamente, como filtros, omegas y trampas de vapor. Esto por que todos estos accesorios deberán estar preparados para manejar un fluido que viaja en promedio a 160Km/h, a una temperatura de hasta 120°C con una fase mixta de agua-vapor.

Los filtros de malla metálica tipo Y, sólo cumplen con la función de retener las partículas metálicas que puedan ir viajando por la tubería, generalmente se debe instalar en la dirección de flujo indicada en el cuerpo del propio filtro y permiten un cambio de sedazo aún cuando estén operando. Con sólo seleccionarlos de acuerdo al tamaño de la tubería es suficiente.

La tubería de alimentación de vapor tiene un accesorio que es particularmente difícil de seleccionar: Las trampas de vapor, son dispositivos que permiten eliminar el aire, extraer el condensado sin permitir la salida de vapor vivo y mantener la eficiencia térmica del proceso. Entre las más conocidas destacan:

- Trampas de vapor termodinámicas
- Trampas de vapor de Flotador y termostato
- Trampas de vapor de Cubeta invertida
- Trampas de vapor termostáticas de presión balanceada

Seleccionar una u otra dependerá del proceso y de la necesidad que se quiera cubrir en la tubería considerando: A) Las características y el comportamiento del vapor en el sistema. B) Los requerimientos del sistema y C) La relación de los principios de operación de los diferentes tipos de trampas y las necesidades de sus sistema.

En base a esos tres conceptos se deberá tomar en cuenta antes de seleccionar una trampa lo siguiente: Cuando pensamos en un gramo de agua, pensamos que tiene un volumen de 1 cm³, pero si le añadimos 639 calorías ésta agua se convierte en 1 gramo de vapor a 100°C con un volumen aproximadamente 1,500 veces mayor. Cuando ese vapor se convierte nuevamente en agua, libera entonces 639 calorías que pueden calentar algo y su volumen regresa a 1 cm³. Pero como casi nunca se usa el vapor a presión atmosférica pensemos que trabajamos a 0.14 kg/cm², el volumen de 1 gramo de vapor es de 1 500cm³. Su temperatura es de 103°C y su calor latente es de 534 calorías, es decir el calor que el vapor puede transmitir. Aún cuando tiene más calorías por gramo el vapor a 0.14 kg/cm² no sería ideal para un proceso donde tuviéramos que calentar el

medio procesado a 210°C. Pero un vapor a 18.4 Kg/cm² podría hacer el trabajo y aunque tiene menos calorías por gramo las contiene en un espacio mucho menor y es capaz de cederlas a una rapidez mucho mayor. Las características volumétricas del vapor relacionadas con la presión son significativas en otros aspectos, particularmente en el de los gases contenidos en el vapor. A esos gases incondensables les llamaremos aire, aunque de hecho son oxígeno, bióxido de carbono o subproductos gaseosos, y que viajarán junto con el condensado. El aire que era un porcentaje insignificante del volumen del vapor se vuelve significativo cuando se compara con el volumen de condensado que resulta. A altas presiones, la relación del volumen de aire a volumen de condensado es pequeña y no presenta un problema en lo particular pero a presiones bajas el volumen de aire en relación al volumen de condensados es bastante significativo y se debe considerar.

Para tener una idea de esto considere que 0.33 kg de vapor a 0.14 Kg/cm² en promedio liberan un litro de aire.

Este aire puede oxidar rápidamente las tuberías y los equipos de calentamiento, una buena caldera y un sistema bien diseñado pueden minimizar los problemas. Dado que el agua y el aire mezclado en el vapor no trabajan, ocupan un espacio muerto que no sirve para calentar y que bien podría ser ocupado por vapor de calentamiento, más aún el aire reduce la temperatura de vapor y por tanto lo hace ineficiente. Además de esto, el aire puede formar cámaras internas dentro de la tubería que puede funcionar como colchones aislantes del calor. Mismos que pueden producir el fenómeno de golpe de ariete.

Las válvulas de control de temperatura no pueden reconocer las diferencias entre el vapor de agua y el aire y los tratan como iguales. La humedad en el vapor puede formar olas de agua dentro de la tubería que se mueven a velocidades de hasta 160 km/h y que pueden producir un golpe de ariete de consecuencias desastrosas.

El oxígeno y el bióxido de carbono corroen rápidamente los sistemas y el bióxido de carbono cuando se combina con el agua caliente forma ácido carbónico que ataca de particular forma a las tuberías. No existe hasta ahora algo que evite esta condición, de hecho lo que se desea al llegar al intercambiador de calor es condensar el vapor, lo que genera agua y aire atrapado. Ahí es donde entra en acción la trampa de vapor, que deberá ser compatible con todo el sistema y además deberá estar bien seleccionada para evitar que la eficiencia del sistema disminuya. Las trampas de vapor se deben instalar a distancias previamente definidas para que pueda eliminarse la mayor cantidad de incondensables con el menor número de equipos. Vea las tablas de distancias según cada fabricante de trampas.

No existe una trampa de vapor que funcione universalmente en todos los sistemas, lo mejor es seleccionar una trampa adecuada para cada necesidad específica del sistema; para eso es necesario entender cómo funcionan las trampas de vapor. Hasta ahora hay tres tipos básicos de trampas:

Las trampas que operan basadas en la diferencia de temperaturas que existen entre vapor y condensado, usando un fuelle cargado o una lámina bimetálica para detectar esta diferencia y operar la válvula. Son las TRAMPAS TERMOSTÁTICAS.

Estas válvulas de elemento bimetálico abren cuando el condensado enfría y contrae al disco y cierran cuando el vapor vivo lo calienta y lo expande. Sus limitantes estriban en la dificultad para calibrarlas y en el desperdicio de vapor vivo necesario para calentar el disco.

Las trampas que operan basadas en la diferencia de densidades entre el vapor y el condensado, que se detecta por un flotador cerrado o abierto. El flotador puede ser una CUBETA INVERTIDA SUMERGIDA. Estas válvulas operan generalmente junto con termostato, debido al aire que siempre está en el vapor, se requiere de un elemento de alivio de ese aire. En el inicio la válvula principal operada por el flotador está normalmente cerrada. El aire es eliminado a través del elemento termostático por la presión del sistema y cuando el condensado llega a la trampa, el flotador abre la válvula principal para permitir el flujo. El aire remanente continúa descargándose a través de la ventila abierta. Cuando el vapor llega a la trampa, el eliminador de aire termostático cierra como respuesta a la alta temperatura y el condensado continúa fluyendo a través de la válvula que esta operada por el flotador para descargar el condensado a la misma velocidad con que está fluyendo a la trampa. Así, el aire puede ahora empezar a acumularse en la parte superior de la trampa por que la temperatura cae en unos grados y el termostato se cierra.

Las trampas que operan mediante un cambio de fase, y que usan esa energía para abrir o cerrar se llaman TERMO DINÁMICAS O DE DISCO CONTROLADO. Estas válvulas operan gracias al cambio de fase. En el inicio, el aire que alcanza la trampa fluye libremente hasta que se crea una presión tal que su flujo cierra la trampa. Cuando una mezcla de condensado y aire alcanza la trampa, su flujo pasa completamente a través de la trampa pero el condensado que golpea el disco es desviado en su superficie donde una ranura anular crea una turbulencia que empuja el disco y previene la sobre-presión en su parte superior. El disco permanece abierto hasta que todo el condensado es descargado. Cuando una mezcla de vapor y condensado alcanza la cámara de control, la velocidad de flujo a través del disco se incrementa y el disco es atraído hacia el asiento. Con esta velocidad de flujo incrementada se genera una presión en la parte trasera del disco, que vence la presión del flujo y cierra la trampa. En la posición cerrada, el pequeño escape de vapor de la cámara de control a través de la ranura radial en el disco, controla la reducción de presión en la parte superior del disco, necesaria

para permitir a la trampa abrir; así la cámara enchaquetada y caliente se mantiene uniforme en su temperatura y previene pérdidas de calor por radiación. Cuando la temperatura disminuye la trampa abre nuevamente.

Como se puede ver, las trampas termostáticas, de flotador y de cubeta invertida no presentan pérdidas de vapor. Pero en la termostática y en la de flotador con termostato se puede tener una fuga de vapor cuando se calibra mal el elemento termostático. La trampa de disco abre periódicamente en busca del condensado y permite que una pequeña cantidad de vapor escape. Además, la capacidad de eliminación de aire de las trampas termostáticas y de flotador es intermitente ya que necesitan que el aire se enfría a una temperatura inferior a la del vapor antes de que el termostato abra y lo libere.

A todas estas características deberán sumarse los problemas de olas dentro de la tubería, las partículas sólidas que pueden atascar los sistemas y sobre todo las contrapresiones que se pueden generar dentro de una tubería de retorno de condensado o alimentación de vapor. Cada trampa tiene características mecánicas que afectan su desempeño y modifican sus requerimientos, además de que varían su resistencia al desgaste, a la corrosión, al choque hidráulico, al congelamiento, etc.

Es importante mencionar con más detalle el golpe de ariete, cuando hablamos de olas de condensados o de choque hidráulico. Se presenta cuando una cantidad importante de condensado golpea al equipo a gran velocidad; los elementos termostáticos de las trampas termostáticas y de flotador con termostato se pueden dañar por el golpe, similar efecto ocurre con el flotador cerrado de la trampa de cubeta invertida. La trampa de disco termodinámico es la que mejor resiste el golpe de ariete.

Todas estas consideración sobre el tipo y funcionamiento de la trampa obedece a que cuando llegamos al momento de hacer balances de calor. Siempre tratamos de condensar el vapor para obtener un trabajo de su calor latente; propiciamos su condensación continua y deseamos eliminar el condensado y el aire a la mayor velocidad posible. Así, es muy frecuente que según sea el equipo que se está calentando; ya sea un cambiador de calor, un reactor o un serpentín. Requeriremos un tipo especial de trampa de vapor.

