



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO ELECTROMECAÁNICO**

**TEMA: REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO
DEL CALDERO DE LA PISCINA DE LA BRIGADA BLINDADA N° 11
“GALÁPAGOS”, MEDIANTE RELÉS, RETENEDORES HIDRÁULICOS Y
ACCESORIOS DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA, PARA MEJORAR SU
VIABILIDAD, EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL AÑO 2019**

AUTOR: PILCO DIAZ, LUIS ARMANDO

DIRECTOR: ING. CHIPUGSI CALERO, FREDDY JULIÁN

LATACUNGA

2020



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA


DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO DEL CALDERO DE LA PISCINA DE LA BRIGADA BLINDADA N° 11 “GALÁPAGOS”, MEDIANTE RELÉS, RETENEDORES HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA, PARA MEJORAR SU VIABILIDAD, EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL AÑO 2019”** fue realizado por el señor Pilco Diaz Luis Armando el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

.....

ING. CHIPUGSI CALERO, FREDDY JULIAN.
C.C.: 0502943541



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo **Pilco Diaz Luis Armando**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO DEL CALDERO DE LA PISCINA DE LA BRIGADA BLINDADA N° 11 “GALÁPAGOS”, MEDIANTE RELÉS, RETENEDORES HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA, PARA MEJORAR SU VIABILIDAD, EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL AÑO 2019”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos científicos técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación es veraz.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

.....
Pilco Diaz, Luis Armando

C.C.: 1804807921



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo **Pilco Diaz Luis Armando** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO DEL CALDERO DE LA PISCINA DE LA BRIGADA BLINDADA N° 11 “GALÁPAGOS”, MEDIANTE RELÉS, RETENEDORES HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA, PARA MEJORAR SU VIABILIDAD, EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL AÑO 2019”** en el repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

.....
Pilco Diaz, Luis Armando

C.C.: 1804807921

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico primeramente a Dios por brindarme la salud, la inteligencia y la sabiduría para poder culminar mi carrera de manera satisfactoria, a mis padres quienes son un pilar fundamental en mi vida personal, profesional y en la obtención de mi segunda carrera con sus consejos y palabras e superación que me sirvieron poder culminar mis estudios, a mi familia quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional, quienes fueron mi principal motivación para poder superarme y ver cumplido el sueño de cursar estudios dentro de una Universidad.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la salud, la inteligencia por bendecirme con una familia que siempre me ha estado apoyando en el transcurso de la obtención de mi título, a mis padres quienes con su apoyo incondicional sus palabras de aliento y superación, fueron mi principal motivaron para poder culminar mi carrera y poder cumplir mi sueño de cursar estudios dentro de una Institución Educativa Superior.

A la gloriosa institución a la cual pertenezco el glorioso “EJERCITO ECUATORIANO” por la gran oportunidad de poder realizar estudios Universitarios en la Unidad de gestión de Tecnologías de las Fuerza Armadas – ESPE.

A los docentes de esta prestigiosa institución por compartir sus conocimientos en las aulas durante mi transcurso como estudiante, al tutor de mi proyecto de titulación quien me supo guiar durante este proceso y poder culminar mi proyecto de manera satisfactoria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes	15
1.2. Planteamiento del problema.....	16
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivo general	17
1.4.1. Objetivos Específicos	18

1.5. Alcance.....	18
-------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción	20
2.2. Conceptos fundamentales en el funcionamiento de un caldero	21
2.2.1. Energía.....	21
2.2.2. Evaporación y Ebullición.....	21
2.2.3. Calor.....	21
2.2.4. Combustión.....	22
2.2.5. Presión	22
2.2.6. Vapor	22
2.3. Calderas Definición, Clasificación y Partes	23
2.3.1. Clasificación	23
2.3.2. Partes de la caldera	25
a. Carcaza.....	27
b. Hogar	27
c. Tubos	28
d. Compuertas	29
e. Controles de presión.	30

f.	Equipos auxiliares.....	30
g.	Tratamiento del agua	31
2.3.3.	Equipo de bombeo y control del sistema.....	32
2.3.4.	Sistema de control de calderas.....	33
2.3.5.	Sistema eléctrico de control	34
2.4.	Puesta a tierra	35
2.4.1.	Tipos de sistemas de puesta a tierra.....	36
2.4.2.	Tratamiento químico del suelo	36

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL ESTADO DEL CALDERO.

3.1.	Diagnostico actual del sistema electromecánico del caldero.	38
3.1.1.	Estado actual del sistema mecánico del caldero	39
3.1.2.	Estado actual del sistema eléctrico del caldero.....	41
3.2.	Repotenciación del sistema eléctrico y mecánico del caldero	44
3.3.	Repotenciación de la bomba.	50
3.4.	Señalización de riesgos eléctricos	52
3.5.	Recuperación del sistema de control de las resistencias térmicas.....	52

CAPÍTULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1.	Objetivo.....	54
4.2.	Mantenimiento preventivo	54
4.3.	Precauciones generales en la manipulación de un caldero.....	54
4.3.1.	Equipo de protección personal (E.P.P.)	56
4.4.	Control rutinario para el mantenimiento preventivo	56
4.4.1.	Plan de mantenimiento del sistema eléctrico y de control.....	57
4.4.2.	Plan de mantenimiento del sistema mecánico	58

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	60
5.2.	Recomendaciones.....	61

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS62

ANEXO.....64

ANEXO A: Clasificación de las Calderas

ANEXO B. Registro de Actividades

ANEXO C. Fotografías

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Diferencia entre tipos de calderas</i>	<i>25</i>
Tabla 2.	<i>Características generales del caldero.....</i>	<i>38</i>
Tabla 3.	<i>Daños en el sistema mecánico del caldero</i>	<i>40</i>
Tabla 4.	<i>Daños en el sistema eléctrico del caldero.....</i>	<i>42</i>
Tabla 5.	<i>Características generales de la bomba</i>	<i>42</i>
Tabla 6.	<i>Daños en la bomba.....</i>	<i>43</i>
Tabla 7.	<i>Trabajos realizados en el sistema mecánico.....</i>	<i>44</i>
Tabla 8.	<i>Trabajos realizados en el sistema eléctrico.</i>	<i>48</i>
Tabla 9.	<i>Trabajos realizados en el mantenimiento de la bomba.....</i>	<i>50</i>
Tabla 10.	<i>Equipo de protección personal</i>	<i>56</i>
Tabla 11.	<i>Plan de mantenimiento del sistema eléctrico y de control.....</i>	<i>58</i>
Tabla 12.	<i>Plan de mantenimiento del sistema mecánico.....</i>	<i>59</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Caldera pirotubular	24
Figura 2.	Partes de un caldero pirotubular	26
Figura 3.	Cuerpo del caldero.....	27
Figura 4.	Hogar del caldero.....	28
Figura 5.	Tubos resistentes a altas temperaturas	29
Figura 6.	Tapa posterior y frontal	29
Figura 7.	Equipo destinado para medir la presión.....	30
Figura 8.	Puntos para obtener muestras de agua para análisis	31
Figura 9.	Switch encargado del control de la bomba de agua.....	33
Figura 10.	Tablero de control.....	35
Figura 11.	Puesta de Una Malla a Tierra.....	35
Figura 12.	Tratamiento químico para aterramientos	36
Figura 13.	Foto del caldero previo a la repotenciación	39
Figura 14.	Fugas de agua y combustible en el caldero	40
Figura 15.	Tablero de distribución	41
Figura 16.	Bomba Baldor Electric de 15 hp.....	43
Figura 17.	Desmontaje de la estructura del caldero	45
Figura 18.	Mantenimiento tubos de fuego	45

Figura 19. Mantenimiento en las fugas existentes del caldero.....	46
Figura 20. Limpieza de la Estructura del caldero (CARCASA).....	47
Figura 21. Mantenimiento del MCDONELL.....	47
Figura 22. Limpieza de la estructura del caldero	48
Figura 23. Limpieza de contactos	49
Figura 24. Sistema de puesta a Tierra	49
Figura 25. Mantenimiento mecánico de la bomba.....	51
Figura 26. Mantenimiento del sistema eléctrico y de control de la bomba.....	51
Figura 27. Señalización de equipos e instalaciones eléctricas	52
Figura 28. Sistema de control de las resistencias térmicas	53
Figura 29. Recuperación del sistema resistencias térmicas	53

RESUMEN

La presente monografía fue realizada con el propósito de la repotenciación del sistema eléctrico y mecánico del caldero de marca WELDED de modelo SPHV-60-2 94218, perteneciente a la BRIGADA BLINDADA N° 11 GALÁPAGOS. Ubicada en la ciudad de Riobamba empleando relés, retenedores hidráulicos y accesorios de conducción eléctrica, para mejorar su viabilidad, este equipo al ser repotenciado permite el funcionamiento de la piscina, para la instrucción físico militar, con el uso constante de este equipo por parte de la unidad militar y la falta de mantenimiento preventivo presentaba fugas de fluidos como agua y combustible, ruidos en el interior del caldero cuando este funcionaba, presencia de residuos y corrosión en la estructura del caldero (carcasa), equipos de protección eléctrica, tableros de control en mal estado, líneas de alimentación e iluminación deshabilitadas, dentro del mantenimiento correctivo se realizara mantenimiento de los tubos de fuego, extracción de residuos y sedimentaciones que se encuentran en el interior del caldero, cambio de empaques de los MCCDONELL, mantenimiento y limpieza de los sistemas de control, limpieza de la estructura del caldero. Además, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo el mismo que permitirá un control constante del sistema eléctrico y mecánico.

