



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DEL CENTRO DE VERACRUZ



Reporte Final de Estadía

Carlos Ignacio Ordinola Camacho

Funcionamiento y Partes de una caldera



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa

Central Potrero S.A de C.V

Nombre del proyecto

Funcionamiento y Partes de una Caldera

Presenta

Carlos Ignacio Ordinola Camacho

Cuitláhuac, Ver., a 12° de abril de 2018.

2



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial

Ing. Carlos Alberto Marín Martínez

Nombre del Asesor Académico

Ing. Dorian García Colohua

Jefe de Carrera

Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno

Carlos Ignacio Ordinola Camacho

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Blanca Oliva Camacho Jiménez y Carlos Ordinola Lara por todos los consejos dados a lo largo de la carrera, los cuales me impulsaron a salir a delante y nunca darme por vencido agradezco todo lo que me han dado durante toda mi vida, por ayudarme desde pequeño a superarme por medio del deporte el cual me encamino a lograr grandes metas y conocer grandes amistades que siempre formaran parte de mi vida.

A mi tía Ana María Ordinola Lara y mi abuela Flora Lara Rendón agradezco el apoyo incondicional que siempre me a demostrado a lo largo de mi carrera, tanto económica como moralmente.

A mis asesores industriales los ingenieros Carlos Alberto Marín y José Luis Rodríguez por trasmitirme experiencias vividas en el campo laboral y brindarme la oportunidad de laborar a su lado a lo largo de estos cuatro meses, les agradezco la atención prestada, así como todos los consejos que me dieron para la redacción de este documento.

A mi asesor industrial el ingeniero Dorian García c. por el apoyo brindado en la redacción del documento, su apoyó en clases y las enseñanzas a lo largo de las asignaturas que el imparte.

RESUMEN

En la empresa Ingenio Central el Potrero S.A de C.V, se produce azúcar refinada de alta calidad para la industria alimenticia, farmacéutica. Central el Potrero es un ingenio que cuenta con cinco calderas bagaceras en funcionamiento produciendo vapor para la alimentación de muchas áreas viviéndose un ingenio cerca de ser autosustentable por la cantidad de maquinaria que trabaja por medio de la alimentación de vapor, por ello el área de calderas se vuelve muy importante para la realización del proceso.

La redacción del siguiente documento muestra las partes y el funcionamiento de una caldera acuatubular las cuales son utilizadas en el área, brindar al personal un apoyo al momento de realizar sus labores de mantenimiento u operación.

Se buscará la capacitación del personal del área para mejorar su desempeño una vez que el documento sea aprobado, debido a las múltiples remodelaciones que han surgido en el área, la innovación de la infraestructura, la llegada de nuevo personal con poca experiencia y diferentes antigüedades a el área.

Al describir las partes internas y externas se busca una mejor comprensión por parte del personal de los tres turnos, sobre la importancia de ciertos componentes que forman parte de las calderas, la prioridad e importancia que se le debe de brindar a ciertos componentes y su funcionamiento.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Estado del Arte	9
1.2 Planteamiento del Problema.....	10
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivos Específicos.....	11
1.4 Definición de Variables.....	11
1.5 Hipótesis	12
1.6 Justificación del Proyecto.....	12
1.7 Alcances.....	13
Limitaciones	13
1.8 La Empresa	14
1.8.1 Localización.....	14
1.8.2 Historia.....	15
1.8.3 Misión.....	17
1.8.4 Visión.....	17
1.8.5 Valores y principios.....	17
1.8.6 Proceso.....	18
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	19
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	30
Clasificación de calderas	30
1.1 ¿Qué es una caldera?	30
1.2 Calderas Acuatubulares	30

1.3 Calderas pirotubulares.....	33
Descripción de las Calderas Bagaceras Utilizadas en el Proceso	33
Partes de una Caldera Bagacera	33
<i>Domo de Vapor.....</i>	<i>33</i>
<i>Separador de Vapor.....</i>	<i>34</i>
<i>Domo de Agua.....</i>	<i>34</i>
<i>Precalentador de Aire</i>	<i>35</i>
<i>Hogar de la Caldera.....</i>	<i>36</i>
<i>Sopladores de Hollín.....</i>	<i>37</i>
<i>Tubos Descendentes.....</i>	<i>38</i>
<i>Tubos Ascendentes</i>	<i>38</i>
<i>Sobrecalentador de Vapor.....</i>	<i>38</i>
<i>Superficie de Calefacción</i>	<i>39</i>
<i>Parrillas.....</i>	<i>40</i>
<i>Ceniceros.....</i>	<i>41</i>
<i>Plenum.....</i>	<i>42</i>
<i>Mampostería.....</i>	<i>42</i>
<i>Purgas.....</i>	<i>43</i>
<i>Economizador.....</i>	<i>44</i>
<i>Quemadores</i>	<i>45</i>
<i>Alimentadores de Bagazo.....</i>	<i>47</i>
<i>Transportadores Helicoidales.....</i>	<i>49</i>
<i>Chimenea</i>	<i>50</i>
<i>Ventilador Toberas.....</i>	<i>51</i>
<i>Ventilador Esparcidor</i>	<i>52</i>
<i>Ventilador de Aire Fluidizado.....</i>	<i>53</i>

<i>Tiro Forzado</i>	53
<i>Tiro Inducido</i>	55
<i>Válvula de Seguridad</i>	56
<i>Válvula Check</i>	57
<i>Grifos o Válvulas de Prueba</i>	58
<i>Indicadores de Nivel de Agua Cristales</i>	58
<i>Trampa de Vapor</i>	61
<i>Conductores de Bagazo</i>	62
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	64
4.1 <i>Resultados</i>	64
4.2 <i>Trabajos Futuro</i>	64
4.3 <i>Recomendaciones</i>	65
4. <i>Conclusiones</i>	65
ANEXOS	66
BIBLIOGRAFÍA	80
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1.1 Vista Aérea del Ingenio Central el Potrero S.A de C.V.</i>	14
<i>Ilustración 2 Imagen en donde se muestra la ubicación del Ingenio Central el Potrero S.A de C.V.</i>	15
<i>Ilustración 3 Calderas acuatubulares.</i>	31
<i>Ilustración 4 Domo de vapor de una caldera.</i>	34
<i>Ilustración 5 Diagramas del precalentador de aire.</i>	35
<i>Ilustración 6 Compuertas de los hornos de las calderas 11 y 12,</i>	37
<i>Ilustración 7 Puertas del horno de la caldera N°15.</i>	40
<i>Ilustración 8 Se muestran las puertas de los hornos de la caldera 14,</i>	42
<i>Ilustración 9 Purga de una caldera.</i>	44
<i>Ilustración 10 Purga de una caldera,</i>	44
<i>Ilustración 11 Partes de un atomizador.</i>	46
<i>Ilustración 12 Quemadores de combustóleo caldera N°14</i>	47
<i>Ilustración 13 Válvulas y colocación de los quemadores.</i>	47
<i>Ilustración 14 Alimentador de bagazo caldera N°13.</i>	48
<i>Ilustración 15 Alimentador de bagazo de la caldera N°14</i>	48
<i>Ilustración 16 Transportador helicoidal caldera N°15.</i>	49
<i>Ilustración 17 Transportador helicoidal calderas N°13 y 14.</i>	49
<i>Ilustración 18 Chimeneas de las calderas del área.</i>	50
<i>Ilustración 19 Chimenea,</i>	51
<i>Ilustración 20 Ventilador toberas de la caldera N°12,</i>	52
<i>Ilustración 21 Ventilador espaciador</i>	52
<i>Ilustración 22 Ventilador fluidizado de la caldera N°15.</i>	53
<i>Ilustración 23 vista superior del ventilador tiro forzado de la caldera N°13</i>	54
<i>Ilustración 24 Vista lateral ventilador tiro forzado,</i>	54
<i>Ilustración 25 Tiro forzado caldera N°15.</i>	55
<i>Ilustración 26 Tiro inducido caldera N°13</i>	56
<i>Ilustración 27 Válvulas de seguridad.</i>	57
<i>Ilustración 28 Válvula de seguridad,</i>	57
<i>Tabla 1 Especificaciones de cristales de nivel.</i>	59
<i>Ilustración 29 Indicador de nivel de las calderas N°13.</i>	60
<i>Ilustración 30 Indicador de nivel caldera N°14</i>	60
<i>Ilustración 31 Indicador de nivel caldera N°15.</i>	61
<i>Ilustración 32 trampa de vapor con dirección a turbos.</i>	62
<i>Ilustración 33 trampa de condensados con dirección a turbos.</i>	62
<i>Tabla 2 Especificaciones de los conductores de bagazo.</i>	63

<i>Tabla 3 Especificaciones de calderas.</i>	66
<i>Tabla 4 Especificaciones caldera N°13.</i>	67
<i>Tabla 5 Especificaciones caldera N°14.</i>	68
<i>Tabla 6 Especificaciones caldera N°15.</i>	68
<i>Tabla 7 Especificaciones caldera 16</i>	69
<i>Ilustración 34 Dibujo caldera N°10.</i>	70
<i>Ilustración 35 Dibujo caldera N°11.</i>	71
<i>Ilustración 36 dibujo caldera N°12.</i>	72
<i>Ilustración 37 Dibujo de la caldera N°13.</i>	73
<i>Ilustración 38 Dibujo de la caldera N°14.</i>	74
<i>Ilustración 39 Dibujo caldera N°15.</i>	75
<i>Ilustración 40 Dibujo caldera N°16.</i>	76
<i>Tabla 8 materiales</i>	77
<i>Ilustración 41 Área de calderas</i>	78
<i>Ilustración 42 Dibujo general Ingenio Central el Potrero.</i>	79

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Al paso de los años el sector industrial sea caracterizado por buscar la mejora continua de cada una de sus áreas o procesos. En el Ingenio Central el Potrero se a llevando a cabo la modernización de algunas de sus áreas más importantes una de ella es la de calderas, las innovaciones realizadas facilitan los procesos, pero los hacen un poco más difíciles de interpretar, el ingenio ha pasado de controlar el área de calderas de forma manual a la automatización de casi el 40% por ciento del área y a la implementación de nuevos componentes y accesorios para sus calderas.

En este documento se describen las partes más importantes de una caldera acuatubular, el documento tendrá podrá ser utilizado en la temporada de zafra como en reparación, esperando apoyar al personal del área de calderas con conocimientos básicos del área.

Con la implementación de estos documentos se busca la capacitación del personal que labora en el área de forma permanente.

Se dan especificaciones del circuito de alimentación de bagazo las cuales son de vital importancia para brindar un mantenimiento efectivo a este.

Así como las especificaciones de las calderas del área y su respectivo dibujo esto proporcionará un panorama más amplio del área.

1.1 Estado del Arte

El autor describe sólo aquellas partes generales relevantes propias del diseño de las calderas. Debido a que cada caldera dispone, dependiendo del tipo, de partes características, es muy difícil atribuir a todas ellas un determinado componente. En razón a lo anterior se analizarán las partes principales de las calderas en forma general, especificando en cada caso el tipo de caldera que dispone de dicho elemento. (Bahamondes, 2006)

En este libro el autor hace mención de la preparación del personal que trabaja en la generación del vapor o del que se especialice en estas actividades, en este se describen todos los componentes con su respectiva operación explicando todo de manera simple, dividiendo sus partes en el cuerpo, el hogar, la chimenea y los accesorios. (Ortega, 1975).

En el siguiente libro se describe el funcionamiento de las calderas bagaceras, sus combustibles, su generación, materiales, pero lo más importante es como describe el economizador una caldera haciendo hincapié en su construcción y diseño dando a conocer los tipos de aceros utilizados en estos, los cuales son de suma importancia en la eficiencia de los equipos en la empresa. También explica los cálculos para las dimensiones de un economizador y su operación en la cual señala datos importantes para su conservación. (ALDERETES, 2016)

Este autor describe de forma detallada el funcionamiento de los diferentes tipos de quemadores, así como sus componentes su instalación, también hace referencia a la importancia de estos ayudando al lector a comprender la importancia de estos complementos auxiliares, da a conocer algunos tipos de fallas en estos componentes y su posible solución. (RENEDO, 2000).

1.2 Planteamiento del Problema

En el ingenio Central Potrero S.A de C.V se encuentran en funcionamiento cinco calderas con diferentes capacidades las cuales durante el periodo de zafra se encuentran trabajando de forma continua, estas calderas trabajan con diferentes componentes distribuidos en sus distintas partes y con diferentes funciones.

La problemática surge durante la temporada de zafra para ser específicos cuando se realiza un paro inesperado o un paro programado, el personal necesita especificaciones de ciertos componentes y partes de las calderas requeridos para mejorar los mantenimientos, la capacitación, el tiempo de los mantenimientos no está estandarizado debido a que se pueden presentar diversas circunstancias, el área cuenta con un gran número de trabajadores por hacer mención cuenta con una plantilla de 40 personas distribuidas en 3 turno, con diferentes experiencias y antigüedades en el departamento.

Por estos se elaborará el siguiente documento de funciones y partes de una caldera el cual se espera poder apoyar al personal a el mejoramiento de los mantenimientos en el área y dar conocimientos extras que puedan ser de utilidad en su desempeño laboral.

1.3 Objetivos

Desarrollar un documento en el cual se especificarán las partes y componentes fundamentales en las calderas, de la misma manera se buscará describir ciertas funciones que se tienen que tomar muy en cuenta para ayudar al personal con su capacitación esperando una mejoría en futuros mantenimientos.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Especificar los componentes externos de cada una de las calderas.
- Especificar los componentes internos de cada una de las calderas.
- Especificar el funcionamiento de los componentes externos de cada una de las calderas.
- Especificar el funcionamiento de los componentes internos de cada una de las calderas.
- Que el personal obtenga conocimientos por medio de este escrito que puedan ser de utilidad para su desempeño en el área.
- La preparación del personal que trabaja en el área de calderas.

1.4 Definición de Variables

Esta sección se evaluará hasta la implementación del Proyecto con las siguientes variables:

- Numero de Personal capacitado en el documento.
- Aumento de Eficiencia y efectividad de los trabajadores.
- Disponibilidad de Calderas en un mejor porcentaje.
- Desempeño de los trabajadores en sus actividades.
- Numero de personal aceptado para laborar en el área.
- Numero de personal no apto para laborar en el área.

1.5 Hipótesis

Con este documento el personal en turno siempre tendrá a la mano un escrito en el cual se podrán apoyar a la hora de realizar algún mantenimiento o reparación planificada durante el periodo de zafra y del mismo modo poder identificar ciertos funcionamientos y partes que están siendo remodeladas o reparadas en las calderas, así como poder identificar que tan necesario es su cuidado.

1.6 Justificación del Proyecto

En el área de calderas del ingenio central potrero se están realizando cambios en los equipos de calderas, como ejemplo podemos mencionar que desde hace aproximadamente 5 años no se utilizan combustibles fósiles como el combustóleo, en la zafra 2017-2018 se vio una gran mejoría en el consumo de combustible al instalar economizadores a dos de sus calderas y en el próximo periodo de reparación se tiene contemplado la instalación de un nuevo economizador para la caldera número quince, debido a las remodelaciones, se busca realizar el siguiente documento el cual se actualizara la información necesaria de las partes de todas las calderas para ayudar a el personal del área a entender mejor el funcionamiento de estas y así poder hacer que trabajen de forma eficiente y mejorar con ello el mantenimiento.

