



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA DE TESIS:

“ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:
RAÚL SANTOS GUILLEN

TUTOR DE TESIS:
ING. JORGE RAMIREZ BECERRA MSc.

AÑO 2018

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA DE TESIS:

“ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:
RAÚL SANTOS GUILLEN**

**TUTOR DE TESIS:
ING. JORGE RAMIREZ BECERRA MSc.**

AÑO 2018

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban. Ensenándome a encarar las adversidades sin perder la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy, a mis padres, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos, compañeros y docentes que siempre me pudieron ayudar de una u otra manera para realizar todas mis tareas universitarias.

Raúl Santos Guillen

AGRADECIMIENTO

La presente tesis agradecería principalmente a Dios por bendecirme por haber llegado donde lo estoy ahora, porque hiciste este sueño hecho realidad.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de estudiar, prepararme y ser un profesional. A cada uno de los directivos, docentes y trabajadores de la misma, por su esfuerzo y dedicación, pudieron ayudarme en cada uno de los años de estudio de mi carrera profesional.

Especialmente a mis profesores que durante toda mi carrera profesional han aportado con sus conocimientos para mi formación.

Son muchas las personas que debo agradecer que han formado parte de mi vida profesional a las que les agradezco su amistad, consejos, apoyo ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Raúl Santos Guillen

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación “ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por el egresado Raúl Santos Guillen de la Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado el proyecto, doy paso para que sea evaluado y aprobado por el Tribunal de Grado, para su posterior titulación.

Atentamente

Ing. Jorge Ramírez Becerra MSc.

TUTOR

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Alamir Álvarez. MSc
DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Marco Bermeo García. MSc.
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Jorge Ramírez Becerra.
TUTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Franklin Reyes Soriano
PROFESOR DE AREA

Ab. Joe Espinoza Ayala
Secretario General

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA” es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Raúl Santos Guillen



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TEMA: ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

Autor: Raúl Santos Guillen

Tutor: Ing. Jorge Ramírez Becerra MSc.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Central Térmica, ubicada en el Cantón Santa Elena, para la empresa CELEC EP por ser una Empresa Pública dedicada a la producción de energía eléctrica para el Sistema Nacional Interconectado se la define como un servicio público estratégico. Su objetivo es la provisión de servicio eléctrico y este debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad, con la finalidad de proponer alternativas de solución a la problemática existente que consiste en el deficiente sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de fuel oil, para cumplir con la combustión y la producción de energía eléctrica. Dentro del trabajo de titulación se aplicó algunas técnicas de mejoramiento para analizar todas las posibles alternativas para la solución sobre el bajo nivel de calentamiento del fuel oil, para ello la propuesta se estructuro de la siguiente manera:

En el Capítulo I: Consiste en la explicación detallada de la problemática, su justificación de solución como además los objetivos que forman la propuesta.

En el Capítulo II: Se realiza una descripción de la situación actual de la central termoeléctrica Santa Elena II, haciendo referencia cada uno de los equipos que intervienen en el acondicionamiento del fuel oil previo a su combustión.

En el Capítulo III: Se describe cada una las anomalías presentadas en los equipos en cuestión, tanto las calderas, motores de combustión Hyundai, accesorios de tubería, los módulos de HTU y los blowers respectivos de los tanques de HFO, demostrando el tiempo requerido para su cumplimiento.

En el Capítulo IV: Se desarrolla la propuesta planteada mediante la implementación de calderas eléctricas para suplir y complementar el sistema de producción y aumentar el rendimiento de la generación de energía eléctrica en la planta Santa Elena II. Y por último en el **Capítulo V** se detalla los valores económicos de la propuesta.



PENINSULA OF SANTA ELENA STATE UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEER INDUSTRIAL
SCHOOL OF ENGIENEER INDUSTRIAL

THEME: MAKING OF A TECHNICAL STUDY FOR THE BESTTERTHE PRODUCTION ACTUALY OF ELECTRIC ENERGY BASED IN THE HEALING HFO'S TANKS FOR THE OPERATION OF YHE HYUNDAI MOTORS, FROM TERMOELECTRIC CENTRAL SANTA ELENA II, OF THE CELEP EP COMPANY, LOCATION IN THE CANTON SANTA ELENA, PROVINCE SANTA ELENA.

Author: Raul Santos Guillen

Advisor: Ing. Jorge Ramirez Becerra MSc.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Thermal Power Plant, located in the Canton of Santa Elena, for the company CELEC EP because it is a Public Company dedicated to the production of electric energy for the National Interconnected System, it is defined as a strategic public service. Its objective is the provision of electric service and this must respond to the principles of obligation, generality, uniformity, responsibility, universality, accessibility, regularity, continuity and quality, with the purpose of proposing alternative solutions to the existing problem that consists of the deficient heating system for fuel oil storage tanks, to comply with combustion and electric power production. Within the titling work, some improvement techniques were applied to analyze all the possible alternatives for the solution on the low heating level of the fuel oil, for this the proposal is structured as follows:

In Chapter I: It consists of the detailed explanation of the problem, its justification of solution as well as the objectives that form the proposal.

In Chapter II: A description is given of the current situation of the Santa Elena II thermoelectric power station, with reference to each of the equipment involved in the conditioning of the fuel oil prior to its combustion.

In Chapter III: Each one describes the anomalies presented in the equipment in question, both the boilers, Hyundai combustion engines, pipe fittings, the HTU modules and the respective blowers of the HFO tanks, demonstrating the time required to its compliance.

In Chapter IV: The proposed proposal is developed through the implementation of electric boilers to supply and complement the production system and increase the performance of electric power generation in the Santa Elena II plant. And finally in **Chapter V** the economic values of the proposal are detailed.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL.....	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE IMÁGENES	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
PALABRAS CLAVES	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
1.5 Hipótesis	8
1.5.1 Variable Dependiente.....	8
1.5.2 Variable Independiente	8
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y EL MARCO LEGAL	9
2.1 La Empresa y sus actividades.	9
2.1.1 Ubicación geográfica de la empresa	10

2.1.2 Distribución de Instalación y Equipos	11
2.1.2 Estructura orgánica de la empresa	12
2.2 Reseña histórica de la Central Santa Elena II.	14
2.3 Descripción de los procesos de producción e instalaciones.....	16
2.3.1 Aspectos técnicos para la operación de la Central Térmica Santa Elena.....	22
2.3.2 Descripción de la operación de la Central Térmica Santa Elena	28
2.4 Producción actual y sus mejoras	38
2.5 Marco Legal de la empresa.	40

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DE LA DEMORA EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA. 41

3.1 Sistema de calentamiento de los tanques HFO (<i>Heavy Fuel Oil</i>).....	41
3.1.1 Principios de funcionamiento.....	43
3.1.2 Diagramas de procesos del sistema de calentamiento del HFO (heavy fuel oil)	49
3.1.2 Registro histórico de fallas (demoras en la producción).....	55
3.2 Análisis de planificación y control de procesos.....	57
3.2.1 Programación y problemas.....	58
3.2.2 Medición de eficiencias e ineficiencias (demoras en la producción).....	59
3.2.3 Indicadores para definir el problema de la demora en el proceso de calentamiento de los tanques de fuel oil.	59
3.3 Mantenimiento de los tanques HFO (fuel oil) y las calderas industriales.....	82

CAPÍTULO IV: ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL ENERGÍA ELÉCTRICA..... 86

4.1 Descripción del nuevo proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil)...	86
4.2 Funcionamiento del nuevo proceso de calentamiento	88
4.3 Equipos y materiales.	93
4.3.1 Instalación de equipos y materiales	96
4.4 Mejoramiento de la propuesta.....	96
4.4.1 Mejoramiento en la Producción	96
4.4.2 Mejoramiento en los tiempos de producción.	98
4.4.2 Mejoramiento en la densidad del fuel oil.....	105
4.5 Evaluación, Seguimiento y Control.	107

4.5.1 Evaluación y seguimiento de mejoras en el proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil).....	109
4.5.2 Resultados Esperados.....	112
CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA.....	115
5.1 Inversión de Mejoras.....	115
5.2 Costo y Gasto para la Elaboración de la Propuesta.....	116
5.3 Financiamiento.....	117
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFIA	121

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura No 1. Organigrama estructural de la Central Santa Elena II	15
Figura No 2. Esquema de producción de una central térmica	19
Figura No 3. Diagrama General de Operación de Termoeléctrica de Santa Elena	39
Figura No 4. Diagrama de Pareto sobre el Problema	57
Figura No 5. Resultados de la pregunta # 1	65
Figura No 6. Resultados de la pregunta # 2	66
Figura No 7. Resultados de la pregunta # 3	67
Figura No 8. Resultados de la pregunta # 4	68
Figura No 9. Resultados de la pregunta # 5	69
Figura No 10. Resultados de la pregunta # 6	70
Figura No 11. Resultados de la pregunta # 7	71
Figura No 12. Resultados de la pregunta # 8	72
Figura No 13. Tendencias de respuestas	82
Figura No 14. Diagrama esquemático de procesos propuesto	90
Figura No 15. Funcionamiento de las calderas eléctricas	91
Figura No 16. Tiempo empleado para el calentamiento de fuel oil	113
Figura No 17. Promedio de viscosidad	114

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla No 1. Coordenadas de la ubicación de la empresa	11
Tabla No 2. Equipos utilizados en el sistema de combustible	24
Tabla No 3. Sistema de lubricación	25
Tabla No 4. Consumo de aceite lubricante	25
Tabla No 5. Especificaciones de la temperatura baja en el circuito	26
Tabla No 6. Especificaciones de la temperatura alta en el circuito	26
Tabla No 7. Sistema de aire comprimido	28
Tabla No 8. Sistema eléctrico	28
Tabla No 9. Características de los tanques de recepción de combustible (HFO)	42
Tabla No 10. Características de los tanques de almacenamiento de combustible (HFO)	43
Tabla No 11. Principales equipos relacionados al sistema de calentamiento y bombeo de combustible	47
Tabla No 12. Características de los calentadores de fuel oil	48
Tabla No 13. Características de las bombas de combustible	48
Tabla No 14. Características de los filtros de fuel oil	49
Tabla No 15. Características de los filtros dúplex de diésel oil	50
Tabla No 16. Operaciones de proceso	51
Tabla No 17. Diagrama de Procesos Actual	52
Tabla No 18. Diagrama de Procesos Actual	56
Tabla No 19. Formato de Control del calentamiento de los tanques de fuel oil	61
Tabla No 20. Lista de personal actual en planta	64
Tabla No 21. Resultados de la pregunta #1	65
Tabla No 22. Resultados de la pregunta # 2	66
Tabla No 23. Resultados de la pregunta # 3	67
Tabla No 24. Resultados de la pregunta # 4	68
Tabla No 25. Resultados de la pregunta # 5	69
Tabla No 26. Resultados de la pregunta # 6	70
Tabla No 27. Resultados de la pregunta # 7	71
Tabla No 28. Resultados de la pregunta # 8	72

Tabla No 29. Nómina de entrevistados	74
Tabla No 30. Resultados de la Entrevista	81
Tabla No 31. Esquema propuesto para la producción de vapor	89
Tabla No 32. Producción del sistema de calentamiento actual	97
Tabla No 33. Producción del sistema calentamiento propuesto	97
Tabla No 34. Pérdidas de producción	98
Tabla No 35. Diagrama de análisis de procesos propuesto	100
Tabla No 36. Análisis del diagrama de procesos actual – propuesto	102
Tabla No 37. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)	103
Tabla No 38. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)	104
Tabla No 39. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)	105
Tabla No 40. Inversión de mejoras (Equipos, materiales y herramientas)	115
Tabla No 41. Costos y gastos de la propuesta	116
Tabla No 42. Costos de la mano de obra	116
Tabla No 43. Resumen total de la propuesta	117

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Págs.
Imagen No 1. Ubicación geográfica de la CELEC EP Santa Elena	11
Imagen No 2. Instalaciones de la Central Térmica Santa Elena II	17
Imagen No 3. Calderas de la central Santa Elena II	19
Imagen No 4. Aceites lubricantes	20
Imagen No 5. Tanques de HFO	21
Imagen No 6. Sistema de ventilación	21
Imagen No 7. Sistema de compresión de aire	22
Imagen No 8. PLC	23
Imagen No 9. Recepción del combustible	30
Imagen No 10. Tanques de almacenamiento de combustible HFO	30
Imagen No 11. Tanques de almacenamiento de combustible HFO	31
Imagen No 12. Tanques de sedimentación de combustible	32
Imagen No 13. Transferencia	32
Imagen No 14. Purificación de combustible	33
Imagen No 15. Tanques de Servicio	33
Imagen No 16. Bombas de alimentación	34
Imagen No 17. Sistema de control HTU	34
Imagen No 18. Bombas de alimentación	35
Imagen No 19. Sincronización de las unidades de generación	35
Imagen No 20. Unidad Caterpillar	37
Imagen No 21. Sistema de aire comprimido	37
Imagen No 22. Sistema de circulación	38
Imagen No 23. Tanques MT – 05	38
Imagen No 24. Tanques de HFO	44
Imagen No 25. Calderas eléctricas de vapor Pirobloc	94
Imagen No 26. Tanques y recipientes de almacenamiento del agua tratada	96
Imagen No 27. Toma de temperatura y viscosidad de forma manual	107
Imagen No 28. Obstrucción de toberas debido a la mala combustión por la alta viscosidad del fue oil	108

Imagen No 29. Alta contaminación por hollín en alabes de turbina	108
Imagen No 30. Aislamiento térmico para tuberías	110
Imagen No 31. Descripción de elementos del sistema de tratamiento de agua	111
Imagen No 32. Incrustaciones solidas debido al mal tratamiento del agua	112

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo No. 1: Formato de Encuestas	123
Anexo No. 2: Formato de Entrevistas	126
Anexo No. 3: Esquema General de la Caldera Eléctrica a Vapor	128
Anexo No. 4: Monitoreo de los Motores Hyundai	129
Anexo No. 5: Monitoreo de los Módulos MDU	131
Anexo No. 6: Monitoreo de los Tanques de HFO (fuel oil)	132

PALABRAS CLAVES

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad existente u otra situación no deseable.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una potencial. No conformidad u otra potencial situación no deseable.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes a un producto o servicio, o a un sistema o proceso, cumple con los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas.

Capacidad: Facultad de una organización, sistema o proceso, para obtener un producto que cumplirá con los requisitos establecidos para el mismo.

CENACE: Centro Nacional de Control de Energía.

CONELLEC: Consejo Nacional de Electricidad.

Infraestructura: Sistema de instalaciones y equipamiento permanentes de una organización.

Mejora continua: Proceso de intensificación del sistema de gestión para la obtención de mejoras en el comportamiento global, de acuerdo con la política de la organización.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito u obligación especificado.

Organización: Acción colectiva de personas y grupos que disponiendo de formas establecidas de distribución del trabajo y relaciones mutuas, utilizan instalaciones y medios comunes para obtener resultados con destino a sus clientes.

Procedimiento: Conjunto de recursos y actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.

Registro: Documento que proporciona los resultados obtenidos o evidencias de actividades efectuadas.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de titulación, consiste en el análisis conceptual y técnico que provoca el sistema de calentamiento encargado para los tanques de fuel oil en el proceso de producción de energía eléctrica en la Central Termoeléctrica de la empresa pública CELEP EP ubicada en el Cantón Santa Elena, una vez detectados las causas del origen de estos problemas se procede a elaborar un estudio técnico de nuevas unidades de intercambiadores de calor para complementar al sistema actual y que produzca demoras en el combustión del fuel oil ni mucho menos en el sistema de producción de la planta.

Para conocer la estructura del proyecto vemos que en el capítulo I expresa las generalidades del presente trabajo, sobre los antecedentes del proceso de producción, el planeamiento del problemas entre otros aspectos más, por consiguiente, en el capítulo II, se realiza una descripción detallada de la situación actual de la empresa CELEC EP, sus actividades principales, una breve reseña histórica de su creación y formación de las instalaciones actuales sobre la producción de energía eléctrica.

La determinación de producción de energía eléctrica donde se realizó la identificación de las variables que se analizarán en el sistema de calentamiento actual de los tanques de HFO, pertenece al tercer capítulo. En el posterior Capítulo IV se elabora el estudio técnico para mejorar el sistema de producción actual, la descripción de nuevas unidades de calderas eléctricas, detalles de funcionamiento, mejoramiento en el sistema de calentamiento además, de un seguimiento y control de la operación de los intercambiadores de calor para apoyar los resultados de la propuesta.

En el Capítulo V se presenta el análisis económico de la propuesta con el costo de las inversiones del proyecto que servirán para mejorar la producción, así como también se detalla las Conclusiones y Recomendaciones de la propuesta.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Las centrales termoeléctricas en el país están quedando en segundo plano de acuerdo a las directrices de la nueva matriz productiva, por ende, es el caso de central Santa Elena II ya que al no operar no produce energía eléctrica ni menos un servicio al país, por presentar inconvenientes en el área de su producción.

Estos y otros factores determinan que se estén produciendo modificaciones sustanciales en la producción de la planta termoeléctrica de CELEC EP en Santa Elena, de este modo ha habido retrasos en el envío de electricidad al sistema interconectado nacional, y se debe a los intereses de las autoridades de gobierno en utilizar fuentes de energías renovables como las plantas hidroeléctricas, ya que estas no contaminan como las termoeléctricas, se ha mejorado en cierta parte con los mantenimientos respectivos a los motores Hyundai. Actualmente el nivel de productividad y eficiencia ha caído en ciertos niveles de producción por la falencia que presenta en los intercambiadores de calor.