PALABRAS CLAVE:

CALDEROS - MANTENIMIENTO

TABLEROS DE CONTROL - FALLAS

CALDEROS - SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO

ABSTRACT

The present monograph was made with the purpose of repowering the electrical and mechanical system of the WELDED boiler model SPHV-60-2 94218, belonging to the BRIGADA BLINDADA N° 11 GALÁPAGOS. Located in the city of Riobamba using relays, hydraulic retainers and accessories of electrical conduction, to improve its viability, this equipment to make repowered allows the operation of the pool, for the physical military instruction, with the constant use of this equipment by the military unit and the lack of preventive maintenance presented leaks of fluids such as water and fuel, noises inside the boiler when it worked, presence of residues and corrosion in the structure of the boiler (casing), electrical protection equipment, control panels in poor condition, power and lighting lines disabled, within the corrective maintenance will be carried out maintenance of the fire tubes, extraction of residues and sedimentations that are inside the boiler, change of packaging of the MCCDONELL, maintenance and cleaning of control systems, cleaning of the structure of the boiler. In addition, a preventive maintenance plan will be developed which will allow a constant control of the electrical and mechanical system.

KEYWORDS:

BOILERS - MAINTENANCE

CONTROL PANELS - FAULTS

BOILERS - ELECTRICAL AND MECHANICAL SYSTEM

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La Escuela de Caballería Blindada unidad orgánica de la “Brigada Blindada N° 11 Galápagos”, institución encargada de la especialización de soldados del arma de Caballería Blindada, siendo el aspecto principal la formación físico militar, para que el personal militar pueda cumplir de manera satisfactoria con sus misiones de guerra interna y externa.

Por la cual le fue asignada las instalaciones de la piscina, donde se encuentra el caldero marca WELDED, equipo el cual permite el funcionamiento de la piscina instalación indispensable, en donde los instructores de la “ESCABLIN” capacitan y mejoran las condiciones físicas del personal militar por medio de la instrucción físico militar que la realizan de forma diaria y permanente en la piscina.

Debido al uso constante de las instalaciones de la piscina, el caldero que permite el funcionamiento de esta instalación, y la falta de mantenimiento preventivo, la falta de un control diario de los diferentes equipos eléctricos electrónicos y mecánicos, por la falta de un cronograma de actividades y un plan de mantenimiento preventivo, ha ocasionado daños en el sistema eléctrico y mecánico que impide el funcionamiento permanente del equipo, ocasionando paros del equipo, impidiendo que el personal militar mejore sus condiciones físicas por la falta de entrenamiento físico militar, siendo una de las capacidades más primordiales del personal militar, es estar en

excelentes condiciones físicas para que pueda cumplir de manera eficiente las diferentes misiones que le sean asignadas.

La repotenciación del caldero eliminar cualquier falla o daño que presentaba antes de realizar los trabajos de mantenimiento correctivo, el mismo que permitirá que este equipo pueda funcionar de manera eficiente y permanente permitiendo el uso permanente de esta instalación garantizando la instrucción físico militar al personal que se encuentra en cursos de especialización en la ESCABLIN.

1.2. Planteamiento del problema

La Escuela de Caballería Blindada siendo una unidad encargada de la especialización de los soldados del arma de Caballería, necesita que la piscina de la brigada blindada se encuentre en perfectas condiciones para que el entrenamiento del personal militar sea eficiente y cumpla con su misión de formar soldados con un alto rendimiento físico.

De acuerdo con el plan de mantenimiento elaborado por la Escuela De Caballería Blindada (ESCABLIN), una vez que fue designada por el comandante de la brigada como responsable de las instalaciones de la piscina, ubicada en la ciudad de Riobamba, es necesario realizar el mantenimiento de los sistemas eléctricos y mecánicos del caldero de la piscina perteneciente a la unidad mencionada anteriormente, debido a que los conductores se encuentran deteriorados por el tiempo prolongado de uso, además es necesario cambiar los retenedores en las diferentes tuberías por las cuales circulan fluidos necesarios para el funcionamiento del caldero, debido a que presentan fugas de combustible, existiendo así la posibilidad de algún tipo de accidente laboral al personal encargado de la piscina, además de existir la posibilidad del paro temporal o permanente del funcionamiento de este equipo que es indispensable, para la ESCABLIN, siendo esta la

instalación que permite el entrenamiento del personal militar que se encuentra en cursos de especialización que pasan por diferentes periodos en las instalaciones de la Escuela de Caballería Blindada.

1.3. Justificación

Con el presente proyecto se busca eliminar las diferentes fallas y daños existentes en el caldero, mediante un análisis minucioso de las diferentes partes del caldero, en donde presenten daños o fallas, a través de la repotenciación de su sistema eléctrico y su sistema mecánico.

El principal beneficiario de este proyecto es la Escuela de Caballería Blindada, ya que el caldero estar funcionando de manera eficiente, y al contar con un plan de mantenimiento preventivo y un registro de actividades que deben realizar de forma diaria, permitirá el funcionamiento del caldero de manera eficiente, habilitando así la piscina permitiendo que la ESACBLIN pueda entrenar a sus alumnos de manera constante, efectuando así las planificaciones de instrucción físico militar, cumpliendo con su misión de formar soldados con una excelente condición física para que puedan cumplir cualquier misión que le sea asignada.

1.4. Objetivo general

Repotenciar el sistema eléctrico y mecánico del caldero de la piscina de la Brigada Blindada N° 11 “GALÁPAGOS”, mediante relés, retenedores hidráulicos y accesorios de conducción eléctrica, para mejorar su viabilidad, en la ciudad de Riobamba en el año 2019.

1.4.1. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis minucioso del sistema eléctrico y mecánico como son tuberías de entrada y salida de fluidos, conductores eléctricos, dispositivos electromecánicos y de protección con el fin de determinar las diferentes fallas que presentan en los sistemas.
- Emplear equipos mecánicos de excelente calidad, que aseguren una vida útil y prolongada del equipo, evitando que existan fugas o derrames de los diferentes fluidos existentes que circulan durante el funcionamiento del caldero.
- Implementar un manual de seguridad y mantenimiento, en el que se detalle de manera minuciosa el o los procedimientos correctos y necesarios para el arranque de este equipo, permitiendo realizar el mantenimiento preventivo que debe existir para cada equipo.

1.5. Alcance

El presente estudio tiene como finalidad realizar la repotenciación del caldero de la piscina de la Brigada Blindada N° 11 Galápagos, para alcanzar el correcto funcionamiento de este equipo, permitiendo desarrollar con eficacia el entrenamiento del personal militar que se encuentra con el pase en la Brigada de Caballería Blindada y el personal que se encuentra en los diferentes cursos desarrollados en la Escuela de Caballería Blindada (ESCABLIN).

Este proyecto una vez analizada las diferentes fallas y deterioros que presenta el sistema eléctrico y mecánico del caldero y realizado los diferentes cambios y mantenimientos en las diferentes partes del equipo que presentan fallas, daños o elementos eléctricos y electrónicos deshabilitados, permitirá que el caldero de marca WELDED, proporcione la potencia, rendimiento y funcionamiento adecuados para realizar el trabajo para el cual está diseñada este equipo, además

de contar en la sala de la caldera de la piscina de la Brigada Blindada N° 11 Galápagos, sus respectivos planes de seguridad y mantenimiento para garantizar la vida útil del equipo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

El vapor es empleado como un elemento principal en el sector industrial en procesos de alimentos, tratamientos químicos y en aplicaciones destinadas para el confort humano como es calefacción, piscinas, saunas etc.

La producción del vapor no es compleja, debido a que la materia prima existe en el medio ambiente como es el agua, para poder desarrollar el vapor en el sector industrial es necesario la presencia de equipos diseñados para que realice este tipo de trabajo, a este equipo se le denomina Caldero.

(Medina, 2007) Nos dice que el vapor, es utilizado para transportar de la manera más adecuada, eficiente y económica grandes cantidades de calor y energía.

El presente trabajo contiene información importante sobre definición, clasificación y partes que componen un caldero o generador de vapor, se ha dado mayor relevancia a los daños y mantenimientos en sistema en el sistema eléctrico y mecánico, detallando de manera clara y minuciosa los daños y correcciones que se realiza en un caldero como parte de un mantenimiento correctivo (Repotenciación)

Además, contiene un manual para el mantenimiento preventivo del caldero a fin de evitar a futuro daños o paros del equipo, siendo así que se detalló en un registro las diferentes actividades

que debe realizar el operado, con el fin de tener un control diario y permanente de las diferentes partes que componen un caldero.