1.7 Alcances

- Este documento brindara apoyo al personal mecánico que realiza mantenimiento en el área de calderas.
- El documento podrá ser interpretado por el personal de los tres turnos.
- El presente documento puede ser utilizado tanto en temporada de zafra como en temporada de reparación.
- El personal del área podrá identificar los componentes fundamentales para el funcionamiento de una caldera.

Limitaciones

- Este documento va dirigido a todo el personal del área de calderas.
- el presente documento tiene que ser aprobado por el superintendente de área.
- el presente documento será implementado meses después de su aprobación.
- solo contendrá las partes más importantes de la caldera.

1.8 La Empresa

Ingenio Central El Potrero S.A de C.V



Ilustración 1.1 Vista Aérea del Ingenio Central el Potrero S.A de C.V.

1.8.1 Localización

La unidad industrial se localiza en los $18^{\circ}53'05''$ la Latitud Norte y $96^{\circ}47'15''$ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, más o menos de la parte central del territorio del Estado de Veracruz, a 20Km. de la Ciudad de Córdoba, con una elevación de 503.00 m. sobre el nivel del mar, ubicada en la Villa Gral. Miguel Alemán, Municipio de Atoyac, Ver.



Ilustración 2 Imagen en donde se muestra la ubicación del Ingenio Central el Potrero S.A de C.V.

1.8.2 Historia

Aunque la hacienda de El Potrero tuvo sus orígenes en el siglo XVI, quien fundó el primer trapiche por la zona para hacer panela, fue el Capitán Don José de Segura Ceballos quien fue Alcalde ordinario por varias ocasiones en la Villa de Córdoba, entre finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII y se dice que fue él, quien debe haberle heredado el nombre de El Potrero conocido hasta nuestros días; ya que en ese entonces, era muy común en estas tierras, la actividad de crianza de potros y becerros.

En el año 1905, inversionistas estadounidenses fundan la empresa “THE MEXICAN NATIONAL SUGAR REFINING COMPANY”, e inician la construcción del que sería el primer ingenio refinador de azúcar en México, con una capacidad de molienda de 600 toneladas de caña por día, en terrenos de la hacienda ubicados en el municipio de Atoyac, Ver., a una distancia aproximada de 6 km. de la hacienda actualmente

denominada de Potrero Viejo. El Ingenio El Potrero realizó su primera zafra en el año de 1908.

El ingenio ha sido operado bajo las razones sociales siguientes: Cía. Nacional Refinadora de azúcar hasta 1909, Unidad Industrial Hacienda "El Potrero" hasta 1925, Cía. "Manufacturera" El Potrero", S. A. Hasta 1944 y desde entonces como Ingenio "El Potrero", S. A. Hasta 1975 fue dirigido por su propietario el Sr. Don Erich Koenig, visionario industrial creador de las actuales instalaciones fabriles, quien en el año de 1963 realizó la ampliación a dos tándem de molienda y la remodelación total de la factoría en un lapso de tiempo récord, y además llevó esta empresa al primer plano en la industria azucarera nacional, y la dio a conocer en el ámbito internacional.

Desde 1975 hasta noviembre de 1988, fue una empresa paraestatal presidida por el Director General de Azúcar, S.A. A partir del 28 de noviembre de 1988 la empresa Xafra, S. A. de C. V. adquirió "El Potrero". De 1993 a septiembre de 2001 fue administrado por el Consorcio Azucarero CAZE, S. A. de C. V. Actualmente a partir de la Expropiación del 3 de septiembre a la fecha es administrado por el Gobierno a través de la SAGARPA.

En los últimos años el ingenio ha refinado no solamente el azúcar que proviene de sus cañaverales, sino también la de otros ingenios, de tal manera que el periodo productivo ha cubierto hasta 11 meses al año.

En la actualidad ingenio central potrero S.A de C.V pertenece al grupo BETA SAN MIGUEL S.A de C.V.

1.8.3 Misión

Satisfacer los requerimientos de endulzante y energía de las industrias alimentaria y farmacéutica con azúcar refinado "POTRERO" garantizando con ello la permanencia de la fuente de trabajo de los involucrados y preservando el entorno.

1.8.4 Visión

Ser la Industria Azucarera líder a nivel mundial, con diversificación de productos y operando con tecnologías amigables con el medio ambiente.

1.8.5 Valores y principios

CLIENTE: Razón de ser y nuestro principal compromiso.

COMPETITIVIDAD: Fortalecimiento y garantía de permanencia.

RESPONSABILIDAD: Cumplir nos hace únicos.

SEGURIDAD: Garantizar la integridad como punto principal.

EQUIPO: Unidad e inclusión para lograr metas.

HONESTIDAD: Valor que enaltece y crea confianza.

FAMILIA: Base fundamental y motivo de nuestro desarrollo.

1.8.6 Proceso

El Ingenio molió durante la zafra 15/16 1'653,119.950 toneladas de caña. Se reciben diariamente 544 camiones cargados con caña. Su capacidad de molienda es de 11,500 toneladas de caña por día.

Resultados: En la zafra 15/16 el ingenio produjo:

- 1,188.67 toneladas de azúcar por día.
- Una producción total de 198,509.5 toneladas de azúcar.
- 100 % de la producción es azúcar refinada.
- 61,231.676 toneladas de mieles incristalizables en la zafra a 85 ° brix.
- Produce 69,728.599 toneladas de cachaza.
- Se enviaron 6,942.080 toneladas de cachaza para la producción de biofertilizante.

Beta San Miguel produce azúcar de caña: estándar, blanca, blanca extra, refinada y azúcar glass, así como melazas y composta. Estamos orientados a la industria cubriendo los más exigentes requisitos de calidad. Para el azúcar granular contamos con presentaciones de:

- Sacos de 50 kg.

Además, contamos con presentaciones menores en bolsas de 5,2 y 1 kilogramo.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Semana N°1

Se dan a conocer las normas de seguridad del área, así como las áreas peligrosas, las tuberías de agua, vapor, condensados, las salidas de emergencia, la zona de regaderas, comedores, patio de bagazo, así como los otros departamentos.

El superintendente de turno me brinda mi equipo de protección para poder laborar en el área el cual consta de un casco de protección, guantes estilo 302, guantes estilo arjoneo, botas industriales, tapones para los oídos y gafas de protección, el cual servirá para poder recorrer el área, en la recolección de información para la redacción del documento con la protección debida,

Brindo apoyo a el superintendente de turno con el manejo de personal para realizar un cambio de duela y chaveta del conductor número dos, el superintendente argumenta que estos mantenimientos no programados se deben de realizar en el menor tiempo posible, debido a que este conductor es uno de los más importantes ya que alimenta a las dos calderas más grandes en el área, esto se toma muy en cuenta en la problemática del documento debido a que un personal, poco capacitado, con poca experiencia, se le dificultara reaccionar ante estos paros.

Se me da información sobre el sistema de control de materiales SIGA en el cual están, todas las refacciones en existencia del ingenio y el departamento, se hacen anotaciones sobre el nombre de los aceites, grasas, baleros, duelas de arrastré, retenes etc. Y se da un curso relámpago de su utilización para poder generar vales de salida de materiales diariamente para los mecánicos y engrasadores exclusivamente del área de calderas.

Se me pide realizar un inventario de rodamientos en la bodega del área para realizar requisiciones que serán utilizadas en la temporada de reparación, su realización fue programada para un turno de ocho horas, por este motivo se pide la ayuda de un ayudante de mecánico para poder realizarlo en un menor tiempo.

Semana N°2

El ingeniero en turno hace mención de ciertas actividades importantes, las cuales se realizan diariamente en el área las cuales son las siguientes apoyar en caso de su ausencia en la realización de vales de materiales por medio del sistema SIGA para la dotación de aceite a el engrasador de turno o cualquier refacción que necesiten los mecánicos en turno, la redención de vales para material de seguridad, vales de salida de material del área de calderas se explica que este tipo de vales son utilizados cuando algún material que puede ser, comercial o de alto valor sale del ingenio con dirección a otra área o al pueblo, en este tipo de vale es muy importante especificar la cantidad de material a salir de la instalación, el llenado de un check list de buenas prácticas de manufactura en el cual se describen todos los puestos del área en el cual se revisa si el personal ocupa su equipo de protección.

El superintendente de turno muestra el recorrido diario por el área para la toma de temperaturas y velocidades de todas las turbinas existentes en el área y se me indica cómo actuar en caso de encontrar alguna anomalía en las temperaturas o en las velocidades, sistemas de enfriamiento etc.

El área de calderas es muy amplia y se tienen a cargo muchas personas y muchos equipos por esto es importante actuar con mucho cuidado ante cualquier situación.

Al finalizar el turno expongo comentarios a el superintendente de turnos sobre las partes más importantes de una caldera, generando cierto interés en el tema

propongo la redacción de un documento en el cual se describan estas partes y así poder ayudar a el personal del área al mejoramiento de si trabajo, desempeño y mantenimientos en el área, el cual presentare como proyecto de titulación y llevara el nombre de “funcionamiento y partes de una caldera”.

Las actividades que se describen anterior mente fueren de utilidad en el desarrollo del proyecto por que en muchas actividades realizadas se noto que el personal rotaba mucho de área generando que personal nuevo residiera en el área causando pérdidas de tiempo al realizar actividades en el área.

Semana N°3

Como en todas las áreas del ingenio central el portero, el personal tiene que tener conocimiento de la operación de todos y cada uno de los equipos del área, los operadores del área me muestran el modo de operación del tablero de control en el cual se miden parámetros como la presión del agua, la alimentación del bagazo y la sobrecarga de los conductores.

El operador en turno inicia un curso de introducción para aprender a controlar por medio de un software el funcionamiento y la alimentación de las calderas, este software es demasiado completo ya que permite una interacción con los componentes más importantes como lo son la alimentación de agua de la caldera, los alimentadores de bagazo y una gráfica en la cual se pondera tanto consumo como vapor generado, cabe la redundancia los conocimientos adquiridos en algunas asignaturas en la universidad me fueron de utilidad para familiarizarme con el software, este brinda un conocimiento más amplio del área y ayuda a entender mejor el funcionamiento de muchas partes de las calderas, facilitando la descripción de algunos componentes en el documento.

El ingeniero en turno ofrece una explicación a fondo de software y sus componentes, el porqué de su implementación y sus beneficios hacia el área debido a su buena utilización, demostrando una vez más que el personal poco calificado no puede laborar en esta área.

Semana N°4

Se me da una descripción de los tipos de calderas con las que cuenta el área los cuales son dos tipos horno stocker y horno ciclón,

Se apoya a el personal de calderas con la limpieza de un horno de la caldera N°15 esto se hace para aprender la técnica aplicada por el personal de operación para la limpieza de los hornos.

El superintendente de turno pide apoyo para la supervisión de limpieza, tensado y lubricación del conductor N°7 el cual cumple la función de retornar el bagazo des del patio hacia el conductor N°2 para la alimentación de las calderas, se recaban datos de este conductor como los son sus paso, longitud y anchura.

Se comienza la redacción del documento con los datos adquiridos de las calderas, así como los del conductor, alimentadora entre otros, se redactan los primeros dos puntos de documento observando ciertos objetivos y problemáticas.

Semana N°5

Una vez dado a conocer la mayoría de las actividades realizadas en el área se le pide a el superintendente comenzar con la descripción de los componentes de las calderas, llegando a un común acuerdo que en el documento solo se describirán las partes más fundamentales y de mayor importancia ya que estas pueden ser de gran utilidad en el futuro para la capacitación del personal con experiencia.

Se realiza una lista de los componentes para después investigar un poco sobre ellos de esta manera poder realizar una descripción más acertada de ellos.

Se realiza el primer mantenimiento preventivo en el área realizando la inspección de una cuadrilla de mecánicos la cual cortar un eslabón de la cadena portaduelas del conductor N°7 así como supervisar su tensado, se apoya a el superintendente de turno en la elaboración de vales, y dotando la herramienta a todos los mecánicos que participan en el mantenimiento del área.

Se realiza un inventario de cristales de nivel, tomando nota de su longitud y su diámetro, estos serán agregados al documento ya que gran parte del personal del departamento no cuenta con estos datos.

Se muestra el economizador de agua de la caldera, y se da a conocer su instalación, la forma en la que se toman las temperaturas del agua, la entrada y salida de esta.

Semana N°6

El asesor industrial requiere ayuda en la supervisión de desmontaje de un soplador de hollín de la caldera N°12 el cual se fisuro por exceso de presión, esto me sirvió para tomar datos de este componente como longitud, diámetro y funcionamiento además de algunos componentes de importancia como lo son los empaques y juntas.

En la oficina del área el superintendente de turno muestra datos generales de las calderas como sus dimensiones, principales mejoras, presión de trabajo entre otras. Comparando los datos obtenidos por el ingeniero con la información recibida por parte de los operadores, me percató que hay ciertos parámetros incorrectos en la información con la que cuenta el personal, se llega el acuerdo de anexar la

información a el documento además agregar un dibujo de cada caldera con sus especificaciones, es el primer documento que contendrá esta información y que posiblemente será dado a el personal del área.

Como no se cuenta con un dibujo del economizador por parte de la empresa el ingeniero realiza un boceto de este, será el único diagrama que no se agregará a el documento debido a la falta de especificaciones.

Se apoya a el súper intendente de turno con la captura de datos en una hoja de cálculo del mes de diciembre-enero esto se hace para ver la producción de vapor generado y el consumo de vapor por turno esto puede ayudar en el futuro para comparar la eficiencia de las calderas.

Semana N°7

Se muestra cómo manejar los componentes de limpieza como los sopladores de hollín y la importancia de estos, así como la operación de las turbinas tiro inducido y tiro forzado, recibo por parte del superintendente de turno explicación a detalle de la puesta en marcha de una turbina de tiro inducido, la explicación de la manera en que trabaja una purga de vapor y las bombas de tratamiento a la caldera por mencionar algunas de las más importantes.

Se realiza inventario de empaques en el departamento el cual duro aproximadamente 4 horas, en este se contabilizan los rollos de empaque y se hacen anotaciones de sus medidas para posterior mente acomodarse en las cagas del almacén, este inventario se realiza con la finalidad de poder realizar requisiciones de material para la próxima reparación.

Se apoya al mecánico del trascabo en el cambio de un fisil de tablero, filtro de aire, cambio de aceite y agua del trascabo N°4.

Se da explicación del manejo mantenimiento a coladores, los componentes de una trampa de vapor, su funcionamiento, operación montaje y desmontaje debido al cambio de junta por fuga de vapor, esta es de vital importancia ya que en el departamento de turbos no puede haber filtración de condensados porque estos pueden dañar las turbinas.