La central termoeléctrica Santa Elena II de la empresa CELEC EP se encuentra ubicada en la vía Ancón atrás del colegio “Santa Elena”, está estructurada por 2 plantas. Santa Elena, que entró en operación el 4 de marzo de 2011 tiene una potencia efectiva de 90MW. Santa Elena III, entró en operación comercial el 22 de junio de 2012, tiene una potencia efectiva de 40MW equipada de motores de combustión interna de marca CATERPILLAR.

La central Santa Elena ha demostrado que en el año 2010 la Unidad de Negocio del Guayas ha contribuido en la solución de la crisis energética sufrida en esos tiempos, dando prueba de la capacidad de gestión para afrontar las responsabilidades y superar los desafíos en la puesta en marcha de la central, para ello se ha

implementado y aplicado al Sistema de Gestión de Calidad que busca la satisfacción y fidelidad de sus clientes ofreciéndoles energía eléctrica activa y reactiva en las mejores condiciones de calidad técnica cumpliendo con los requisitos del marco legal.

1.2 Planteamiento del Problema

En el Ecuador se ha realizado grandes proyectos estratégicos por el gobierno central, uno de estos proyectos son las hidroeléctricas. Se han construido hasta la fecha actual 5 en todo el país, una de las más representativas es la Coca Codo Sinclair, Toachi Pilaton, Manduriacu entre otros, de este modo el país produce mayor cantidad de energía eléctrica con un promedio de 500 MW, esto nos da entender que la central Santa Elena II, por órdenes del CENACE le obliga a CELEC Santa Elena no produzca para el sistema interconectado nacional, porque otras centrales están en funcionamiento y abastece a la totalidad de la población. A partir de este inconveniente la Central Santa Elena II cuando quiere producir energía eléctrica no lo realiza a tiempo promedio de las 5 horas actuales para su total capacidad de producción, habiendo una demora de 10 horas hasta conseguir que todo se normalice debido al calentamiento de los tanques de HFO (Fuel Oil) por ser un combustible de alta densidad y concentración, el sistema de calentamiento no abastece las condiciones normales de producción, ni menos para situaciones donde la planta este fuera de servicio.

El fuel oil que se utiliza para el funcionamiento de los motores Hyundai pasa por un proceso de calentamiento por medio de intercambiadores de calor. Actualmente la central termoeléctrica tiene en sus cuatro bahías o islas un promedio de 53 motores en operación, después del encendido de cada motor se trabajara con diésel, este combustible es fundamental para la operación de estos equipos, se podría trabajar con diésel tanto en el encendido y apagado pero por cuestión de costos se utiliza fuel oil.

Luego del encendido de los motores el combustible antes que entre en operación debe ser calentarlo desde una temperatura de 100°C hasta 300°C. El sistema de producción de las islas o bahía de la central trabaja con 6 quemadores para tres bahías y un quemador para una bahía restante, este intercambiador de calor tiene la función de dar altas temperatura a las líneas de fuel oil antes de su ingreso a los motores y luego de la combustión de los mismos un remanente del vapor vuelve al sistema de producción para calentar los tanques de fuel oil, este procedimiento se efectúa normalmente en la planta, con el único inconveniente que los intercambiadores no abastecen completamente, para que el combustible esté listo para el ingreso de estos motores, por ende, hay una decreciente producción por la demora existente en la central Santa Elena II.

Este problema ha ocasionado que el CENACE le llame la atención a la Central Termoeléctrica Santa Elena II por la escasa producción de energía eléctrica al sistema interconectado en temporadas altas; como pasó en el feriado de Fin de año del 2016. Actualmente la planta está paralizada, pero en un futuro no muy lejano, cuando las hidroeléctricas entren en tiempos de sequía no podrán estar al 100% de operatividad, empezando a trabajar de nuevo la planta Santa Elena a su máxima producción, pero antes debería mejorar el proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil).

Aunque no parezca, también es un problema para la central termoeléctrica el campo de generar electricidad a su capacidad máxima por la forma que se lleva actualmente la operatividad de la misma, por su demora actual no podrá corroborar a las necesidades del CENACE incumpliendo las estipulaciones de producir energía eléctrica al momento, siendo motivo de determinar cuáles son las causas que se asocian a la problemática.

Para evitar tales pérdidas en términos de producción y su a vez pérdidas de ingresos para la empresa, se tiene que trabajar con un sistema complementario que ayude al sistema de calentamiento actual de los tanques de HFO (fuel oil) mediante

quemadores de 7 bares de presión, se tiene que realizar algunas incorporaciones de equipos que permitan calentar en menos tiempo el combustible y lo mantenga a una temperatura óptima de 100°C a 300°C.

De acuerdo a la problemática, es fundamental conocer la cantidad de combustible necesario para la producción de energía eléctrica. La planta necesita un promedio de 130.000 galones diarios de Fuel Oil (HFO), para generar 1.8MW con sus 52 motores en funcionamiento, este combustible es proporcionado por PETROECUADOR. La única pérdida es el tiempo que se utiliza cuando se trabaja con un fuel oil sin previo calentamiento, generando la demora de la capacidad instalada de la planta. Habido casos donde solo en calentar el combustible ha llevado un promedio de dos horas, sacando como conclusión que el proceso de calentamiento tarda mucho al tener un combustible muy denso y cuando la planta esta mucho tiempo sin producir electricidad.

1.3 Justificación

La propuesta ayudará a reducir el tiempo en el proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil) para operatividad de los motores Hyundai sin la necesidad de consumir tanta cantidad de diésel tanto en el encendido y apagado de los motores. Se estima que con la propuesta se consiga calentar el fuel oil en una hora promedio para el funcionamiento de las cuatros bahías que constituye la central Santa Elena II.

La propuesta remediará que los tanques de HFO (fuel oil) se calienten de forma más rápida pero cuidando las características óptimas de este material para su posterior utilización de los motores. El sistema de calentamiento actual no desaparecerá, seguirá trabajando como hasta la fecha ha estado funcionando sino, que al trabajo actual de los quemadores se complementará un nuevo intercambiador que no cueste mucho mucha a la empresa CELEC, pero que brinde una mejor operación de la planta en menos tiempo y con menos utilización de recursos económicos.

Una razón importante en la elaboración de la propuesta es que mejorará la producción actual de energía eléctrica además, no tendrá pérdidas en sus ingresos, de este modo se ayudara integralmente a ambas partes de la central Santa Elena II. Un correcto programa de mantenimiento optimiza la eficiencia del funcionamiento de los motores Hyundai, a más de garantizar la disposición de equipos y generar plazas para la central Santa Elena. Hoy en día, el programa de gobiernos por resultados (GPR) exige y verifica que dentro de las gestiones desarrolladas en las diferentes unidades de negocio, la gestión de mantenimiento sea óptima y brinde la calidad de un producto realizado con los estándares y normas de calidad y operación requeridas actualmente.

Es de vital importancia la implementación de la propuesta, cuyo objetivo es reducir tiempos de demora para el calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil), se pretende conseguir que en un promedio de 60 minutos se caliente el combustible con los nuevos intercambiadores de calor, proporcionando fuel oil a las condiciones específicas que requiere los motores Hyundai.

El tiempo de demora consiste en el calentamiento de estos tanques para la descarga del fuel oil al sistema de despacho o procesamiento, los quemadores no abastecen al tener un combustible de consistencia densa, desde un inicio se calienta a 55°C hasta llegar a 100°C, esto se hace para aliviar la carga y la consistencia del mismo y que pueda circular con facilidad en el sistema de bombeo. Desde este punto se ha tardado un promedio de 2 a 3 horas para el calentamiento de los tanques de fuel oil, dos horas restantes se demora hasta que llegue el combustible a los quemadores. Estos equipos funcionarán desde el encendido con HFO (fuel oil), después se utilizará diésel para la operatividad de los quemadores (no contamos con vapor ya que no se tiene suficiente fuente agua), desde la migración de un combustible a otro para el funcionamiento de los motores Hyundai se ha demorado un total de 5 horas promedio para producir energía eléctrica.

La Corporación Eléctrica del Ecuador encarga a la Unidad de Negocios del Guayas la administración, la operación y mantenimiento de la central térmica Santa Elena II, ingresando a operar desde el 2010, para lo cual se ha basado en el apoyo relevante de su personal, involucrando actualizaciones de conocimientos al personal, ejecución programada de los mantenimientos de control, adquisición de tecnologías para el funcionamiento de la planta, pero con el objetivo de dar cumplimiento a las necesidades del Estado en materia de electricidad para el sistema interconectado nacional.

Con el desarrollo del estudio técnico se integrará el sistema de gestión de procesos y de calidad a la Central Térmica Santa Elena II. Su finalidad será garantizar las necesidades y expectativas presentes y futuras de los clientes con una visión permanente hacia la mejora continua de todos nuestros procesos, que aseguren el cumplimiento de la política y los objetivos de calidad y suministrando el servicio de energía eléctrica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Implementar calderas eléctricas que agilicen el calentamiento de los tanques de HFO (Fuel Oil) para mejorar el funcionamiento de los motores Hyundai, de la Central Térmica Santa Elena II.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la Central Termoeléctrica Santa Elena II y el marco legal.
- Determinar y evaluar los problemas que causan el bajo calentamiento de los tanques de HFO para la operación de los motores Hyundai.

- Elaborar un estudio técnico de mejoras en el proceso de calentamiento de los tanques de HFO.
- Realizar un análisis económico de la propuesta.

1.5 Hipótesis

Con la implementación de calderas eléctricas, se obtendrá una mejora en la producción de energía eléctrica mediante un nuevo proceso de calentamiento en la central termoeléctrica Santa Elena II, de la empresa CELEC EP ubicado en el Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.

1.5.1 Variable Dependiente

Agilizar el calentamiento de los tanques de HFO (Fuel Oil) para mejorar con el funcionamiento de los motores Hyundai.

1.5.2 Variable Independiente

Implementación de Calderas Eléctricas

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y EL MARCO LEGAL

2.1 La Empresa y sus actividades.

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, es la empresa pública responsable de difundir y manipular el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), CELEC EP a través de sus Unidades de Negocio. Ejecuta varias obras en diversos puntos del país orientadas a generar energía térmica e hidroeléctrica, así como su transporte por las redes de alta tensión. Este sistema permite el abastecimiento del suministro eléctrico a la población. (Ecuador Inmediato, 2011).

CELEC EP al ser una Empresa Pública y por su ámbito de acción, se la define a su actividad económica o productiva como un servicio público estratégico. Su finalidad es la provisión de servicio eléctrico y este debe responder a los principios de obligatoriedad, generosidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

Las principales actividades de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, son las siguientes:

1. La generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica; para lo que está facultada a realizar todas las actividades relacionadas, que entre otras comprende:
 - a. La planificación, diseño, instalación y mantenimiento de sistemas no incorporados al Sistema Nacional Interconectado en zonas a las que no se puede acceder o no resulte inconveniente hacerlo mediante redes convencionales.
 - b. Comprar, vender y comercializar energía con los usuarios finales en las áreas que de acuerdo con la Ley regula el sector eléctrico, le sean

- asignadas para ejercer la actividad de distribución y comercialización de energía eléctrica.
- c. Comprar, vender, intercambiar y comercializar energía con las empresas de distribución, otras empresas de generación, grandes consumidores, exportadores e importadores.
 - d. Representar a personas naturales o jurídicas, fabricantes, productores, distribuidores, marcas, patentes modelos de utilidad, equipos y maquinarias en líneas o actividades iguales, afines o similares a las previstas en su objeto social.
 - e. Promocionar, invertir y crear empresas filiales, subsidiarias, consorcios, alianzas estratégicas y nuevos emprendimientos para la realización de su objeto.
2. Asociarse con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas, mixtas o privadas, para ejecutar proyectos relacionados con su objeto social en general.
 3. Participar en asociaciones, institutos o grupos internacionales dedicados al desarrollo e investigación científica y tecnológica, en el campo de la construcción, diseño y operación de obras de ingeniería eléctrica.
 4. O bien investigaciones científicas o tecnológicas y de desarrollo de procesos y sistemas y comercializarlos.

2.1.1 Ubicación geográfica de la empresa

La ubicación geográfica de la empresa CELEC EP, se localizó mediante la utilización de la aplicación del Google Earth, de este modo se obtuvo las siguientes coordenadas satelitales de posicionamiento:

Tabla No 1. Coordenadas de la ubicación de la empresa

Coordenadas UTM WGS84 Z17M	
Norte / Este	Este
9752440,092	517178,789
9752449,589	517173,131
9752481,321	517290,288
9752417,784	517307,498
9752395,340	517300,319
9752362,440	517289,831
9752338,948	517203,098
9752394,315	517188,100

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

A continuación se muestra la Imagen 1 donde se muestra una vista satelital de la central térmica Santa Elena II, de la empresa CELEC:

Imagen No 1. Ubicación geográfica de la CELEC EP Santa Elena



Fuente: Google Earth

2.1.2 Distribución de Instalación y Equipos

La central térmica Santa Elena II está conformada por 53 unidades de 1.7MW marca Hyundai, modelo 9H/21/32 con una capacidad total de 90.1MW. Es operada por dos salas de control; cada sala opera 2 bahías.

2.1.2 Estructura orgánica de la empresa

La Unidad de Negocios Electroguayas cuenta con una capacidad instalada de 634 MW, constituyéndose la empresa de generación termoeléctrica más grande del país, conformada por cuatro centrales de generación ubicadas estratégicamente en las ciudades de Guayaquil y Santa Elena.

En los talleres realizados para la elaboración de la visión y misión de ELECTROGUAYAS, con la empresa asesora contratada por CELEC EP para el desarrollo del Plan Estratégico de la Corporación, se acordó que la Visión de esta Unidad de Negocio sería la misma que la de la matriz no así, la Misión que se orienta a la razón de ser y las particularidades de cada Unidad de negocio que conforman CELEC EP.

Principios y valores

Compromiso: Honramos todas nuestras responsabilidades como un deber cívico con la Patria, impulsados por nuestra lealtad con la misión de CELEC EP. La mejor medida de nuestro trabajo es la consecución de los objetivos buscados, en el marco de las políticas institucionales y de nuestros valores y principios.

Integridad. Nuestras acciones, decisiones y resultados están siempre enmarcados en la legalidad, oportunidad y ética, enfrentando con decisión la corrupción en todas sus formas.

Trabajo en Equipo. Actuamos en la unidad, sabiendo que la integración sin barreras y coordinada de nuestros esfuerzos es superior a la suma de los aportes individuales. El poder de nuestra inteligencia colectiva es superior a la magnitud de nuestros retos.

Responsabilidad socio-ambiental. Proveemos bienestar y desarrollo a nuestros clientes, a todos los colaboradores de la empresa y sus familias, a nuestros proveedores y socios de negocios, a las comunidades en que actuamos y a la sociedad en general, equilibrando el progreso con la preservación de la naturaleza y el ambiente.

Pasión por la excelencia. Generamos ideas para la eficacia, eficiencia e innovación de nuestros servicios y gestión. Nos exigimos nuestro mayor esfuerzo a nivel técnico, administrativo y directivo. Estamos permanentemente aprendiendo y actualizando nuestras competencias. Actuamos proactivamente en nuestras decisiones.