2.2. Conceptos fundamentales en el funcionamiento de un caldero

2.2.1. Energía

Energía es la capacidad que tienen los cuerpos o sistemas para realizar un trabajo, es decir que se caracteriza por cambiar sus propiedades, ya sea que se produzcan los cambios mediante la realización de trabajo el calentamiento, enfriamiento o por radiación. (Alvaro, 2002)

2.2.2. Evaporación y Ebullición

Es el cambio físico de la fase de vapor, que tienen lugar exclusivamente en la superficie libre del líquido. Se entiende por ebullición el estado físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso, este proceso tiene lugar a una determinada temperatura cuyo valor depende de la presión a la que está sometido el líquido mientras mayor es la presión mayor será la temperatura. (Alvaro, 2002)

2.2.3. Calor

Es la transferencia de energía de un cuerpo o sistema a otro, esto se da cuando se hallan diferencias de temperatura, existen tres tipos de calor que se encuentran presentes en los procesos físicos estos son los siguientes: (Larreategui, 2011)

- Calor sensible
- Calor latente
- Calor total

2.2.4. Combustión

Es la reacción química en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de luz y calor en toda combustión existe un elemento que arde (combustible), y otro que produce la combustión (oxígeno o carburante), que constituyen los elementos activos de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. (SALVI, 1975)

2.2.5. Presión

Es una magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie. La presión atmosférica hace referencia a la presión obtenida del ambiente (el aire que nos rodea) esta ejerce una presión en todas las direcciones sobre todas las superficies de los cuerpos, la presión manométrica es la presión que se da mediante un dispositivo que nos permite observar la presión de trabajo dentro de un recipiente o maquina como es el manómetro. (SALVI, 1975)

2.2.6. Vapor

Existen dos tipos de vapor dentro del funcionamiento de un caldero se entiende por vapor saturado cuando el vapor se mantiene a la misma temperatura de agua cuando está hirviendo y este vapor contiene pequeña cantidad de humedad, el vapor sobre calentado es cuando el vapor saturado pasa por un ciclo o proceso de recalentamiento eliminando las partículas de agua y de esta manera se obtiene un vapor libre de humedad. (DAVILA, 2003)

2.3. Calderas Definición, Clasificación y Partes

El término “caldera” se aplica a un dispositivo que sirve para generar vapor, en procesos industriales o calefacción, agua caliente para calefacción o para uso general. Por razones de sencillez de comprensión, a la caldera se le considera como un productor de vapor en términos generales. (Carl, 1982)

Según. (BARRETO, 2005) “En una caldera se producen dos procesos como es la combustión y la transferencia de calor” procesos indispensables para la generación de vapor.

2.3.1. Clasificación

Al hacer clasificación se trata de establecer las principales características de los diversos tipos de instalaciones que se necesita para obtener vapor (Ver anexo 1), en forma general se puede decir que “Existen dos tipos generales de calderas: las pirotubulares (tubos de fuego) y las acuotubulares (tubos de agua)”. (Ver anexo 1)

- **Calderas Acuotubulares**

Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por el interior de los tubos durante su calentamiento y los gases de combustión circulan por el exterior de los mismos. Son de aplicación cuando se requiere una presión de trabajo por encima de los 22 bares. (Barreto, 2005)

Las desventajas de este tipo de caldera son:

- Su coste es superior.
- Deben ser alimentadas con agua de gran pureza, ya que las incrustaciones en el interior de los tubos son, a veces, inaccesibles y pueden provocar roturas de los mismos.

- Debido al pequeño volumen de agua, le es más difícil ajustarse a las grandes variaciones del consumo de vapor, siendo necesario hacerlas funcionar a mayor presión de la requerida
- **Calderas Pirotubulares**

Las calderas pirotubulares están disponibles para vapor de alta o baja presión o para aplicaciones de agua caliente. Las calderas pirotubulares se usan comúnmente para aplicaciones que varían desde 15 a 1500 caballos de potencia. Una caldera pirotubular es un contenedor cilíndrico, con tubos horizontales que cruzan y se conectan a las placas tubulares frontal y trasera. El contenedor almacena el agua y absorbe la energía generada por la flama. Las puertas frontal y trasera proveen el hermetismo necesario para contener los gases de combustión calientes. Se diseñaron deflectores dentro de las puertas para re direccionar los gases de combustión a través de distintos pasajes pirotubulares. (Franz, 2012)

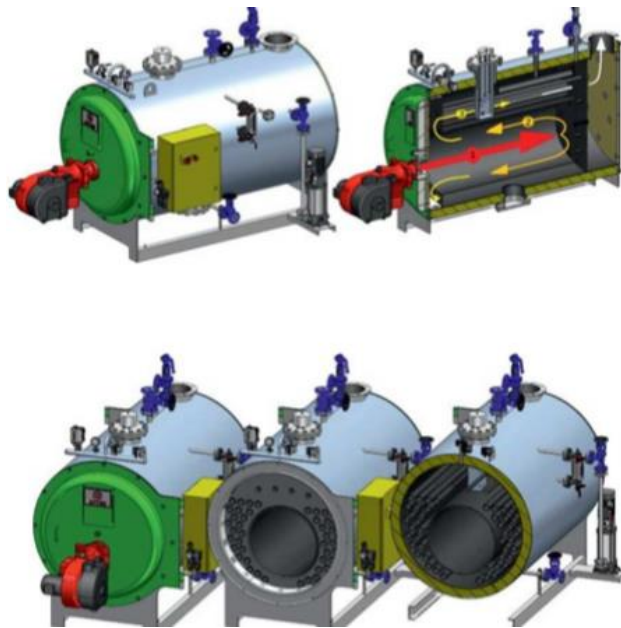


Figura 1. Caldera pirotubular

Fuente: (ATTSSU, 2018)

- **Comparación de calderas piro-tubulares y acuotubulares**

Tabla 1.*Diferencia entre tipos de calderas*

Criterios	Calderas piro-tubulares	Calderas acuotubulares
Calidad de agua	Menores exigencias, posible funcionamiento con salinidad del agua.	Mayores exigencias, es necesario un bajo nivel de salinidad para su funcionamiento
Mantenimiento	Fácil de limpiar	Más costoso
Rendimiento	Mayor, de fácil mantenimiento	Menor; es más difícil realizar su mantenimiento en funcionamiento
Características de carga parcial	Puede aprovecharse el control del quemador; cuando caiga por debajo de la carga mínima, el quemador puede apagarse sin problemas.	En el caso de determinados diseños, debe limitarse la carga parcial; el quemador no puede apagarse manualmente.
Contenido de agua	Mayor, debido a su diseño.	Menor.
Capacidad de acumulación	Debido al alto volumen de agua, no es susceptible a las fluctuaciones de presión y carga.	Susceptible a las fluctuaciones de presión y carga resultantes del proceso.
Necesidad de espacio	Reducidas	Elevadas.
Tiempo necesario para montaje y desmontaje	Reducido	Más prolongado.

Fuente: (Franz, 2012)

2.3.2. Partes de la caldera

En la Figura 2 se muestran todas las partes de la caldera a repotenciar, y a continuación se realiza la descripción de cada una de las partes fundamentales de la misma.