La realización de estas actividades datos más acertados sobre el funcionamiento de algunas partes mencionadas las cuales son muy importantes, los datos obtenidos se recaban en una bitácora y en hojas de cálculo Excel.

Semana N°8

El intendente de turno me permite pasar a el interior de la caldera N°10 la cual se encuentra en mantenimiento debido a la fisuración de la pared lateral lado derecho, en el interior de esta se da una explicación de los componentes internos de las calderas como lo son las parrillas y el porqué de los barrenos con los que estas cuentan mostrando la entrada del aire del tiro forzado y su respectiva salida del hogar. Esta actividad sirve para redactar cómo funcionan las parrillas volcantes así como la importancia de su limpieza.

Se apoya al superintendente de turno en un cambio de duela por falta de turcas en el conductor de bagazo N°4 apoyando en maniobras de paro y reconocimiento de las partes dañadas. Al finalizar la actividad se toman medidas del conductor para ser anexadas al documento.

Se le da a conocer a el asesor industrial los primeros dos capítulos del proyecto que se realizara recibiendo retroalimentación de su parte, se empieza de lleno la redacción del tercer capítulo con las anotaciones ya adquiridas semanas anteriores.

Semana N°9

Se hace mención del manejo del circuito de bagazo, así como de sus principales conductores los cuales no pueden parar por ningún motivo debido a la alimentación constante que debe tener la caldera, se muestran las flechas de cada conductor, como tensar y tomar temperaturas de estos, la manera en que se limpian las cadenas de trasmisión de sus motores, las dimensiones de las duelas de arrastre y su colocación.

Se muestra cómo se regula el retorno a los conductores de bagazo N°2 y 4 de manera manual.

Se apoya en el cambio de una duela en el conductor de bagazo N°7, estando a cargo de la coordinación de dos sopletistas, preparados para cortar y desmontar la duela dañada.

Por instrucciones del superintendente se realiza un recuento de duelas dañadas en los 9 conductores de bagazo, para preparar las duelas de remplazo para el próximo mantenimiento.

Los datos que se recabaron de los conductores en esta semana serán de utilidad para la realización de una tabla en la que se hagan especificaciones de ellos, la cual será de mucha importancia.

Semana N°10

Se realiza mantenimiento a las bombas de combustóleo del área reemplazando sellos juntas, retenes, empaques y pistones.

Se observa el funcionamiento de los quemadores de bagazo haciendo anotaciones de las partes más importantes de estos, el procedimiento para ponerlos en funcionamiento.

Se daña la cadena de transmisión del conductor de bagazo N°2 provocando un paro a cero en todas las áreas alimentadas por vapor, se apoya en la operación del repuesto de eslabón dañado y en la inspección de la puesta en marcha de este.

Se apoya a el superintendente de turno en la rectificación de velocidades de todas las turbinas en el área debido a un disparo de presión en las líneas de vapor, ocasionado por el paro del conductor N°4, no se termina la rectificación de velocidades debido a la perdida de una turbina de tiro forzado de la caldera N°14 apoyando a el superintendente con la revisión de daños ocasionados, desmontaje de la turbina y requisición de personal para realizar el trabajo a destajo.

Cabe mencionar que derivado de estos acontecimientos se anexan anotaciones a el documento de los tipos de cadenas de transmisión, y se toma evidencia fotográfica del ventilador tiro inducido.

Se recibe visita del asesor académico en el área dando un breve recorrido por el área.

Se muestra el tercer capítulo del proyecto al asesor industrial dando retroalimentación de algunos datos en su contenido, se me permite tomar evidencia fotográfica en el área.

Semana N°11

El operador en turno da una breve explicación del procedimiento para poner en marcha las calderas del área, tomando nota de partes importantes.

Realizo inspección en el montaje, alineación y balanceó del ventilador tiro forzado dañado días antes

Redactando un reporte detallado de las actividades realizadas, observo su puesta en marcha por parte del superintendente de turno, anotando como referencia las velocidades con las cuales funcionan de buena manera.

Se les da mantenimiento a las bombas de tratamiento reemplazando tapas y pistones, estas no se anexarán al documento debido a que personal de otra área se encarga del mantenimiento a estas.

Semana N°12

Se entrega el capítulo tres al asesor industrial con videncia fotográfica esperando retroalimentación.

Se detienen de manera imprevista los conductores de bagazo de la caldera N°15 iniciando la puesta en marcha de los quemadores de combustóleo por parte de los fogoneros del departamento, se reporta falla en el circuito eléctrico del tablero de control de dicha caldera, el cual está a cargo del departamento eléctrico, el superintendente de turno requiere mi ayuda para la redacción de un reporte de lo ocurrido.

Se da un recorrido para observar, aprender y tomar notas sobre el circuito de agua sus entradas y sus salidas y sus válvulas automáticas.

Cabe mencionar que es muy importante que la presión del agua este más elevada que la presión de vapor para poder ingresar a el domo sin ningún problema.

Semana N°13

Retroalimentación para la corrección en la redacción del documento por parte de asesor industrial.

Se muestran los parámetros y las causas de incrustaciones, espumas, arrastres etc. De las calderas, se describe que la mayor causa de incrustaciones es la sílice, cuando se utiliza agua suavizada, y los arrastres de agua se dan cuando hay endulzantes en el agua, se brinda muy poca información sobre el tema debido que los encargados de reponerle ciertos aditivos a el agua son un departamento externo a el área de calderas.

Se apoya en la realización de recorrido por los conductores y bombas de agua del área inspeccionando tuberías y niveles de aceite.

Semana N°14

En la oficina del departamento se me dan a conocer planos y parámetros de vapor, los cuales vienen descritos entablas que se insertaran en el documento.

Se culmina la redacción dejando pendiente la retroalimentación del documento por párate del asesor académico.

Las actividades descritas anterior mente formaron parte fundamental en la redacción y realización del documento, debido a que en cada una de ellas se tomó la descripción de diferentes partes tomando en cuenta la opinión de algunos miembros del personal del área.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Clasificación de calderas

1.1 ¿Qué es una caldera?

Se entiende por caldera, un recipiente cerrado destinado a producir vapor de agua a mayor presión que la atmosférica utilizando el calor que desarrolla en el hogar de la combustión.

Las primeras calderas tuvieron el inconveniente de que los gases calientes estaban en contacto solamente con su base y en consecuencia se desaprovechaba el calor del combustible.

Debido a esto posteriormente se les introdujeron tubos para aumentar la superficie de calefacción. Si por el interior de los tubos circulan gases o fuego, se les clasifican en calderas piro-tubulares (tubos de humo) y calderas acu-tubulares (tubos de agua).

1.2 Calderas Acuatubulares

Son aquellas calderas que su flujo de trabajo se desplaza por el interior de tubos durante su calentamiento y los gases de combustión circulan por el exterior de estos. Son de aplicación cuando se requiere una presión de trabajo por encima de los 22 bar.

Son las más utilizadas en las centrales termoeléctricas ya que permiten altas presiones a su salida y tienen gran capacidad de generación.

Las primitivas calderas de tubos de agua siguieron los desafíos de algunas calderas de tubos de humos siendo de tubos rectos suspendidos sobre el hogar y con los tubos conectados con dos tipos de cabezales:

Cabezal tipo caja.

Cabezal sinuoso.

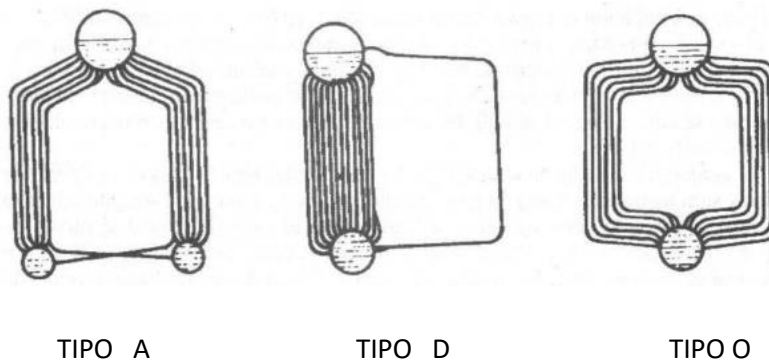


Ilustración 3 Calderas acuatubulares.

Los equipos generadores de vapor en nuestro proceso son acuatubulares de tubos curvos de:

- Celda ciclónica
- Horno stocker
- Petróleo

De estos tres tipos de calderas, la caldera petrolera a dejado de utilizarse debido a que el uso de este combustible fósil genera gases de efecto invernadero nocivos para la salud y el medio ambiente además de representar un gasto muy elevado por el precio actual de los combustibles.

Calderas de tipo celda ciclónica

Su principal característica es que tienen celdas independientes en las que se quema el combustible sólido orgánico mediante la acción del “ciclón” que genera el aire para la combustión, cuando este es alimentado por los diferentes tipos de toberas, diseñadas para generar un movimiento constante del combustible sólido dentro de las mismas, ocasionando que la combustión se realice inclusive antes de que el combustible se deposite en las parrillas.

Estas calderas son de gran capacidad de generación debido a que tienen una gran superficie de calefacción y por la gran cantidad de combustible que procesan en cada celda.

En el departamento contamos con tres calderas de este tipo de las cuales dos de ellas debido a su capacidad de generación aportan cada una aproximadamente el 30% de la generación de vapor total del área y aproximadamente un 75% en conjunto por lo que su buena operación es de vital importancia para poder cumplir con la demanda de vapor requerida por las diferentes áreas dependientes del departamento.

Calderas de tipo horno stocker.

Estos equipos se caracterizan por contar con un sistema de secciones de parrillas volcantes que facilitan la quema del combustible y la limpieza de los desechos. Ya que al poder volcarse estas a una cámara inferior permite que la combustión sobre la parrilla no se detenga cuando se le esté efectuando la limpieza.

En nuestro departamento contamos con tres calderas de este tipo las cuales generan en conjuntó el 25% restante del total de la generación de vapor del departamento.

1.3 Calderas pirotubulares

Son aquellas calderas en la que los gases circulan por el interior de los tubos estos gases son de alta temperatura y el líquido se encuentra en un recipiente atravesado por dichos tubos, el agua se evapora al contacto con los tubos calientes producto de los gases de escape. Son de aplicación cuando la presión de trabajo es inferior a los 22 bar.

El hogar de una caldera vertical de tubos de humo esta formados por una lámina que parte de la placa inferior de tubos y se una al extremo inferior de la lámina de la envolvente prolongado. De esta manera el cielo del hogar está constituido por la placa de tubos de la caldera.

Descripción de las Calderas Bagaceras Utilizadas en el Proceso

Partes de una Caldera Bagacera

Domo de Vapor

Es el lugar donde el agua y el vapor se separan aquí se encuentra la entrada del agua de alimentación, la cual entra bajo control de nivel. Todos los tubos de flujo ascendente y descendente van acoplados a este domo. Existe también una salida

de vapor hacia el sistema de procesos o a un sobrecalentador. En el domo de vapor si se instalan válvulas de alivio o de escape para proteger el sistema.



Ilustración 4 Domo de vapor de una caldera.

Separador de Vapor

Es un compartimento interno para coleccionar el vapor seco y distribuirlo a los tubos de salida al sobrecalentador. El tambor de vapor debe de estar diseñado para trabajar mínimo durante un minuto sin suministro de agua de alimentación con los quemadores encendidos. En realidad, el tambor debe de tener reserva para 20 o 30 segundos y los tubos deben de proporcionar la diferencia.

Domo de Agua

Los domos de agua son los cabezales de recolección en el fondo de los haces de los tubos ascendentes y descendentes. De estos domos se extraen los lodos y partículas en suspensión que pudiera haber en el agua de la caldera.

Precaentador de Aire

El precaentador de aire es un equipo en el que se eleva la temperatura del aire para la combustión, utilizando los gases calientes que fluyen desde el hogar hacia la chimenea.

En este tipo de dispositivos los gases de la combustión pasan por dentro de los tubos que los conducen hacia la chimenea y el aire que se alimenta con una temperatura ambiente, pasa por fuera de estos, efectuándose así el intercambio de calor.

“la temperatura del aire de la atmosfera aumenta y la de los gases desciende”

Desacuerdo con el medio de calentamiento, existen dos tipos básicos de precaentadores de aire:

- Precaentadores de aire con gas
- Precaentadores de aire con vapor

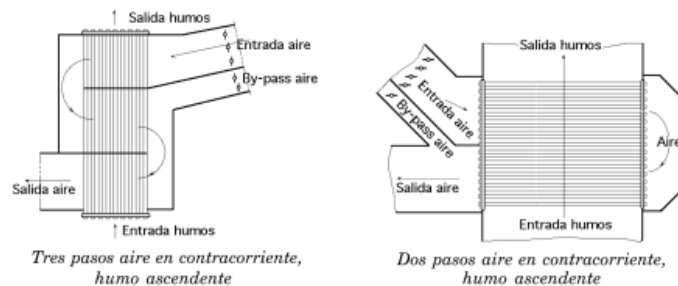


Ilustración 5 Diagramas del precaentador de aire.

La limpieza en los precaentadores de aire se da por medio de un soplado de vapor o aire.

Se utilizan sopladores oscilantes cuyo cabezal de soplado se mueve a una velocidad constante de la periferia del rotor a su eje en uno u otro sentido.

Los aparatos de soplado se instalan en el conductor de gases antes y después del calentador a una distancia de 150 a 300 mm de la superficie de los cestos. La eliminación de la suciedad es más fácil cuando la temperatura de las láminas del precalentador es mayor, además que en este caso se produce la eliminación inmediata del ácido sulfúrico condensado, con lo que se atenúa la corrosión.

Hogar de la Caldera

Está constituido por una serie de tubos que forman las llamadas paredes de agua que le dan la forma y encierran la zona radiante de la caldera pues allí el calor es transmitido principalmente por radiación. Según la colocación de los quemadores el hogar de la caldera puede ser:

Paralelo cuando los quemadores están colocados al frente o al frente y a tras.

Turbulento cuando los quemadores están colocados en las esquinas e inyectan el combustible en forma tangencial. Este tipo de hornos es ideal para la quema del carbón pues ofrece mayor turbulencia y mejor mezcla aire/ combustible.

El hogar de la caldera debe cumplir con los siguientes requisitos

- Tener capacidad para admitir el volumen de aire necesario para la combustión.
- Tener suficiente altura para asegurar la circulación adecuada de agua por los tubos.

- Tener dimensiones suficientes para evitar que las llamas ataquen las paredes de los tubos.
- Tener forma y dimensiones adecuadas para asegurar que los gases llenen el hogar proporcionando absorción térmica en todas las partes.
- La tubería del hogar debe de ser de la mayor longitud posible para minimizar las soldaduras
- Debe de comprobarse la limpieza de su interior, las facilidades para entrar en su interior deberán poseer su propio refractario antes de sus compuertas, los refractarios de las “gargantas “de los quemadores no deben de tener fracturas o rajaduras que alteren el normal flujo de aire de la combustión, lo mismo que el refractario del piso.



Ilustración 6 Compuertas de los hornos de las calderas 11 y 12, Estos hornos son de parrillas volcantes.