2.2.6

El **Desarrollo de Ingeniería Básica** en Henkel es un proceso ya estandarizado e incluye los siguientes documentos:

- Diagrama de Flujo del Proceso
- Balances de Materia y Energía
- Elaboración de DTI
- Datos de funcionamiento (Teoría de operación)
- Vista en Planta

Si bien se tuvo una participación activa en esta parte del proyecto, es difícil presentar en el actual trabajo todos los planos y datos generados en el proyecto debido a las políticas de confidencialidad de la propia Henkel; sin embargo se presentan a continuación los más posibles:

Seguido del diagrama anterior se presenta ahora la forma en que se hicieron los balances térmicos. Los datos obtenidos se usaron para seleccionar y especificar el aislamiento en las tuberías de vapor.

Por motivos de Henkel, fue imposible presentar en este trabajo las hojas de trabajo originales, sin embargo a continuación se enlista de forma detallada la forma en que se trabajó para hacer este estudio.

Básicamente el balance térmico es un censo de cargas donde se anotan las cantidades de calor y las cantidades de vapor utilizado en un determinado proceso industrial, referido a un período de tiempo fijo. Se enlistan las cargas térmicas equipo por equipo con sus pérdidas y finalmente se hacen dos resúmenes de cargas. La primera suma se hace sin discriminación alguna y la segunda se hace seleccionando las cargas que puedan ocurrir al momento de máxima demanda. Esta segunda suma, seguramente tendrá un valor inferior a la primera y será la que defina la capacidad mínima de generación de vapor.

Por lo general, el vapor utilizado en procesos industriales se usa con la finalidad de ser un medio de calentamiento indirecto y muy pocas veces con la finalidad de ser un medio de presión. Por lo que el balance de energía sólo se hace tomando en cuenta el calentamiento indirecto.

Para hacer nuestro balance se piensa que se requiere calentar una masa dada hasta una temperatura X en un período de tiempo Y, y debemos determinar la cantidad de vapor requerido en kg/h y la presión en Kg/cm². Como se puede ver, se trata de calor sensible.

Para calcular el calor sensible se usa la fórmula $Q_s = W C_p \Delta T$

Q_s = Calor Sensible

W = Peso de la masa que deseamos calentar en una hora

C_p = Calor específico de la masa dada

ΔT = Incremento de la temperatura en el sistema.

Es muy importante considerar que si la masa dada, se va a calentar en media hora, debemos anotar para el valor de W ese valor de masa multiplicada por dos; si la masa dada la deseamos calentar en dos horas, debemos anotar para el valor W dividido entre dos. Esta relación inversa es muy importante ya que a veces puede significar lo mismo para un proceso determinado calentar una masa dada en 10 o en 20 minutos y esto nos puede llevar a usar una caldera del doble de capacidad por un simple descuido.

El calor específico de la masa dada o C_p , lo podemos encontrar en tablas de ingeniería. El incremento de temperatura lo define el proceso mismo a las condiciones iniciales y finales más desfavorables.

Para determinar la cantidad de vapor requerido debemos dividir la cantidad de calor sensible Q_s entre el calor latente del vapor H_{fg} que se va a emplear. El valor de H_{fg} lo determinamos en las tablas de vapor.

$$\text{Kg vapor/h} = Q_s/H_{fg}$$

La presión de trabajo la determinamos de la siguiente forma:

Se registra la temperatura máxima requerida para el proceso, sumemos el abatimiento de temperatura a través de la pared transmisora de calor y ese valor de temperatura lo tomamos como de saturación en las tablas de vapor y leemos la presión barométrica del lugar de instalación y obtenemos la presión manométrica requerida.

El abatimiento de temperatura a través de las paredes transmisoras de calor depende del tipo de material y espesor del mismo. Es un valor que no es fácil de calcular, pero en forma tentativa se toma un valor mínimo de 30°C y uno máximo de 50°C. Si estos valores lo llevan a una posición crítica en cuanto a la presión de trabajo de la caldera, vale la pena invertir tiempo en investigar con detalle ese valor de abatimiento.

Hasta ahora las cantidades de vapor necesarias mencionadas corresponden a un material o sustancia que hemos llamado masa del proceso. Pero no se debe omitir el cálculo de calor sensible que toman las máquinas o recipientes que también se calientan por llevar dentro de sí esa masa dada.

El cálculo de las pérdidas por radiación y convección natural no son de fácil determinación y para su estimación, se recomienda computarla como el 10% de la carga térmica para equipos aislados correctamente y 20% para equipos sin aislamientos térmicos. (Recomendación vista en el manual de calderas Selmecc; ver bibliografía).

Una de las partes más importantes en la instalación de una tubería de vapor es la adecuada selección del material aislante que se va a usar; en el caso de este proyecto, se seleccionó la fibra de vidrio preformada en medias cañas. Por su resistencia mecánica y por su facilidad de instalación.

El aislamiento puede generarnos un ahorro considerable de combustible en la caldera al no permitir un enfriamiento rápido del vapor, además protege físicamente las tuberías y reduce el riesgo de accidentes cuando las líneas de vapor se instalan al alcance de los operarios o de la gente.

2.2.7

La **selección de los aislamientos** se hizo en base a los siguientes criterios y con el material aislante de fibra de vidrio preformado para tuberías, con resistencia térmica desde -84°C hasta 232°C :

El aislamiento se fabrica con fibra de vidrio aglutinada con resina fenólica de fraguado térmico moldeada para ajustarse a la superficie de la tubería de medidas comerciales, con las siguientes características físicas:

Conductividad térmica:	$0.224\text{ BTU in/ft}^2\text{ h }^{\circ}\text{F}$; $0.0278\text{ Kcal m/m}^2\text{ h }^{\circ}\text{C}$
Densidad:	88.1 Kg/m^3
Absorción de humedad:	0.2% por volumen en 96 hrs a 120°F y 95% HR
Corrosión de acero o aluminio:	No produce ni acelera
Calor específico:	$0.20\text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$
Valor de permeancia al vapor:	0.01 granos por h por ft^2 por inHg. Con Pyrokure
Capilaridad:	Despreciable luego de 24 horas
Difusividad térmica:	$0.015\text{ ft}^2/\text{hr}$ a 24°C . Cumple con ASTM C-547

La verdadera importancia de la selección adecuada de un aislamiento correcto se puede ver mejor al comparar las siguientes tablas:

Tabla 3. Pérdidas de calor en tuberías descubiertas. (BTU / h ft)										
Diámetro Nominal	ft ² de área por ft	Diferencia de temperaturas entre la tubería y el medio ($^{\circ}\text{C}$)								
		10	38	65	93	121	149	177	204	232
1/2	0.220	21.5	47.3	79.2	117.3	162.3	215.2	279.3	355.1	441.7
1	0.334	33.5	74	123.8	183.4	253.8	336.4	436.7	55.2	690.6
2	0.622	60.7	133.9	233.9	331.5	458.9	608.3	789.6	1004	1250
3	0.917	89.4	197.3	330.1	488.8	676.6	896.8	1164	1480	1841
4	1.178	114.9	253.5	424.1	627.9	869.1	1152	1496	1901	2365
5	1.456	142	313.3	524.2	776.1	1074	1424	1848	2350	2923
6	1.734	169.1	373.2	624.2	924.2	1279	1696	2201	2799	3481
8	2.257	220.1	485.7	812.5	1203	1665	2207	2865	3643	4531
10	2.817	274.7	606.2	1014	1502	2078	2755	3576	4547	5655
18	4.716	459.8	1015	1698	2514	3480	4612	5987	7612	9467
20	5.235	510.4	1127	1885	2790	3862	5120	6646	8449	10510

Nota; datos tomados del Manual Selmecc de Calderas. Secc. Aislamientos

Los datos contenidos en la tabla se toman para calcular las posibles pérdidas de calor en las tuberías no aisladas. Esta pérdida de calor se traduce en condensación y aire atrapado en las líneas, lo cual debe ser compensado por la caldera para mantener la demanda de calor de las áreas productivas. Así pues, cada tramo no aislado de tubería significará un consumo extra de combustible en el hogar de las calderas.

Estas pérdidas de calor se pueden cuantificar con ayuda de la siguiente tabla:

Tabla 4. Pérdidas de calor por mal aislamiento.					
Presión de vapor (psi)	Temperatura de vapor (°C)	Diferencial Térmico (°C)	Pérdida de calor (por ft ² /h en BTU)	Desperdicio de combustible por ft ² cada año en ft ³	
				BTU / 540 ft ³	BTU / 1000 ft ³
0	100	60	334	6770	3660
10	115	75	425	8620	4650
25	130	90	522	10600	5720
50	150	110	644	13060	7050
75	160	120	737	14950	8080
100	170	130	820	16630	8980
150	180	145	960	19470	10510
200	190	155	1079	21880	11820
250	205	170	1184	24010	12960

Nota; datos tomados del Manual del Ingeniero Químico. Ver bibliografía

La tabla anterior considera que la temperatura ambiente promedio sea de 21°C Y que el combustible usado sea gas natural, de dos diferentes poderes calóricos.

2.2.8

El siguiente paso en el desarrollo de la ingeniería básica fue la generación del **DTI del proceso**. Este documento está disponible en la sección de apéndices.

La teoría de operación de las calderas es simple, una masa de agua determinada se calienta hasta producir vapor, a una presión mayor a la atmosférica, con lo cual se incrementa la capacidad de calor latente del mismo. Esa energía de calor latente puede posteriormente ser cedida a otro equipo para calentarlo. La forma de operar una caldera y el conjunto de sus partes se detallan más adelante en este mismo trabajo en la parte del Manual STPS.

La parte complicada de la operación de la caldera es su control y la comunicación que debe mantener con el cuarto de control y que es un área difícil para los ingenieros químicos en particular, por ello, sólo se describe a continuación cómo se logró la comunicación y bajo qué estándares se trabajó junto con la gente de instrumentación.

Primeramente se considero usar un tablero de control basado en PLC con tecnología escalable y comunicación a puertos tipo red de 10 Mbits por segundo, para contar con información en tiempo real. Además se instaló una pantalla de monitores y control policromática sensible al tacto donde se observan gráficos del proceso y estado de operación de cada uno de los elementos que intervienen en el funcionamiento de cada sistema. Se instaló una pantalla tipo Panel View en el tablero del equipo para facilitar la operación local y la indicación de operación y control en campo.