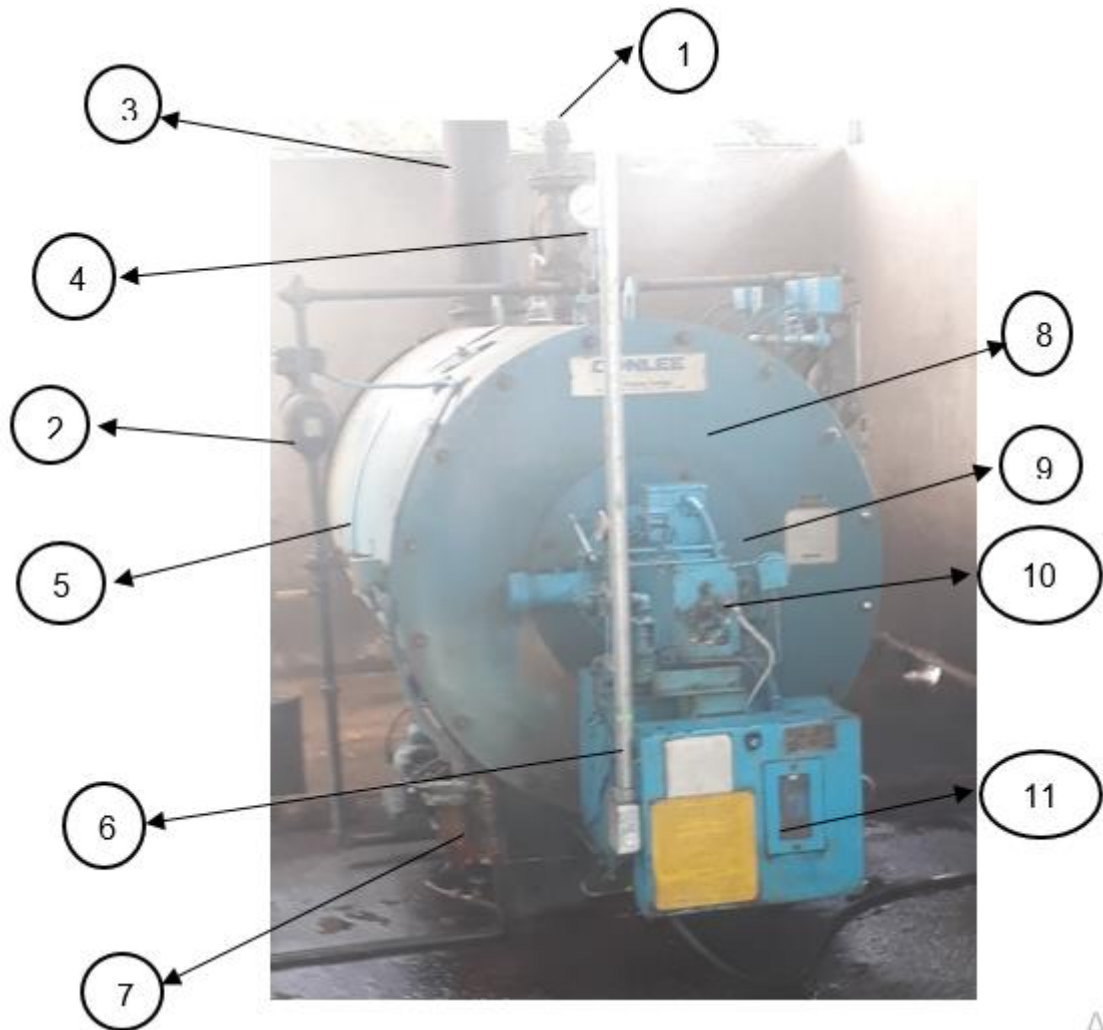


Figura 2. Partes de un caldero pirotubular

1. Purga superior
2. MCDONELL&MILLER 150
3. Chimenea
4. Manómetro
5. Carcaza
6. Alimentación del sistema eléctrico del caldero
7. Filtro de combustible

8. Tapa frontal
9. Hogar
10. Electrodo
11. Tablero de control

a. Carcaza

La carcaza es el cuerpo de un caldero, como su nombre lo indica es la envoltura del caldero que cierra el cilindro a presión de la caldera, al igual que las otras partes del caldero está construida de planchas de acero resistentes a la temperatura. (Lopez, 2013)



Figura 3. Cuerpo del caldero

b. Hogar

La cámara donde se realiza la combustión en un caldero se denomina hogar (Ver fig. 1), aquí se genera la energía térmica (llama) y de ésta se extrae el calor necesario para la producción de vapor. Para mejorar los efectos de transferencia de calor aprovechando las características de los materiales. (Lopez, 2013)



Figura 4. Hogar del caldero

c. Tubos

Los tubos que se encuentran en el interior de los calderos conducen los gases calientes de la combustión por su interior y se encuentran rodeados de agua para que procedan a convertirse en vapor. En los calderos acuotubulares sucede lo contrario; el agua está en el interior de los tubos rodeados por gases de combustión. (Lopez, 2013)

Las tuberías empleadas se rigen a normas especiales como:

- a) Tuberías sin costura para servicio de alta temperatura ASTM A 106 grado A, B, C según el porcentaje de carbón,
- b) Tubería asoldada ASTM A 178 GRADO ó C SCH u 80
- c) Din 170175/59 Sch 40 u 80

Los pasos en los calderos son formados por los tubos y el hogar, siendo así que el primer paso está integrado por el ducto del hogar del caldero; el segundo, el tercer y cuarto paso estará integrado por grupos de tubos (Carl, 1982)



Figura 5: Tubos resistentes a altas temperaturas

d. Compuertas

Las compuertas de un caldero también son construidas de acero. Su finalidad principal es cerrar el lado de fuego de un caldero; además desviar los gases de la combustión para que pasen por los diferentes pasos de una caldera. La compuerta posterior por recibir el impacto directo de la llama, parte de ésta se encuentra protegida con material refractario. (Lopez, 2013)

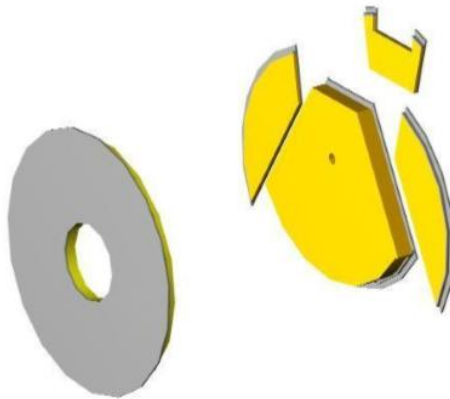


Figura 6: Tapa posterior y frontal

Fuente (Lopez, 2013)

e. Controles de presión.

El caldero al manejar diferentes presiones es necesario o indispensable este tipo de instrumentos que ayuden a verificar el control de esta variable para que permitan encender o apagar diferentes sistemas que permiten el funcionamiento de un caldero existiendo así:

- a) Presóstato de operación
- b) Ajuste diferencial
- c) Presóstato de alta presión
- d) Presóstato de cambio fuego bajo- fuego alto
- e) Manómetros



Figura 7. Equipo destinado para medir la presión

f. Equipos auxiliares

Existen otros equipos que son necesarios para el funcionamiento de un generador de vapor o más conocido como caldera, estos elementos ayudan o complementan a que el funcionamiento sea eficiente, como también permiten el mantenimiento y una vida prolongada del equipo estos son:

- a) Calentadores de combustible
- b) Tanque de almacenamiento de agua y condensado
- c) Ablandamiento de agua
- d) Desmineralización del agua
- e) Tratamientos químicos.

g. Tratamiento del agua

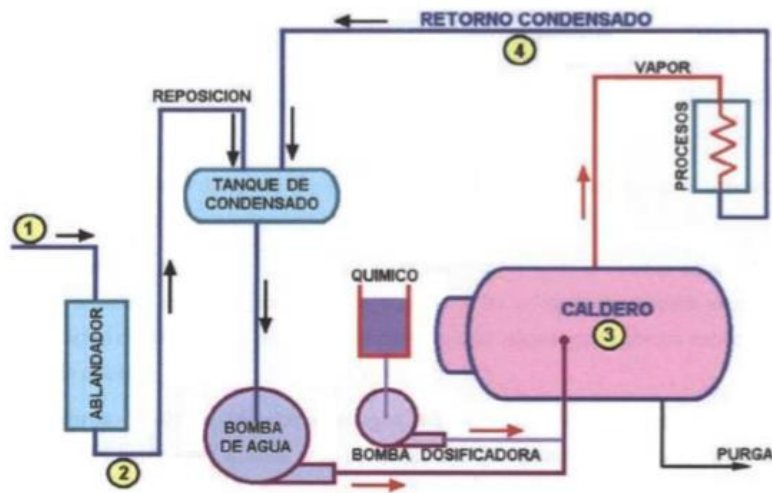


Figura 8. Puntos para obtener muestras de agua para análisis

Fuente: (QUIMICAMP, 2007)

1. Agua de reposición antes del ablandador a
2. Agua de reposición después del ablandador
3. Agua del caldero
4. Agua de recuperación

Una de las causas más comunes de las fallas en calderas es un inadecuado tratamiento de agua, no es recomendable un tratamiento universal del agua debido a que el agua varía de acuerdo

a la región o niveles de contaminación de la misma, por lo cual es necesario un estudio individual para cada tipo de agua que se vaya a utilizar. (Medina, 2007)

(Medina, 2007) Dice que para realizar un tratamiento o control de la salinidad del agua debemos tener en cuenta algunas características del agua que se debe tener en cuenta como son:

- Dureza del agua
- Sólidos disueltos
- Sólidos en suspensión
- Sólidos totales
- PH del agua
- Sedimentos

De manera general lo más relevante que se debe tener en cuenta es que la alcalinidad del agua de alimentación se debe de ser como mínimo un PH DE 10.5, además hay que tener en cuenta que los sedimentos se originan por la presencia de sólidos disueltos o en suspensión, estos tienden a concentrarse en el interior de la caldera, esto depende en su gran parte de la calidad del agua cruda, la presencia de estos residuos permite la formación de incrustaciones y picaduras. (Medina, 2007)

2.3.3. Equipo de bombeo y control del sistema

Las bombas seleccionadas nos permiten abastecer al caldero de agua es controlado por flotadores el mismo que activa un switch el mismo que cumple la función de un sensor que detecta el nivel mínimo o nivel máximo permitiéndole arrancar o parar el funcionamiento de la bomba. (Carl, 1982)

Existen dos tipos de bombas que se pueden seleccionar como es la bomba tipo turbina y la bomba centrífuga, siendo la primera mencionada para operación intermitente y la centrífuga para

operación continua, para saber qué tipo de operación va a cumplir depende de la capacidad presión de descarga y tipo de bomba.