Sopladores de Hollín

Nuestras calderas están equipadas con sopladores de hollín, los cuales sirven para mantener la superficie exterior de los tubos limpia y libre de material que pudiera afectar la transferencia de calor.

Se utiliza vapor para el soplador de hollín este es manejado de forma manual por medio de cadenas y engranes, la frecuencia de las limpiezas depende del combustible utilizado en el caso del bagazo se recomienda una vez por turno existen dos tipos de sopladores de hollín:

Los fijos o estáticos

Los retractiles

Cada caldera cuenta con cinco sopladores en cada extremo.

Tubos Descendentes

Los que bajan el agua más densa del domo de vapor a el domo de agua.

Tubos Ascendentes

Son los tubos por donde sube el agua que a perdido densidad y va al domo de vapor

Sobrecalentador de Vapor

Es un equipo el cual ofrece una absorción de calor por medio de la cual se eleva la temperatura del vapor por encima de su punto de saturación. Entre las principales razones para realizar este trabajo tenemos.

- Se aumenta la eficiencia total de la unidad
- Se aumenta la ganancia termodinámica del vapor
- Se obtiene un vapor más seco.

Generalmente los tubos del sobrecalentador de vapor se protegen de sobrecalentamientos con el agua condensada acumulada en ellos en jornadas de trabajo anteriores. Al encender el combustible se abre la válvula de escape a la atmosfera del sobrecalentador y

permanecerá abierta hasta que escape por ella vapor. Se cierra y se aseguran la refrigeración de los tubos con el vapor que se acumula. En algunos casos se protege con el agua que contiene después de una prueba hidrostática.

Superficie de Calefacción

La principal función de una caldera es convertir agua en vapor por la aplicación de calor, la cantidad de superficie de calentamiento y la forma en que esta esté distribuida afecta directamente la eficiencia y la capacidad.

La superficie de calefacción de una caldera son todas aquellas partes metálicas de la misma que de un lado están en contacto con el agua y por el otro lado reciben calor. Esta se mide del lado donde recibe calor y se expresa en mts^2 .

- Superficie de calefacción directa: es la que por un lado está en contacto con el agua y por el otro recibe calor directamente de las llamas.
- Superficie de calefacción indirecta: es la que por un lado está en contacto con el agua y por otro recibe el calor que le entregan los gases de combustión.
- Superficie de calor total: es igual a la suma de las dos anteriores.

Esta deberá de ser lo suficientemente grande para que los gases estén bastante tiempo en contacto con ella para ceder la mayor cantidad de calor posible.



Ilustración 7 Puertas del horno de la caldera N°15.

Parrillas

Son piezas metálicas en formas de rejas, generalmente rectangulares o trapezoidales, que van en el interior del hogar y que sirven de soporte al combustible sólido. Debido a la forma de reja que tienen, permiten el paso del Aire primario que sirve para que se produzca la combustión.

Algunos de sus requisitos

- Deben permitir convenientemente el paso del aire
- Deben permitir que caigan las cenizas
- Deben permitir que se limpien con facilidad y rapidez
- Deben impedir que se junte escoria
- Los barrotes de la parrilla deben ser de buena calidad para que no se quemem o deformen
- Deben ser durables

- Algunos diseños de parrillas permiten que por su interior pase agua para refrigerarlas y evitar recalentamientos.

Algunos tipos de parrillas

- Según su instalación:
 - Fijas o estacionarias: Son aquellas que no se mueven durante el trabajo
 - Móviles o rotativas: Son aquellas que van girando o avanzando mientras se quema el combustible.
- Según su posición:
 - Horizontales
 - Inclínadas
 - Escalonadas

Ceniceros

Estos se encuentran instalados en la parte trasera de las calderas y cuentan con unas palancas las cuales se activan manualmente para que la ceniza pueda salir de ellos, las calderas cuentan con un cenicero por horno y estos son limpiados diariamente a el inicio de cada turno, la ceniza que sale de las calderas es depositada en una zona apropiada para ser sacada del ingenio por medio de camiones, es muy importante mantener limpios los ceniceros ya que el exceso de ceniza provoca una mala combustión.

Plenum

Estos cumplen una función similar a la de un cenicero, recolectando piedras, arena y cualquier otro material que entre a la caldera y no pueda ser incinerado por esta, la mayoría de los residuos son pequeños trozos de piedras, en algunas ocasiones llegan a ser pedazos de aluminio o metal. La limpieza de estos compartimentos es primordial ya que por estos entra aire a la caldera, si alguno de estos llega a su máxima capacidad puede generar una deficiente quema de bagazo, debido a la mala circulación del aire por los barrenos de la cama o parrilla, cada horno cuenta con uno de estos compartimentos.



Ilustración 8 Se muestran las puertas de los hornos de la caldera 14, se puede apreciar los compartimentos de los plenum en la parte inferior de las puertas.

Mampostería

Se llama mampostería a la construcción de ladrillos refractarios o comunes que tienen como objeto: a) Cubrir la caldera para evitar pérdidas de calor. b) Guiar los gases y humos calientes en su recorrido. Para mejorar la aislación de la mampostería se dispone, a veces, en sus paredes de espacios huecos (capas de aire) que dificultan el paso del calor. En algunos tipos de calderas se ha eliminado

totalmente la mampostería de ladrillo, colocándose solamente aislación térmica en el cuerpo principal y cajas de humos. Para este objeto se utilizan materiales aislantes, tales como lana de vidrio recubierta con planchas metálicas y asbestos.

Purgas

La purga es el líquido que se extrae de la caldera para mantener baja la concentración de sólidos en el agua de la caldera.

Normalmente hay dos clases de purga:

- **Purga continua**
En esta se regula una cantidad fija de agua, la cual se purga de manera constante para mantener la concentración en el agua de la caldera dentro de las especificaciones.
- **Purga intermitente**
La purga intermitente se efectúa para ajustar la especificación de sólidos disueltos que se estipule, y también para bajar de forma rápida el nivel de agua de una caldera en caso de una emergencia.



Ilustración 9 Purga de una caldera.



*Ilustración 10 Purga de una caldera,
Siempre será de color rojo.*

Economizador

Un economizador es un segundo medio para alimentar agua caliente a una caldera, generalmente está formado de un banco de tubos colocados paralelos unos a otros o bien en espiral, con sus correspondientes cabezales. Este conjunto está colocado

dentro de una envoltura especial metálica que conduce los gases calientes por toda la parte exterior de los tubos.

El agua enviada circula por el interior de los tubos del economizador para llegar posteriormente a la caldera con una temperatura más alta. La diferencia más notoria entre un precalentador y un economizador es como calentar el agua.

Por su colocación los economizadores pueden ser:

Integrales: son integrales cuando están colocados dentro de la unidad compacta de un generador de vapor y el último paso de los gases de la combustión.

Independientes: son independientes cuando están colocados fuera del cuerpo de la caldera en la base de la chimenea o en el túnel entre la caldera y la chimenea.

El precalentador tiene una entrada y una salida de agua las cuales cuentan con un manómetro para poder medir su temperatura tanto de entrada como de salida.

Este se tiene que cuidar de la corrosión derivada del (ph) por la circulación del agua en el interior de los tubos y la circulación de los gases en el exterior.

Quemadores

Son elementos de la caldera encargados de suministrar y acondicionar el combustible para mezclarlo con el aire y obtener una buena combustión. Deben producir una llama estable y uniforme de manera que se realice una cierta distribución en el hogar.

Los quemadores de combustóleo deben ser atomizados para aumentar la superficie de contacto con el aire. La atomización de nuestros quemadores se realiza especialmente con vapor, pero también se puede utilizar aire.

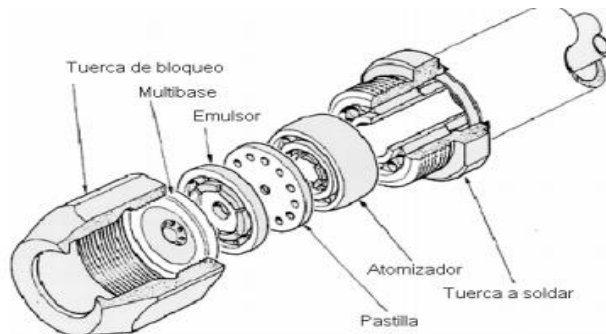


Ilustración 11 Partes de un atomizador.

Los quemadores cuentan con tres válvulas una válvula de pie la cual es la liberadora de vapor para el circuito de quemadores, la válvula de la izquierda es para abrir el oxígeno y la de la derecha se utiliza para dejar entre el combustible. Estas tres válvulas están permanente mente cerradas y solo son utilizados en caso de una emergencia.

Aunque el vapor produce una muy buena atomización presenta como desventaja el causar un mayor contenido de agua en los gases de combustión y disminuye el punto de rocío de los gases, además de representar un consumo constante de vapor que no será recuperado.



Ilustración 12 Quemadores de combustóleo caldera N°14



Ilustración 13 Válvulas y colocación de los quemadores.

Alimentadores de Bagazo

Cada caldera cuenta con alimentadores de bagazo los cuales son bajan desde los conductores conduciendo el bagazo al interior de las calderas, estos alimentadores cuentan un motorreductor el cual consta de dos flechas con pines la cual realiza la función de un colador ya que no deja pasar objetos ajenos al bagazo como piedras, madera, fieros, etc. Estos motorreductores tienen que permanecer anclados y

tienen que estar en constante monitoreo porque algunas ocasiones suelen atascarse.

Los alimentadores de bagazo son programables de esta manera se controla la entrada de bagazo a la caldera de acuerdo con la demanda de vapor estos son controlados desde la cabina de operación.



Ilustración 14 Alimentador de bagazo caldera N°13.



Ilustración 15 Alimentador de bagazo de la caldera N°14

Transportadores Helicoidales



Ilustración 16 Transportador helicoidal caldera N°15.

Las calderas cuentan con estos aditamentos los cuales hacen la función de un alimentador estos están ubicados en los extremos de las calderas para alimentarlas de bagazo y este no quede amontonado en el centro provocando una mejor combustión y ayudando a mejorar el esparcimiento del bagazo. Este consta de un tornillo sin fin y si motorreductor también cuentan con un paro de emergencia.



Ilustración 17 Transportador helicoidal calderas N°13 y 14.

Chimenea

Conducto por donde salen los gases de combustión a la atmosfera son los productos del calor y la combustión que no son aprovechados. Esta tiene como objetivo alejar los gases nocivos y producir el tiro que facilite la combustión.



Ilustración 18 Chimeneas de las calderas del área.



Ilustración 19 Chimenea,
las calderas cuentan con orificios cerca de la salida de los gases para realizar muestras de los gases.

El tiro de una chimenea es la corriente de aire que se establece dentro de la chimenea, la causa de esta corriente es la diferencia de temperatura entre el aire interior de la chimenea y el aire exterior.

Ventilador Toberas

El ventilador toberas está compuesto por un motor eléctrico, así como de dos chumaceras y una flecha que forma parte de un ventilador de baja velocidad con alavés separados,

Este ventilador es el encargado de suministrar el aire por una serie de tuberías pasando por el precalentador y después se inyecta el aire por debajo de las parrillas para que este entre al cuerpo de la caldera por medio de pequeñas ranuras y ayude a crear una mejor combustión.



Ilustración 20 Ventilador toberas de la caldera N°12, se aprecian sus conductos, chumaceras y el motor que lo impulsa.

Ventilador Esparcidor

Es el encargado de esparcir el bagazo por toda la cama del horno este ventilador evita que el bagazo se amontone en el centro de la caldera, también está compuesto por un motor eléctrico y ayuda a que la mayor cantidad de bagazo posible sea quemado antes de tocar las pallas.



Ilustración 21 Ventilador espaciador con sus chumaceras, flechas, motor, tuberías y la base a la cual está anclado.

Ventilador de Aire Fluidizado

Estos ventiladores solo son utilizados por las tres calderas con mayor capacidad del área las calderas N°13,14 y 15, cada caldera cuenta con dos de estos ventiladores y están divididos en primarios y secundarios según su capacidad estos tienen la misma función que el ventilador toberas y el esparcidor.



Ilustración 22 Ventilador fluidizado de la caldera N°15.

Tiro Forzado

Es la corriente de sucesión producida en la chimenea al inyectar aire caliente a la cámara de combustión de una caldera por medios mecánicos.

Este es succiona aire de la atmosfera y lo lleva a través de las tuberías al interior de la caldera. Este ventilador es alimentado por vapor generado de las mismas calderas acepto el de la caldera N° 11 el cual es energizado por un motor eléctrico, cuenta con un sistema de enfriamiento de aceite y un sistema de enfriamiento de agua, cuenta con una bomba auxiliar y dos flechas de alta y de baja esta última conectada a el rotor, cuenta con un gobernador de velocidades, un control de disparo, una válvula de alivio y chumaceras.



Ilustración 23 vista superior del ventilador tiro forzado de la caldera N°13



Ilustración 24 Vista lateral ventilador tiro forzado, este ventilador es primordial para el buen funcionamiento de una caldera, se aprecia la flecha de alta velocidad, de baja velocidad, la turbina de vapor y su chumacera lado coplee.

Como este introduce aire a el hogar produce una presión de aire dentro de la caldera, si la caldera no llega a estar bien sellada puede ocasionar fugas por grietas o cuarteaduras que esta pueda tener y los gases escaparían hacia la sala de calderas esto se puede notar por la acumulación de cenizas en ciertas zonas donde no las debería de haber.

Las velocidades a las que se maneja están entre el 900 y 1100 rpm dependiendo la demanda de vapor.



Ilustración 25 Tiro forzado caldera N°15.

Tiro Inducido

Es la corriente de sucesión de aire que hace la chimenea al provocar en su base un vacío o depresión. Por medio de un abanico.

Se encuentra cerca de la chimenea este el alimentado por vapor cuenta con los mismos componentes que el ventilador de tiro forzado nada más que su función es diferente este impulsa a los productos de la combustión de una caldera y los impulsa hacia la chimenea para su descarga a la atmosfera. El ventilador de la caldera N°11 es el único que no es alimentado por vapor, las velocidades promedio de estos están entre los 500 y 800 rpm, pero regularmente trabajan en 550 rpm.

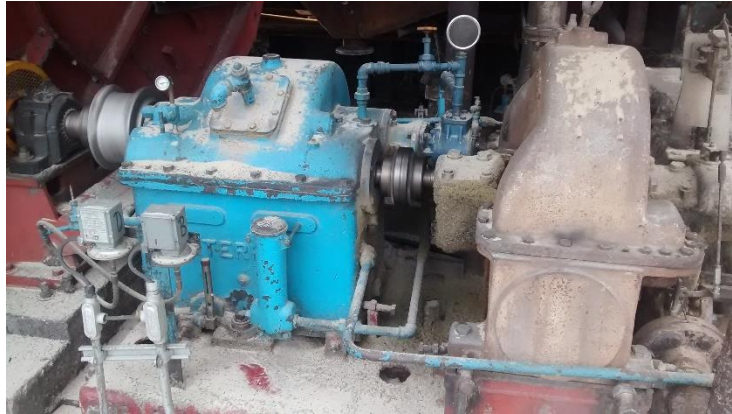


Ilustración 26 Tiro inducido caldera N°13

Válvula de Seguridad

Es la válvula más importante de una caldera porque de su correcto funcionamiento depende la seguridad tanto de la caldera como de las personas y construcciones que se encuentren cerca de ella. Una válvula de seguridad es una válvula automática que se abre sola a una presión determinada con anterioridad dejando salir aire agua y vapor el objetivo de la válvula de seguridad es permitir que suba la presión desalojando a la atmosfera el exceso de vapor con lo que se consigue asegurar la presión normal de trabajo y evitar la explosión de la caldera por el exceso de presión.