Objetivos Estratégicos

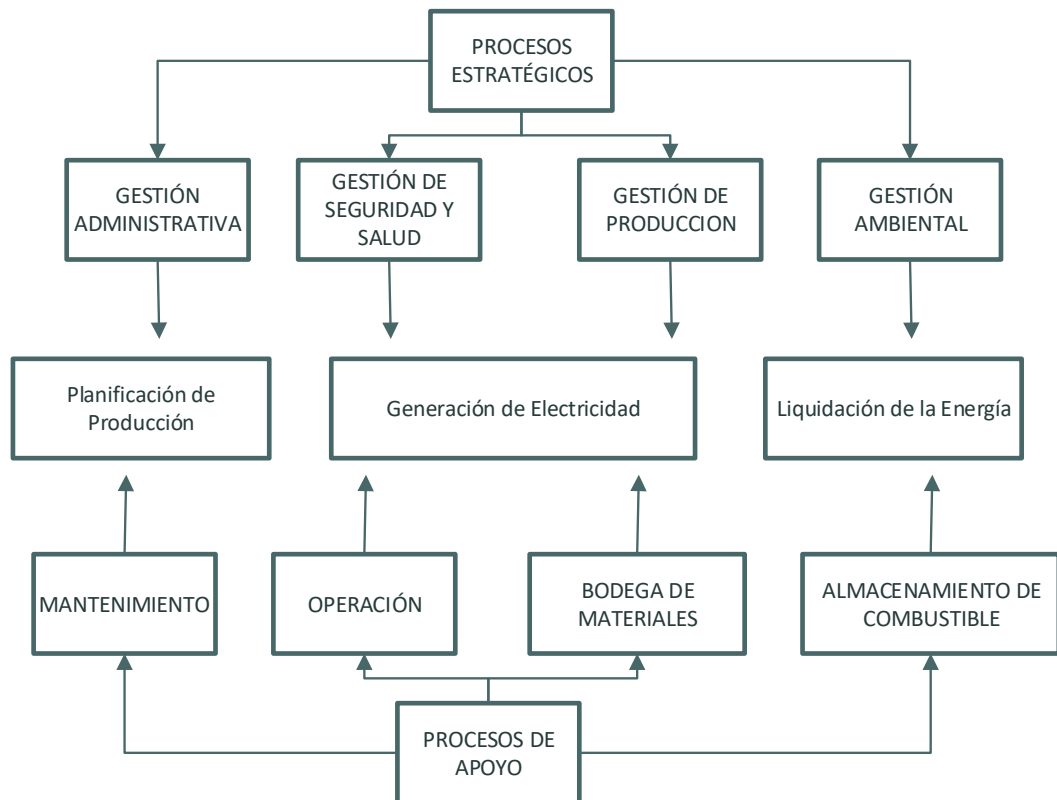
- Incrementar la disponibilidad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional bajo estándares de calidad, eficiencia, eficacia y responsabilidad social.
- Incrementar la oferta del servicio eléctrico para abastecer la demanda con responsabilidad social, mejorar la reserva, ampliar la cobertura y contribuir al cambio de la matriz energética.
- Incrementar la eficiencia institucional
- Incrementar el desarrollo del Talento Humano
- Incrementar la sustentabilidad Financiera

CELEC EP Electroguayas es una empresa que se dedica a producir y comercializar energía eléctrica para el Sistema Nacional Interconectado (SNI) en forma confiable y a buen precio, garantizando la calidad y disponibilidad permanente del servicio para sus clientes. (CELEC EP, 2013)

Organigrama estructural de la Central Santa Elena II

El organigrama estructural de la Central Santa Elena II se muestra a continuación:

Figura No 1. Organigrama estructural de la Central Santa Elena II



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

2.2 Reseña histórica de la Central Santa Elena II.

El Ecuador es un país que obtiene la mayor parte de su energía eléctrica de plantas hidroeléctricas, las mismas que se encuentran en condiciones adversas durante los meses más secos del año. A partir de la crisis de energía que afectó al país desde noviembre de 2009 el Gobierno se ha visto en la necesidad de instalar plantas termoeléctricas para satisfacer la demanda energética ya que tienen un costo menor que las hidroeléctricas y el tiempo para su implantación es menor.

La Central Térmica Santa Elena será administrada por la Unidad de Negocio CELEC EP – TERMOPICHINCHA / ELECTROGUAYAS y será instalada en la Provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena, junto a la Subestación Santa Elena de TRANSELECTRIC S.A., sitio seleccionado por su cercanía a las redes de distribución del Sistema Nacional Interconectado. La Central Térmica Santa Elena de la Unidad de Negocio CELEC EP–TERMOPICHINCHA/ELECTROGUAYAS, constituye un importante aporte a la generación eléctrica nacional ya que en ella se generarán 90 MW de potencia.

La Central Térmica Santa Elena de generación térmica se ubicará en un área de 117.782,93 m², y estará conformada por 52 motores de 1,8 MW cada uno. Los equipos de generación utilizarán aproximadamente 130.000 galones de Fuel Oil No. 6 diarios. Este combustible será proporcionado por PETROECUADOR.

La Central Santa Elena se encuentra integrada por 2 plantas:

- Santa Elena II, que entró en operación comercial el 4 de marzo de 2011 tiene una potencia efectiva de 90 MW.
- Santa Elena III, que entró en operación comercial el 22 de junio de 2012, tiene una potencia efectiva de 40 MW. Equipada de 3 motores de combustión interna marca CATERPILLAR.

La Estación Caterpillar

La Estación Caterpillar es un proyecto que tiene una capacidad de potencia nominal instalada de 40 MW, está compuesta de tres cuerpos electrógenos Bifuel, que son de 13.3 MW cada uno, genera energía con salida de 13,8 KW hacia un transformador principal de elevación de 50 MVA, eleva una carga de 13,8 a 69 KW que se conecta a la red del SNI (Sistema Nacional Interconectado). La estación Caterpillar está ubicada en la Provincia de Santa Elena km. 4 1/2 vía Ancón.

Hasta la actualidad no existe una tecnología que permita almacenar energía, por eso se produce en base a la demanda del país que varía de acuerdo a horas pico donde aumenta la demanda y horas normales donde baja la demanda.

Imagen No 2. Instalaciones de la Central Térmica Santa Elena II



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

2.3 Descripción de los procesos de producción e instalaciones.

Principios de funcionamiento de la central térmica Santa Elena II:

Una central térmica es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón. Una termoeléctrica funciona básicamente en los actuales tiempos de carbón en algunos países europeos y asiáticos, pero unas centrales optan por el combustible porque se reduce primero a un polvo fino y se bombea después dentro del horno por medios de unos chorros de aire precalentado.

1. Después, la energía liberada durante la combustión en la cámara de la caldera, independientemente, hace evaporar el agua de los tubos de la caldera y produce vapor.

2. El vapor de agua se bombea a alta presión a través de la caldera, a fin de obtener el mayor rendimiento posible. Gracias a esta presión en los tubos de la caldera el vapor de agua puede llegar alcanzar temperaturas de hasta 600 °C (vapor recalentado).
3. Este vapor entra a gran presión en la turbina a través de un sistema de tuberías. Así, el vapor de agua a presión hace girar la turbina generando energía mecánica. Hemos conseguido transformar la energía térmica en energía mecánica de rotación.
4. En el condensador el vapor se convierte en agua líquida que vuelve a la caldera.
5. En la torre de refrigeración el calor latente de condensación del vapor es absorbido por el agua de refrigeración, que lo entrega al aire del exterior en las torres de enfriamiento.

Los componentes de las centrales termoeléctricas son:

- Las líneas de transmisión. Es decir, la turbina o el generador de la fuente de energía.
- Subestaciones eléctricas. Son los puntos de control donde se abastece de energía eléctrica de alta tensión y pasa por un sistema de transformadores y convertirlas en corriente alterna de 110V, en nuestro caso.

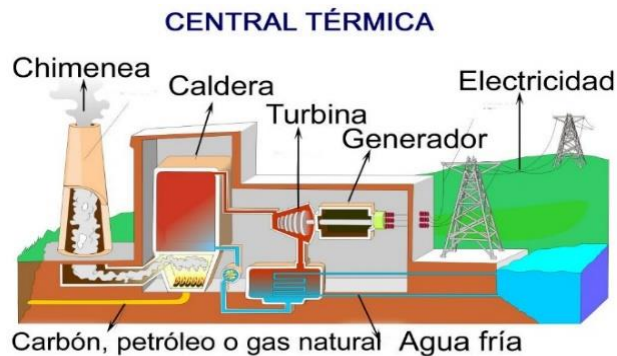
Descripción de los procesos de producción de la central térmica Santa Elena:

La termoeléctrica de Santa Elena de la empresa CELEP EP aplica el mismo principio de funcionamiento, por lo tanto, se diferenciará en la mecánica de ciertas operaciones de acuerdo al empleo de los motores Hyundai, dado que esto converge en el funcionamiento de la misma.

En el proceso de producción de la Central Térmica de Santa Elena de la empresa CELEC EP (véase la Figura 3, un ejemplo sobre el funcionamiento general de una

central térmica) se deberá tomar en cuenta los aspectos técnicos elaborados previamente en el manual de operación de la planta, y de la misma de los principios de operación de cada sistema o unidad que compone la planta.

Figura No 2. Esquema de producción de una central térmica



Fuente: <http://comofuncionaque.com/como-funciona-la-maquina-de-vapor/>

Unidad de Generación a Diésel

El operador de la planta podría iniciar y parar el grupo de generadores en el Control Remoto, en el sistema de monitoreo o en el panel de control local. La producción de energía de los generadores se puede ajustar en el control remoto en el sistema de monitoreo al igual que en el panel de control local. También se publicarán las alarmas y se confirmará el control remoto y el sistema de monitoreo.

Imagen No 3. Calderas de la central Santa Elena II



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema de Aceite Lubricante

El operador del equipo puede comprobar el estado del sistema de lubricación de aceite a través de los gráficos en el monitor. Este gráfico se basa en las tuberías y el diagrama de instrumento, El gráfico muestra el estado de las bombas, el nivel de alarma y demás. También a través de esta alarma sonora y gráfica, el operador podría tener alarmas conscientes. Básicamente, la bomba pre-lubricante en la operación se iniciará automáticamente y se parará por la lógica de control.

Imagen No 4. Aceites lubricantes



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema de Bunker

El operador de la instalación puede comprobar el estado del sistema de combustible líquido a través de los gráficos en el monitor. Este gráfico se basa en las tuberías y el diagrama de instrumentos, el gráfico muestra el estado de las bombas, tanques de combustible, presión de combustible, temperatura del combustible, etc. También a través de esta alarma sonora y gráfica, el operador podría tener alarmas conscientes. Básicamente, la operación de las bombas de combustible es de tipo manual en zonas locales por recomendación de proveedores, pero los controles, las bombas y las de bloqueo se realizarán de forma automática.

Imagen No 5. Tanques de HFO



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema de Agua de Enfriamiento

El operador de la instalación puede comprobar el estado del sistema de enfriamiento de agua a través de los gráficos en el monitor, este gráfico se basa en las tuberías y el diagrama de Instrumento, el gráfico mostrará el estado en que se encuentra el sistema de enfriamiento de agua. También esta alarma sonora y gráfica, el operador podría obtener alarmas conscientes. La operación del sistema de enfriamiento de agua se realizará en la caja de control de manera automática.

Imagen No 6. Sistema de ventilación



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Compresor de Aire

El operador de la instalación puede comprobar el estado de comprimido de aire a través de los gráficos en el monitor o panel de control, este gráfico se basa en las tuberías y el diagrama de instrumento, lo que mostrará el estado del compresor y las condiciones del aire comprimido. Esta alarma sonora y gráfica, el operador podría tener alarmas de carácter consciente. Los compresores se operan automáticamente por la caja o panel de control local. Los compresores se inician automáticamente y si se detienen es por el interruptor de presión montado en los tanques de aire.

Imagen No 7. Sistema de compresión de aire



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema Eléctrico

El operador de la instalación puede comprobar el estado del sistema eléctrico a través de los gráficos en la pantalla de control, este gráfico se basa en líneas simples de diagrama. El gráfico mostrará lo siguiente: Posición de los Interruptores, Tensiones, Amperios, Factores de Potencia, Salidas (kW, kVA, kWh, etc.) Para mejor entendimiento sobre la producción de la Central Térmica Santa Elena, se realizó un diagrama de flujo sobre las operaciones antes mencionadas para el funcionamiento de la misma.

Imagen No 8. PLC



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

2.3.1 Aspectos técnicos para la operación de la Central Térmica Santa Elena

Sistema de combustible: Tipos de combustible:

El sistema de combustible del motor estará diseñado para una combustión confiable del combustible pesado (Bunker), así como para el arranque mediante el combustible correspondiente al Diésel.

- 1) *Combustible Pesado (Bunker)*. Como combustible principal de la Central Térmica, las especificaciones técnicas se basan en 562 cSt a 50 °C. El aceite de combustible pesado tendrá características de viscosidad, debe estar dentro del rango de 12 – 18 cSt con la calefacción inferior a 150 grados °C. Se realizó el análisis del combustible (Bunker) en mayo de 2008 con el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Central del Ecuador.
- 2) *Combustible ligero (Diésel)*. Combustible a utilizar para la puesta en marcha, parada y mantenimiento. La viscosidad del Diésel será de 2.0 a 14 cSt y la admisión del motor será bajo las condiciones de operación de la Central Térmica.

Sistema de combustible:

El sistema de combustible está conformado de la siguiente manera:

Tabla No 2. Equipos utilizados en el sistema de combustible

Equipo	Descripción
Filtro de Bunker	Auto Filtro
Control de la Viscosidad del Bunker	Panel de control. Con el calentador de bunker. La viscosidad debe estar dentro del rango de 12 -18 cSt con la calefacción inferior a 150 grados °C
Bomba de refuerzo de bunker	Tipo giratorio, impulsado por el motor eléctrico.
Ventilación de tanque del bunker	Cilindros con aireación
Tuberías y líneas de combustible	Seguimiento de calor por entro de HTU.

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Consumo de combustible

El consumo específico de combustible en la terminal del generador será de acuerdo a los siguientes detalles: 198 g / KWh (Basado en las condiciones ISO 3046, 100% de carga y vehículos comerciales ligeros de combustible de 42.700 KJ/kg, tolerancia + 5%, 60Hz, PF = 0,8).

Se ha calculado un consumo diario de 130.000 galones de Fuel Oil No. 6 (Bunker) y aproximadamente 10.000 galones de Diésel. El proveedor del combustible será PETROECUADOR y los análisis físico-químicos se entregaran junto con el despacho de los combustibles.

Sistema de lubricante

El motor tiene su propio sistema interno de lubricación de combustible, de tipo cárter húmedo, que suministra aceite lubricante a todas las partes móviles para la

correspondiente lubricación, así como para la refrigeración. El sistema de aceite lubricante está conformado por:

Tabla No 3. Sistema de lubricación

Equipo	Descripción
Filtro de aceite lubricante	Tipo dúplex
Bomba de aceite lubricante	Impulsada por el motor. Montado en el motor
Enfriador de aceite lubricante	Tipo placa. Montado en el motor
Bomba Pre – Lubricante	Impulsado por el motor eléctrico
Unidad de purificación	Descargas parciales

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

El consumo de aceite lubricante será:

Tabla No 4. Consumo de aceite lubricante

Tipo de Motor	Consumo de Aceite	
	720/750 rpm	900/1.000 rpm
9H21/32	884	1080

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema de enfriamiento de agua

El motor de sistema de agua de refrigeración consta de dos circuitos de refrigeración de agua, que son de baja temperatura y circuitos de alta temperatura de agua. La transferencia de calor al agua de refrigeración del motor se descarga a la atmósfera por el radiador.

Temperatura baja del agua en el circuito comprende:

Tabla No 5. Especificaciones de la temperatura baja en el circuito

Equipo	Descripción
Bomba de Agua de temperatura baja en el circuito	Accionada por el motor
Refrigerador de aire de carga	Montado en el motor
Enfriador de aceite lubricante	Tipo de placa
Tanque de expansión	Con indicador de nivel
Refrigeración del radiador	Fin tipo tubo
Evaporador de diésel	Tipo placa

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Temperatura Alta del agua en el circuito comprende:

Tabla No 6. Especificaciones de la temperatura alta en el circuito

Equipo	Descripción
Bomba de Agua de temperatura alta en el circuito	Accionada por el motor
Chaquetas de agua del motor	Montado en el motor y cilindros
Válvula termostática	Tipo cera

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Características del agua de enfriamiento:

El sistema de agua de refrigeración se ha diseñado para el uso de agua dulce normal con inhibidor de corrosión a fin de evitar incrustaciones y la presencia de corrosión.

La calidad del agua será válida de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- pH: 7 – 9
- Dureza total como (CaCO₃): Máximo 75 ppm (mg/litro)

- Cloruros como Cl⁻: Máximo 80 ppm (mg/litro)
- Sulfatos como SO₄: Máximo 100 ppm (mg/litro)
- Silicatos como SiO₂: Máximo 60 ppm (mg/litro)
- Residuos tras la Evaporación: Máximo 400 ppm (mg/litro)

Agua Dura (antes R/O Unidad de Tratamiento)

- Conductividad: Máximo 2000 (us/cm)
- Sólidos Totales Disueltos: Máximo 1000 ppm (mg/litro)
- Dureza Total: Máximo 250 ppm (mg/litro)
- pH: 4 -11
- Turbiedad: Máximo 7 NTU.
- Sólidos Suspendidos: Máximo 10 ppm (mg/litro)
- Total de Carbón Orgánico (TOC): Máximo 3 ppm (mg/litro)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Máximo 5 ppm (mg/litro)
- Silicatos como SiO₂: Máximo 150 ppm (mg/litro)
- Cloruros como Cl⁻: Máximo 150 ppm (mg/litro)
- Sulfatos como SO₄: Máximo 300 ppm (mg/litro)

Abastecimiento del agua: Una parte del agua usada será captada del circuito urbano y el resto de pozos que se perforarán en el sitio.

Consumo de agua: Para refrigeración de los motores se necesitan 354 litros por unidad; por tanto, las 60 unidades utilizarán 21,24 m³ de agua diarios.