El PLC que se instaló fue de la marca Allen Bradley con comunicación DH+ y ETHERNET para garantizar compatibilidad con sistemas supervisórios. El diseño del tablero de control se realizó con máxima seguridad usando software con lógica de escalera y respaldado por contactos duros para garantizar el correcto funcionamiento de cada sistema.

Este PLC cubre a las dos calderas actuales, aunque puede cubrir sin problemas otras dos para necesidades futuras. Se usaron controles de flama de Fireye de la serie Flame Works de tipo modular y que cada módulo tiene capacidad para dos sensores de flama, el sensor vera la flama tanto del piloto como del quemador principal. Se utilizan sensores de flama de tipo fotocelda ultravioleta que son ideales para gas natural o LP. Las fotoceldas cuentan con la función de autochequeo y su diseño modular de tipo enchufe permite el reemplazo de parte de manera muy sencilla y rápida en caso de daño a un amplificador o fuente. El sistema de manejo de quemadores propuesto fue diseñado para controlar y monitorear todas las señales de permisivo y límites de seguridad para realizar las secuencias de arranque y paro de cada quemador. El sistema está basado en la filosofía de operación semiautomática que puede permitir encender y apagar cada uno de los quemadores en forma remota y totalmente independiente uno de otro, además de poder seleccionar el cambio de combustible en operación. Para el caso de calderas duales. La operación semiautomática del sistema permite restablecer el sistema de forma fácil y segura cuando existe falla por corriente eléctrica o falta de combustible.

La mayor ventaja de este tipo de control de quemadores es el diagnóstico detallado y la capacidad de comprensión de las alarmas. La pantalla Panel View ha sido diseñada para ayudar a identificar y localizar las fallas del sistema, provee mensajes de alarma y causas que lo originan, indica las causas cuando se atente contra el sistema, restringiendo las acciones del operador e identifica cualquier falla de los equipos de control final. Para ello usa válvulas con micro posicionadores que corroboran que la operación realmente ha ocurrido cuando se ha requerido por el sistema. Además se incluyo un medidor de presión de vapor en el cabezal de vapor para poder determinar cuando se requiera el encendido de una caldera extra, de esta manera se puede operar una caldera de respaldo precalentada y presurizada para operar en caso casi inmediato en cuanto se registre una baja de presión en el cabezal. Con este medidor, se logró eficientar la

operación de las calderas haciendo operar sólo una caldera a diferentes aberturas de combustible según la demanda. También se puede mandar encender anticipadamente otra caldera para respaldo en el arranque de la planta o bien para horas pico de producción. Además el PLC realizará la cuenta de tiempo de operación de cada caldera indicando oportunamente los tiempos para mantenimiento preventivo que se requerirán.

En cuanto al hardware del sistema se consideró un tablero de control **NEMA 4** para montaje del PLC, módulos de entradas y salidas y componentes de control relacionado. El gabinete además tiene tres transformadores, uno para el control, otro para el PLC y uno más para el alumbrado interior y alimentación de energía a PC. En la puerta se instaló el Panel View y una ventana de visualización a PLC y mesa para computadora Lap Top para programación y mantenimiento. Además se puso un alumbrado interno con ventilador de extracción tipo filtro y pintura epóxica.

En la pantalla del Panel View se cuenta con una combinación de dibujos y símbolos para representar el proceso y textos para describir el estado actual de los equipos de campo, el Panel View representa la información en tiempo real al operador de forma clara y concisa. Así el operador es mantenido al tanto de todas las alarmas del sistema conforme se vayan presentando, así como la tabulación histórica del sistema de alarmas mediante una pantalla del estado de alarmas y ventanas de alarmas.

El equipo de detección de flama se montó con monitor y control de la serie Flame Work de tipo modular para trabajar con sensores de flama tipo fotocelda para luz ultravioleta con sistema de autochequeo y con indicación del estado de operación por leds. Cada amplificador acepta hasta dos sensores, que son totalmente independientes uno del otro, cada amplificador cuenta con dos relevadores de flama para indicar la presencia o ausencia de flama de cada sensor, y dos salidas analógicas de 4 a 20 mA proporcionales a la intensidad de las flamas de los amplificadores en el rango ultravioleta. Un amplificador será utilizado para dos quemadores, el segundo amplificador contará con un canal libre para futuras ampliaciones, o en caso de falla podrá utilizarse como amplificador redundante con acción automáticas comandada por el PLC. Además, cada sensor de flama fue provisto con enchaquetamiento de montaje y entrada de aire para enfriamiento.

El equipo de campo adicional que se instaló fueron 3 sensores de flama tipo fotocelda ultravioleta con funciones de autochequeo marca Fireye y el control del quemador combinado con el control de la combustión ofrece las siguientes características:

- Una plataforma de hardware común simplificando la detección de fallas, bajo mantenimiento y rápido aprendizaje del sistema por operadores nuevos, pocas partes de repuesto e inventario de refacciones.
- Software de programación común utilizado para los programas de aplicación, simplificando cambios a la lógica del programa en el futuro.
- Terminal de operador centralizada para interactuar con el sistema, incrementando la eficiencia del operador y simplificando el arranque de la caldera después de falla eléctrica.
- PLC como control central.
- Módulos de entradas y salidas multicanales y rack de expansión con espacios libres que permiten bajo costo de expansión

El plano de localización de la planta, dónde se puede ver la localización actual de las calderas dentro de la planta se puede ver en la sección de apéndices.

2.2.9

La instalación de equipos en HENKEL MEXICANA procedentes de Novamax y el equipo desareador nuevo comprado a Selmec obedeció a los tiempos marcados en la carta de Gantt

La participación personal en esta etapa del proyecto fue constante pero de poca demanda en cuanto a horas de escritorio; principalmente estuve encargado de corroborar las cantidades de materiales de construcción utilizados en la fabricación de las dalas de cimentación. De verificar que las conexiones a servicios quedaran habilitadas de forma correcta y en lugares adecuado para su futura interconexión. Incluso en algunas ocasiones me involucraron en la contabilidad de horas extras de los trabajadores y en la supervisión de las actividades en días no hábiles como sábados y domingos.

En términos generales, estas actividades fueron realizadas por los contratistas y de hecho mi participación fue como supervisor.

2.2.10

La habilitación de las líneas de retorno de condensado fue una actividad particularmente educativa para mí. Personalmente se brindó asesoría para la instalación de las trampas de vapor y las omegas de amortiguamiento térmico y durante mucho tiempo siempre estuve presente en los procesos de soldadura y montaje de líneas.

Fue durante esta etapa del proyecto cuando mi acercamiento con los contratistas fue mayor y pude aprender muchísimas cosas que no conocí durante la carrera y que son igualmente importantes para un ingeniero de campo.

Cómo identificar una buena o mala soldadura, cómo montar líneas de servicio en alturas, que peligros hay en el manejo de herramientas pesadas y hasta la forma correcta de alinear tuberías en tramos largos; son sólo algunos ejemplos de las cosas que aprendí de la gente que hace al final el trabajo físico.

La asesoría de instalación de las trampas de vapor y el aislamiento térmico fue mínima ya que anteriormente se les entregó a los contratistas un documento de recomendaciones técnicas que se basó; como anteriormente se menciona en la selección y especificación de equipo. (Vea la parte de ingeniería básica de este mismo trabajo).

2.2.11

La conexión de las líneas de condensado al tanque desareador se hizo una vez que el tanque desareador se ubicó adecuadamente y que las líneas de retorno se hubieron terminado totalmente. Durante esta actividad se debió poner especial cuidado de alimentar adecuadamente el tanque desareador y además se instaló una serie de válvulas de purga que permiten extraer muestras de agua de cada una de las zonas de retorno de condensado. Este muestreo debe ser hecho periódicamente cada 24 horas para determinar el estado de la tubería y alguna posible contaminación o intercambio del condensado con los equipos de calentamiento.

Fue muy valioso para mí el poder efectuar estas mediciones de condensados y utilizar mi formación académica en química analítica, ya que los métodos de evaluación de condensados involucran titulaciones y reactivos grado analítico.