Ilustración 27 Válvulas de seguridad.



Ilustración 28 Válvula de seguridad,
se puede calibrar para que a una presión determinada esta pueda abrirse y liberar el vapor a la atmosfera.

Válvula Check

Una válvula check es la que permite el paso de un líquido o un gas en una sola dirección, estas siempre se instalan en la línea de agua de alimentación de una caldera, pero en algunos casos se instala en la línea de vapor.

Cuando se instala en la línea de alimentación de agua de una caldera deberá colocarse entre el check y la caldera una válvula de cierre.

El objetivo de instalar una válvula de cierre es permitir una limpieza o el cambio del check sin parar o interrumpir el funcionamiento de la caldera. Esta válvula puede dejar de trabajar por las siguientes razones por fuga en sus conexiones debido a la presión de agua o vapor, porque su disco esfera o pistón se pegue debido a la incrustación, por pérdida de ajuste en el disco o esfera debido a la oxidación y por encontrarse flojo el tapón de registro.

Grifos o Válvulas de Prueba

Los grifos de prueba son aquellas válvulas instaladas directamente en las calderas verticales de tubos de humo en las calderas locomotoras y en las columnas de agua de otras calderas, el objetivo de los grifos de prueba es verificar si el nivel del agua marcado en los indicadores (cristales) es correcto. También sirven para apreciar si el nivel de agua que tiene la caldera durante su funcionamiento, cuando por alguna circunstancia se ha roto el cristal de nivel.

Los grifos de prueba son generalmente tres y están instalados dentro de la longitud del indicador de nivel de agua, dejan de trabajar correctamente cuando se tapan o se desajustan debido a las impurezas del agua e incrustaciones para evitar esto se deben de mantener limpios y hacerlos funcionar metódicamente.

Indicadores de Nivel de Agua Cristales

El indicador de nivel de agua llamado generalmente cristal es un tubo de vidrio especial de 12.7 milímetros de diámetro su longitud suele variar conforme las

calderas las medidas van desde 15 pulgadas hasta 21 ½ pulgadas comunicado con la cámara de vapor y el agua de una caldera.

Tabla 1 Especificaciones de cristales de nivel.

CRISTALES DE NIVEL		
CALDERA	DIAMETRO	LONGITUD
10	3/4	15"
11	3/4	15"
12	3/4	18"
13	3/4	21-1/2
14	3/4	21-1/2
15	3/4	20- 1/2

El tubo está conectado en sus extremos superior e inferior por medio de válvulas de cierre de la misma medida con tuercas y estoperos apropiados para recibirlo. La válvula de sierre inferior deberá estar dotada con un grifo de prueba con el objetivo de eliminar las impurezas o lo que se acumule en la parte inferior del indicador.

El indicador de nivel tiene como objetivo mostrar el nivel de agua existente en la caldera, los indicadores de agua pueden dejar de trabajar correctamente por que se tapan sus ductos tuberías o válvulas de cierre, porque se peguen o se desajusten las válvulas de cierre, debido a que los cristales se rompan.

Para cambiar un cristal se deben cerrar las válvulas de comunicación, aflojar las tuercas del cristal, quitar el cristal y se coloca el cristal nuevo teniendo cuidado al poner los empaques y no apretar tanto las tuercas.



Ilustración 29 Indicador de nivel de las calderas N°13.



Ilustración 30 Indicador de nivel caldera N°14



Ilustración 31 Indicador de nivel caldera N°15.

Trampa de Vapor

También llamados separadores de vapor tienen como objetivo separar el condensado dejando en libertad al vapor seco, se llama condensado al vapor convertido en agua, las trampas de vapor se clasifican en paso continuo y separadores de retroceso.

El separador de paso continuo está compuesto por una cámara cilíndrica en cuyo interior existe una aleta o membrana a la cual el vapor procedente de una dirección choca sobre ella cayendo por gravedad el condensado y continuando el vapor seco por la dirección opuesta.

Los separadores de retroceso son aquellos que devuelven el condensado a la caldera sin ayuda de una bomba especial.



Ilustración 32 trampa de vapor con dirección a turbos.



Ilustración 33 trampa de condensados con dirección a turbos.

Conductores de Bagazo

Todos los conductores en el área son de gran importancia ya que estos son los responsables de repartir el bagazo a cada una de las calderas en el área, cada uno de estos cuentan con una cadena porta duelas un motor, cadena de transmisión chavetas y pernos, sus especificaciones como lo son longitud y ancho se dan a conocer en la siguiente tabla.

Tabla 2 Especificaciones de los conductores de bagazo.

conductores de bagazo									
numero de conductor	lungitud	duelas			cadena				carga AMPS
		tipo	material	tamaño	arastre	paso	trasmicion	paso	
2	126 m	CB	SAE 1010	79 3/16 X 10 1/2	A2-9112-M14	9"	RC-200	2-1/2"	95
3	22m	CB	SAE 1010	50 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	19.5
4	144 m	CB	SAE 1010	60 X 7"	D-9184	6"	RC-200	2-1/2"	76
5	18 m	CB	SAE 1010	60 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	19.5
6	44 m	CB	SAE 1010	50 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	25
7	58 m	CB	SAE 1010	60 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	41
8	68 m	CB	SAE 1010	84 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	53
9	38 m	CB	SAE 1010	84 X 7"	D-2184	6"	RC-200	2-1/2"	19.5

El monitoreo de los conductores debe de ser de forma continua y sus mantenimientos no planificados deben de ser dirigidos con rapidez y en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

La redacción de este documento se da a conocer información importante de las funciones y los componentes de las cinco calderas existentes en el área, se muestran datos relevantes como su generación de vapor por hora, esto sirve de apoyo para mantenimientos y capacitaciones futuras del personal.

Durante su realización se dieron a conocer componentes más importantes y sus posibles fallas.

Los datos cuantitativos no pueden ser expresados por la falta de la aprobación del superintendente de área ya que el documento tiene que ser revisado y posteriormente se darán a conocer la fecha de su implementación como un curso para el personal en caso de no ser aprobado se realizara retroalimentación para su mejora. Bajo este contexto los resultados expresaran el número de personal capacitado, la eficiencia de los trabajadores y el porcentaje de disponibilidad de las calderas.

Una buena reparación trae como consecuencia una buena zafra, una mano de obra capacitada realiza una buena reparación.

4.2 Trabajos Futuro

Con la implementación de este documento se deberán realizar los cálculos de las variables cuantitativas por mencionar algunas:

- Número de Personal capacitado en el documento.

- Aumento de Eficiencia y efectividad de los trabajadores.
- Disponibilidad de Calderas en un mejor porcentaje.
- Desempeño de los trabajadores en sus actividades.

4.3 Recomendaciones

Dar al personal más manuales de apoyo, cursos de actualización de todos los componentes implementados, así como fichas técnicas en las cuales se especifique de forma clara posibles fallas, refacciones y como poder repararlo.

Cada vez que se implemente un equipo nuevo en el área informar al personal sobre su operación.

4. Conclusiones

El documento para el Ingenio Central el Potrero se realizó con toda la información necesaria expresada de forma breve y concisa para la comprensión de todo el personal del área de calderas.

ANEXOS

Tabla 3 Especificaciones de calderas.

Especificaciones Caldera N°10	
Presion de operación	17.6 kg/cm ²
Superficie de calefaccion	1193.49 cm ²
Eficiencia de placa	95%
Eficiencia de ligamento de tubo	50.39%
Presion maxima	19.55 kg/cm ²
Valvula de seguridad	2x16900 +8480=42280 kg/hr =35255 kg/hr
Capacidad de generacion	35255 kg/hr

Especificaciones Caldera N°11	
Presion de operación	17.6 kg/cm ²
Superficie de calefaccion	1193.47 cm ²
Eficiencia de placa	95%
Eficiencia de ligamento de tubo	50.39%
Presion maxima	19.55 kg/cm ²
Valvula de seguridad	2x16900 +8480=42280 kg/hr =35255
Capacidad de generacion	35255 kg/hr

Especificaciones Caldera N°12	
Presion de operación	17.6 kg/cm2
Superficie de calefaccion	1784.8 m2
Eficiencia de placa	95%
Eficiencia de ligamento de tubo	50.39%
Presion maxima	19.55 kg/cm2
Valvula de seguridad	3x16900 +8480=59180 kg/hr =52000 kg/hr
Capacidad de generacion	52000 kg/hr
Material de los domos	SA-515-70

Tabla 4 Especificaciones caldera N°13.

E S P E C I F I C A C I O N E S		
SUPERFICIE DE CALEFACCION	2875-28 M2	PRESION MAXIMA (CALCULO EN LA PARTE MAS DEBIL)
PRESION DE OPERACION	17.6 KG/CM2	
CAPACIDAD DE GENERACION	89780 KG/HR	$P = \frac{SE(t-C)}{R+(1-Y)(t-C)} = \frac{1230.5 \times 0.4526(3.33-0.165)}{83.8+(1-0.4)(3.33-0.165)} = 20.57 \text{ kg/cm}^2$
MATERIAL DOMOS	SA515-70	
ESFUERZO MAX. PLACA (S)	1230.5 KG/CM2	VALVULA DE SEGURIDAD
DIAMETRO BARRENOS (d)	0.08343 M	
PASO ENTRE BARRENOS (p)	0.3048 M	5 x 16900 + 7500 = 92000 KG/HR > 84892 KG/HR
EFICIENCIA LIGAMENTO (E)	$\frac{P-NP}{P} = \frac{30.48 - (2 \times 8.34)}{30.48} \times 100 = 45.26\%$	
EFICIENCIA LIGAMENTO PLACA	95.0%	CAPACIDAD VOLUMETRICA: 88.207 M ³
RADIO INTERIOR DOMO SUPERIOR (R)	0.8380 M	
ESPESOR ACTUAL DOMO SUPERIOR (t)	0.0333 M	
COEFICIENTE DE TOLERANCIA (C)	0.165	
COEFICIENTE DE TEMPERATURA (Y)	0.4	

Tabla 5 Especificaciones caldera N°14.

E S P E C I F I C A C I O N E S			
SUPERFICIE DE CALEFACCION		2875-28 M2	
PREISION DE OPERACION		17.6 KG/CM2	PREISION MAXIMA (CALCULO EN LA PARTE MAS DEBIL)
CAPACIDAD DE GENERACION		89780 KG/HR	$P = \frac{SE(t-C)}{R+(1-Y)(t-C)} = \frac{1230.5 \times 0.4526(3.33-0.165)}{83.8+(1-0.4)(3.33-0.165)} = 20.57 \text{ kg/cm}^2$
MATERIAL DOMOS		SA515-70	
ESFUERZO MAX. PLACA	(S)	1230.5 KG/CM2	VALVULA DE SEGURIDAD
DIAMETRO BARRENOS	(d)	0.08343 M	5 x 16900 + 7500 = 92000 KG/HR > 84892 KG/HR
PASO ENTRE BARRENOS	(p)	0.3048 M	
EFICIENCIA LIGAMENTO	(E)	$\frac{P-NP}{P} = \frac{30.48 - (2 \times 8.34)}{30.48} \times 100$	CAPACIDAD VOLUMETRICA:
EFICIENCIA LIGAMENTO PLACA		45.26%	88.207 M ³
RADIO INTERIOR DOMO SUPERIOR (R)		0.8380 M	
ESPESOR ACTUAL DOMO SUPERIOR (t)		0.0333 M	
COEFICIENTE DE TOLERANCIA (C)		0.165	
COEFICIENTE DE TEMPERATURA (Y)		0.4	

Tabla 6 Especificaciones caldera N°15.