Figura 9: Switch encargado del control de la bomba de agua

2.3.4. Sistema de control de calderas

Es el vehículo a través del cual los balances de masa y de energía de la misma se manejan. Todas las principales entradas de masa y de energía de la caldera deben ser reguladas con el fin de alcanzar las condiciones de salida deseadas. Las mediciones de las variables de proceso a la salida proveen la información a la unidad inteligente del sistema de control (Linsley, 1991) .

Los factores a regular son los que deben ser mantenidos a un valor determinado para que el funcionamiento de la caldera sea correcto. Siendo estos:

- a) Presión de vapor a la salida de la caldera.
- b) Exceso de aire o relación aire /combustible,
- c) Temperatura de vapor sobrecalentado.

- d) Nivel del tambor de vapor
- e) Presión en el hogar

2.3.5. Sistema eléctrico de control

El circuito eléctrico es un conjunto de elementos encargados de suministrar energía, que conectados de forma adecuada, crea una diferencia de potencial entre sus terminales que permite que circule corriente. (Lopez, 2013)

Otro elemento principal para el funcionamiento del caldero es el suministro de energía para que puedan encender o funcionar los diferentes elementos o equipos eléctricos y electrónicos que permiten el funcionamiento y control de las de las diferentes variables existentes en el funcionamiento del caldero.

Es así que un circuito eléctrico que debe existir en la instalación del caldero son:

- a) Red o fuente de alimentación
- b) Receptores de energía eléctrica como lámparas, motores, maquinas etc.
- c) Elementos de mando como pulsadores, selectores interruptores etc.
- d) Elementos auxiliares de mando como finales de carrera, contactores, relés de tiempo etc.
- e) Elementos de protección como fusibles interruptores de protección, relés térmicos.



Figura 10. Tablero de control

Fuente (Lopez, 2013)

2.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra es una instalación de cables de protección que va desde cada uno de los enchufes o equipos hasta la tierra, con el fin de que si hay una corriente de fuga en lugar de quedarse en la parte metálica de los equipos conectados al enchufe se dirija a la conexión a tierra como medida de protección. (Rojas, 2017)



Figura 11. Puesta de Una Malla a Tierra

Fuente (SANTIAGO, 2019)

Una eficiente conexión a tierra tiene mucha importancia por ser la responsable de la preservación de la vida humana, maquinarias, aparatos y líneas de gran valor. Muy importante es insistir y exigir a una instalación a tierra, eficaz y adecuada a su servicio para seguridad, buen trabajo y preservación. (Rojas, 2017)

2.4.1. Tipos de sistemas de puesta a tierra

- a) De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:
- b) De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:
- c) Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
- d) Puesta a tierra de los equipos eléctricos.
- e) Puesta a tierra en señales electrónicas.
- f) Puesta a tierra de protección electrónica
- g) Puesta a tierra de protección atmosférica

2.4.2. Tratamiento químico del suelo



Figura 12. Tratamiento químico para aterramientos

Tratamiento químico del suelo es un buen modo para mejorar la resistencia a tierra cuando no se pueden enterrar más profundamente los electrodos de tierra (a causa de roca dura sub yacente, por ejemplo.) Está más allá del objetivo de este manual recomendar los mejores químicos de tratamiento para todas las situaciones. Tiene que considerar el posible efecto corrosivo en el electrodo. (Rojas, 2017)

El sulfato de magnesio, sulfato de cobre, y sal de roca ordinaria son materiales no corrosivos adecuados. El sulfato de magnesio es menos corrosivo, pero la sal de roca es más barata y hace el trabajo si se aplica en una zanja excavada alrededor del electrodo. (Rojas, 2017)

El tratamiento químico no es un modo permanente de mejorar su resistencia a tierra. Los químicos son deslavados gradualmente por la lluvia y drenaje natural a través del suelo. Dependiendo de la porosidad y la cantidad de lluvia, el periodo de re emplazo varía. Sin embargo, solo debe considerar este método cuando los electrodos múltiples o profundos no sean prácticos. (Rojas, 2017)

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL ESTADO DEL CALDERO.

3.1. Diagnóstico actual del sistema electromecánico del caldero.

Mediante el diagnóstico inicial del sistema electromecánico podremos localizar o visualizar las diferentes fallas eléctricas y mecánicas existentes en el equipo, a través de esto podremos verificar las diferentes fallas y averías que presenta el caldero, permitiendo tener encuentras los diferentes cambios o reparaciones que se va a realizar en los diferentes equipos o elementos que se encuentran en mal estado.

Tabla 2.

Características generales del caldero

DATOS GENERALES SOBRE EL CALDERO	
MARCA	WELDED
MODELO	SPHV-60-2 94218
SERIE	00-21025 H- 14220
TENSIÓN	230 V.
POTENCIA	2760 Lb./S
FRECUENCIA	60
COMBUSTIBLE	DIESEL
TESION DEL CONTROL	120 V.



Figura 13. Foto del caldero previo a la repotenciación

Daños que presentaba el caldero:

- 1) Fugas de agua y combustible
- 2) Sensores de nivel en mal estado (MCDONELL)
- 3) Medidores de presión en mal estado
- 4) Presencia de corrosión y residuos en la estructura del caldero (carcaza)

3.1.1. Estado actual del sistema mecánico del caldero

Para poder determinar el estado en el que se encuentra el caldero se procedió a realizar una observación minuciosa de las diferentes piezas y estructura existentes en este equipo que se encuentren en mal estado que impidan el correcto funcionamiento de este equipo. A continuación, se detallan los resultados.



Figura 14. Fugas de agua y combustible en el caldero

Tabla 3.

Daños en el sistema mecánico del caldero

Componente	Descripción	Estado
Mcdonell&Miller 150	Es un sistema de control mecánico de nivel del agua, el mismo que funciona como un sensor para que encienda o apague la bomba de agua que alimenta e caldero	Presenta fugas agua en el empaque el mismo que impide el funcionamiento adecuado del control del nivel de agua que debe existir en el caldero.
Tubos Internos (de fuego)	Son los tubos que se encuentran en el interior de los calderos los mismos que conducen los gases calientes de la combustión	Debido al uso y la falta de mantenimiento en los extremos de los tubos su diámetro ha reducido del tamaño original debido a las altas temperaturas
Tapa Posterior	Es la tapa posterior del caldero en el cual chocan los gases calientes para que regresen a la parte frontal del caldero permitiendo que sea un caldero de tres tiempos	Se encuentra deteriorada debido a las altas temperaturas y falta de manteamiento.
Manómetro	Nos permite observar la presión del vapor de agua que el caldero está produciendo para tener un control adecuado del mismo	Una vez que ha dejado de funcionar el caldero y no existe presión de vapor de agua, el manómetro sigue marcando una presión de 20 psi.
Purga Inferior	Este caldero tiene una purga en la parte inferior del caldero, este permite eliminar el exceso de	Presenta obstrucciones al momento de realizar la purga, debido a que al momento de

CONTINÚA



vapor de agua producido por el caldero como parte del mantenimiento preventivo que se debe realizar en el caldero	realizar la purga existe algún tipo de material que impide que la purga sea de manera eficiente.
---	--

3.1.2. Estado actual del sistema eléctrico del caldero

Para poder determinar el estado en el que se encuentran los sistemas eléctricos del caldero se procedió a realizar una observación minuciosa de las diferentes conexiones eléctricas y electrónicas conectadas a este equipo, permitiéndonos encontrar las que se encuentren en mal estado las mismas que impiden el correcto funcionamiento de este equipo. A continuación, se detallan los resultados.

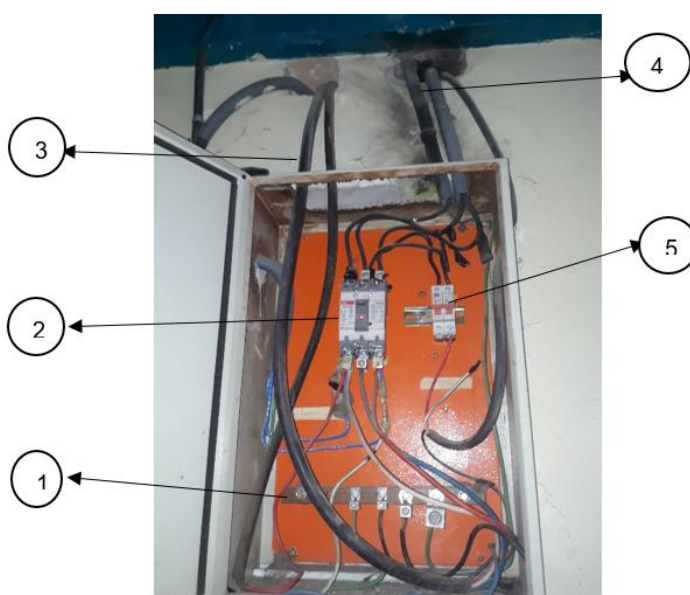


Figura 15. Tablero de distribución

1. Barra de neutros
2. Breaker trifásico
3. Línea de alimentación trifásica para el caldero
4. Línea trifásica de alimentación de tablero
5. Breaker monofásico

Tabla 4.