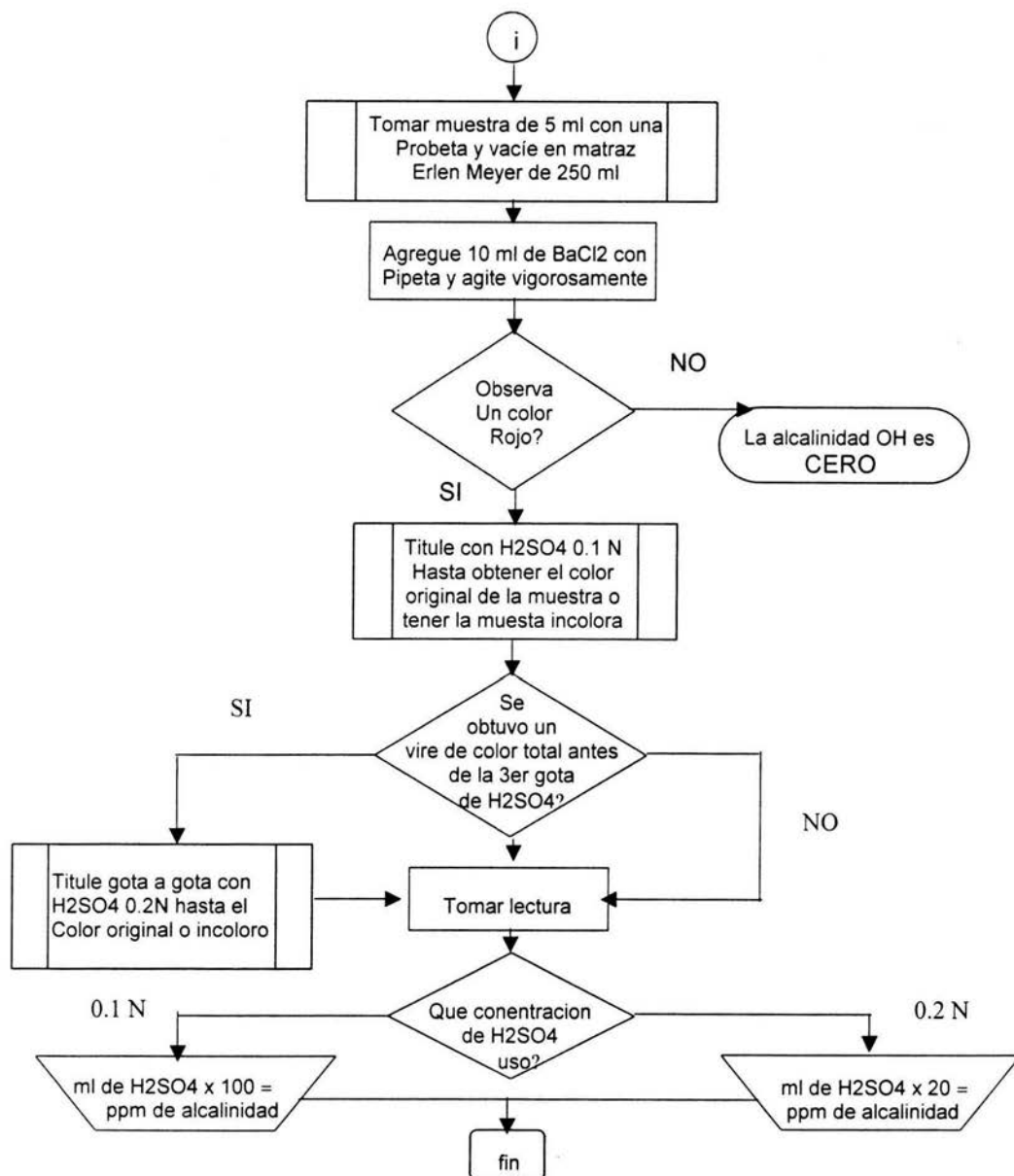
Además de recibir instrucción especializada sobre cómo evaluar la calidad de los condensados, participé desarrollando algunos diagramas de flujo sobre cómo evaluar las diferentes características del condensado. Con estos diagramas fáciles de entender y de visualizar; los fogoneros pueden tomar decisiones rápidas y sin errores sobre la calidad de los condensados.

Es importante mencionar que alimentar condensados altos en sales o con conductividades fuera de rango puede ocasionar deposiciones en los tubos de las calderas y a la larga hasta pueden ser causa de un accidente grave, de ahí la gran importancia de efectuar determinaciones confiables y rápidas.

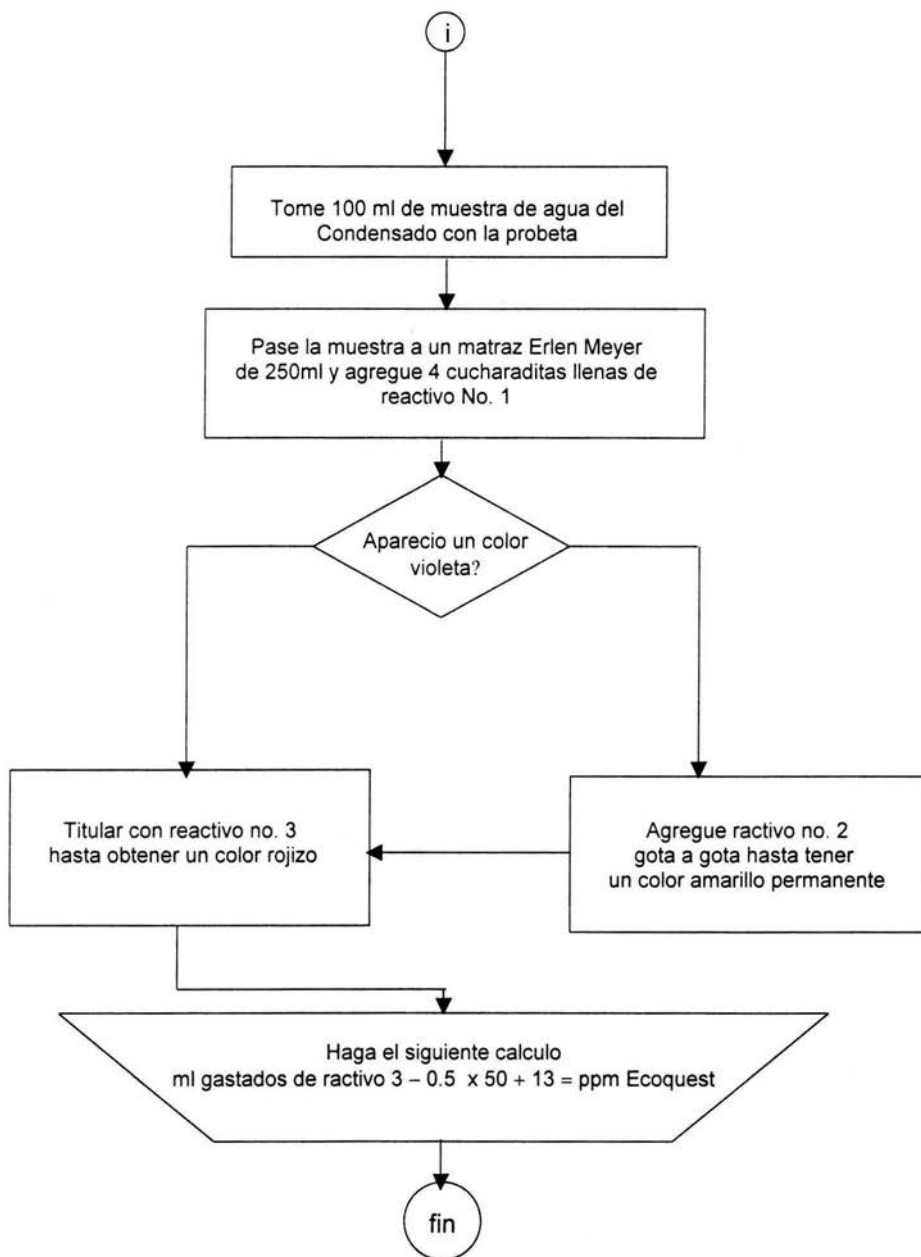
A continuación se describen los métodos de prueba y los valores permisibles para el agua de condensado que se puede alimentar a una caldera en operación:

Tabla 5. Parámetros permitidos en el agua de condensado a calderas.			
Parámetro	Límites	Posible efecto	Forma de control
Cloruros	5.5 ciclos de concentración	Precipitación de sales en el seno líquido de la caldera.	Purga de fondo de caldera.
Ecoquest HT	50-80 ppm	Mala protección contra incrustaciones de sarro.	Ecoplus 715
Alcalinidad OH-	300-375 ppm	Precipitación de sales de sílice.	Agregue NaOH
Sílice	150 ppm como máximo	Incrustaciones en tubos de evaporación.	Purga de fondo
PH	10.5 a 11.5	Bajo PH provoca corrosión ácida y un alto pH provoca corrosión caustica.	Sosa y/o Purga de fondo
Sulfitos	30 a 50 ppm	Baja cantidad de sulfito permite la presencia de oxígeno libre que es altamente corrosivo a los metales.	Ecosite R-2