CALCULOS MECANICOS			
V.- SUPERFICIE DE CALEFACCION		I.- CUERPO DOMO SUPERIOR ASME US - 27	
1.- CALDERA a).- BANCO DE CONECCION (TUBOS MARCA 1 a 19 Y 56, 114 Y 124) ØEXT = 0.0826 m LONG = 7.000 m No. TUBOS = 796	d).- SOBRECALENTADOR ØEXT = 0.061 m LONG = 5.940 m No. TUBOS = 96	t _d = ESPESOR DE PL. DE DISEÑO 17.07 mm P _d = PRESSION DE DISEÑO 21.30 Kg/cm ² R _i = RADIO INTERIOR DEL CUERPO 802.15 mm D _e = DIAMETRO EXT. DEL CUERPO 1676.40 mm D _i = DIAMETRO INT. DEL CUERPO 1600.20 mm S = ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE 1230.00 Kg/cm ² E = EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECT. 1.00 V ₀ = CAP. VOL. AL 100% 15.326 m ³	
b).- PAREDES LATERALES HORNO (TUBOS MARCA 21 e 55) ØEXT = 0.0826 m LONG = 8.940 m No. TUBOS = 68	e).- SUPERFICIE INT. EXP. A PRESSION DOMO VAPOR A = 33.817 m ²	c).- CORRCCION PERMISIBLE 3.20 mm T _r = ESPESOR USADO 36.10 mm L = LONGITUD CUERPO 7620.00 mm S _r = SUPERFICIE EXT. EXP. A PRES. BARRENOS EN EL DOMO 33.81 m ² D ₁ = DIAM. DE BARRENOS 0.0826 m TEMPERATURA DE DISEÑO 800° MATERIAL DE FABRICACION A-515-70	j).- CAP. VOLUMETRICA AL 100% V ₁ = Q (R _i) ² L V ₁ = 15.32 M ³
c).- FRENTE Y TECHO DE HORNO (TUBOS MARCA 20) ØEXT = 0.0826 m LONG = 13.25 m No. TUBOS = 40	f).- SUPERFICIE INTERNA A PRESSION CABEZAS DOMO DE VAPOR A = 7.266 m ²	d).- PRES. MAX. INT. PERM. DE TRABAJO P _r = $\frac{SE(t-C)}{R+(1-Y)(t-C)}$ P _r = 62.28 Kg/cm ²	k).- SUPERFICIE INT. EXP. A PRESSION S _r = Q D ₁ L S _r = 38.30 M ² MENOS EL AREA DE 840 AGUJEROS A = Q R _i ² 840 A = 4.49 M ² 38.30 - 4.49 = 33.81 M ²
CAPACIDAD VOLUMETRICA TOTAL AL 100% V = 58.060 m ³	g).- SUPERFICIE INTERNA A PRESSION DOMO DE AGUA A = 24.696 m ²	II.- CUERPO DOMO INFERIOR ASME US - 27	
CAPACIDAD VOLUMETRICA TOTAL AL 100% V = 58.060 m ³	h).- SUPERFICIE INTERNA A PRESSION CABEZAS DOMO DE AGUA A = 4.181 m ²	t _d = ESPESOR DE PL. DE DISEÑO 13.77 mm P _d = PRESSION DE DISEÑO 21.30 Kg/cm ² R _i = RADIO INTERIOR DEL CUERPO 609.60 mm D _e = DIAMETRO EXT. DEL CUERPO 1219.00 mm D _i = DIAMETRO INT. DEL CUERPO 1219.00 mm S = ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE 1230.00 Kg/cm ² E = EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECT. 1.0 V ₀ = CAP. VOL. AL 100% 6.90 m ³	c).- CORRCCION PERMISIBLE 3.20 mm T _r = ESPESOR USADO 34.90 mm L = LONGITUD CUERPO 7620.00 mm S _r = SUPERFICIE EXT. EXP. A PRES. BARRENOS EN EL DOMO 24.69 m ² D ₁ = DIAM. DE BARRENOS 0.0826 m TEMPERATURA DE DISEÑO 800° MATERIAL DE FABRICACION A-515-70
PRESSION DE DISEÑO: 21.30 Kg/cm ² PRESSION DE OPERACION = 17.67 Kg/cm ² PRESSION DE PRUEBA = 31.64 Kg/cm ² PRESSION DE TRABAJO = 17.67 Kg/cm ² PRESSION DE AJUSTE: TEMPERATURA 800° F SOBREPRESION 10% 22.00 Kg/cm ²	CAPACIDAD VOLUMETRICA AL 100% EN DOMOS = 26.110 M ³ CAPACIDAD VOLUMETRICA AL 100% EN FLUKES = 31.950 M ³	j).- SUPERFICIE INT. EXP. A PRESSION S _r = Q D ₁ L S _r = 29.18 M ² MENOS EL AREA DE 840 AGUJEROS A = Q R _i ² 840 A = 4.49 M ² 29.18 - 4.49 = 24.69 M ²	
A = SUPERF. REQ. DE ORIFICIO V ₀ = CAPACIDAD DE VAPOR REQUERIDO = 63600.00 Kg/Gm ³ Z = FACTOR DE COMPRESIBILIDAD = 0.97 P ₀ = PRES. DESP. + SOBREPRES. = 14.7 = 28.33 Kg/Gm ³ C ₁ = DENSIDAD = 331.00 T ₀ = TEMP. ABSOLUTA = 960 °F M ₀ = PESO MOLECULAR = 18.02	VI.- VALVULA DE SEGURIDAD CALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD SEGUN ASME SECCION VIII DIV. 1 UG-131 $A = \frac{V_0 h \sqrt{Z}}{C_1 P_0 \sqrt{M_0}}$ SE INSTALARAN LAS SIGUIENTES VALULAS DE SEGURIDAD 3 EN EL DOMO DE VAPOR 2 DE 63.5 Ø Y 1 DE 51.0 mm. Ø. 1 DE 63.5 Ø EN EL CAPEZAL DEL SOBRECALENTADOR. 3 VALVULAS ORIFICIO "L" = 18.41 Cm ² = 63.5 mm Ø 1 VALVULA ORIFICIO "K" = 11.87 Cm ² = 51.0 mm Ø TOTAL = 67.10 Cm ²	k).- CAP. VOLUMETRICA AL 100% V ₁ = Q (R _i) ² L V ₁ = 6.91 M ³	

Tabla 7 Especificaciones caldera 16

CALCULOS MECANICOS					
V.- SUPERFICIE DE CALEFACCION I.- CALDERA a)- BANCO DE CONVECCION (TUBOS MARCA 1 a 19 Y 56, 11A Y 12A) ØEXT.= 0.0826 m LONG = 7.000 m No. TUBOS= 796 No. TUBOS= 796		d)- SOBRECALENTADOR LONG = 5.940 m No. TUBOS= 96 No. TUBOS= 96			
b)- PAREDES LATERALES HORNO (TUBOS MARCA 21 a 55) ØEXT.= 0.0826 m LONG = 8.940 m No. TUBOS= 68 No. TUBOS= 68		e)- SUPERFICIE INT. EXP. A PRESION DOMO VAPOR No. TUBOS= 96 No. TUBOS= 68			
c)- FRENTE Y TECHO DE HORNO (TUBOS MARCA 20) ØEXT.= 0.0826 m LONG = 13.25 m No. TUBOS= 40 No. TUBOS= 40		f)- SUPERFICIE INTERNA A PRESION CABEZAS DOMO DE VAPOR No. TUBOS= 96 No. TUBOS= 68			
g)- SUPERFICIE INTERNA A PRESION DOMO DE AGUA No. TUBOS= 96 No. TUBOS= 68		g)- SUPERFICIE INTERNA A PRESION CABEZAS DOMO DE AGUA No. TUBOS= 96 No. TUBOS= 68			
SUPERFICIE DE CALEFACCION TOTAL CAPACIDAD VOLUMETRICA TOTAL AL 100%		A= 1970.355 m ² V= 58.066 m ³			
PRESSION DE DISEÑO= 21.10 Kg/Cm ² PRESSION DE OPERACION = 17.87 Kg/Cm ² PRESSION DE PRUEBA= 31.64 Kg/Cm ² PRESSION DE TRABAJO= 17.87 Kg/Cm ² PRESSION DE AJUSTE= 22.00 Kg/Cm ² TEMPERATURA 800° F SOBREPRESION 10%		VI.- VALVULA DE SEGURIDAD CALCULO DE LA VALVULA DE SEGURIDAD SEGUN ASME SECCION VIII DIV. 1 UG-131 $A = \frac{1}{2} \pi \sqrt{\frac{16}{3}} \frac{P \sqrt{Z}}{C \sqrt{M} \cdot 1.047}$ SE INSTALARAN LAS SIGUIENTES VALVULAS DE SEGURIDAD 3 EN EL DOMO DE VAPOR 2 DE 63.5 Ø Y 1 DE 51.0 mm. Ø. 1 DE 63.5 Ø EN EL CABEZAL DEL SOBRECALENTADOR. 3 VALVULAS ORIFICIO "L" = 18.41 Cm ² = 63.5 mm Ø 1 VALVULA ORIFICIO "K" = 11.87 Cm ² = 51.0 mm Ø TOTAL= 67.10 Cm ²			
A= SUPERF. REQ. DE ORIFICIO V= CAPACIDAD DE VAPOR REQUERIDO = 63860.00 Kg/Gm ³ Z= FACTOR DE COMPRESIBILIDAD = 0.97 P= PRES. DISP. + SOBREPRES. = 14.7 = 26.23 Kg/Gm ² C= DENSIDAD = 331.00 T= TEMP. ABSOLUTA = 960 °F M= PESO MOLECULAR = 18.02		CAPACIDAD VOLUMETRICA AL 100% EN DOMOS = 26.110 m ³ CAPACIDAD VOLUMETRICA AL 100% EN PLUMES = 31.990 m ³ A= 82.249 Cm ²			
		I.- CUERPO DOMO SUPERIOR ASME UG - 27 Hd = ESPESOR DE PL. DE DISEÑO 17.07 mm Pd = PRESION DE DISEÑO 21.10 Kg/cm ² Ri = RADIO INTERIOR DEL CUERPO 800.10 mm Do = DIAMETRO EXT. DEL CUERPO 1676.40 mm Di = DIAMETRO INT. DEL CUERPO 1602.20 mm S = ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE 12300.00 Kg/cm ² E = EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECT. 1.00 V= CAP. VOL. AL 100% 18.328 m ³		C = CORROSION PERMISIBLE 3.20 mm Tr = ESPESOR USADO 38.10 mm L= LONGITUD CUERPO 7620.00 mm Si= SUPERFICIE EXT. EXP. A PRES. 33.81 m ² BARRENOS EN EL DOMO 840.00 DIAM. DE BARRENOS 0.0826 m TEMPERATURA DE DISEÑO 800° MATERIAL DE FABRICACION A-515-70	
		II.- CUERPO DOMO INFERIOR ASME UG - 27 Hd = ESPESOR DE PL. DE DISEÑO 13.77 mm Pd = PRESION DE DISEÑO 21.10 Kg/cm ² Ri = RADIO INTERIOR DEL CUERPO 609.60 mm Do = DIAMETRO EXT. DEL CUERPO 1229.20 mm Di = DIAMETRO INT. DEL CUERPO 1229.20 mm S = ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE 12300.00 Kg/cm ² E = EFICIENCIA DE SOLDADURA ELECT. 1.0 V= CAP. VOL. AL 100% 8.90 m ³		C = CORROSION PERMISIBLE 3.20 mm Tr = ESPESOR USADO 34.90 mm L= LONGITUD CUERPO 7620.00 mm Si= SUPERFICIE EXT. EXP. A PRES. 24.69 m ² BARRENOS EN EL DOMO 840.00 DIAM. DE BARRENOS 0.0826 m TEMPERATURA DE DISEÑO 800° MATERIAL DE FABRICACION A-515-70	
		a)- ESP. DE PARED REQ. $T_d = \frac{P_d R_i}{S E - C} + C$ b)- PRES. MAX. INT. PERM. DE TRABAJO $P_r = \frac{S E (r - C)}{R_i O + (r - C)}$ c)- SUPERFICIE INT. EXP. A PRESION $S_i = \pi D_i L$ d)- CAP. VOLUMETRICA AL 100% $V_i = \frac{\pi}{4} (R_i)^2 L$		MENOS EL AREA DE 840 AGUJEROS A= 8.91 m ² V= 8.91 m ³	

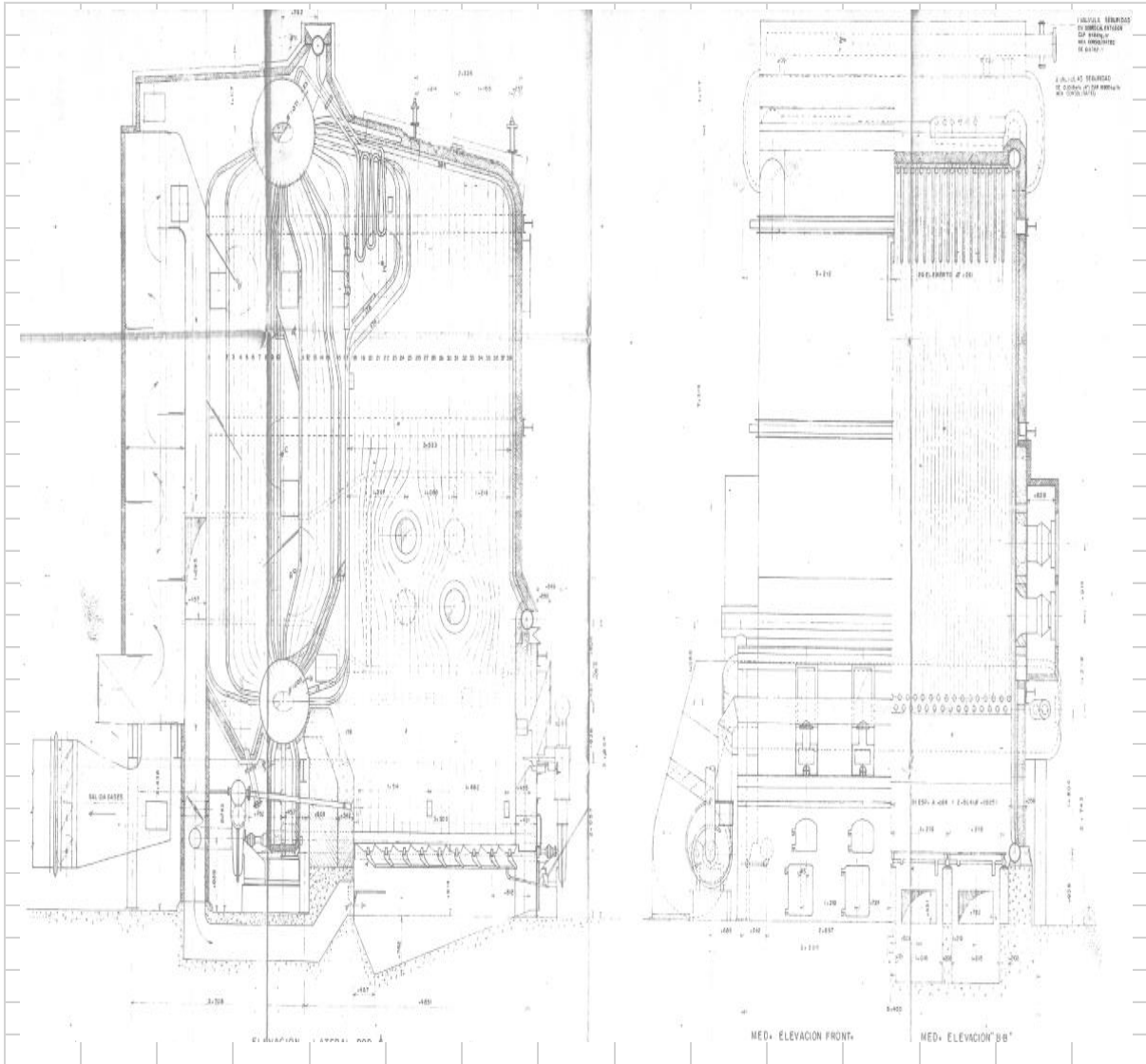


Ilustración 34 Dibujo caldera N°10.