Sistema de aire comprimido

El sistema de aire se instala en un lado del motor y se conduce a través del volante mediante los correspondientes engranajes. El motor es operado por medio de Aire

comprimido del depósito de aire. El sistema de aire comprimido está conformado de la siguiente manera:

Tabla No 7. Sistema de aire comprimido

Equipo	Descripción
Compresor de Aire:	Motor Eléctrico, 30 Bar.
Aire Receptor:	Cilindros, 30 Bar

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema eléctrico

El sistema eléctrico está conformado por:

Tabla No 8. Sistema eléctrico

Equipo	Descripción
Panel de interruptores del generador	El panel de interruptores del generador será de envolvente metálico, de tipo libre de partida con su correspondiente interruptor, fuera del tipo de extracción adecuado para su instalación en interiores. El tablero se encontrará en el interior de la unidad eléctrica.
Panel de control motor/generador	El panel de control es de metal cerrado, de pie libre y apto para uso en interiores, donde se realiza el correspondiente Monitoreo y Seguimiento.
4.16 KV – Controladores (Equipo de Parada)	Tipo : Metal-Puesto para servicio Interior Tensión Nominal: AC 7200V, 3 PH, 60 Hz Servicio de Voltaje: AC 4160V, 3 PH, 60 Hz Interruptor de Circuito: Interruptor Vacío de Circuito Interruptor Vacío de Circuito Paradas de Protección Metros
L.V. Controladores (Equipo de	Tipo: Metal-Puesto para servicio Interior Tensión Nominal: 480 V

Parada)		Clasificación de Corriente: 600 A	
		Interruptor de Circuito: Interruptor de Circuito de Aire	
Transformador		Transformador elevador	Transformador auxiliar
	Tipo	Combustible, aire libre	Combustible
	Capacidad	8.5 MVA	400 KVA
	Proporción de voltaje	34.5 / 4.16 kV	4.16 / 0.48 kV
CONTROL REMOTO Y SISTEMA DE MONITOREO (RCMS)		Las principales funciones del RCMS son:	
		<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de motor a diésel y unidad de generadores. • Indicador de Alarma con sonido audible. • Abrir y Cerrar los interruptores de Generadores. • Arranque y Parada de Generadores. • Parada de Emergencia de Generadores. • Incremento y Disminución de potencia activa (kW) de generadores. • Supervisión y Control de equipos de la Planta (Bomba. Motores, ventiladores, parámetros eléctricos en MDU and HTU). • Reporte Automático diario, reportes semanales. • Tendencia de datos para impresión y almacenamiento. 	

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

2.3.2 Descripción de la operación de la Central Térmica Santa Elena

A continuación describo las principales operaciones que se lleva a cabo para el funcionamiento de la planta termoeléctrica Santa Elena de CELEC EP:

Recepción de combustible: Ingresa el tanquero, se hacen las conexiones de seguridad de puesta a tierra y se enciende la bomba de succión de descarga. La central cuenta con un sistema de recepción de combustibles conformado por 3

tomas de recepción de combustible pesado (HFO) y 2 tomas de recepción de combustible diésel.

El combustible es transportado por medio de tanqueros de capacidad de 10.000 galones desde la Refinería de La Libertad hasta las instalaciones de la planta CELEC EP Santa Elena.

Imagen No 9. Recepción del combustible



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Almacenamiento de Combustible. El combustible HFO es llenado en dos tanques de almacenamiento de combustible con capacidad para 600.000 galones cada uno.

Imagen No 10. Tanques de almacenamiento de combustible HFO



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

El combustible diésel DO es llenado en un tanque con capacidad para 42.000 galones; se recibe en la misma estación de recepción de combustibles, a través de su sistema de bombeo independiente.

Imagen No 11. Tanques de almacenamiento de combustible HFO



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sedimentación de combustible. La sedimentación del combustible pesado HFO se lleva a cabo en 3 tanques de capacidad de 50.000 galones cada uno. La sedimentación implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido. Puede dividirse en dos clases: sedimentación de materiales arenosos y desmantación de limos. Por lo general, en la sedimentación conlleva la separación del agua contenida en el combustible por efectos de condensación, o sea también por efectos mismos de la refinación, también se generaran solidos residuales como los sedimentos arenosos, productos que se trata de un combustible pesado o residuo de petróleo.

Imagen No 12. Tanques de sedimentación de combustible



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Transferencia y purificación de combustible. El combustible que ha pasado por el proceso de sedimentación luego es transferido hacia el sistema de purificación, cuyo objetivo específico es separar el resto de agua presente en el combustible, así como también las partículas sólidas que no lograron sedimentar en el proceso anterior.

Para este proceso la planta termoeléctrica cuenta con cuatro purificadoras de HFO (Heavy Fuel Oil), las cuales realizan el centrifugado del combustible, que luego será suministrado a los motores de combustión interna. En las imágenes 11 y 12 se muestra la estación de transferencia y purificación de combustible.

Imagen No 13. Transferencia



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Imagen No 14. Purificación de combustible



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Tanques de suministro o servicio. La planta CELEC EP dispone de tres tanques de suministro con capacidad para 50.000 galones, en los cuales recibe el combustible que ha sido procesado en las purificadoras, de aquí el combustible está listo para ser utilizado en los motores de combustión interna denominados MDO.

Imagen No 15. Tanques de Servicio



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Bombas de alimentación. El combustible es suministrado a las unidades HTU para su mejoramiento de condiciones de temperatura para su utilización en las unidades de generación, es bombeado hasta las mismas a través de un sistema de bombeo, uno por cada bahía, el cual tiene dos bombas, una de servicio y una de stand by, trabajando de manera alternada de acuerdo a la programación de mantenimientos.

Imagen No 16. Bombas de alimentación



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema HTU. El combustible que ingresa al sistema de HTU es recirculado a través de intercambiadores de calor logrando una temperatura de trabajo de 130°C y puede ser suministrado a las unidades de generación, no sin antes de haber pasado por otro sistema de filtrado automático.

Imagen No 17. Sistema de control HTU



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Preparación y calentamiento de combustible: El combustible que se recibe en el tanque TCF01-01, pasa a un separador de partículas que eleva la temperatura de 60 a 90 grados, luego a un booster que le da una temperatura a 130 grados y finalmente ingresa al sistema de inyección de la máquina.

Verificación: Se verifican las condiciones y permisibles que necesita la máquina previo al encendido.

Imagen No 18. Bombas de alimentación



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Encendido del motor: Se da el encendido mediante el Panel de control local (PCL) quitando el bloqueo mecánico e inyectando aire comprimido en las toberas de 16 cilindros para que este empuje los pistones y el motor comience a girar.

Sincronización de la Unidad: Una vez que está la unidad en vacío se procede a cerrar el disyuntor iniciando la producción de energía con salida a 13,8 kilovoltios.

Imagen No 19. Sincronización de las unidades de generación



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Estabilización de carga: Una vez que se sincroniza se va subiendo parcialmente el porcentaje de carga hasta completar al 100% de carga total.

Transferencia de energía al transformador principal: Se recibe la energía que sale del generador de 13.8 e elevarla a 69 KV e ingresa al Sistema Nacional Interconectado. Los equipos que intervienen en la generación de la Estación Caterpillar son los siguientes:

Generadores Caterpillar: La Estación tiene 3 Generadores Caterpillar 16CM43C es un sistema que transforma la energía mecánica en energía eléctrica mediante la quema de combustible HFO No.4 (High fuel oil). La Estación Caterpillar está compuesta por tres grupos electrógenos con sus respectivos sistemas y equipos auxiliares que son los siguientes:

- Sistema de aire de arranque y control
- Sistema de combustible
- Sistema de aceite térmico
- Sistema de aceite lubricante
- Sistema de agua de enfriamiento HT
- Sistema de agua de enfriamiento LT

Estos sistemas están instalados en tres módulos diferentes:

- Módulo pre-presión
- Módulo de circulación de combustible
- Módulo combinado

Imagen No 20. Unidad Caterpillar



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Sistema de aire comprimido: Está compuesto de 4 compresores, 3 se encuentran en operación para mantener los 30 bares de presión para el arranque de las unidades y para el control de los sistemas y un compresor stand by para los mantenimientos.

Imagen No 21. Sistema de aire comprimido



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Módulo de circulación: Es un sistema combinado donde se le da el tratamiento final al combustible, adquiere la temperatura nominal de operación de 130°C para ser combustionado en el sistema de inyección.

Imagen No 22. Sistema de circulación



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Tanques MT-05 y MT-06: En este sistema se encuentran bombas distribuidoras y bombas colectoras que se encargan de llevar el aceite térmico por todo el sistema donde se requiere transferencia de calor para calentar el aceite lubricante y el bunker.

Imagen No 23. Tanques MT - 05

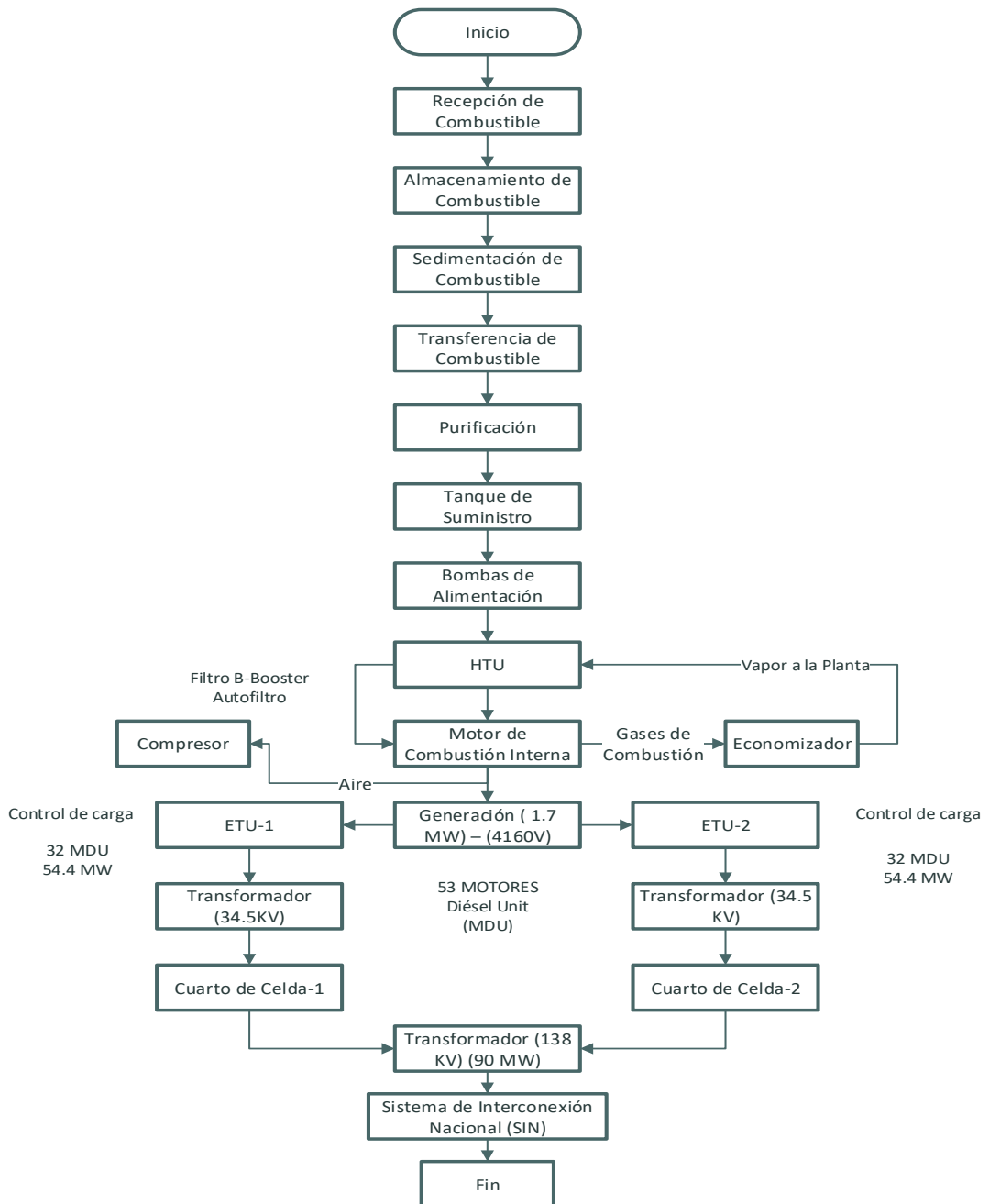


Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Diagrama de flujo de procesos

En el diagrama de flujo de procesos representamos todas las operaciones o los procesos que se llevan a cabo en la Central Termoeléctrica Santa Elena II de CELEC EP, pero para ello se debe controlar parámetros de funcionamiento en la producción de electricidad sin tener la novedad de alguna falla importante en el sistema de procesamiento de energía eléctrica. A continuación presentamos el diagrama de flujo que se aplica en su operación:

Figura No 3. Diagrama General de Operación de Termoeléctrica de Santa Elena



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

2.4 Producción actual y sus mejoras

Entre las políticas del actual Gobierno, a través del ministerio de Electricidad y Energías Renovables y de la Corporación Eléctrica del Ecuador – CELEC EP, se

incluye el incremento de la capacidad instalada y la reducción del costo de la producción de la energía eléctrica.

Características de la Planta:

El proyecto de generación Santa Elena está ubicado en el Km 4 ½ vía Ancón, junto a la subestación Transelectric. Está conformada por 53 unidades de 1.7 MW marca HYUNDAI, Modelo 9H/21/32 cuenta en la actualidad con una capacidad total de 90.1 MW, cuenta también con 14 transformadores de elevación y 14 transformadores para servicios auxiliares. En cuanto a las instalaciones, la Central contará con tanques de almacenamiento de combustible, aceite, lubricante, agua, lodos; sistemas mecánicos auxiliares, unidad de tratamiento de combustible, unidad de tratamiento de agua, unidad de expulsión de escape, unidad eléctrica.

Proyecto Santa Elena II – Segunda Etapa (40 MW).

El 14 de abril de 2011 se suscribió el contrato para el “Suministro e Instalación de una Planta Termoeléctrica Adicional con una potencia efectiva de 40MW para la Central Santa Elena II”. Esta Unidad de Negocio estará encargada de las siguientes actividades:

- Brindar apoyo a la gestión del contrato
- Designación del grupo de especialistas para la fiscalización del proyecto
- Contratación y capacitación del personal técnico y administrativo
- Coordinación para la operación y mantenimiento durante el periodo de operación asistida
- Obtener ante los entes de control los permisos y licencias respectivas para la construcción y operación de la central
- Contratación de seguros generales
- Finalmente gestionar los contratos de adquisición de combustible, lubricantes y en general todas las actividades necesarias durante la construcción y operación comercial de la central.

2.5 Marco Legal de la empresa.

El Artículo 314 de la Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado es responsable de la provisión de servicio eléctrico y este debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

El Artículo 315 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que el Estado constituirá empresas públicas para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas.

Dicho precepto constitucional dispone que las Empresas Públicas funcionen como Sociedades de Derecho Público, con personalidad jurídica, autonomía financiera, económica, administrativa y de gestión, con 22 altos parámetros de calidad y criterios empresariales, económicos, sociales y ambientales.

Mediante escritura pública suscrita el 13 de enero de 2000, se constituye la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. con la fusión de las empresas HIDROPAUTE S.A., HIDROAGOYAN S.A., ELECTROGUAYAS S.A., TERMOESMERALDAS S.A., TERMOPICHINCHA S.A. y TRANSELECTRIC S.A.

En Suplemento del Registro Oficial No. 48 de 16 de octubre de 2009, se publicó la Ley Orgánica de Empresas Públicas, cuya Disposición Transitoria Segunda establece que el procedimiento de transformación de las Sociedades Anónimas en las que el Estado a través de sus entidades y organismos sea accionista único, deberá cumplirse en un plazo máximo de noventa días, contado a partir de la expedición de la precipitada Ley.

CAPÍTULO III

DETERMINACIÓN DE LA DEMORA EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA.

3.1 Sistema de calentamiento de los tanques HFO (*Heavy Fuel Oil*).

De acuerdo al sistema de calentamiento con respecto a los HFO está diseñado “para calentar y bajar los niveles de viscosidad del *heavy fuel oil* (HFO), para la operación de los motores Hyundai mientras se genera electricidad, el tiempo de calentamiento suele demorarse por el calentamiento que brinda las calderas”.

En el sistema de calentamiento de los tanques de HFO se debe tomar en cuenta algunas consideraciones: el tiempo requerido para alcanzar la viscosidad óptima de bombeo de un material altamente viscoso, por lo tanto, el tiempo que toma en transportarse de las unidades de generación a los motores Hyundai y luego al sistema de transmisión.

Actualmente para el sistema de calentamiento del HFO se utiliza tres tanques de almacenamiento de este combustible (véase la siguiente Tabla). Para su mayor entendimiento de los tanques a continuación describimos sus características:

Tabla No 9. Características de los tanques de recepción de combustible (HFO)

No. Equipo	T 101-A	T 101-B	T 105	T 102
Combustible	Fuel oil	Fuel oil	Diésel	Diésel
Capacidad (galones)	600.000	600.000	42.000	42.000
Tipo	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Presión diseño	ATM	ATM	ATM	ATM
Cargas techo (kg/m ²)	120	120	120	120

Diámetro (mm)	30.175	30.175	5.650	5.650
Altura (mm)	14.650	14.650	4.650	4.650
Material de construcción: cuerpo, fondo, techo	A-283-C	A-283-C	A-283-C	A-283-C
Material estructural	A36	A36	A36	A36

Fuente: Constructor – Acero de los Andes. Año 1.996

Tabla No 10. Características de los tanques de almacenamiento de combustible (HFO)

No. Equipo	Tanques de Almacenamiento			Tanques de Servicio		
	T 103-A	T 103-B	T 103-C	T 104-A	T 104-B	T 104-C
Combustible	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil
Capacidad (galones)	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Tipo	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Presión diseño	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM	ATM
Cargas techo (kg/m ²)	120	120	120	120	120	120
Diámetro (mm)	5.650	5.650	5.650	5.650	5.650	5.650
Altura (mm)	4.650	4.650	4.650	4.650	4.650	4.650
Material de construcción: cuerpo, fondo, techo	A-283-C	A-283-C	A-283-C	A-283-C	A-283-C	A-283-C
Material estructural	A36	A36	A36	A36	A36	A36

Fuente: Constructor – Acero de los Andes. Año 1.996

Imagen No 24. Tanques de HFO



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Los tanques de servicio de diésel no existen porque este combustible no necesita algún tipo de acondicionamiento para poder almacenarlo en otro tanque independiente y que se cumpla con alguna operación de filtros o centrifuga para poder separar algún remanente de agua o desperdicio encontrado en el mismo.