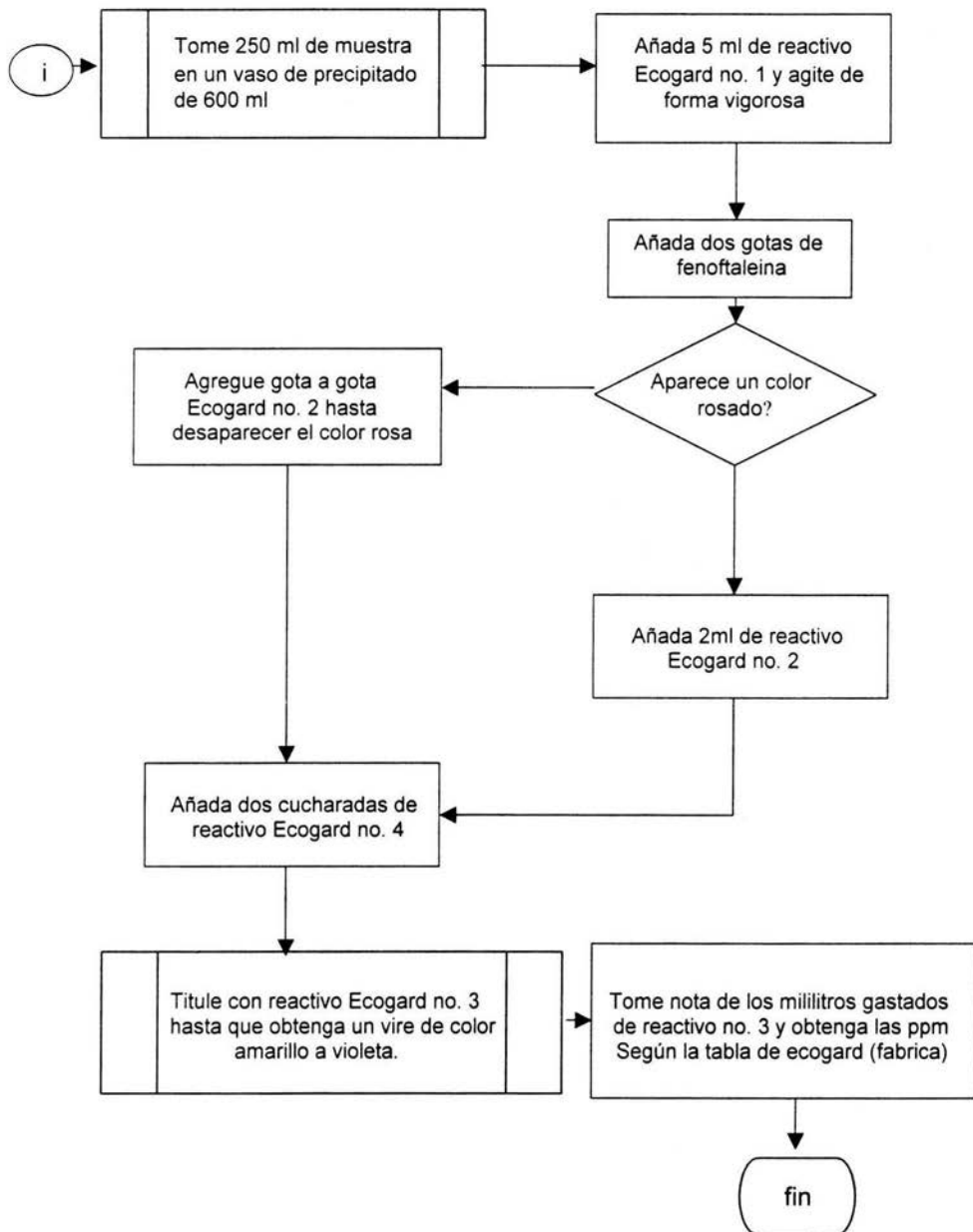
MÉTODO PARA DETERMINAR ALCALINIDAD OH



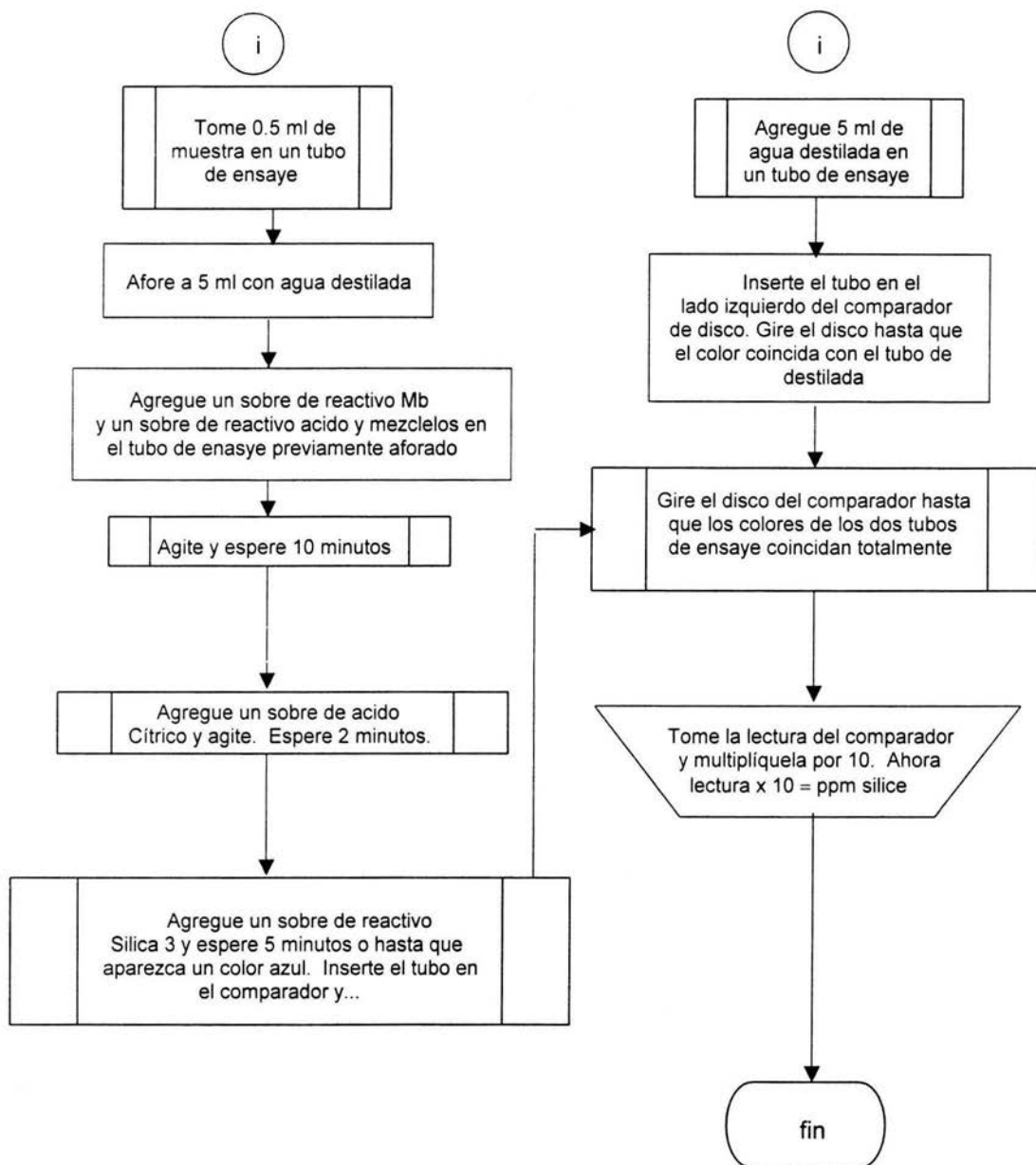
METODO PARA DETERMINAR FOSFATOS (ECOQUEST)



METODO PARA DETERMINAR ECOGARD



METODO PARA DETERMINAR CONTENIDO DE SILICE



2.2.12

Una vez que el tanque desareador fue conectado adecuadamente, se **interconectaron las dos nuevas calderas al cabezal principal de vapor**. Durante el proceso sólo se debió supervisar a las compañías contratistas que hicieron el trabajo y se dio asesoría en el funcionamiento y montaje de las válvulas de 8 in de tipo compuerta que se instalaron a la salida del cabezal y que funcionarán como válvulas de segregación de cada caldera.

El arranque de todos los equipos ocurrió un sábado a las 6:00 am un fin de semana largo que coincidió con un Lunes feriado y que nos permitió tener un total de 3 días para la puesta en marcha general y la reparación inmediata de cualquier anomalía.

Quiero explayarme un poco en este punto y mencionar que es una de las actividades de más excitantes de todo el proyecto, fue cuando realmente se pasó de la teoría y de los cálculos a la demostración práctica y funcional. Se sentía un nerviosismo muy especial y al mismo tiempo una alegría contenida por la confianza de que todo saldría bien. Cuando se pusieron a llenar de agua por vez primera las calderas todo comenzó y no paramos sino hasta el Domingo a las 8:00 pm que fue cuando todos los sistemas funcionaron correctamente y el sistema de retorno de condensados demostró su efectividad y su ahorro de agua.

Creo que el único error grave que se cometió fue el dejar una camisola y un pantalón dentro del tanque desareador que luego de unas horas de funcionamiento del mismo tanque, tapó la salida principal de alimentación a calderas y fue necesario parar el equipo, desmontar un tramo de tubería y hacer la reparación en ese mismo momento.

Como ya se mencionó anteriormente, la ayuda del personal de mantenimiento y contratistas; no sólo fue enriquecedora, sino que en muchos casos fue vital y gracias a ellos se logró la terminación del proyecto en el tiempo y con el dinero fijado desde el principio. Esto me llevó a hacer una reflexión al final del proyecto: la mayoría de los problemas de un ingeniero químico no son técnicos, sino de relaciones humanas, y además los problemas técnicos siempre tienen soluciones concretas y alcanzables mientras que los humanos no.

2.2.13

La elaboración de los manuales oficiales sobre uso y manejo de las Calderas fue una tarea totalmente delegada en mí. Me basé en las normas oficiales mexicanas aplicables: NOM-122-STPS-1998; Manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento del equipo y accesorios de seguridad NOM-122-STPS-1996 y en los reglamentos internos de seguridad de HENKEL MEXICANA, dicho manual fue elaborado por mí y puedo proporcionar copias a quien esté interesado.

2.3 PROBLEMAS ENFRENTADOS Y SOLUCIONES PROPUESTAS

Durante el proyecto, fueron muchos los problemas y contratiempos que se presentaron; la mayoría no técnicos o del equipo. La mayoría fueron relacionados con la gente, mismos que por cierto son los más tardados y difíciles de resolver. No obstante, se mencionan sólo los técnicos:

Problema: Las diferentes compañías contratistas se acusaban unas a otras de ensuciar o de dejar sin término algunos detalles de las obras.

Solución: Se obligó a cada compañía contratista a nombrar un supervisor en cada cuadrilla de trabajo que se encargara de recoger toda la basura y cuidar los detalles de obra.

Problema: Debido a la no existencia de líneas de condensado anteriores, los racks de paso estaban saturados sin espacio para más líneas.

Solución: Se debieron construir ménsulas laterales en los racks de paso para permitir el paso de las nuevas líneas de condensados, además se construyeron tubos verticales con salidas a 20 cm del piso para el desfogue de las trampas de vapor.

Problema: Justo cuando se inició la fase final de pruebas en todos los equipos se bloqueó el suministro de agua a las calderas; aún cuando las bombas funcionaban adecuadamente, y el nivel de agua en el tanque deareador era suficiente.

Solución: Luego de revisar el tanque desde la entrada de hombre y no detectar nada anormal, se desmontó la tubería de alimentación a bombas de alta presión. Se perdieron algunos metros de tubería de 4 in pero se encontró una camisola y un pantalón de trabajo que alguien dejó dentro del tanque cuando se hicieron los trabajos de montaje e interconexión a líneas de condensado

Problema: Una vez terminado el proyecto, los condensados no re usables en caldera por sus ciclos de concentración debían ser eliminados al drenaje. Sin embargo, no se había considerado una tubería que conectara con el drenaje.

Solución: Se mandaron a un tanque de almacenamiento temporal que se encontró disponible en la chatarra y se usaron como agua de riego en las áreas verdes de la planta.

Problema: Terminado el proyecto y ya funcionando el equipo, la dirección pidió que se le informara sobre el costo de los servicios en la planta y el ahorro comparativo con el pasado.

Solución: Se logró calcular el costo de los servicios con ayuda de mi jefe el Ing. Marco A. Silva, las fórmulas y método de cálculo se mencionan a continuación, no se pueden incluir datos reales por respeto a las políticas de confidencialidad de la empresa.

Cálculo del costo de agua dura (Agua de Pozo):

$$Ce = 1/L [I + CbF/108 + M + 21.17 So] + 7.53 \times 10^{-4} E$$

Considerando una bomba de 45 HP nominales y Q= 1000 lpm.