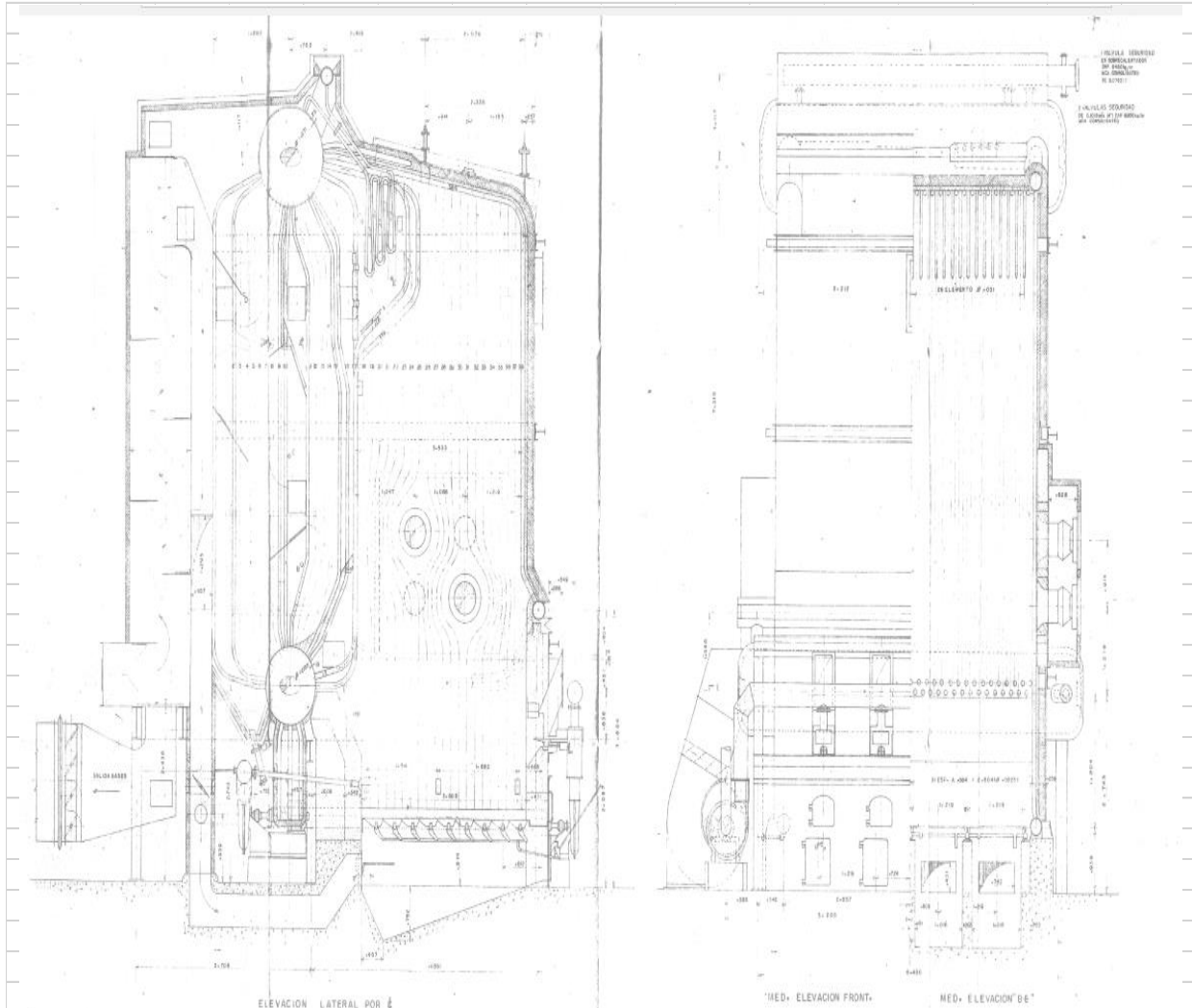


Ilustración 35 Dibujo caldera N°11.

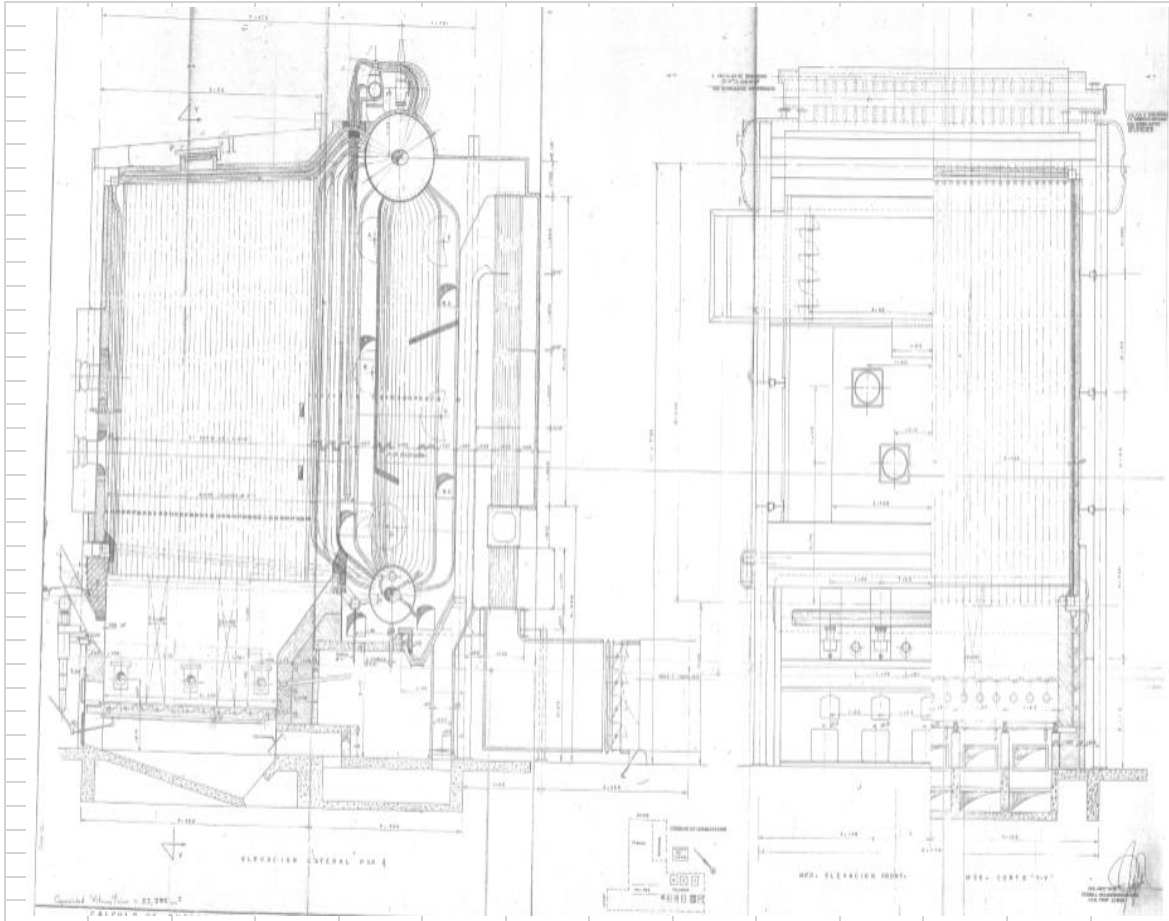


Ilustración 36 dibujo caldera N°12.

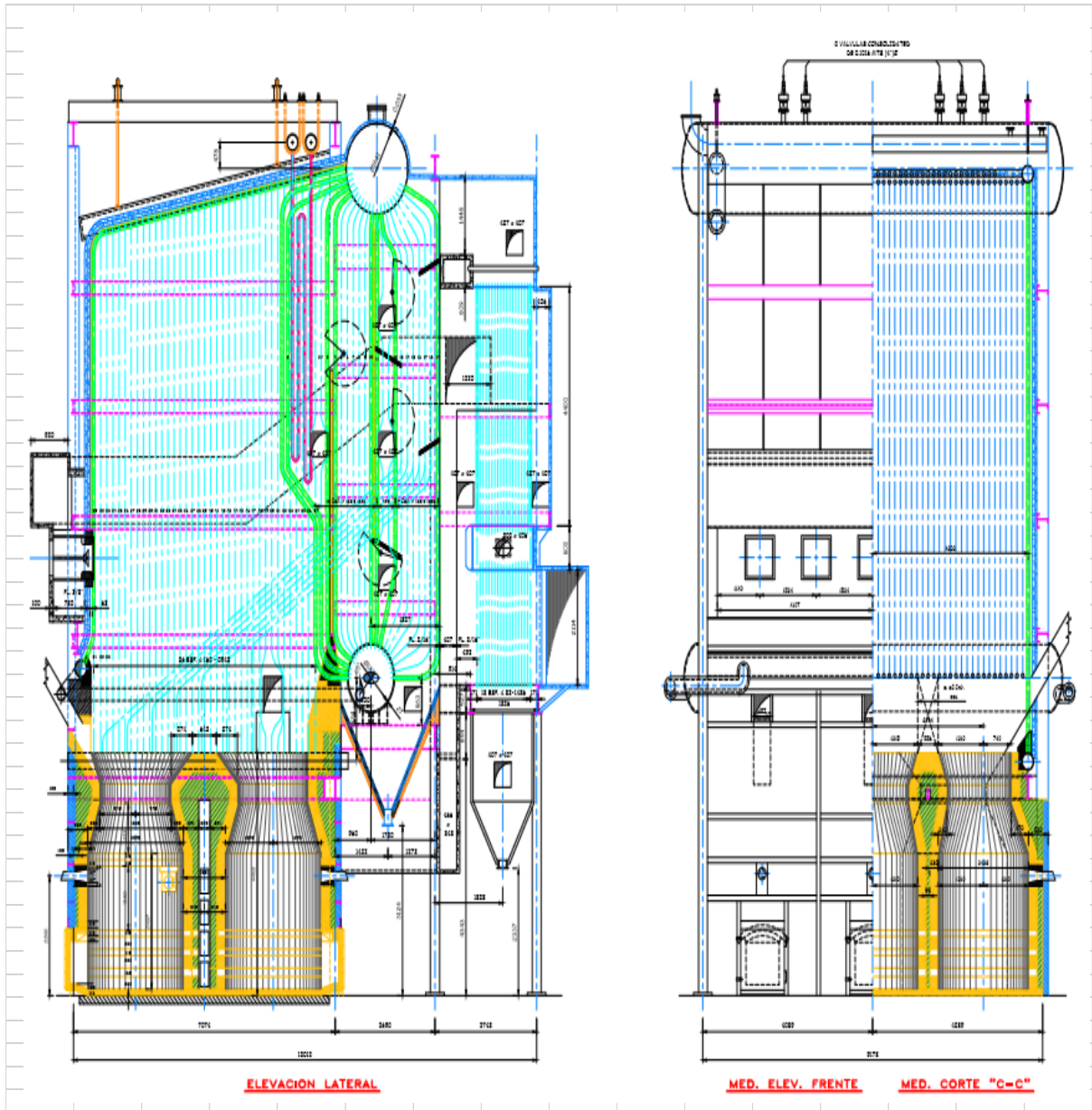


Ilustración 37 Dibujo de la caldera N°13.

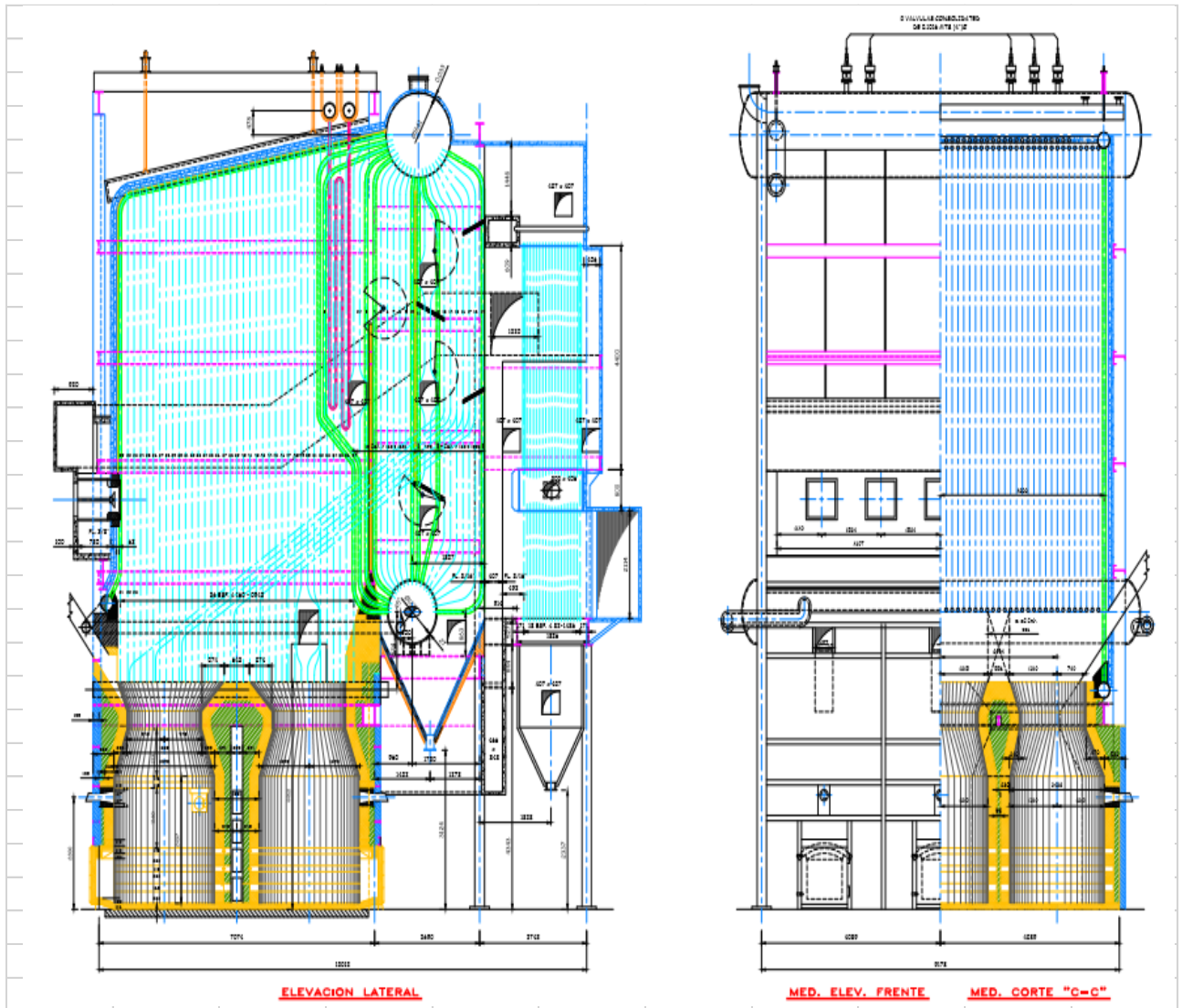


Ilustración 38 Dibujo de la caldera N°14.