Además, la propuesta radica en realizar un calentamiento adecuado complementando al calentamiento actual que se opera hoy en día, se trabajará con los tres tanques de servicio y los tres tanques de almacenamiento de fuel oil, dado que es un proceso continuo y ciclo cerrado.

3.1.1 Principios de funcionamiento

Heavy Fuel Oil (HFO) o bunker, como se conoce en Ecuador, es un combustible residual de alto poder calorífico de bajo costo relativo. Por lo general, según las especificaciones internacionales, el HFO ecuatoriano se cataloga como fueloil N° 6. Sus aplicaciones son numerosas en diferentes tipos de industrias, esencialmente

el HFO se usa en motores navíos mercantes, en combustión por vaporización en calderos industriales, así como en centrales termoeléctricas, entre otros.

La composición de este crudo varía sustancialmente debido al método de producción del HFO y a la calidad del petróleo del proceso de refinación. Como consecuencia, sus propiedades termodinámicas tales como la viscosidad, la densidad y la capacidad calórica también muestran una común variabilidad y dependencia al proceso de producción. Esta característica del crudo induce incertidumbre en la determinación de funciones características en el modelamiento computacional del HFO, sin embargo, la inexactitud computacional puede ser mitigada con un amplio proceso de caracterización del *bunker* ecuatoriano.

En el caso de la central térmica Santa Elena utiliza los procesos de calentamiento mediante vapor de agua, el proceso se basa principalmente en la transferencia de calor desde el vapor de agua hacia el HFO mediante el contacto de este último con serpentines de acero inoxidable distribuidos uniformemente en cada tanque distribuidor de combustible. Este sistema utiliza vapor de agua a temperaturas que bordean los 150°C, por ende, requiere un alto consumo de combustible para lograr la temperatura que permita alcanzar la viscosidad óptima de bombeo del HFO, lo que se traduce en un alto costo de calentamiento.

Para el caso ecuatoriano, el HFO es el resultado de diluir combustibles más ligeros como el diésel con el producto que se obtiene al llevar a cabo el proceso de cracking¹ termino en el residuo de la torre de fraccionamiento a presión atmosférica. Esta etapa garantiza obtener las exigencias técnicas y de bombeo dinámicas del operador. Como consecuencia natural de este proceso de refinamiento el HFO es catalogado como un fluido altamente viscoso por lo que se transporta fácilmente

¹ El término craqueo catalítico o *cracking* catalítico es un proceso de la refinación del petróleo que consiste en la descomposición termal de los componentes del petróleo en presencia de un catalizador, con el propósito de craquear hidrocarburos pesados cuyo punto de ebullición es igual o superior a los 315 °C, y convertirlos en hidrocarburos livianos de cadena corta cuyo punto de ebullición se encuentra por debajo de los 221 °C.

por tierra (utilizando camiones o tráiler), para su utilización es necesario bajar sus niveles de viscosidad y se requiere utilizar un sistema de precalentamiento y calentamiento, tal como propongo en este proyecto.

Para que el sistema de calentamiento del fuel oil opere al 100% se debe cumplir con lo siguiente:

1. Se calienta el agua líquida que ha sido bombeada hasta un serpentín de calentamiento (sistema de tuberías). El calentamiento del agua se produce gracias a una caldera que obtiene energía de combustión del combustible (*HFO "heavy fuel oil"*).
2. El agua líquida pasa a transportarse en vapor; este vapor es húmedo y poco energético.
3. Se sobrecalienta el vapor que se vuelve seco, hasta altas temperaturas y presiones.

Nota: Con todo esto, si se realiza óptimamente bien durante 30 minutos de producción desde el inicio con el calentamiento de los tanques de HFO se genera unos 20.000 voltios de tensión y se pasaría a los transformadores para elevar la tensión hasta unos 400.000 voltios, para su traslado hasta los puntos de consumo.

Dentro del funcionamiento del sistema de calentamiento de los tanques de fuel oil, también es necesario conocer los componentes que son necesarios para el cumplimiento de este proceso de calentamiento:

Tabla No 25. Principales equipos relacionados al sistema de calentamiento y bombeo de combustible

Calentadores de Fuel Oil	Intercambiadores de calor que calientan el combustible mediante vapor a 194°C, existen tres: 1-BL-E01, 1-BL-E02A/B, ubicados en el punto sección del tanque, 1-BL-E03A/B.
Bombas de Combustible	2 bombas para fuel oil: 1-BL-P02A/B (motor 42 kW) y 1-BL-P03A/B (motor 45 kW), de tipo husillos y con una temperatura de operación de 50°C, modelos W6.4ZK y L3MG-80/132, respectivamente. 2 bombas para diésel: 1-BM-P01A/B (motor 12,5 kW) y 1-BM-P02A/B (motor 4,7 kW), de tipo husillos y con una temperatura de operación de 21 °C, modelos KFUG-950 y KFUG-118, respectivamente.
Filtros de fuel oil	4 filtros de malla metálica tipo dúplex con una temperatura de diseño igual a 195 °C, elemento de filtrado tipo cesta, y medidor de presión diferencial que determina la suciedad de los mismos y por tanto cuando deben ser renovados. Los caudales varían de 34 a 450 m ³ /h, y la presión de 1 a 15,5 kg/cm ² .
Filtros de diésel oil	3 filtros de malla metálica con elemento de filtración tipo cesta: 1-BM-FI001 (50m ³ /h y 1,8 kg/cm ²), 1-BM-FI002 (50m ³ /h y 1,8 kg/cm ²).

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Calentadores de fuel oil

El fuel oil es utilizado en la central Santa Elena II como combustible de los quemadores de la caldera que produce vapor para mover la turbina y el generador de energía eléctrica. El uso de combustibles pesados, como el fuel oil #4 requiere de un calentamiento previo para reducir por temperatura su viscosidad y permitir el

normal flujo de este hacia el sistema de combustión. Esto solo puede ocurrir a través de la transferencia de calor proceso que se ejecuta en los calentadores a vapor existentes en la carcasa de los tanques de almacenamiento a la altura de la succión de las bombas de transferencia, sitio donde por intermedio de vapor de hasta 194°C el combustible es precalentado.

Tabla No 12. Características de los calentadores de fuel oil

No. Equipo	BL-E01	BL-E02A/B	BL-E03A/B
Ubicación	Succión tanque	Succión tanque	En línea
Tipo	BEU-S	BEU-S	BES
Tamaño diámetro	33"x94"	22"x97"	27"x198"
Norma de construcción	ASME VIII T-C	ASME VIII T-C	ASME VIII T-C
Material de construcción	A-285 Gr. C	A-285 Gr. C	A-285 Gr. C
Material tubos	A-179	A-179	A-179

Fuente: Iberfuel

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Bombas de combustible

Para el bombeo de combustible se utilizan cuatro bombas cuyas características se indican en la siguiente tabla:

Tabla No 13. Características de las bombas de combustible

No. Equipo	BL-P02A/B	BL-P03A/B	BM-P01A/B	BM-P02A/B
Combustible	Fuel oil	Fuel oil	Diésel	Diésel-oil
Tipo	Husillos	Husillos	Husillos	Husillos
Modelo	W6.4Zk	L3MG-80/132	KFUG-950	KFUG-118
Temp. Oper	50	50	21	21
Caudal m ³ /h	120	40	62.5	6
Motor kw	42	45	12.5	4.7

Fuente: Iberfuel

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Nota: Las bombas BL-P0A/B, BM-P02A/B y BM-P02A/B fueron proporcionadas por ITUR y la BL-P03A/B por Iberfuel. Lo motores fueron fabricados por ABB.

Filtros de fuel oil

En la central térmica Santa Elena II se utilizan filtros fuel oil DUPLEX del tipo caliente y frío, los cuales están ubicados a la salida del calentador y fríos los que se encuentran ubicados a la entrada de las bombas de HFO a quemadores. Los filtros son de malla metálica, se lavan con diésel y chorro de agua y se los cambia dependiendo del diferencial de presión que determina la suciedad de los mismos. Generalmente cuando el combustible proviene de Esmeraldas los filtros se lavan 1 vez al día, en cambio si la procedencia es de La Libertad la limpieza se la realiza cada 4 días. Los filtros dúplex disponen de medidor de presión diferencial que permite la permutación manual del mismo cuando se encuentran sucios.

Tabla No 14. Características de los filtros de fuel oil

No. Equipo	BL-F1001	BL-F1002	BL-F1003	BL-F1004
Tipo de filtro	Simple	Dúplex	Dúplex	Dúplex
Fluido	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil	Fuel oil
Caudal (m ³ /h)	450	120	40	34
Presión (kg/cm ²)	8	1.5	1	15.5
Temp. °C	40	40	50	105
Elem. filtro	Cesta	Cesta	Cesta	Cesta
Mat. cuerpo	Acero fundido	Acero fundido	Acero fundido	Acero fundido
Material cesta	AISI 316	AISI 316	---	---
Temp. diseño	195	195	195	195

Fuente: Iberfuel

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Nota: Los filtros de fuel oil fueron suministrados por Iberfuel.

Filtros dúplex de diésel oil

El diésel oil es utilizado en la central en los arranques de la unidad de vapor, los cambios de carga en el caldero principal o en el auxiliar. La calidad del diésel que alimenta al sistema de combustión se asegura a través de su paso por filtros cuyas características se indican en la siguiente tabla:

Tabla No 15. Características de los filtros dúplex de diésel oil

No. Equipo	BM-F1001	BM-F1002	BM-F1003
Fluido	Diésel-oil	Diésel-oil	Diésel-oil
Caudal (m ³ /h)	50	6	6
Presión kg/cm ²)	1.8	2	21
Elem. Filtro	Cesta	Cesta	Cesta
Num. Cestas	4	2	2
Mat. Cuerpo	Acero fundido	Acero fundido	Acero fundido
Mat. Cesta	AISI 316	AISI 316	AISI 316

Fuente: Iberfuel

Elaborado por: Raúl Santos Guillen






De esta forma, concluimos que el proceso no es solamente en calentar el combustible a cierta escala sino que converge mantener ciertos parámetros de operación y utilizar algunos elementos súper importantes para que la operatividad de las máquinas no sea afectada al utilizar el fuel oil.

3.1.2 Diagramas de procesos del sistema de calentamiento del HFO (heavy fuel oil)

El diagrama de proceso es un esquema gráfico que sirve para describir un proceso, de la misma manera la secuencia general de operaciones que pasan para realizar el

ciclo de producción. El diagrama de procesos tiene el fin de brindar una breve reseña o visión general de cómo transcurre el proceso. De este modo se observa el comportamiento de las operaciones. Estas operaciones se agrupan en cinco clases, cada una de las cuales se representa con símbolos. Véase la siguiente tabla:

Tabla No 16. Operaciones de proceso

	Transporte: Cualquier operación que implique el desplazamiento del producto de un lugar a otro
	Almacenaje (o stock): Deposito del producto en un lugar fijo durante un periodo de tiempo en general largo.
	Demora: Se entiende por la demora que pasa el proceso en duración entre una operación y otra.
	Control: El producto sufre una inspección de cualquier tipo, en general se asocia con comprobaciones de calidad.
	Operación: El producto sufre una transformación en cada operación del sistema de producción.


Fuente: Iberfuel

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Con el diagrama de procesos se conocerá el sistema de calentamiento que se efectúa en la planta, lo cual facilitará la organización de las operaciones y con el fin de colaborar en la búsqueda de mejoras del proceso y sus deficiencias.

Al presentarse el proceso de una manera objetiva, se permite con mayor facilidad la identificación de forma clara de las mejoras a proponer, permite que cada trabajador de la planta se situé dentro del proceso, lo que conlleva poder identificar perfectamente el tiempo y la distancia empleada, con lo que se mejora considerablemente el tipo de actividades de acuerdo a los departamentos y las acciones que se realizan en cada uno de ellos.

Tabla No 17. Diagrama de Procesos Actual

 Corporación Eléctrica del Ecuador Unidad de Negocio Electroguayas			DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN				
Ubicación: CELEP EP			Resumen				
Actividad: Calentamiento de los tanques de HFO			Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
Fecha: 24 de Abril del 2017			Operación	8		-	-
Operador: Raúl Santos Guillen			Transporte	2		-	-
Método: Actual			Inspección	8		-	-
Tipo: Obrero - Material - Maquina			Demoras	6		-	-
Comentarios:			Almacenaje	1		-	-
			Tiempo (min)	390 min		-	-
			Distancia (m)	180m		-	-
Descripción	Distancia	Tiempo	○	⇒	□	D	△
Recepción de combustible (HFO y DO)	-	30 min					
Traslado del combustible a los tanques de almacenamiento	5 m	10 min					
Separación de lodos y contenido del combustible (HFO y DO) gracias a la centrifuga	5 m	15 min					
Traslado del combustible a los tanques de servicio	10 m	5 min					
Encender los módulos de MDO o los motores Hyundai de las bahías	5 m	5 min					
Despachar solamente el DO hacia las bahías para su combustión	15 m	10 min					
Controlar los niveles de energía eléctrica durante el encendido de los motores Hyundai utilizando DO con OMW operando	10 m	15 min					
Encender paulatinamente las siete calderas de c/u de las bahías	20 m	5 min					
Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está operando al 25% de producción con 22 MW operando	10 m	10 min					
Verificar los niveles de presión de las calderas de las bahías con el 25% de producción de la planta	20 m	5 min					
Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está al 50% de la producción con 45 MW operando	10 m	10 min					

Verificar los niveles de presión de las calderas de las bahías con el 50% de producción de la planta	20 m	5 min						
Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está al 75% de producción con 67 MW operando	10 m	10 min						
Verificar los niveles de presión de las calderas de las bahías con el 75% de producción de la planta	15 m	5 min						
Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está al 85% de producción con 81 MW operando	5 m	10 min						
Generar vapor de los gases de combustión hasta alcanzar 7 bares en c/u de las calderas de la bahía utilizando hasta la 90% de la capacidad de producción con 85MW	10 m	30 min						
Notificar al calderista realizar las maniobras respectivas de purga y saneamiento del vapor condensado de las 7 calderas operativas	10 m	10 min						
Abrir válvulas de despacho para el traslado del vapor producido a los tanques de servicio de HFO para su previo calentamiento	30 m	5 min						
Controlar los rangos permisibles para el acondicionamiento del HFO	10 m	60 min						
El tablerista procede a bajar los niveles de producción de los motores Hyundai y cerrar las válvulas de despacho DO	45 m	20 min						
Encender los módulos HTU de las bahías respectivas	55 m	15 min						
Comenzar el traslado del HFO calentado a los módulos HTU	10 m	20 min						
Abrir las válvulas neumáticas hacia los motores Hyundai	15 m	10 min						
Controlar los niveles de viscosidad, temperatura y presión del HFO en los módulos HTU para acondicionarlo previo a su combustión	25 m	30 min						
Despacho del HFO a los motores Hyundai	5 m	15 min						
Controlar los niveles de calidad de los gases combustión para los procesos posteriores de la planta	5 m	15 min						
TOTAL	405 m	390 min	8	1	8	6	1	

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

De acuerdo al diagrama de procesos actual sobre el sistema de calentamiento se puede observar que las tareas tienden a demorarse largos periodos de tiempos, se obtuvo 175 minutos de demora en aquellas actividades que dificultan que los procesos posteriores se cumplan a cabalidad. Las actividades más relevantes que ocasionan este perjuicio de tiempos improductivos son las que se describen a continuación:

- Generar vapor de los gases de combustión hasta alcanzar 7 bares en c/u de las calderas de la bahía utilizando hasta la 90% de la capacidad de producción con 85MW.
- Controlar los rangos permisibles para el acondicionamiento del HFO.
- El tablerista procede a bajar los niveles de producción de los motores Hyundai y cerrar las válvulas de despacho DO.
- Comenzar el traslado del HFO calentado a los módulos HTU.
- Controlar los niveles de viscosidad, temperatura y presión del HFO en los módulos HTU para acondicionarlo previo a su combustión.
- Despacho del HFO a los motores Hyundai.

La mayor parte de tiempo se lleva en las actividades donde se genera vapor saturado gracias a la combustión de DO (diésel), este proceso se lleva aproximadamente un promedio de 60 minutos en producir solamente un vapor a presión de 7 bares para el acondicionamiento de los tanques de HFO, pero aún faltaría el calentamiento en sí del combustible. Para el calentamiento del combustible se debe esperar una hora adicional y poder llegar a las especificaciones técnicas de combustión para los motores Hyundai, luego de esto se procede a controlar de una manera permanente y cuidadosa este proceso de acondicionamiento, tanto en los tanques de servicio y también cuando pasa por los módulos HTU, porque es un refinamiento detallado a conseguir los niveles óptimos de viscosidad, temperatura y presión adecuados.

3.1.2 Registro histórico de fallas (demoras en la producción)

De acuerdo al análisis de la líneas de calentamiento para los tanques de servicio puesto a disposición para su acondicionamiento se presentaron algunos problemas para el cumplimiento de las tareas, estas fallas las percibimos en las observaciones de campo que fueron realizadas internamente en la planta Santa Elena II.