Daños en el sistema eléctrico del caldero

Componente	Descripción	Estado
Breaker Trifásico	Es el interruptor que permite la alimentación del sistema eléctrico del caldero.	Existe un interruptor de cuchillas en mal estado el mismo que no proporciona la seguridad adecuada al sistema eléctrico del caldero.
Breaker Monofásico	Es el interruptor que permite la alimentación al sistema de control del caldero.	Existe un interruptor de cuchillas el mismo que no proporciona seguridad al sistema de control del caldero.
Alimentación Al Sistema De Tratamiento De Agua	Permite que entre en funcionamiento el equipo encargado al tratamiento de agua.	No existe un sistema de alimentación segura para este equipo ya que es alimentada de la línea destinada para otro equipo.
Línea De Alimentación Monofásica	Permite conectar equipos o aparatos eléctricos que se desea instalar en estas instalaciones.	No existe la presencia de voltaje en la línea de interruptores.
Iluminación en el subsuelo	Por esta instalación pasan sistemas eléctricos, al igual que tubería por donde circula el vapor de agua hacia la piscina	No existe una iluminación adecuada lo que impide tener un control y un mantenimiento del sistema eléctrico

Tabla 5.*Características generales de la bomba*

DATOS GENERALES EL BOMBA	
MARCA	BALDOR ELECTRIC
VOLTAJE	208 -230
AMPERIOS	38-36
H.P.	15
FRECUENCIA	60 Hz
FACTO DE POTENCIA	92%
FASES	3
CLASE	F
SERIE	F1094



Figura 16. Bomba Baldor Electric de 15 hp

Para conocer el estado en el que se encuentra esta bomba de 15 hp se procedió a realizar una observación sobre su funcionamiento y escuchar de manera minuciosa los ruidos que producía este equipo al entrar en funcionamiento, a continuación, se detalla los resultados obtenidos:

Tabla 6.

Daños en la bomba

Componente	Descripción	Estado
Rodamientos	Son elementos mecánicos que se encuentran en el interior de la bomba los mismos que reducen la fricción entre el eje y las piezas que están conectadas a él.	Se procedió a escuchar de manera minuciosa al momento de encender la bomba y se pudo identificar que existía rozamiento en el interior de la bomba
Empaque	Es el elemento que impide que exista fugas de agua	Se encuentra en mal estado debido al tiempo de uso ya que presenta fugas de agua en el lugar el que está instalada la bomba
Control	Permite el control del funcionamiento de la bomba de manera segura permitiendo que el operador tenga un mejor control del equipo	No cuenta con un sistema de control ya que funciona de manera directa con un breaker el mismo que no garantiza la seguridad para el equipo
Alimentación	Sistema de alimentación o sistema de fuerza que alimenta con una red trifásica para el funcionamiento de la bomba.	El sistema de alimentación se encuentra en mal estado debido al tiempo de uso por lo que presenta conductores en mal estado

3.2. Repotenciación del sistema eléctrico y mecánico del caldero

A continuación, se detallará las actividades realizadas en el proceso de la repotenciación del sistema eléctrico y mecánico del caldero de la piscina de la BRIGADA BLINDADA, las mismas que sirvieron para dar soluciones a las diferentes fallas que presentaba este equipo.

En la siguiente tabla se detallará los trabajos realizados en el sistema mecánico del caldero, los mismos que servirán para que el caldero funcione de manera eficiente.

Tabla 7.

Trabajos realizados en el sistema mecánico.

Componente	Trabajo Realizado
Mcdonell & Miller 150	Se procedió a desarmar este equipo para cambiar el empaque debido a que existía fugas de agua
Tubos Internos	Se utilizó expansores para aumentar el diámetro del tubo en la parte posterior
Manómetro	Se procedió a cambiar el manómetro debido para poder observar con exactitud el nivel de presión
Purga Inferior	Se procedió a retirar el material que obstruía el paso del vapor de agua al momento de realizar la purga
Contactos de los Sensores de Nivel (switch)	Se procedió a retirar la acumulación de óxido y polvo, eliminado así este material de los contactos
Mantenimiento de la carcasa del caldero	Se procedió a retirar la presencia de residuos de polvo, aceite combustible para mejorar la presentación y observar de mejor manera algún otro tipo de falla en el caldero

Después de realizar una observación de las diferentes fallas que presentaba el caldero por lo cual presentaba fugas de fluidos, obstrucción en el paso de vapor al realizar las purgas y la presencia de ruidos en el interior del caldero y daños en el sistema eléctrico, se procedió a desmontar las diferentes del caldero en donde presentaba estos inconvenientes en el caldero como se observa en la figura 16.



Figura 17. Desmontaje de la estructura del caldero

Se procedió a retirar la tapa posterior para poder observar el estado de los tubos de fuego pudiendo observar que debido al tiempo de uso y falta de mantenimiento necesitaba aumentar el diámetro de los tubos para que puedan realizar con mayor eficiencia el ciclo del este caldero ya que al ser un caldero pirotubular es un caldero de cuatro tiempos. (Ver figura 17)



Figura 18. Mantenimiento tubos de fuego

Como se observa en la figura 16, en la parte izquierda se observa el caldero con las diferentes fugas de agua debido al mal estado debido a la obstrucción de tuberías por residuos existentes debido al tipo de agua o el tipo de químico utilizado para tratar el agua, y en la parte izquierda se observa el caldero una vez reparado las diferentes fallas que este equipo presentaba.



Figura 19. Mantenimiento en las fugas existentes del caldero.

Como se observa en la figura 17 en el lado derecho se observa como existe la presencia de residuos, polvo corrosión etc. Los mismos que impiden observar de manera más clara algún otro tipo de daño en el caldero al igual que muestra una mala presentación del equipo, en la parte izquierda se observa como la carcasa del caldero mejora su presentación una vez realizada la limpieza correspondiente



Figura 20. Limpieza de la Estructura del caldero (CARCASA)

Se procedió a desarmar el sensor de nivel (MCDONELL) para realizar el mantenimiento de este elemento como es el cambio de empaque para evitar fugas de agua que impidan el correcto funcionamiento del caldero ya que es un elemento principal para que suministre la cantidad de agua necesaria en el momento que el equipo lo necesite. (Ver figura18)



Figura 21. Mantenimiento del MCDONELL

Se procedió a retirar la presencia de residuos, polvo, corrosión, etc. Existentes en la estructura del caldero con el fin de mejorar su presentación y poder observar de mejor manera

cualquier tipo de imperfección o daño existente en la estructura los mismos que afecten al funcionamiento del caldero



Figura 22. Limpieza de la estructura del caldero

En la siguiente tabla se podrá observar los diferentes trabajos que se realizó en el sistema eléctrico del caldero mejorando así su funcionamiento y disminuyendo el riesgo eléctrico en las instalaciones.

Tabla 8.

Trabajos realizados en el sistema eléctrico.

Componente	Trabajo Realizado
Alimentación Trifásica	Al utilizar breaker tipo cuchillas y debido al tiempo de uso se procedió a cambiar por un breaker electromecánico que garantiza la seguridad al sistema eléctrico.
Alimentación Al Sistema De Tratamiento De Agua	Se procedió a habilitar una línea de alimentación individual destinada solo para este equipo para mejorar su funcionamiento y evitar riesgos eléctricos.
Línea De Alimentación Monofásica	Se procedió a habilitar los tomacorrientes los mismos que llevaban por un largo periodo fuera de funcionamiento para poder instalar equipos adicionales en las instalaciones.
Breakers Del Sistema Eléctrico	Se procedió a instalar los breaker dentro de una caja térmica para mejorar su control y presentación evitando así algún tipo de riesgo eléctrico.
Sistema De Puesta A Tierra	Se procedió a instalar un sistema de puesta a tierra empleando un tratamiento químico para mejorar el sistema de puesta a tierra.
Línea De Iluminación En El Subsuelo	Se procedió a habilitar una línea de iluminación para permitir el control y mantenimiento del sistema eléctrico y mecánico.

En la figura 15 se puede observar el mantenimiento y limpieza que se realizó en los contactos del sistema de control, eliminando toda clase de residuos y corrosión existente los mismos que impiden el correcto funcionamiento del sistema de control.