Donde:

- Ce Costo de extracción por litro en el mes considerado
- L Litros extraídos en el mes considerado
- I Pago de impuesto por extracción en el mes considerado
- Cb Costo de adquisición del equipo
- F Inflación acumulada desde la adquisición del equipo hasta el mes considerado (es cero si ya pasaron nueve años)
- M Costo de mantenimiento en el mes considerado (3% del valor real del equipo)
- E Costo de los kwh consumidos por el equipo en el mes considerado
- So Sueldo del fogonero por hora

Amortización del equipo por mes = $Cb \times F / 108 L$

Costo de mantenimiento = M/L

Costo de energía eléctrica de la bomba = $7.53 \times 10^{-4} E$

Costo del operador = $21.17 So/L$

Se debe considerar CbF como el costo al valor presente.

Cálculo del agua desmineralizada:

$$C_{tr} = C_e + (C_t F / 108 L) + 0.00177 C + 0.00047 Na + 0.0002 S_f + 15.61 \times 10^{-4} E + M / L + (30 C_z / 36) \times 1.7 \times 10^6$$

Donde:

- Ct Costo total de adquisición de todo el equipo
- F Inflación acumulada desde la adquisición del equipo hasta el mes considerado
- Na Costo por kilogramo de sal química
- Sf Costo por kilogramo de sulfato ferroso
- L Litros de agua tratados en el mes considerado
- M Costo del mantenimiento en el mes considerado
- E Costo de KWH en el mes considerado
- Cz Costo de adquisición de la resina en el mes considerado (ft3 de anión)

Nota: Las zeolitas tienen una vida útil de 3 años tratando un caudal de 20 000 metros cúbicos al año de agua.

Un consumo promedio de reactivos es

155 kg de sal química por 87.4 m3 de agua y 18 kg de FeSO4 por los mismos metro cúbicos.

Costo por kilogramo de vapor producido:

$$C_v = C_{tr} + C_d / V + C_f / v + C_{tf} / 108 v + M / V + 0.075 G + 8442.9 E / V$$

Donde:

- Cv Costo por kilogramo de vapor producido
- Ctr Costo por kilogramo de agua tratada
- Cd Costo del desincrustrante utilizado en el mes considerado
- V Kilogramos de agua tratada consumidos en el mes considerado
- Cf Salario mensual más prestaciones de los fogoneros involucrados en el mes
- Ct Costo de adquisición del equipo
- F Inflación acumulada desde la adquisición del equipo hasta el mes considerado. Considere cero si han pasado 9 años
- M Costo de mantenimiento en el mes considerado
- E Costo de los kwh consumidos en el mes
- G Costo por m3 de gas natural consumido en el mes considerado

2.4 RESULTADOS. ¿QUE CAMBIÓ AL FINAL DEL PROYECTO?

Al término del proyecto, luego de que todo funcionó bien el primer día en que entraron en operación las nuevas calderas se observaron los siguientes cambios benéficos:

- Ahora se trabaja con un solo equipo en lugar de los cuatro que antes se mantenían operando.
- Se mantiene un equipo de respaldo con la suficiente capacidad.
- Se ahorra combustible al operar eficientemente un solo equipo.
- Se dispone ahora de una red de retorno de condensados, lo que genera ahorros en agua y combustible.
- El retorno de condensados permite precalentar agua y evita choques térmicos dentro de la caldera.
- No se tira el condensado pesado al drenaje y ahora se usa para regar las áreas verdes.
- El adecuado montaje y selección de las trampas de vapor permite calentar más rápido los equipos con menos vapor.
- Se generaron planos actuales de las redes de distribución de vapor y retorno de condensados.
- Se instaló un sistema confiable y moderno de control de calderas basado en tecnología de PLC
- La funcionalidad del sistema de PLC permite una operación remota desde el cuarto de control o una operación en campo con un password de seguridad.
- Tener dos equipos capaces y funcionales permite programar adecuadamente los períodos de mantenimiento.
- Se tiene una perfecta idea del costo de servicios relacionados con la producción de vapor y su impacto en el costo final del producto a vender.

CAPÍTULO TRES

3.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO.

Primeramente, mencionaré algunas cosas de las que aprendí gracias a este proyecto; creo que lo más importante fue el realmente involucrarme a fondo en el estudio del comportamiento del vapor, muchas veces pensamos en el vapor como una parte complementaria de los procesos y no le damos la verdadera importancia que merece. Como se ha visto a lo largo de este trabajo, el vapor no sólo calienta los procesos sino que además puede generar grandes gastos de combustible en las calderas y un mal manejo de este fluido puede ocasionar accidentes graves. Eso sin mencionar la contaminación al medio ambiente que produce una caldera mal afinada o con problemas de desperdicio de combustible.

El poder calcular la energía que un cierto proceso necesita para calentarse o para iniciar una reacción y luego transformarla en kilogramos de vapor para poder pensar en el tamaño del equipo de generación que se necesitará fue algo que me hizo sentir orgulloso de mi profesión y además útil a la empresa en que laboro. En esta etapa fue cuando sentí que mi formación académica me permitió el buen manejo de las tablas de vapor y las fórmulas de calor sensible y latente entre otras, para demostrar que la UNAM es una institución formadora.

Así como aprendí del vapor y sus beneficios, también aprendí sobre calderas. Estos equipos son grandes moles de acero que pueden manejar presiones internas formidables y que mal manejadas son un peligro mortal. Las hay de tubos de humo o de tubos de agua y sus diferencias en el diseño constituyen toda una rama de la ingeniería. Las calderas siempre están rodeadas de equipos auxiliares que son igualmente fascinantes como las bombas de alta presión y de pasos múltiples que pueden alimentar agua al interior de la caldera venciendo la presión interna de la caldera. Igual de fascinantes son las válvulas de seguridad que deben cumplir con requisitos oficiales mencionados por la STPS y que pueden ser la salvación o la tragedia en caso de un mal funcionamiento de una caldera.

También hay mucho que decir acerca del tanque deareador de condensados que se instaló en este proyecto, el funcionamiento del tanque y el comportamiento del vapor dentro del mismo es realmente sorprendente y eficiente. Es una mezcla de ingeniería de transferencia de masa con química analítica. Durante mi estancia en la facultad jamás pensé que fuera tan necesaria una evaluación analítica para mantener en buen estado las calderas; más aún para proteger las líneas de suministro de vapor y retorno de condensados.

En cuanto a las líneas de alimentación de vapor y retorno de condensados, se aprendió que esos pequeños equipos que sirven de enlace entre una y otra, son verdaderos alardes de ingeniería y aunque son pequeños; su función es vital en para el buen funcionamiento de todo el sistema. Separando el vapor del condensado y purgando eficientemente el aire atrapado en las líneas para evitar la acción corrosiva del oxígeno y el golpe de ariete. Como ya se mencionó, hablamos de las trampas de vapor, cuya adecuada selección es motivo de todo un capítulo en la ingeniería y además ocupa totalmente a varias compañías que cada día diseñan mejores equipos para ahorrar combustible y eficientar el calentamiento de los equipos.

Es muy importante mencionar que el aprendizaje mencionado líneas arriba complementó de una forma extraordinaria mi formación académica universitaria y me hizo sentir feliz de haber seleccionado la carrera de ingeniería química. Solo en una parte del proyecto tuve que aprender sin bases académicas pero con el apoyo de los colegas instrumentistas: El montaje del sistema de control con PLC. Si bien en esta actividad no tuve antecedentes teóricos, quiero mencionar que fue muy fácil para mí entender el funcionamiento y propósito del PLC ya que es una parte complementaria de los procesos de ingeniería química, por ello se incluye en el presente trabajo una sección sobre el funcionamiento de los PLC's.

No quiero terminar este trabajos sin mencionar el aprendizaje que me dejó durante este proyecto el trabajo con la gente empleada por las compañías contratistas; quienes tienen un conocimiento empírico muy valioso y que en muchas ocasiones complementa el conocimiento teórico de los ingenieros. Aprendí que de una buena relación con la gente pueden surgir muchas soluciones y propuestas que hacen que un proyecto llegue a buen término. No podría terminar de enumerar las muchas enseñanzas que obtuve de las compañías contratistas y mucho menos todos los consejos y buenas ideas que me dieron y que en gran medida me ayudaron a suplir mi falta de experiencia.

Por último quiero mencionar que así como los contratistas me enseñaron y me ayudaron en múltiples ocasiones, también aprendí a ser INGENIERO QUÍMICO de mis jefes, quienes no solamente me permitieron practicar mis conocimientos académicos, sino que además me dieron la suficiente confianza para tomar decisiones propias que incidieron directamente sobre el proyecto. De ellos aprendí que sólo puedes llegar a ser una persona importante dentro de una compañía si hay gente de calidad y de confianza dentro de tu equipo de trabajo. Vaya pues, un reconocimiento a toda esa gente que me enseñó a llevar un proyecto.

3.2 COMENTARIOS AL PROGRAMA DE ESTUDIOS ACADÉMICO

No tengo duda de que cada una de las cuarenta y siete materias que cursé durante mi formación académica fue de gran utilidad durante mi inicio en la vida profesional, de una u otra manera todas la materias tienen una participación en uno u otro momento de la vida profesional.

Encuentro particularmente importantes, para la naturaleza de este proyecto las materias de ingeniería química, como Transferencia de Calor, Transferencia de Masa, Termodinámica, Química Analítica e Ingeniería de Proyectos. Que fueron las que más recordé durante el desarrollo de todo el proyecto y que además me permitieron ganarme un poco de respeto ante la gente que por mi novatés expresaba serias dudas sobre mi capacidad.

No obstante lo beneficioso que fueron las materias que cursé durante la carrera para este proyecto y en general para mi vida profesional creo que no estaría mal que se incluyera un poco de Instrumentación y Control dentro de las asignaturas de la carrera. Creo que éste tema fue el único que realmente desconocía por completo y que me hizo sentir un poco inseguro debido a su gran importancia dentro del proyecto. Es un tema difícil y seguramente requerirá de mucho tiempo para dominarlo pero también es un tema actual y que cada vez toma más importancia en los procesos químicos. Ahora es muy frecuente que sean los PLC los que controlan los procesos y la mayoría de las empresas necesitan gente que no sólo sepa ingeniería química, sino que además se pueda entender sin dificultades con este tipo de tecnologías basadas en PLC.