PROBLEMA: COMBUSTIBLE

Demora en el acondicionamiento del fuel oil

CAUSA:

- Déficit de vapor saturado para el calentamiento.
- Tiempos prolongados de almacenamiento del fuel oil.
- Las calderas no abastecen a producir y a despachar el vapor saturado deseado.
- Consumo excesivo de diésel para la producción de vapor saturado.

EFECTO:

- Pérdidas económicas
- Tiempos improductivos

En base a los problemas presentados se realizará un diagrama de Pareto para conocer la tendencia de las causas de estos problemas y son los que más perjudican en mayor parte a cumplir con el calentamiento del combustible, además, se podrá constatar las diferentes causas que la provocan y la frecuencia que inciden en el proceso de generación de electricidad en la planta Santa Elena II, de la empresa pública de CELEC EP. A continuación se describe las fallas registradas sobre el problema en cuestión:

Tabla No 18. Diagrama de Procesos Actual

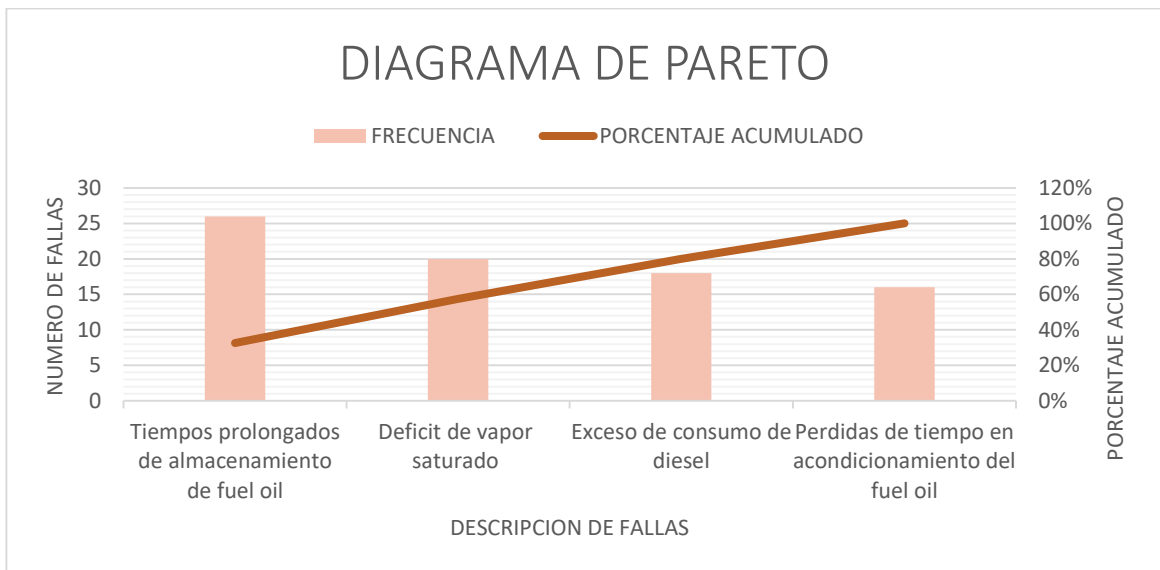
Fallas	Descripción De Las Fallas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Tiempos prolongados de almacenamiento de fuel oil	26	26	33%	33%
2	Déficit de vapor saturado	20	46	25%	58%
3	Exceso de consumo de diésel	18	64	23%	80%
4	Pérdidas de tiempo en acondicionamiento del fuel oil	16	80	20%	100%
TOTAL		80			

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

De acuerdo a la Tabla anterior se procedió realizar un listado de las fallas o las causas referente al problema del combustible (fuel oil) para llevar a efecto su calentamiento, logrando determinar las más frecuentes que afectan al sistema de producción y generación de la termoeléctrica. Véase en la siguiente figura el diagrama de Pareto de las fallas antes mencionadas:

Figura No 4. Diagrama de Pareto sobre el Problema



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

Como podemos apreciar en la Figura No. 5, las dos causas o fallas principales en el problema son tiempos prolongados de almacenamiento del fuel oil, esta causa proviene del periodo de tiempo inactiva de la planta por órdenes del CENACE por ende, el fuel oil queda almacenado convirtiéndose en una sustancia demasiada viscosa para su acondicionamiento, la otra falla es el déficit de vapor saturado producido, esto genera que los motores deban consumir más de lo normal para alcanzar producir gases combustión para uso de las calderas no procesan a su tope el vapor, lo lógico sería colocar más calderas que apoyen al sistema de calentamiento actual.

3.2 Análisis de planificación y control de procesos

En base a las normas ISO 9001:2015 la empresa tiene que realizar una planificación, implantación y control de todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos que establece la provisión de servicios y productos, además de implantar acciones determinadas, como por ejemplo, las siguientes estipulaciones deberá cumplir con las normativas ISO:

- a) La determinación de todos los requisitos de los servicios y productos de la empresa.
- b) Establecer los diferentes criterios para:
 - Ω Los procesos
 - Ω Que se acepten los servicios y los productos
- c) Se determina todos los recursos necesarios para conseguir la conformidad de los requisitos de los servicios y los productos.
- d) Se determina y almacena la información documentada en la extensión oportuna:
 - Ofrecer confianza sobre los procesos que se han llevado a cabo según lo que se ha planificado.

- Para demostrar la conformidad de los productos y los servicios que ofrece

La planta tiene que controlar todos los cambios que necesita actualmente (solución al calentamiento tardío de los tanques de fuel oil) ya que deben ser planificados y revisados para controlar las consecuencias de los cambios que no estén previstos, se deberán tomar las acciones necesarias para disminuir los efectos adversos, estos podrían acarrear problemas en el sistema de producción de la central térmica.

La central Santa Elena II tendrá que realizar una planificación para implementar y controlar el proceso de calentamiento de los tanques de HFO, así como los demás procesos de producción, deberán cumplir los requisitos de la producción de productos y prestación de servicios. CELEC EP Santa Elena cuenta con el aval de cumplimiento de la norma ISO 9001:2015. El procedimiento que mejore este problema de producción será basado a los procedimientos de calidad de las ISO.

3.2.1 Programación y problemas

Mediante la investigación realizada se da a conocer la clasificación para señalar a cada uno de los problemas adicionales que encontramos en la planta:

- *Obtener y anotar información necesaria sobre la operación del operador.*
- *Dividir la operación en segmentos*
- *Observar y registrar el tiempo empleado por el trabajador.*
- *Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.*
- *Valorar el desempeño de la operación.*
- *Comprobación que se han cronometrado un número suficiente de los ciclos de producción.*

- *Establecer soluciones a corto plazo.*
- *Establecer un tiempo estándar para cada operación.*

3.2.2 Medición de eficiencias e ineficiencias (demoras en la producción)

Para efectuar la medición de eficiencias e ineficiencias durante la operación debe utilizarse un formato de control sobre el calentamiento de los tanques de fuel oil en el que se detallará las novedades que se sucedan en el día sobre las horas de trabajo en la diferentes máquinas, lectura de la temperatura optima (°C), mallas de filtrado, motores Hyundai, bombas de succión, calentadores, control de la caldera, niveles de viscosidad del fuel oil.

La eficiencia en el proceso de producción no la hay, por el motivo que se gasta demasiado diésel para mantener un encendido esencial de los motores Hyundai y conseguir un promedio aceptable de vapor de agua para el calentamiento del HFO, esto nos lleva a la conclusión que la planta gasta demasiado recursos en mantener la capacidad de producción estable, por otro lado se encuentra la presencia tiempos de demoras, retrasos en la generación de energía eléctrica y molestias al CENACE por la cantidad de electricidad enviada al Sistema Nacional Interconectado.

3.2.3 Indicadores para definir el problema de la demora en el proceso de calentamiento de los tanques de fuel oil.

Loa indicadores son registros o formatos de control que se utilizan para conocer el desempeño de las máquinas o el desenvolvimiento del personal, es necesario realizar una inspección sobre los procedimientos que se lleva a cabo en el proceso de calentamiento del fuel oil para su previa combustión, de este modo se podrá verificar si se ejecuta en los días laborales de la planta y si se encuentra alguna observación relevante para su demora.

Para realizar el control del sistema de calentamiento del combustible HFO se procederá a efectuar inspecciones diarias y así obtener un levantamiento para verificar alguna particularidad en especial, si es necesario merezcan variaciones nuevas o no, al haber una pérdida de producción constante se solicitará realizar los cambios respectivos sobre la demora en el calentamiento del combustible. Para ello se utilizó el siguiente formato:

Tabla No 19. Formato de Control del calentamiento de los tanques de fuel oil

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO						
FORMATO DE CONTROL DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO							
SEMANA DE : PRIMERA SEMANA DE MAYO (1 - 7 Mayo del 2017)							
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Horas de Trabajo de los calentadores	-	-	-	-	16 horas	12 horas	13horas
Control del nivel de temperatura de los tanques de HFO	-	-	-	-	√	√	√
Control de nivel de viscosidad del combustible	-	-	-	-	√	√	√
Control de las bombas de HFO	-	-	-	-	√	√	√
Una vez encendido los calentadores controlar el tiempo y la temperatura de calentamiento	-	-	-	-	√	√	√
Control de la densidad del HFO utilizando las válvulas de purga	-	-	-	-	√	√	√
Se abre las válvulas de bombeo del combustible	-	-	-	-	√	√	√
Control el caudal de HFO en las tuberías de conducción	-	-	-	-	√	√	√
Una vez que el fuel oil sea bombeable bajar un 30% de la temperatura final	-	-	-	-	√	√	√

Control a los motores Hyundai en el bombeo del HFO	-	-	-	-	√	√	√
Sincronizar las bahías de los motores	-	-	-	-	√	√	√
Control de caldera para la generación de electricidad	-	-	-	-	√	√	√
Control de los niveles de temperatura para conseguir vapor saturado	-	-	-	-	√	√	√
Subir el nivel de caudal de fuel oil calentado cuando la sincronización de las bahías estén totalmente operativas	-	-	-	-	√	√	√
Chequear que el sistema de calentamiento opere correctamente	-	-	-	-	√	√	√
MOTORES HYUNDAI							
Control del nivel de presión para las unidades de generación	-	-	-	-		√	√
Control de las bolsas de filtro	-	-	-	-	√	Limpieza	Limpieza
TOTAL DE HORAS DE TRABAJO/PRODUCCION							
FECHA	1/5/2017	2/5/2017	3/5/2017	4/5/2014	5/5/2014	6/5/2014	7/5/2014
HORA	-	-	-	-	8:00 am - 24:00 pm	10:00 am - 22:00 pm	12:00 am - 1:00 am
OPERADOR	-	-	-	-	-	-	-
OBSERVACIONES	Planta Inactiva	Planta Inactiva	Planta Inactiva	Planta Inactiva	Planta Activa	Planta Activa	Planta Activa
Lunes	-	-	-	-	-	-	-
Martes	-	-	-	-	-	-	-
Miércoles	-	-	-	-	-	-	-
Jueves	-	-	-	-	-	-	-
Viernes	-	-	-	-	Demora (2 horas)	-	-
Sábado	-	-	-	-		Demora (1 hora)	
Domingo	-	-	-	-			

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

En base a la inspección realizada a los procedimientos llevados a cabo en el proceso de calentamiento de los tanques de HFO la medición de sus actividades fue hecha durante un lapso de una semana laborable desde 1 de Mayo hasta el 7 Mayo del presente año. Lo primero que presenciamos es que desde el Lunes hasta el Jueves no se realizó ninguna actividad de generación de electricidad por lo que pasó totalmente inoperativa. En los días posteriores la planta trabajó casi en sus horarios normales de operación, pero el Viernes 5 de Mayo se presentó demoras en el calentamiento, fue debido al acondicionamiento del fuel oil hasta llegar a conseguir sus parámetros de producción, luego el Sábado 6 de Mayo se presentó una demora de 1 hora por la misma razón, pero fue una hora para una breve y rápida limpieza de filtro, las tuberías o las líneas de combustible, estos filtros son de los autofiltros de los módulos HTU, así como los filtros de las centrifugas de aceite y lodo, por último, el Domingo como en los anteriores días se había calentado el fuel oil y permanecía en niveles bajos de viscosidad, por lo que fue necesario un pequeño calentamiento y comenzar con la generación de la planta.

Como parte de los indicadores para la medición del problema también aplicaremos los métodos investigativos realizados en el campo de trabajo que son las encuestas y las entrevistas, de esta forma se podrá conocer un poco más sobre el funcionamiento que se lleva hasta la presente fecha.

Las encuestas

La finalidad de la aplicación de las encuestas es conocer los diferentes criterios y el nivel de conocimiento que tienen acerca de la problemática que aqueja al sistema de producción de la central térmica, de esta manera, obtendremos porcentajes de las personas que conocen sobre la temática y otras que desconocen las medidas que se

deben seguir para solucionar. Para ello se elaboró un formato de encuestas que se encuentra en el Anexo 1 de este documento.

Aplicación de las encuestas

Para la recopilación de información necesitaremos el número de personas que trabajan actualmente en la central Santa Elena II. A continuación presentamos la nómina actual de trabajadores:

Tabla No. 20. Lista de personal actual en planta

Cargo	Número de trabajadores
Jefe de la central	1
Jefe de Operación	1
Jefe de Mantenimiento	1
Supervisor de Operación	1
Supervisor de Mantenimiento	2
Supervisor Eléctrico	2
Tablerista	16
Operador	7
Técnico de Mantenimiento	6
Técnico Eléctrico	5
Operador de Mantenimiento	5
Total	47

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Con la aplicación de la encuesta a toda la población laboral de la central Santa Elena II, se despejará las dudas sobre las causas o los factores que producen esta problemática en la empresa y de esta manera se buscará o se planteará las medidas correctivas a corto plazo.

Resultados de la encuesta

1. ¿Conoce usted la problemática sobre la demora de calentamiento en los tanques de fuel oil que está pasando a la central Santa Elena?

Tabla No 21. Resultados de la pregunta #1

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
1	Si	41	87.23%
	No	6	12.77%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 5. Resultados de la pregunta # 1



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis.

De acuerdo a la pregunta #1 de la encuesta la mayoría de los encuestados respondieron satisfactoriamente el personal tanto en las áreas técnicas, operación y mantenimiento de los equipos relacionados en la producción de la planta conocen sobre la

problemática, mientras que el 13% tanto los trabajadores de las áreas administrativas no saben de la temática en cuestión.

2. ¿Cree usted que este problema de demora sobre el calentamiento del combustible HFO afecta al nivel de producción actual y provoca reducción en el nivel de ingresos para la central Santa Elena II?

Tabla No 22. Resultados de la pregunta # 2

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
2	Si	47	100%
	No	0	0%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 6. Resultados de la pregunta # 2



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

La tendencia de respuestas en base a la pregunta # 2 notamos que la totalidad de los encuestados tanto los trabajadores de la planta en áreas administrativas como de

operación desde los altos cargos y operadores de la empresa reconocieron que la problemática actual está afectando al sistema de producción de la central Santa Elena, por lo que podría perjudicar a los ingresos de la empresa.

3. ¿Cree usted que se necesita cambiar el sistema de calentamiento actual de los tanques de fuel oil para que funcione al 100% la capacidad instalada de la planta?

Tabla No 23. Resultados de la pregunta # 3

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
3	Si	46	97%
	No	1	3%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 7. Resultados de la pregunta # 3



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

Los encuestados de los departamentos de producción, mantenimiento y administrativo contestaron positivamente a la pregunta #3 que es necesario cambiar el sistema de

calentamiento de fuel oil por uno nuevo y diferentes para que la planta funcione óptimamente, y el resto del personal constituido por los de limpieza, guardias de seguridad y trabajadores contratistas que son ajenos a la planta termoeléctrica no piensan acorde a la pregunta en cuestión.

4. ¿Cree usted que si el problema persiste por más tiempo podría perjudicar con la generación al Sistema Interconectado Nacional?

Tabla No 24. Resultados de la pregunta # 4

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
4	Si	45	96%
	No	2	4%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 8. Resultados de la pregunta # 4



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

De acuerdo a la cuarta pregunta de la encuesta se obtuvo que la mayor parte de los encuestados tanto los supervisores de producción, supervisor de mantenimiento,

técnicos de mantenimiento, operadores y tableristas concuerdan que si el problema persiste más tiempo podría generar con la generación de electricidad al Sistema Interconectado Nacional, mientras que el resto del personal expresan que no pasara ningún problema con el SIN si sigue funcionando de la misma manera como se hace actualmente.

5. ¿Cree usted que se necesita plantear medidas complementarias a corto plazo para la solución de la problemática del calentamiento del combustible en cuestión?

Tabla No 25. Resultados de la pregunta # 5

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
5	Si	45	96%
	No	2	4%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 9. Resultados de la pregunta # 5



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

Los trabajadores de los departamentos tanto de producción y administrativo respondieron a la quinta pregunta que si se necesitan medidas complementarias a corto plazo para la solución de la problemática del calentamiento del fuel oil, pero con la excepción dos personas encuestadas creen que no es necesario medidas complementarias.

6. ¿Cree usted que se debe replantear el manual de procedimientos actual si se llegara a implementar un nuevo proceso adicional para que ayude a la problemática actual?