Figura 23. Limpieza de contactos

Como se observa en la figura 21, en la parte izquierda se puede observar cómo se está realizando el sistema de puesta a tierra como un sistema de protección para el equipo y en la parte derecha se observa cómo se aplica el tratamiento químico para mejorar el sistema de puesta a tierra.



Figura 24. Sistema de puesta a Tierra

3.3. Repotenciación de la bomba.

En la siguiente tabla se detallará las actividades realizadas para poner en funcionamiento este equipo, el mismo que es indispensable para que el caldero funcione de manera eficiente.

Tabla 9.

Trabajos realizados en el mantenimiento de la bomba

Componente	Trabajo Realizado
Rodamientos	Se procedió a desmontar la bomba de manera ordenada y con ayuda de herramientas destinadas para este tipo de trabajo (Santiago) para poder remplazar los rodamientos y mejorar la lubricación, evitando así el rozamiento y pérdida de potencia.
Empaque	Se procedió a realizar un empaque con las mismas dimensiones del empaque que se encontraba en la bomba el mismo que se encontraba en mal estado ya que presentaba fugas de agua
Control	No contaba con un control de este equipo por lo que se procedió a automatizar el funcionamiento, empleando pulsadores luces piloto, un contactor y un relee térmico colocando este sistema dentro de una caja de control para mejorar su control y mantenimiento
Alimentación	Los conductores se encontraban en mal estado por lo que se procedió a cambiar el sistema de alimentación, para mejorar la presentación y evitar riesgos eléctricos.

Como se observa en la figura 18 se puede observar el mantenimiento mecánico realizado en la bomba, en la parte izquierda se puede observar cómo se procede a desmontar la bomba para poder realizar los diferentes mantenimientos que se va a realizar en este equipo, en la parte derecha se puede observar cómo se realiza uno de los diferentes mantenimientos que se realizó en este equipo.



Figura 25. Mantenimiento mecánico de la bomba

Como se puede observar en la figura 19 se está procediendo a mejorar el sistema eléctrico y de control para complementar el funcionamiento de la bomba una vez que fue realizada de manera eficiente el mantenimiento mecánico de este equipo, en la parte izquierda se aprecia cómo se está procediendo a desmontar el control y alimentación de la bomba y en la parte derecha se puede observar cómo se mejoró el sistema de control y de fuerza de la bomba mejorando su presentación, seguridad y eficiencia en el funcionamiento de este equipo



Figura 26. Mantenimiento del sistema eléctrico y de control de la bomba

3.4. Señalización de riesgos eléctricos

Se procedió a colocar las diferentes señales de riesgos eléctricos en los equipos e instalaciones donde se encuentra el caldero para garantizar la seguridad de los operarios, el sistema eléctrico y el personal que acude a las instalaciones de la piscina de la Brigada Blindada, basándonos en las normas establecidas para la aplicación de estas señales (NORMA ISO 7010) (NEC- NFPA 70).



Figura 27: Señalización de equipos e instalaciones eléctricas

3.5. Recuperación del sistema de control de las resistencias térmicas

En las instalaciones donde se encuentra el caldero se procedió a realizar mantenimientos adicionales habilitando el funcionamiento de la sauna, permitiendo que las instalaciones funcionen de manera eficiente brindando un recurso económico para el mantenimiento de esta instalación. (Ver anexo 2)

Como se observa en la figura 21, en la parte izquierda se procedió a desmontar el sistema de control para poder observar y verificar que elementos se encuentran deteriorados para poder realizar el mantenimiento respectivo, en la parte derecha se observa los elementos que comprende

el sistema de control y con ayuda de un multímetro procedemos a verificar que elemento se encuentra deteriorado lo que impide el funcionamiento de este equipo



Figura 28. Sistema de control de las resistencias térmicas

Como se observa en la figura 22, en la parte izquierda se puede observar el elemento electrónico que se encuentra deteriorado como es el termostato y la luz piloto se pudo encontrar la falla en el sistema con ayuda del multímetro, en la parte derecha se puede observar cómo funciona de manera correcta el sistema de control una vez cambiado los elementos electrónicos de manera correcta.



Figura 29. Recuperación del sistema resistencias térmicas

CAPÍTULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1. Objetivo

Este plan de mantenimiento permitirá que el sistema eléctrico y mecánico del caldero de la brigada blindada, un control permanente de este equipo permitiendo que el caldero se encuentre en óptimas condiciones, disminuyendo el riesgo de fallas y paros del equipo, permitiendo que la piscina de la brigada blindada funcione permanentemente para el entrenamiento físico militar

4.2. Mantenimiento preventivo

Después de observar de manera minuciosa y proceder a realizar el mantenimiento en el sistema eléctrico y mecánico del caldero, he visto que es indispensable la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar o realizar de manera eficiente las manipulación y mantenimiento de este equipo evitando así el riesgo de daños, averías o fallas en los sistemas eléctrico o mecánico.

4.3. Precauciones generales en la manipulación de un caldero.

- Desconecte el interruptor o breaker antes de manipular las conexiones eléctricas cuando se vaya a realizar reparaciones.
- Los conductores destinados a la alimentación deben estar protegidos con aislantes o dentro de tubos.

- Todos los tableros eléctricos deben permanecer cerrados y libre del contacto con cualquier tipo de fluido que puedan producir un cortocircuito.
- Verificar que los diferentes equipos de medida de presión se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Colocar la respectiva señalización para evitar que personas ajenas ingresen a estas instalaciones.
- Al realizar mantenimientos o supervisiones en las tuberías de vapor, se debe verificar que las válvulas se encuentren cerradas.
- Evitar fugas de fluidos como agua o combustible en los diferentes accesorios y el piso.
- Evitar el contacto físico en las diferentes partes del caldero que se encuentran a elevadas temperaturas.
- Los elementos o equipos que se encuentran en movimientos deben estar con su respectiva rejilla de protección.
- Al realizar el mantenimiento en el interior del caldero una persona debe estar en el exterior en caso de emergencia.
- No manipular las tuberías de vapor si presenta fugas de vapor.
- Evitar el daño en las tuberías debido al golpe de ariete al abrir las válvulas de forma rápida cuando esta se encuentra con presión.
- El equipo debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento y de presentación las mismas que proporcionen que el equipo cumple con las medidas de seguridad adecuada.

- Las instalaciones donde se encuentra el caldero debe estar proporcionada de extinguidores tipo BC, señalización de riesgos eléctricos y de productos inflamables.

4.3.1. Equipo de protección personal (E.P.P.)

En la tabla número 10 se puede observar de manera clara y precisa los diferentes equipos de protección personal que debe llevar el operador para disminuir riesgos laborales en la manipulación de este equipo

Tabla 10.

Equipo de protección personal

E.P.P	Parte Del Cuerpo A Proteger	Situación De Utilización
Casco De Seguridad	Cabeza	Sala de calderas (termo mecánica)
Lentes	Ojos	Sala de calderas (termo mecánica)
Protector Auditivo	Oídos	Sala de calderas (termo mecánica)
Calzado De Seguridad	Pies	Sala de calderas (termo mecánica)
Guantes	Manos	Sala de calderas (termo mecánica)

4.4. Control rutinario para el mantenimiento preventivo

Diariamente se llevará un control de los diferentes parámetros existentes para el funcionamiento del caldero como son: niveles de agua y combustible, instrumentos de medida de presión e instrumentos de ignición.

- Niveles de agua: debido a que la mayoría de fallas presentadas en calderos se da porque es puesto en funcionamiento la maquina cuando el nivel de agua se encuentra bajo los

niveles de operación, o por usar agua no tratada o l proceso de tratamiento de aguase lo realiza de forma incorrecta.

- Instrumentos de medida de presión como son los manómetros y controles de ignición del equipo.
- Nivel de combustible: se realizará el control diario del nivel existente del caldero mediante el aforo del tanque del combustible
- La caldera debe ser purgada diariamente ya que al realizar este proceso permita que salga al exterior toda presencia de residuos y solidos existentes en el interior de la caldera
- El control de las presiones debe ser llevadas a cabo cuando el caldero se encuentra en funcionamiento y debe ser observada constantemente

Un control semanal para un mantenimiento preventivo es analizar los datos obtenidos del control diario de los diferentes parámetros enunciados anteriormente, así podremos observa que dato nos varia con los obtenidos de los anteriores y tener un control especifico del o los elementos que puedan presentar fallas.

4.4.1. Plan de mantenimiento del sistema eléctrico y de control

En la siguiente tabla se detallará de manera detenida y minuciosa los diferentes elementos eléctricos y electrónicos las posibles fallas y el mantenimiento preventivo que se lo debe realizar con el fin de incrementar la vida útil de este equipo.