APÉNDICE.

PLANO 1, UBICACIÓN DE CALDERAS EN PLANTA

PLANO 2, RED DE TUBERÍA DE VAPOR EN PLANTA

PLANO 3, RED DE TUBERÍA DE CONDENSADOS EN PLANTA

DIAGRAMA 1, TÍPICO DE INSTALACION DE UNA CALDERA

CURVA DE ALTA PRESIÓN DE UNA BOMBA DE ALIMENTACION A CALDERAS

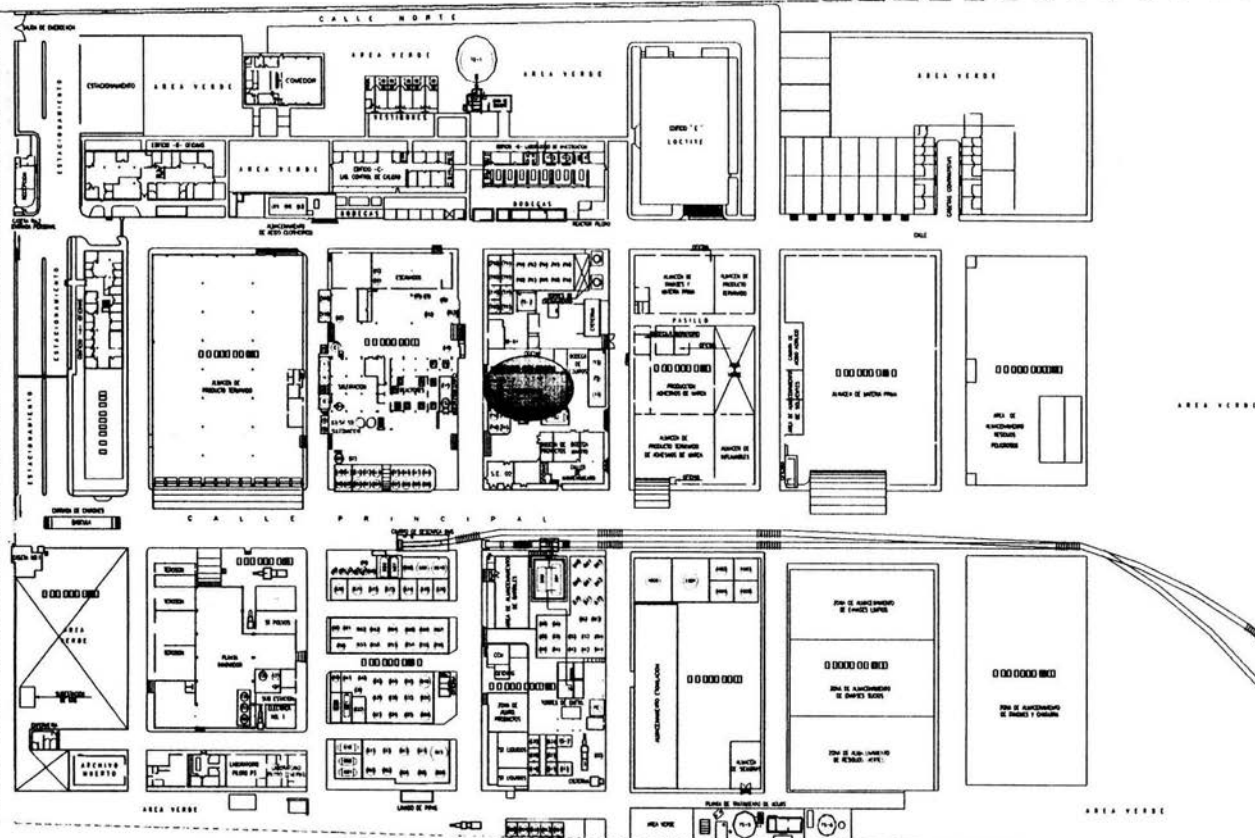
CARTA DE GANTT

APROBACIÓN OFICIAL DE LA STPS DE MANUALES DE OPERACIÓN

REPORTE TÍPICO DE LA CONCENTRACIÓN DE AGUA DE UNA CALDERA

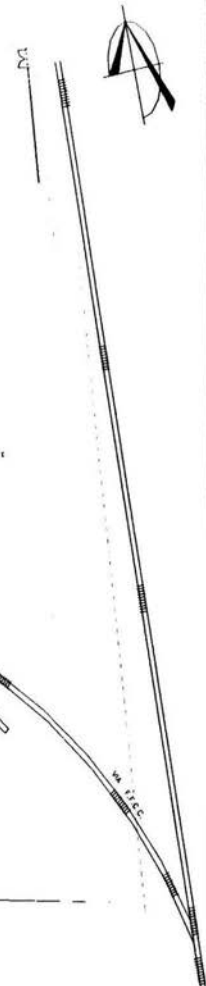
ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

003234



Ubicación de Calderas en Planta

Plano 1				PLANO GENERAL UBICACION DE AREAS			
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA	PLANO DE REFERENCIA
003234				003234			



Plano 3

[illegible]

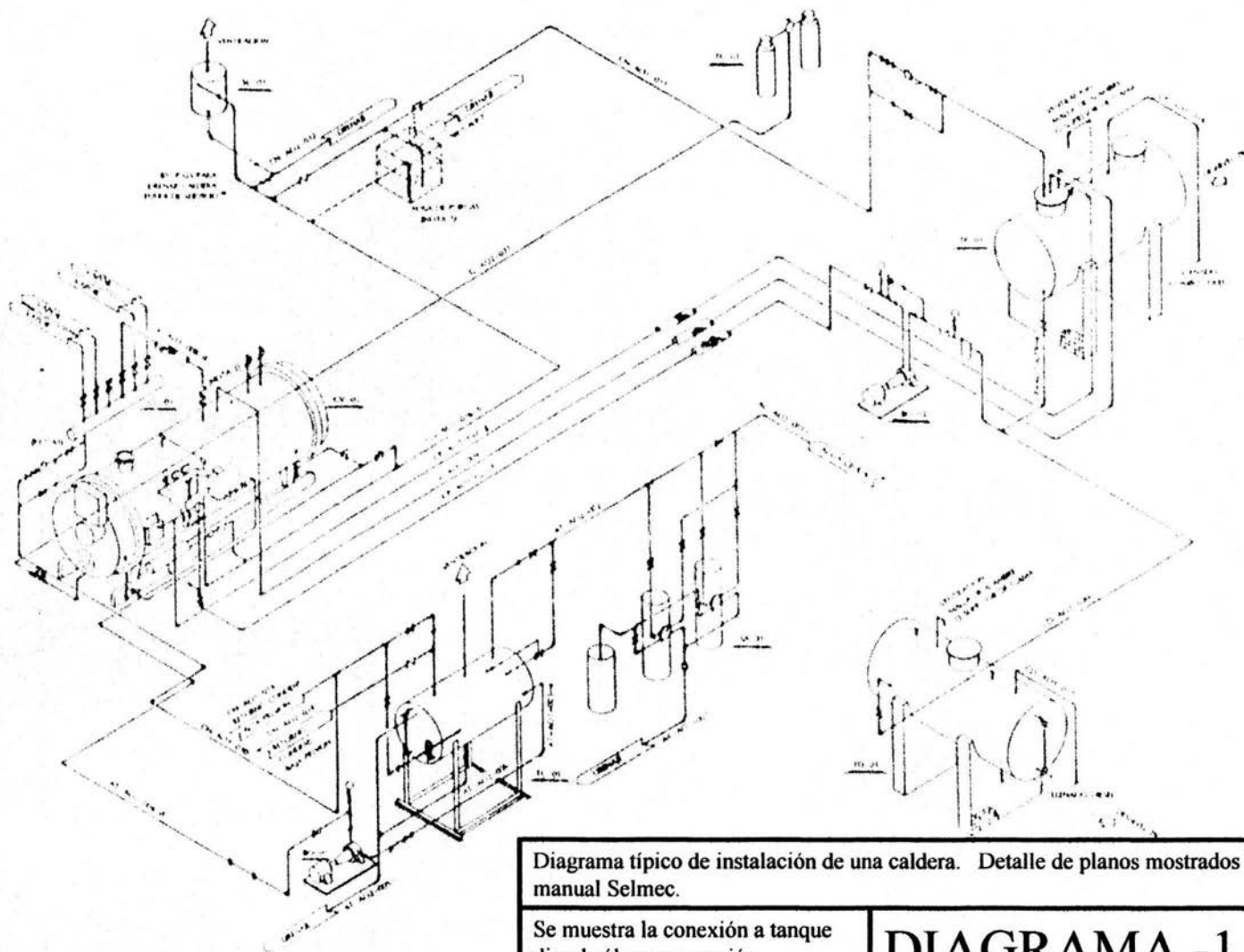
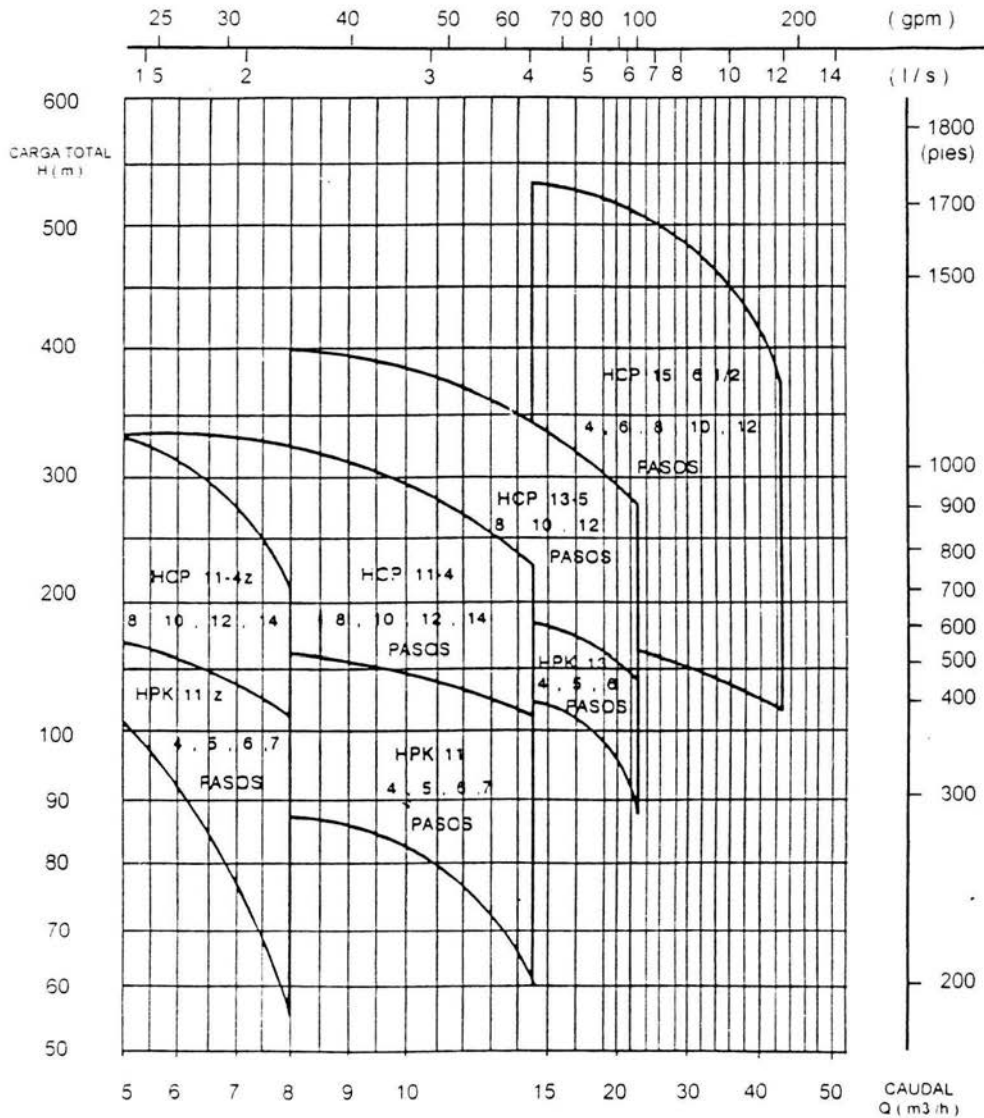