Tabla No 26. Resultados de la pregunta # 6

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
6	Si	38	81%
	No	9	19%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 10. Resultados de la pregunta # 6



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

Los trabajadores de las áreas de producción tanto en el encendido y apagado de la planta concuerdan que se debe replantear el manual procedimientos actual para posibles problemas técnicos que podrían pasar en el futuro, o este caso sobre el calentamiento del HFO, pero mientras que una cierta parte de los encuestados piensan que no debe cambiar al manual de operación actual de la planta.

7. ¿Usted piensa que el personal deberá prepararse aún más sobre distintos problemas sean estos mecánicos, eléctricos y electrónicos que puedan suceder en un caso remoto en la planta Santa Elena II?

Tabla No 27. Resultados de la pregunta # 7

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
7	Si	46	98%
	No	1	2%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 11. Resultados de la pregunta # 7



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

La mayor parte de la población laboral encuestada con el 97%, piensa que el personal deberá prepararse de forma permanente sobre temas eléctricos, mecánicos y electrónicos, ya que en la actualidad está afectando un problema en el proceso de calentamiento del fuel oil, mientras que el 3% no piensan igual que el resto.

8. ¿Usted piensa que se mejorará en gran parte si se implementa un método de calentamiento basado en un ciclo cerrado compuesto por intercambiadores de calor para la solución del problema?

Tabla No 28. Resultados de la pregunta # 8

Ítem	Alternativas	Resultados	Porcentajes
8	Si	44	94%
	No	3	6%
	Total	47	100%

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 12. Resultados de la pregunta # 8



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

De acuerdo a la pregunta #8 los encuestados respondieron satisfactoriamente que se mejorara las condiciones actuales si se implementara un método de calentamiento propuesto, por lo tanto la empresa CELEC deberá con todo el personal asignado en las áreas de producción trabajar en conjunto con las falencias analizadas.

Análisis General sobre las Encuestas

Mediante la aplicación de las encuestas obtuvimos que los encuestados respondieron un promedio de 87,23% de forma positiva quedando en conformidad con todo lo planteado de acuerdo a la propuesta, mientras que el 12,77% de los trabajadores respondieron de forma negativa que se desarrolle este estudio técnico sobre implementación de un sistema de calentamiento de fuel oil en la planta Santa Elena II. Dentro del contexto de respuestas se dieron la particularidad que en la Pregunta No. 1 hablaba sobre el conocimiento de la problemática, contestaron 41 personas positivamente y 6 menos que NO, en la Pregunta No. 2 sobre si la demora en el calentamiento del HFO afecta a la producción actual, se obtuvo que 47 encuestados conocen la temática. En la Pregunta No. 3 trata sobre el cambio del sistema de calentamiento que se utiliza actualmente donde la mayoría de los trabajadores 46 personas opinan que deben cambiar ese sistema y 1 trabajador opino que NO es necesario tal cambio en el proceso de calentamiento de HFO, en la Pregunta No. 4 se refiere a los percances que está pasando la Planta Térmica Santa Elena II con el bajo nivel de producción de energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional, con el cual se obtuvo que 45 personas contestaron conforme a la pregunta y 2 colaboradores no concuerdan con la cuestión en mención, en la Pregunta No. 5 se hace relevancia si es necesario medidas complementarias para solución sobre la problemática del bajo calentamiento o acondicionamiento del fuel oil para su combustión, el personal encuestado respondió que SI está de acuerdo que se implemente mejoras a corto plazo con 45 afirmaciones y 2 dijeron que NO están de acuerdo con la solución planteada, en

la Pregunta No. 6 se describe que si es necesario replantear el manual de procedimientos para el sistema de calentamiento que se efectúa actualmente, 38 trabajadores contestaron que si se debe aplicar esta mejora de reformar aquellos procedimientos que se lleva a cabo para el calentamiento de los tanques de HFO, con una diferencia de 9 personas contestaron que NO, porque piensan que la alternativa de solución está fuera de contexto con la temática, en la Pregunta No. 7 se refiere que el personal debe instruirse de mejor manera en campos específicos como mecánicos, eléctricos e instrumentación para eventos como está sucediendo actualmente, como resultados se consiguió 46 personas que piensan que SI es meritorio que los trabajadores se preparen cada vez más en campos especializados y técnicos para los diferentes campos de acción, mientras que 1 trabajador NO desea esta alternativa para mejorar, en la Pregunta No. 8, se trata que con la propuesta planteada sobre nuevas calderas mejorara la producción de la central térmica Santa Elena II, de este modo los encuestados mostraron con 44 afirmaciones que SI están de acuerdo que el proyecto será sustentable y mostrara buenos resultados, y con 3 colaboradores creen que NO podrían mejorar el sistema de producción del fuel oil y que el calentamiento de los tanques de HFO se necesita una readecuación completa de los módulos de HTU con otros componentes de la Planta en mención.

La entrevista

La finalidad de la entrevista es la recopilación de datos relacionados a la problemática en cuestión, se trata de conocer las opiniones o las experiencias de los trabajadores, pero se realizará mediante con cuestionario de preguntas respectivamente presentadas a cada uno de los entrevistados para la facilidad del personal. Para ello se elaboró un cuestionario de preguntas que está en el Anexo 2 de este documento.

Aplicación de la entrevista

Para la aplicación de la entrevista se necesitará conocer a que grupo de personas está direccionada el banco de preguntas que se formuló, a continuación se realizó una lista del personal que será sometido al cuestionario de preguntas:

Tabla No 29. Nómina de entrevistados

Cargo	Nombre
Jefe de operación	Ing. Erick Bowen
Supervisor de operación	Ing. Stalyn Fernández
Supervisor de mantenimiento	Ing. George Rosales
Técnico de mantenimiento	Ing. Carlos Miranda

Fuente: CELEP EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

1. ¿La planta cuenta con un programa de medidas complementarias definidas para cualquier novedad que se suscite en el sistema de producción?

Entrevistado: Jefe de Operación

No, actualmente la planta no cuenta con tales procedimientos a los que se refiere al procesamiento del HFO que efectúa su calentamiento.

Entrevistado: Supervisor de Operación

No, de acuerdo al manual de producción de operación no se establece medidas preventivas sobre el correcto funcionamiento de los calentadores, motores Hyundai, caldera y los intercambiadores de calor, se procede a realizar las actividades ya planteadas en el sistemas establecido en la planta.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

En realidad no existe un plan de medidas preventivas, para esta clase de emergencias que pase estrictamente en el sistema de calentamiento de los HFO.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

La planta no cuenta con los procedimientos alternativos para la solución de esta clase de problemas que podría acarrear errores desde los primeros procesos de producción de la empresa.

2. ¿Existe información relacionada sobre los principios de funcionamiento del proceso de calentamiento del fuel oil (HFO)?

Entrevistado: Jefe de Operación

Si existen los procedimientos respectivos para la operatividad de las máquinas y las acciones que deberían realizar los operarios de los tanques de almacenamiento de fuel oil.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Si cuentan con los principios de funcionamiento ya que en el montaje de los equipos, la empresa contratista que ensambló y montó cada uno de los equipos elaboró un listado de las operaciones específicas a realizar.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

Sí, porque se presenta diagramas de flujos de las actividades a realizar, pero con la excepción que encontramos algunas sugerencias que podrían utilizarse en caso de emergencias.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

No, existe información referente sobre los principios de operatividad y funcionamiento del proceso de calentamiento de fuel oil.

3. *¿Cree usted que es necesario las capacitaciones técnicas sobre el sistema de calentamiento de los tanques de fuel oil?*

Entrevistado: Jefe de Operación

Si, en realidad es fundamental que las capacitaciones sean permanentes para conocer sobre temas muy importantes.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Pienso que sí, debería implementarse capacitaciones técnicas sobre el funcionamiento de las diferentes máquinas y/o equipos.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

Si es necesario, porque estos programas de capacitaciones funcionan de la mejor manera el desempeño laboral de la planta.

Entrevistado: Técnico de mantenimiento

Sí, porque las capacitaciones técnicas ayudarán a que el sistema de producción no tenga fallas y disminuya las probabilidades de que se genere algún problema.

4. *¿Cree usted que los recursos humanos son suficientes para realizar los mantenimientos para el sistema de calentamiento de los tanques de HFO?*

Entrevistado: Jefe de Operación

Sí, porque en la actualidad la planta térmica de CELEP EP Santa Elena cuenta con un personal competente, por lo cual no es necesario mayor personal al que tiene hoy en día.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Sí, es suficiente el personal que mantiene en la actualidad solo que se debe preparar y actualizar ciertos temas mecánicos, eléctricos y electrónicos acorde al sistema de producción.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

No, porque en los paros de planta o en los días de mantenimiento se necesita aún cada vez más personas que ayuden a ciertas áreas para que el trabajo sea realizado y que cumpla con todas necesidades que requieren la planta.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

No, porque el personal ya está definido para todas las áreas que están comprendidas, pero cuando se habla de los periodos de mantenimiento se contrata servicios de empresas externas, que brinden un servicio extra para mejorar todos los procesos de producción.

5. ¿Cree usted que la planta cuenta con la cantidad necesaria de recursos, y herramientas para solucionar los problemas de demora sobre el calentamiento del fuel oil?

Entrevistado: Jefe de Operación

Si, en cierto punto la planta Santa Elena II cuenta con una gama de herramientas de trabajo para cada uno de los trabajos que necesita la planta.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Si, en la actualidad se tiene las herramientas adecuadas para cada uno de los problemas que se suscitan en la empresa.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

No, cubre a la totalidad de las personas que vayan efectuar actividades explícitamente para solución de cualquier arreglo de un equipo o en operaciones netamente de mantenimiento.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

Si, en cierto punto la cantidad de recursos y las herramientas han mantenido a la planta en términos de producción estable, hasta en casos de emergencia.

6. ¿Cree usted que es necesario la mejora del sistema de calentamiento actual para los tanques de fuel oil, se caliente menos tiempo sin perjudicar a los procesos posteriores de producción?

Entrevistado: Jefe de Operación

Sí, ya ha hemos tenido problemas desde que empezó el año 2017, con la demora en el sistema de calefacción de los tanques de HFO, la mejora serviría a que el tiempo que se utilice para el calentamiento sea menos que al actual.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Si, principalmente porque el sistema actual para el calentamiento no abastece a la hora que se necesita que la producción se mantenga a una capacidad equilibrada de generación eléctrica.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

Sí, porque con la mejora se puede cambiar el nivel de producción y también se mejorará el tiempo de calentamiento para bajar los niveles de viscosidad del fuel oil.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

Sí, porque la necesidad de mejorar esta situación es urgente para que el sistema de producción se maneje al 100% y no existe ese retraso de energía eléctrica en el SIN.

7. ¿La planta efectúa evaluaciones sobre el desempeño laboral de cada operario y/ maquinaria de acuerdo a los procesos de producción que desarrollan en CELEC EP Santa Elena?

Entrevistado: Jefe de Operación

Sí, de acuerdo a las planificaciones dadas dentro del cronograma de evaluación si se cumple con las inspecciones y los chequeos para conocer el diagnóstico de los procesos de producción.

Entrevistado: Supervisor de Operación

No, en la actualidad no se ha efectuado las diferentes evaluaciones para conocer el desenvolvimiento de las maquinarias y operarios.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

Si, en la actualidad existen formatos de control para evaluar las condiciones y las situaciones de desempeño o trabajo que se estén llevando a cabo en la planta.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

Si, a pesar de las evaluaciones que se lleven a campo en el trabajo a veces se suele realizar errores en las maniobras por descuido de los trabajadores, o por la sencilla razón por la que las empresas contratistas no se percataron de los posibles efectos que podrían ocurrir si se trabajan con principios de funcionamiento tomados de otras empresas.

8. ¿Usted piensa que la central Santa Elena está preparada para el imprevisto de demora en el sistema de calentamiento de los tanques de HFO?

Entrevistado: Jefe de Operación

Si, actualmente la central Santa Elena II está preparada para cualquier anomalía que se surja en el sistema de producción, en el caso de calentamiento de fuel oil también hay soluciones inmediatas.

Entrevistado: Supervisor de Operación

Si, la empresa mediante las diferentes estrategias y planes que se han implementado para arreglar ciertos procesos de producción ha hecho que no cause molestias con el producto final.

Entrevistado: Supervisor de Mantenimiento

No, porque los últimos retrasos no se habían planteado las maneras para una solución inmediata.

Entrevistado: Técnico de Mantenimiento

No, porque las medidas correctivas ayudan cierta parte pero consumen más tiempo de lo previsto y esto causa retrasos que perjudica a la empresa y menos ingresos para la planta.

Análisis General de la Entrevista

En la entrevista realizada a cada uno de los trabajadores de la operación de la Central Térmica de la empresa de CELEC EP, en tanto el Jefe de Operación, Supervisor de Operación, Supervisor de Mantenimiento y Técnico de Mantenimiento, se puede apreciar el apoyo con la elaboración de la propuesta adaptando o incorporando nueva tecnología que aporte con el desarrollo del sistema de calentamiento de los tanques de

fuel oil y de esta manera poder cumplir con la demanda actual de generación de energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional.

De acuerdo a las diferentes respuestas obtenidas mediante la utilización de la entrevista obtuvimos los siguientes resultados que se muestran en la siguiente tabla y figura correspondiente:

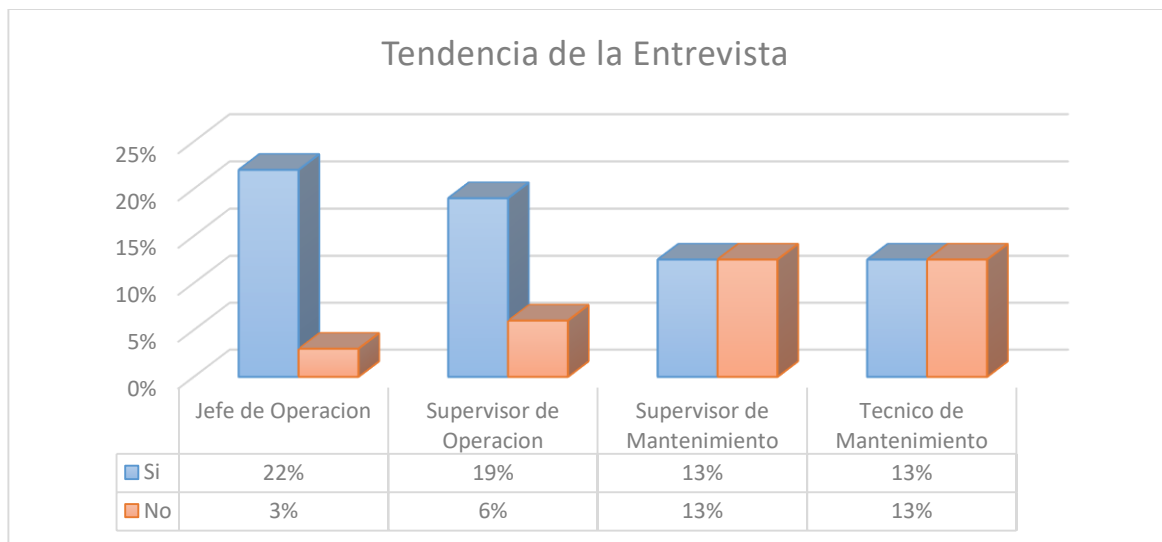
Tabla No 30. Resultados de la Entrevista

Entrevistados	Respuesta		Porcentaje	
	Si	No	Si	No
Jefe de operación	7	1	22%	3%
Supervisor de operación	6	2	19%	6%
Supervisor de mantenimiento	4	4	12.5%	12.5%
Técnico de mantenimiento	4	4	12.5%	12.5%
Total	21	11	66%	34%

Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 13. Tendencias de respuestas



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

3.3 Mantenimiento de los tanques HFO (fuel oil) y las calderas industriales.

El mantenimiento que se lleva a cabo es parte importante para que el desempeño del proceso de calentamiento no afecte a la capacidad de producción, con ello en cierta parte beneficia al rendimiento de los equipos y/o maquinarias. Dentro de un procedimiento de mantenimiento de un tanque de almacenamiento existen algunos pasos que es necesario establecer como son:

- a) Cambio de dirección del fluido hacia otro tanque.
- b) Drenado y vaciado del tanque
- c) Aislamiento del tanque
- d) Apertura del tanque sin entrada principal.
- e) Medidas de seguridad industrial y monitoreo de la atmósfera.
- f) Desgasificación del tanque
- g) Iluminación interna del tanque
- h) Evaluación y ubicación de desechos sólidos.
- i) Procedimiento de evacuación de desechos sólidos.
- j) Desalojo de lodos hasta lugar de disposición.
- k) Tratamiento de bioremediación de lodos.
- l) Lavado interior del tanque.
- m) Sand Blasting de Inspección.
- n) Unidad de Inspección.
- o) Reparación mecánica y pintura.
- p) Actividades adicionales de unidades de mantenimiento
- q) Trabajos de Cubeto

Mantenimiento de las calderas industriales

En el mantenimiento de las calderas se ha empleado manuales propios del fabricante para evitar problemas en el funcionamiento de estos equipos. Citaremos los procedimientos que se lleva a cabo para la realización de sus mantenimientos:

Mantenimiento diario.