Tabla 11.*Plan de mantenimiento del sistema eléctrico y de control*

EQUIPO	POSIBLES FALLAS	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS
Conductores de fuerza	Conductores en mal estado debido al tiempo de uso, presencia de corrosión que impide el flujo continuo de electricidad a los equipos,	Se procederá a verificar la continuidad de los conductores con ayuda de equipos (multímetro) para conocer el estado del conductor, de encontrarse en mal estado se procederá a cambiar los conductores, si existe presencia de corrosión con ayuda de una navaja se procederá a quitar la presencia de estos residuos.
Conductores de control	Estos conductores al ser menor diámetro y estar expuestos al ambiente existe mayor probabilidad de corrosión en sus terminales, por el tiempo de uso no se encuentran ajustadas correctamente	Verificar si estos conductores se encuentran ajustados correctamente a los equipos electrónicos, quitar la presencia de corrosión y otra serie de residuos existentes en estos conductores
Cajas de distribución	Elementos de protección en mal estado, presencia de corrosión y residuos	Verificar el funcionamiento adecuado de los equipos de protección como breaker trifásicos y monofásicos, limpiar y retirar toda presencia de corrosión y residuos acumulados
Contactores	Contactos auxiliares en mal estado, bobina en mal estado o presencia de residuos donde se aloja la misma,	Limpiar los contactos con ayuda de sustancias diseñadas para realizar el mantenimiento de equipos electrónicos, para eliminar corrosión o cualquier tipo de residuos
Iluminación	Lámparas en mal estado, líneas de iluminación deshabitadas por cortocircuitos,	Verificar el estado de las lámparas y cambiarlas en caso de ser necesario, Comprobar el estado de la línea de iluminación y cambiar de conductores si es necesario
Sistema de puesta a tierra	Cables deteriorados , alta resistencia de la tierra, empalmes en mal estado	Verificar el estado y empalmes existentes en este sistema, disminuir la resistencia de la tierra con ayuda de tratamientos químicos

4.4.2. Plan de mantenimiento del sistema mecánico

Para el control en el sistema de generación de vapor se podrá realizar el control diario semanal o anual de los diferentes equipos mecánicos existentes en un caldero de esta, manera podremos tener presente el estado actual de los diferentes parámetros.

En la tabla número 12 se detallará los diferentes elementos que componen el sistema mecánico del caldero sus posibles fallas y el mantenimiento preventivo que se le debe dar a estos elementos para evitar daños o paros permanentes en este equipo.

Tabla 12.

Plan de mantenimiento del sistema mecánico

Equipos	Posibles Fallas	Mantenimiento preventivo
Bombas de agua y de combustible	Rodamientos, empaques en mal estado	Cambiar los rodamientos y empaques evitando fugas de los diferentes fluidos existentes en este equipo
Filtro de combustible	Presencia de residuos, mal estado por el tiempo de uso	Limpiar este equipo y eliminar este tipo de residuos, en el mejor de los casos cambiara por uno nuevo
MCDONELL	Fugas de agua, flotador en mal estado	Cambiar empaques, si el flotador no da la señal correctamente es necesario cambiar de (MCDONELL)
Purgas del caldero	Presencia de residuos que impiden el paso del vapor de agua	Quitar la tapa inferior y dejara q salga todos los residuos existentes, con ayuda del agua que estará circulando en el caldero
Instrumentos de medida (presión)	Manómetros en mal estado por el tiempo de uso o falta de mantenimiento	Dar el mantenimiento del manómetro en caso de ser posible lo recomendable cambiar por uno nuevo
Tubos interiores del caldero	Desgastados en sus extremos por la falta de mantenimiento	Aumentar el diámetro de los tubos con ayuda de expansores para que realice su ciclo correctamente
Fugas de agua y combustible	Empaques en mal estado filtros deteriorados	Cambiar de empaques de manera correcta para evitar fugas de fluidos, verificar el estado de los filtros, y cambiar de ser posible
Carcaza en mal estado	Presencia de residuos de combustible, corrosión, polvo.	Limpiar la carcaza del caldero cuando esté apagado para evitar quemaduras al operador.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La repotenciación del sistema eléctrico y mecánico del caldero dio como resultado la mejora de su funcionamiento garantizando así una vida útil prolongada del equipo, eliminando la presencia de fugas de fluidos, corrosión residuos de combustible o polvo y disminuyendo el riesgo de fallas eléctricas en los sistemas de control y fuerza
- Una vez realizado un análisis minucioso tanto del sistema eléctrico y mecánico del caldero se pudo determinar que la presencia de daños y averías en los sistemas se debían al tiempo de uso y la falta de mantenimiento, por lo que se procedió a realizar mantenimientos correctivos en los equipos, conexiones de fuerza y control que se podía recuperar y en los que no se podía dar mantenimiento se procedió a cambiar por elementos nuevos para que el caldero funcione correctamente.
- Encontradas las diferentes fallas y averías que presentaba el generador de vapor se empleó elementos, mecánicos, eléctricos y electrónicos de una calidad adecuada que nos garantice un funcionamiento eficiente del equipo, eliminando así riesgo de fugas de agua, combustible, o la existencia de cortocircuitos por falta de una buena instalación eléctrica o equipos de protección en mal estado.
- Una vez que se solucionó las diferentes fallas que presentaba el equipo, se implementó un manual de seguridad y mantenimiento en el que se detalla de manera minuciosa el

o los procedimientos correctos y necesarios para el arranque de este equipo, permitiendo realizar el mantenimiento preventivo que debe existir para cada equipo.

- Se complementó los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas recibidas durante el periodo de aprendizaje una vez realizado los diferentes mantenimientos detallados en el capítulo 3.

5.2. Recomendaciones

- Para mantener en óptimas condiciones este equipo indispensable para esta unidad militar es recomendable realizar un control de acuerdo a un plan de mantenimiento preventivo - correctivo tanto en el sistema eléctrico como mecánico, por personal capacitado los mismos que garantizaran que el equipo se mantenga en buenas condiciones.
- El personal encargado de la piscina debe realizar una supervisión de los diferentes equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos existentes en esta instalación de acuerdo a un cronograma de actividades destinado para cada sistema realizando así un mantenimiento preventivo general de equipos eléctricos y mecánicos.
- El personal que se va hacer cargo del control y supervisión del funcionamiento del caldero debe tener una capacitación adecuada para que esté en condiciones de realizar algún tipo de mantenimiento evitando así el paro temporal de este equipo o el paro permanente por la falta de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvaro, D. (14 de Nviembre de 2002). *Calderas y Generadores de Vapor*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de Calderas y Generadores de Vapo: en linea (<http://www.monografias.com/>)
- ATTSU. (2018). Manual de calderas. *Attsu*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <https://www.attsu.com/uploads/files/producto/attsu-rl-calderas-de-vapor-y-generadores-de-vapor/rl-espanol.pdf>
- Barreto, w. (2005). *Calderas de Vapor. Montevideo: Berkes Ingenieros*.
- BARRETO, W. (2005). *TRANSFERENCIA DE CALOR*. ESPAÑA: CONTINENTAL.
- Carl, S. (1982). Calderas tipos, características y funciones. En S. Carl, *Calderas tipos, características y funciones* (págs. 78-135). MÉXICO D.F.: Editorial Continental 1982.
- DAVILA, P. J. (2003). *Mecanica Aplicada. Teoria Basica para el diseño de maquinas y recipientes de presion*. españa.
- Franz, E. (2012). *Comportamiento de calderas piro tubulares y acuotubulares. Bosh, 1-30*.
- Larreategui, R. C. (2011). DISEÑO Y CONSTRUCCION de 7.5 BHP PARA GENERACION DE VAPOR. *TESIS PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO ELECTROMECHANICO*. LOJA, LOJA, ECUADOR.
- Linsley, D. (1991). *Boylor Control Sistem*. London: EDITORIAL Mc. Graw Hill.
- Lopez, J. B. (2013). diseño y construccion de sistema de control para una caldera piro tubular horizontal. *tesis de grado*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Medina, D. (2007). Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivp para un Caldero de 120 HP. En D. Medina, *Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivp para un Caldero de 120 HP*. AMBATO. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0690_M.pdf

QUIMICAMP. (2007). Tratamientos de aguas en calderas de vapor. *tratamiento de gua*, 2-15.

Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de

<https://www.lenntech.es/aplicaciones/proceso/caldera/tratamiento-de-agua-de-calderas.htm>

Rojas, I. G. (2017). Manual de Sistemas de Puesta a Tierra. *Gedisa*, 147.

SALVI, G. (1975). *Caldera de Vapor*. España: Dossat S:A.

SANTIAGO, P. (2019). Comulsa Capacitaciones. *Comulsa*, 1.

ANEXO



ESPE
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA
CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente tesis fue desarrollada por el señor **PILCO DIAZ, LUIS ARMANDO**.
 En la ciudad de Latacunga, a 04 de febrero del 2020.

Aprobado por:


 ING. CHIPUGSI CALERO, FREDDY JULIÁN.
 DIRECTOR DE PROYECTO


 ING. CULQUI TIPAN, JAVIER FERNANDO, MGS.
 DIRECTOR DE CARRERA


 ABG. PLAZA CARRILLO, SARITA JOHANA
 SECRETARIA ACADÉMICA