Diagrama típico de instalación de una caldera. Detalle de planos mostrados en manual Selmec.

Se muestra la conexión a tanque diesel sólo como opción.

DIAGRAMA -1

n = 3550 1/min



[illegible]

Proyecto: Projectocalderon Fecha: jue 06/05/04					Proyecto: Projectocalderon Fecha: jue 06/05/04					Proyecto: Projectocalderon Fecha: jue 06/05/04							
Tarea		Hito		Tareas externas		Tarea		Hito		Tareas externas		Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo		División		Resumen		Hito externo		División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite		Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite		Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	
[Montaje y puesta en marcha de calderas y sus equipos auxiliares en Henkel Mexicana SA de CV] Página 1					[Montaje y puesta en marcha de calderas y sus equipos auxiliares en Henkel Mexicana SA de CV] Página 2					[Montaje y puesta en marcha de calderas y sus equipos auxiliares en Henkel Mexicana SA de CV] Página 3							



SECRETARÍA DEL TRABAJO
Y PREVISIÓN SOCIAL

DEPENDENCIA:

DELEGACIÓN FEDERAL DEL TRABAJO
DEL DISTRITO FEDERAL
SUBDIRECCIÓN DE INSPECCIÓN

NÚMERO DE OFICIO:

153.01/2000-01-31

ASUNTO:

SE CONTESTA ESCRITO

MÉXICO, D.F., A 31 DE ENERO DEL 2000-

COGNIS MEXICANA, S.A. DE C.V.
CALZADA DE LA VIGA S/N.
FRACCIONAMIENTO LOS LAURELES
TULPETLAC, ECATEPEC MÉXICO.

ATENCIÓN ING. VICTOR ALFONSO GARCIA VARGAS.

POR MEDIO DE LA PRESENTE CERTIFICO QUE LOS MANUALES ADJUNTOS :

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN EL EQUIPO (ART. 38 RFSHMAT).

- MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO, ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD. (ART. 130 PARRAFO TERCERO DEL RFSHMAT Y NUMERAL 5.1.5 NOM-122-STPS-1996)
- PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PARTES MOVILES DEL EQUIPO. (ART. 36 DEL RFSHMAT).

CUMPLEN ESPECIFICAMENTE CON LO ESTABLECIDO POR LA NORMA NOM-122-96 EN SU PARRAFO 5.1. REFERENTE A LOS MANUALES QUE DEBERA TENER EL PATRON.

ASI MISMO DICHOS MANUALES DEBERAN ESTAR EN UN LUGAR ACCESIBLE A TODO EL PERSONAL QUE TENGA CONTACTO DIRECTO CON LOS RECIPIENTES SUJETOS A PRESION , COMO MECANICOS FOGONEROS, ETC. SIENDO RECOMENDABLE QUE LAS PERSONAS MENCIONADAS LEAN CUIDADOSAMENTE LOS MANUALES.

SIN MAS POR EL MOMENTO QUEDO A SUS ORDENES PARA CUALQUIER ACLARACIÓN AL RESPECTO.

ATENTAMENTE.

ING. JUAN CARLOS PINEDA BALCAZAR.
JEFE DE AREA DE R.S.P. Y G.V.

SECRETARÍA DEL TRABAJO
Y PREVISIÓN SOCIAL
DELEGACIÓN FEDERAL DEL TRABAJO
DEL DISTRITO FEDERAL

AL CONTESTAR ESTE OFICIO CÍTENSE
LOS DATOS CONTENIDOS EN EL CUADRO
DEL ÁNGULO SUPERIOR DERECHO




Química Ecotec, S.A. de C.V.

Av. Parque Chapultepec 66- 101 Col. El Parque
53390 Naucalpan, Edo. de México Tels. 358-92-11
Fax. 576-69-99



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

COMPANIA: HENKEL MEXICANA
UBICACION: CALZ. LA VIGA S/N ECATEPEC
REPRESENTANTE CARLOS ALVAREZ N° DE SOLICITUD: L-34-98

MUESTRA No.	1311	1312	1313	1314	1315	
FECHA DE MUESTREO	29/12/98	29/12/98	29/12/98	29/12/98	29/12/98	
DETERMINACION	cruda	D.M.	deareador	caldera	torre	
pH	8.1	10.5	10.6	12.0	9.1	
ALCALINIDAD "P" (como CaCO3)	0	30	30	610	50	
ALCALINIDAD "OH" (como CaCO3)	0	28	30	580	0	
ALCALINIDAD TOTAL (como CaCO3)	306	50	48	670	450	
DUREZA TOTAL (como CaCO3)	172	2.5	0	0	332	
DUREZA CALCIO (como CaCO3)	100	0.5	0	0	160	
DUREZA MAGNESIO (como CaCO3)	72	2.0	0	0	172	
CLORURO (como Cl)	80.94	14.2	14.2	244.24	171.82	
SULFATO (como SO4)	28	0	0	54.33	72.5	
SILICE (como SiO2)	110	28.33	18.33	633.3	170	
SULFITO (como SO3)	-	-	-	4.0	0	
FOSFATO TOTAL (como PO4)	1.78	1.56	1.65	-	3.125	
ORTOFOSFATO (como PO4)	0	0	0	7.91	1.225	
POLIFOSFATO (como PO4)	1.78	1.56	1.65	-	1.9	
SECUESTRANTE TOTAL	-	-	-	-	-	
FIERRO (como Fe)	0.05	0.125	0.1	0.125	0.1	
COBRE (como Cu)	-	-	-	-	-	
ZINC (como Zn)	-	-	-	-	-	
CONDUCTIVIDAD EN MICROMHOS	780	137.5	140	2600	1250	
SOLIDOS DISUELTOS	481.8	83.425	85	1795	821	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Tr/B	0	0	Tr/B	Me/Bg	
COLOR	incolora	incolora	incolora	blanquecina	incolora	
OLOR	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	
APARIENCIA	clara	clara	clara	lig. turbia	clara	
CICLOS DE CONCENTRACION	-	-	-	-	-	
CLAVE PARA SOLIDOS EN SLSPENSION			OBSERVACIONES: 			04/01/99
Tr - Trazas B - Blanco M - Magnetico Nm - No Magnetico E - Escaso						
Ma - Muy Abundante Ab - Abundante Me - Medio C - Cafe						
N - Negro V - Verde Bg - Beige A - Amarillo R - Rojo						
TODOS LOS RESULTADOS SE REPORTAN EN mg/l (ppm) A EXCEPCION DE LOS QUE SE INDICAN EN OTRA FORMA			JEFE DE LABORATORIO			FECHA DE ANALISIS



BIBLIOGRAFÍA

INGENIEROS DE DISEÑO SELMEC. "Manual de Calderas Selmec". Ediciones FARA. 7ma Edición, Segundo Manual. México. 1997. Capítulos I, II, III Y IV.

PERRY, ROBERT. GREEN, DON, MALONEY, JAMES. "Manual del Ingeniero Químico. McGraw Hill. 3ra Edición en español. México. 1992. Tomo I y II.

VALIENTE, ANTONIO. "Problemas de Transferencia de Calor". Limusa. Primera reimpresión. México. 1994. Capítulos I y VI.

ARMSTRONG ENGINEERING TEAM. "Steam Conservation Buidelines for Condensate Drainage". Armstrong. USA. 1994.

ARMSTRONG ENGINEERING TEAM . "Steam Traps". Armstrong. USA. 1995.
GLEEN, HAN. "Get the Most Out of Steam". Chemical Engineering Magazine. Enero, 1994. USA. pp 80-85.

NOM-122-STPS-1996, Normas Oficiales Mexicanas. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México. 1996. Artículos 36 y 130.