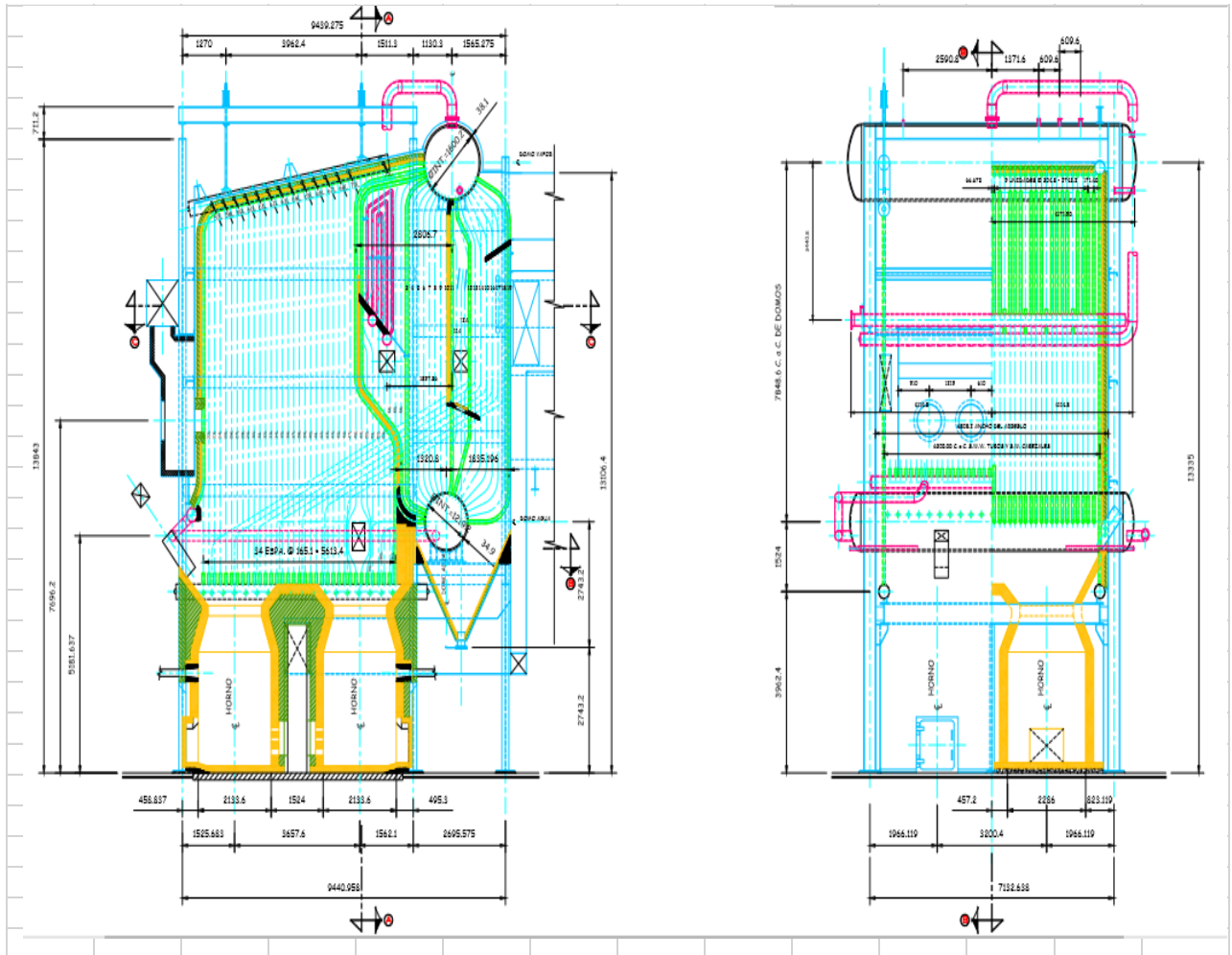


Ilustración 39 Dibujo caldera N°15.

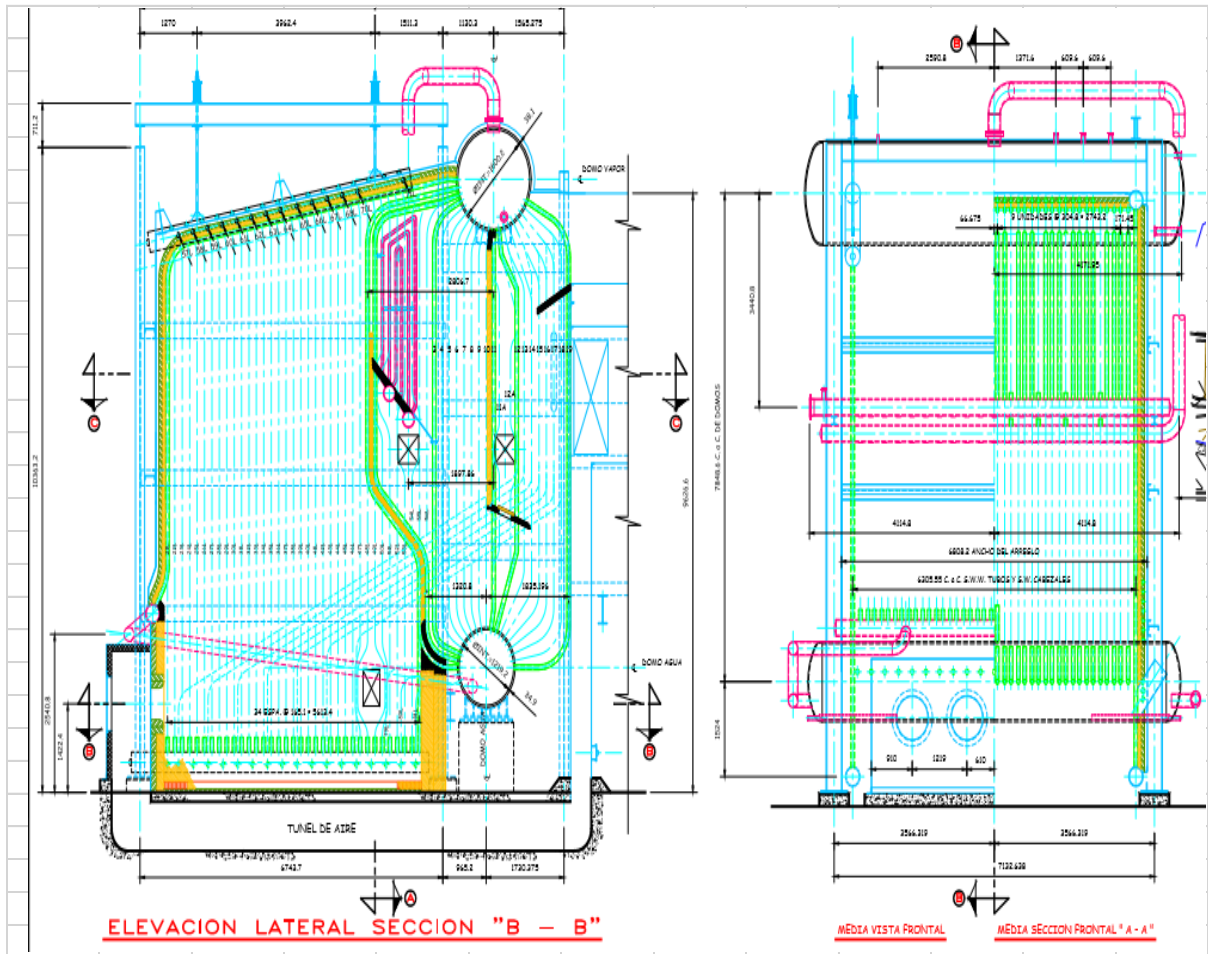







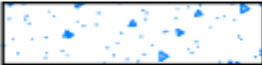


Ilustración 40 Dibujo caldera N°16.

Tabla 8 materiales

CLAVE DE MATERIALES	
	TABIQUE REFRACTARIO MEXICO Ó REG.
	TABIQUE REFRACTARIO EMPRE M
	TABIQUE REFRACTARIO KER
	CONCRETO REFORZADO
	TABIQUE AISLANTE T-23
	AISLANTES VARIOS
	TABIQUE COMUN
	CONCRETO COMUN

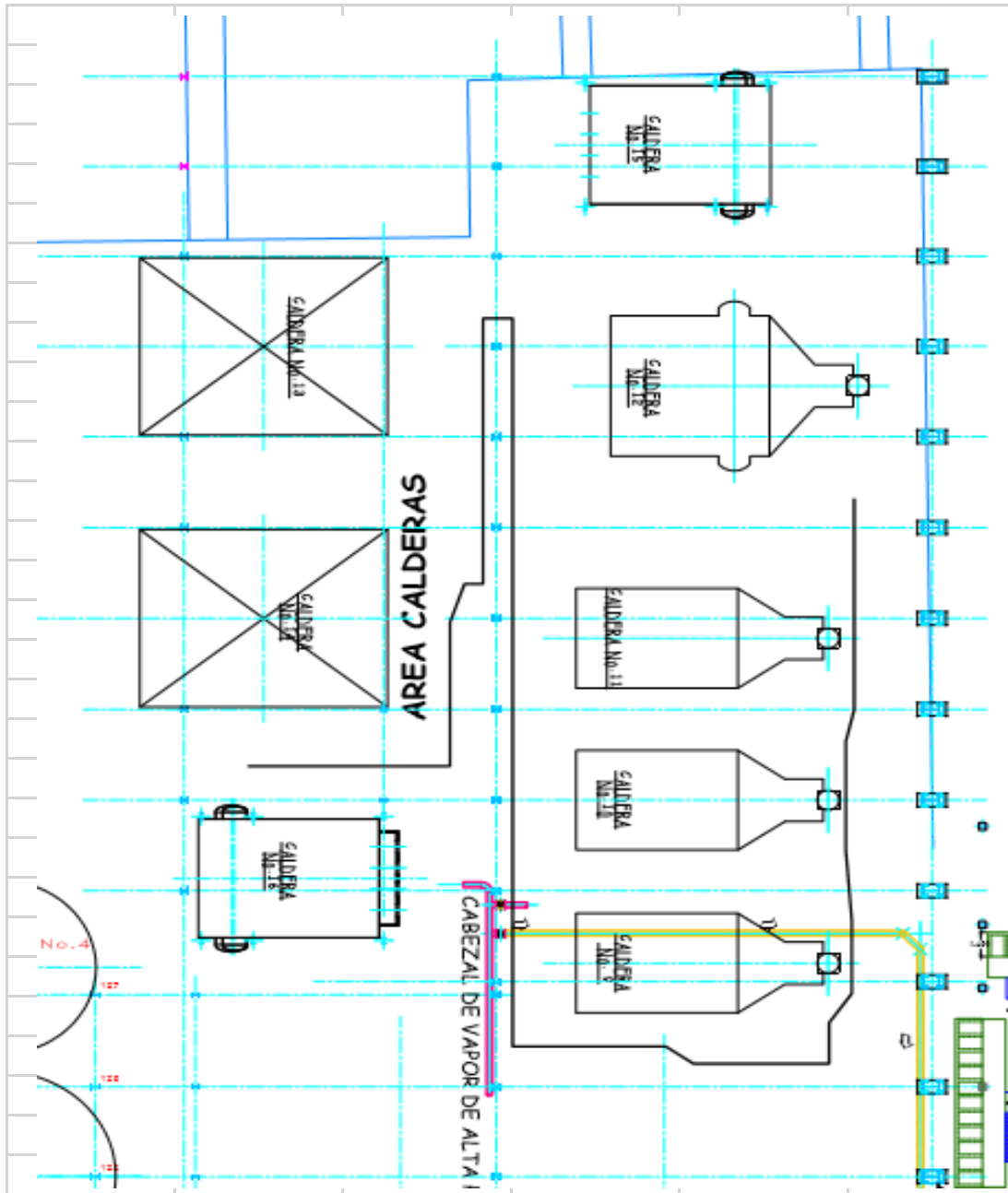


Ilustración 41 Área de calderas

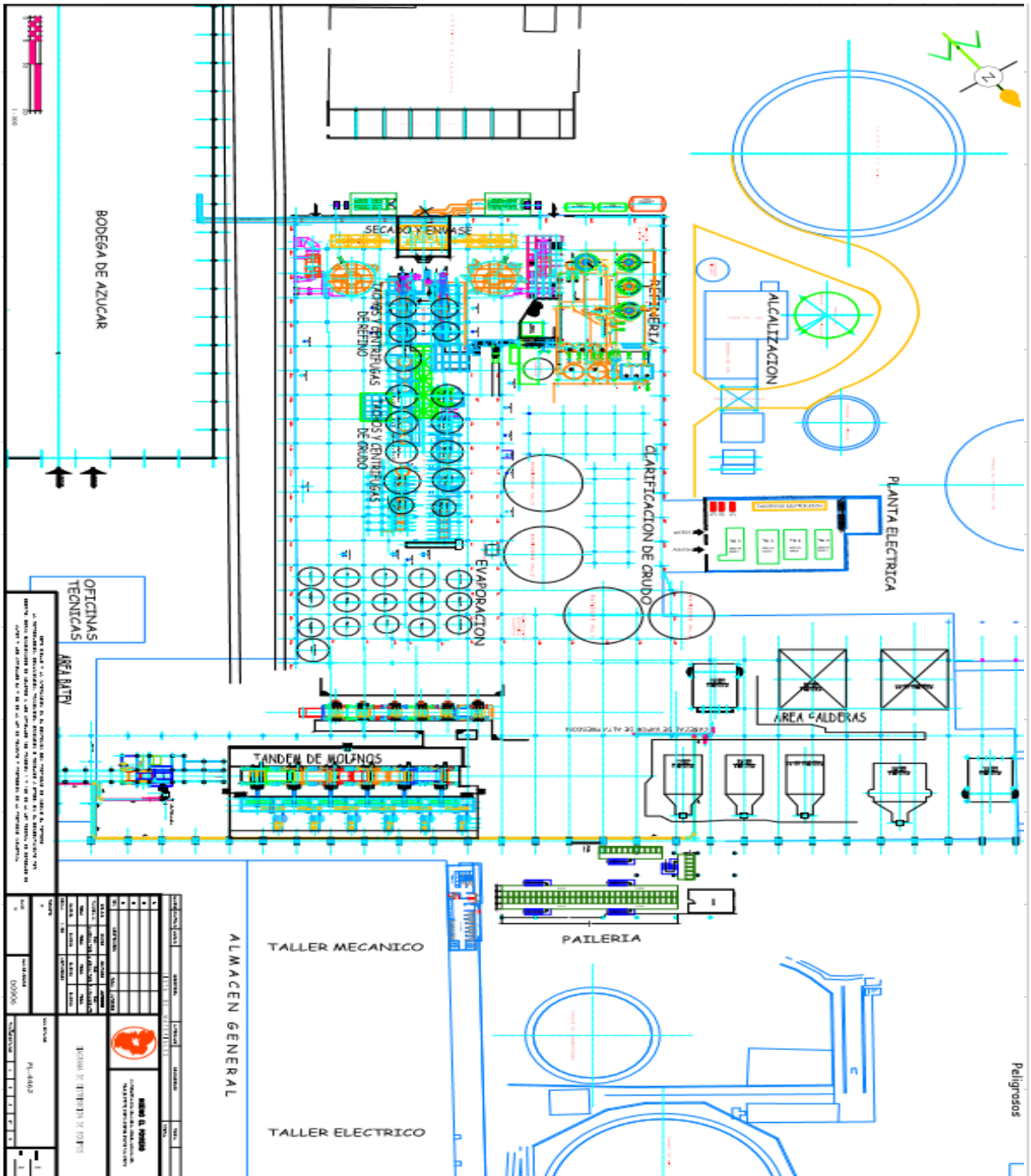


Ilustración 42 Dibujo general Ingenio Central el Potrero.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

ALDERETES, C. O. (2016). *CALDERAS A BAGAZO*. ARGENTINA: RESERVADO TODOS LOS DERECHOS.

Obtenido de <http://www1.herrera.unt.edu.ar/biblcet/wp-content/uploads/2016/08/Calderas-a-Bagazo.pdf>

Bahamondes, P. A. (2006). *DESCRIPCION DE CALDERAS Y GENERADORES DE VAPOR*. Obtenido de <http://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/descripcion-de-caldera-y-generadores-de-vapor.pdf>

Ortega, A. V. (1975). *Gemeradoras de Vapor*. Mexico DF : Offset Viriginia S.A. de C.V. .

RENEDO, C. J. (2000). *CALDERAS*. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, 53.