- Limpiar las boquillas del quemador de la caldera.
- Comprobar el nivel de lubricantes para el compresor en el tanque aire-aceite. Debe de estar a 1/2 de nivel, esto es, dentro del tercio medio y si está más bajo ponerlo a nivel
- Purgar la caldera por lo menos cada ocho horas de trabajo, tanto de la purga de fondo como de sus columnas de control de nivel. Esto se hace subiendo el nivel de agua a 1/2 cristal y purgando hasta que arranque la bomba de alimentación. Recomendamos consultar a un experto en tratamiento de aguas al respecto y es muy importante se sigan sus instrucciones, así como también colocar las instrucciones que sobre purgas de fondo y control de nivel envía la fábrica con el manual de operación. Lea y siga las instrucciones de la placa de advertencia que aparece a un costado de la caldera.
- Comprobar la presión indicada por los manómetros de entrada al combustible, la presión en la válvula medidora y la presión de salida de combustible, son las fijadas en su Manual de Operación.
- Comprobar si la presión de aire es la correcta.
- Comprobar y registrar la temperatura de los gases de la chimenea.
- Tomar análisis de gases de combustión y registrar en bitácora.

Mantenimiento cada tres días.

- Comprobar que la trampa del calentador de vapor opera correctamente.
- Limpiar los filtros de combustible que están en la succión de la bomba.

Mantenimiento cada ocho días.

- Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.
- Comprobar la tensión de la banda al compresor.
- Limpiar el filtro de lubricante, que está pegado al compresor.
- Lavar los filtros, tanto el de entrada a la bomba como el de entrada de agua al tanque de condensados.
- Limpiar el electrodo del piloto de gas.
- Comprobar que los interruptores termostáticos del calentador de combustible operen a la temperatura a que fueron calibrados al hacer la puesta en marcha. Consulte su Manual de Operación.
- Inspeccione la prensa estopas de la bomba de alimentación de agua.

En conclusión, todo este mantenimiento que se realiza en la planta es para salvaguardar la vida útil de las maquinarias y equipos utilizados en la combustión del diésel y fuel oil, de esta manera se ha cumplido con los mantenimientos planificados, pero el problema antes mencionado es el tiempo improductivo o la demora encontrada en el acondicionamiento del HFO, para ello es necesario tomar medidas a corto plazo acerca de complementar el proceso de calentamiento con la adopción de nueva unidades de calderas para aumentar el nivel de vapor saturado y calentar de mejor manera el combustible y abastecer a los módulos HTU, este módulo cumple funciones de

calentamiento para darle un refinamiento más específico controlado de forma manual y automática sobre los parámetros de acondicionamiento del fuel oil.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL ENERGÍA ELÉCTRICA

4.1 Descripción del nuevo proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil).

El proyecto radica en la utilización de intercambiadores de calor (calderas eléctricas industriales) para producir vapor de agua y este sea aplicado en los tanques de HFO, su tiempo de operación es menor a diferencia del tiempo que se toma la caldera actual al momento de calentar el fuel oil. El mecanismo de las calderas eléctricas funciona a través de electricidad, no usan combustible y el tiempo de formación del vapor es prácticamente relativo a la caldera de fluido térmico, por lo tanto, la caldera propuesta no se demorará demasiado en producir vapor para el calentamiento del fuel oil.

Este proceso de calentamiento busca integrarse al sistema de producción actual de la planta, con la finalidad de complementar la operación de calentamiento de los tres tanques de HFO, obviamente reforzará la cantidad de vapor que se necesite para bajar los niveles de viscosidad del combustible en cuestión. El proceso de calentamiento propuesto necesitará agua, por lo tanto, se tomará el agua de la planta de tratamiento que la planta tiene para la producción de vapor, se instalará una tubería para su transporte y se montará un reservorio para el acopio y la utilización de la caldera eléctrica facilitando mejor el proceso si todo está cerca del punto de acción.

Las grandes compañías están tomando en consideración la utilización de la electricidad para producir calor, están desmontando las viejas calderas de combustión e instalando calderas eléctricas. En los nuevos procesos de producción en los que se utiliza el calor también se instalan calderas eléctricas por las ventajas que ofrece esta tecnología, tanto por su larga vida como por el ahorro en mantenimiento y consumo de energía. La

necesidad de reducir los costos energéticos, eliminación de gases contaminantes, evitar riesgos de incendios o explosión hacen que los sistemas de combustión queden obsoletos y con el nuevo paradigma los técnicos del siglo XXI utilizan exclusivamente calderas industriales de vapor para instalaciones de calor.

Características

Se calentará el fuel oil de 70 – 100°C para su transporte y así facilitar la combustión de los quemadores respectivos.

- La potencia necesaria es de 60kw y el tiempo de calentamiento que está previsto es de 2 horas en su capacidad estándar y su capacidad a tope se demoraría 1 hora con 30 minutos.
- La transmisión de calor en el tanque se realiza mediante un serpentín tubular de 65 m de tubo de 1”.
- Para aquello hemos desarrollado una instalación sencilla, económica y de fácil manejo.

Lo que se busca en la propuesta es una mejor viscosidad y temperatura para quemar eficientemente. Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El punto inflamación
- El punto de goteo

Punto inflamación. Representa la temperatura a la cual un aceite da suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire e indica la temperatura máxima para un manejo seguro del equipo.

Punto de goteo. Representa la temperatura más baja y el aceite fluye en condiciones normalizadas, con esto se garantiza que el aceite no dará problemas en su manipulación a temperaturas bajas.

4.2 Funcionamiento del nuevo proceso de calentamiento

Este método de calentamiento del HFO fue tomado como referencia por aplicaciones de otras industrias europeas que no utilizan la combustión interna por combustible como medio de calentamiento de algún tipo de sustancia, por lo que la hace más amigable con el ambiente sin contaminación que afecte a las instalaciones de la empresa. La función de los intercambiadores de calor es principalmente calentar los tanques de HFO, el sistema de calentamiento se encenderá con un interruptor principal a través de un panel de control, este panel se dotará de los componentes para la protección del mismo y el manejo respectivo del proceso propuesto.

El objetivo de la propuesta es ayudar a mejorar el calentamiento del combustible para los tres tanques de fuel oil, cada intercambiador de calor ayudará a cada uno de los tanques en mención, serán colocados en un área estratégica para que se conecte al actual sistema de calentamiento de la planta y de esta manera acoplar una nueva línea de conducción a la actual red de tuberías y calderas.

Para el funcionamiento del proceso de calentamiento debemos tener dos calderas eléctrica de media tensión (preferible con corriente trifásica 220V) para que los tres tanques de HFO sean calentados simultáneamente, estas calderas funcionarán con agua sin la necesidad de usar algún tipo combustible, por lo tanto, las calderas irán acompañadas de un tanque de agua para la producción de vapor, este funcionamiento ayudará a que las calderas de vapor saturado que actualmente está en operación trabaje conjuntamente con las nuevas unidades de calderas eléctricas, para mantener un calentamiento adecuado entre tanques de fuel oil, este proceso será controlado tanto de

forma automática o manual cuando requiera usarse. Se debe mencionar que la caldera que se aplicara cuenta con un tablero de control y será automatizado por señales analógicas receptadas por el control room para la apreciación de las condiciones de calentamiento y reguladas oportunamente.

El trabajo que cumplen las calderas eléctricas es interno, el vapor se genera a medida que la corriente eléctrica va a los electrodos y a las paredes del neutro de los compartimientos cilíndricos que los contienen. De acuerdo a la producción se regula la cantidad de agua pulverizada sobre los electrodos que están suspendidos e inmersos en el espacio vapor. El camino de la corriente se crea a medida que el agua fluye a través de los pasos de un compartimiento de almacenaje hacia los electrodos. El agua que no se convierte en vapor se escurre por los electrodos y cae a un contra electrodo. Creando un segundo camino de la corriente para producción de vapor: desde los electrodos al contra electrodo. El agua restante retorna al depósito.

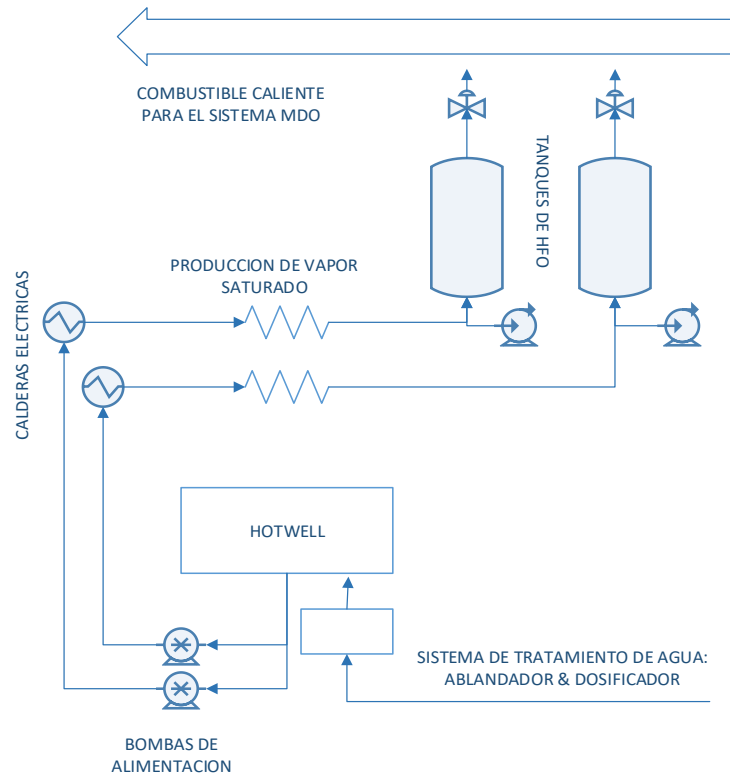
El proceso de obtención de vapor sigue un esquema básico. A continuación se describe el proceso de calentamiento propuesto:

Tabla No 31. Esquema propuesto para la producción de vapor

Ubicación	Equipos	Descripción
Cuarto de bombas	Bombas de recirculación	2 bombas de recirculación
Intercambiador de calor # 1	Caldera eléctrica	Producción de vapor
Intercambiador de calor # 2	Caldera eléctrica	Producción de vapor

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Figura No 14. Diagrama esquemático de procesos propuesto



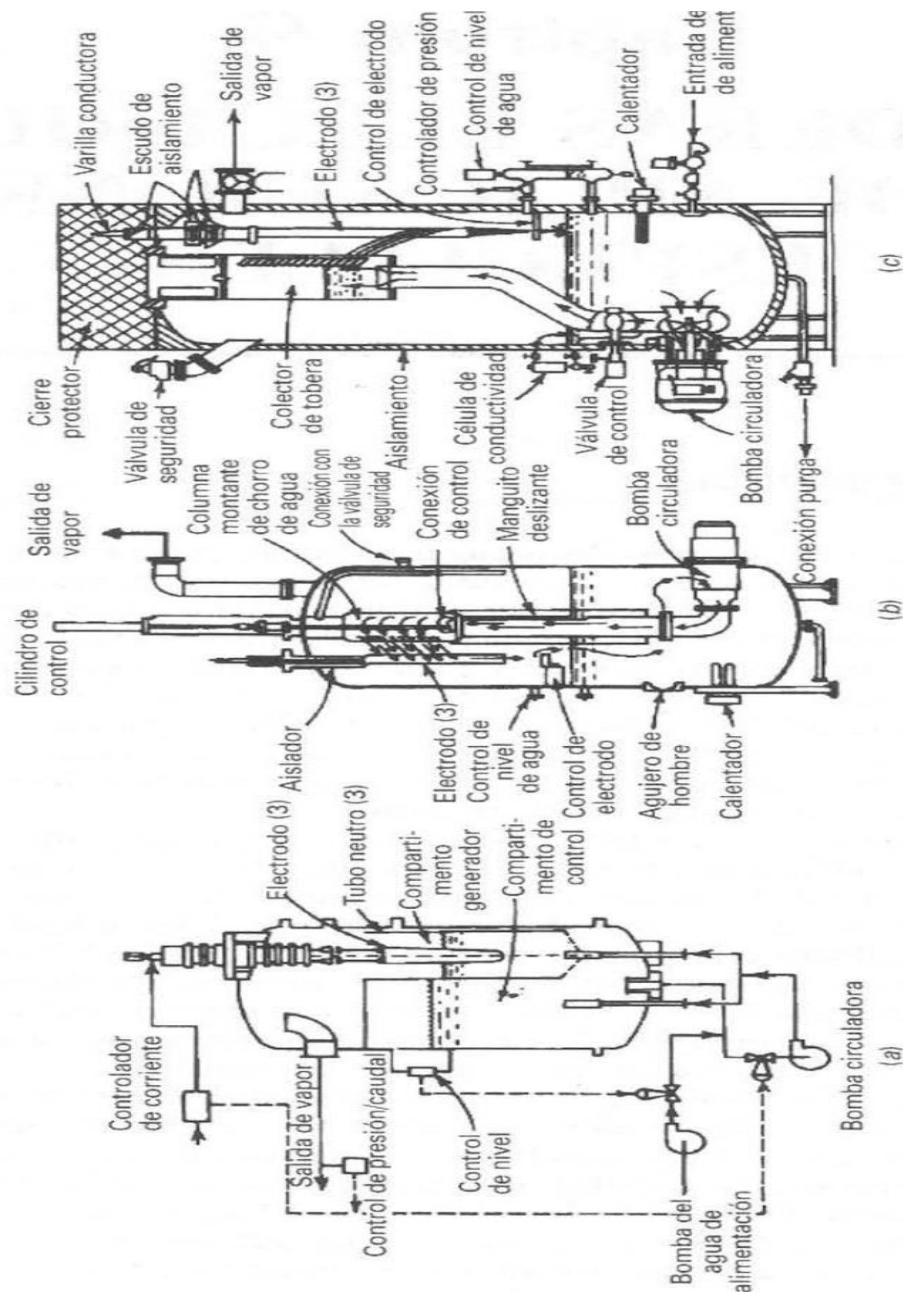
Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Como se observa en la figura el esquema de procesos propuesto comienza desde el acopio de agua tratada para la utilización de las calderas eléctricas, aquí se realizan los puntos de control para el procesamiento de vapor de agua una vez concluido la verificación del pH principalmente pasa a los intercambiadores de calor donde se realiza la evaporación, de ahí se transporta a la red de acondicionamiento de los tanques de HFO y ayudado por bombas de recirculación del vapor condensado vuelva a las calderas una vez el combustible caliente se abre las válvulas para el transporte de los módulos de HTU para su filtrado y centrifugado del fuel oil.

Funcionamiento interno de las calderas eléctricas. La principal actividad de las calderas es el procesamiento de vapor, previamente tratado en los ablandadores y purificadores, a continuación se presenta los elementos que compone internamente

estos intercambiadores de calor. A continuación detallamos las características técnicas de las calderas eléctricas industriales en la producción de vapor:

Figura No 16. Funcionamiento de las calderas eléctricas



Fuente: Manual de calderas PREMAC energy

Especificaciones técnicas:

- Generan vapor se para una mayor eficiencia.
- Para temperaturas hasta 210°C.
- Diseñadas para un máximo rendimiento, precisión +/- 0,5°C.
- **Potencias eléctricas:** Desde 4,5kw hasta 2000kw. Potencias más altas.
- **Potencias térmicas:** Desde 3.870 hasta 1.720.000kcal/h
- **Presiones de trabajo:** Desde 1kg/cm2 hasta 100kg/cm2
- **Voltaje:** 400V III 50Hz/60Hz (opcional: 230V III)
- **Resistencias:** Incoloy 825 con aislamiento de polvo de magnesio. Caja de conexiones estanca IP54.
- **Cuadro eléctrico integrado:** Precisión (+/-0,5°C) Alto rendimiento Potencias fraccionadas en varios escalones. Cada escalón de potencia lleva su propio diferencial, automático y contactor. Cuadro completamente cableado. Control lineal secuencial de escalones. Con ventilación forzada
- **Distribución:** Alimentación eléctrica por la parte superior a disyuntor de corte en carga. Alimentación de agua y salida de condensados por la parte posterior. Salida de vapor por la parte superior
- **Regulación de presión:** Presostato electrónico con lectura de datos.
- **Control de nivel:** Control electrónico de niveles máximo, mínimo y seguridad. Tranquilizador de ebullición.
- **Sistemas de seguridad:** Válvula de alivio de presión Control electrónico de nivel. Presostato de seguridad.
- **Señalización óptica:** Funcionamiento general (On-Off). Status seguridad Escalones activados Número de bloques activados Electrobomba cargando agua Electroválvula cargando agua. Presión de consigna alcanzada Disparo protección bomba. Disparo alta presión.

- **Alimentación de agua:** Electrobomba carga de agua Electroválvula Válvulas anti retorno. Válvula manual.
- **Depósito:** Acero inoxidable AISI316L Aislamiento lana de roca Área de lodos y sales con válvula de vaciado y purga.
- **Accesorios:** Contador de consumo kwh según modelo. Salida de vapor con válvula. Válvula de aireación.
- **Acabado exterior:** Montado en chasis tubular Carenado en chapa con pintura Epoxi acabado al horno.

4.3 Equipos y materiales.

Para la aplicación de la propuesta se necesita de algunos equipos y materiales que son vitales para que funcionen de la mejor manera y no tenga complicaciones en su funcionamiento.

Descripción de los equipos y materiales

Este cambio de paradigma en la producción de calor se soporta en la producción de calor en cada punto de consumo de los procesos industriales. Con la implantación de calderas eléctricas se ahorrará el costo de la instalación, consumo de energía, gastos de mantenimiento y se incrementará la vida de las calderas.

Calderas eléctricas de vapor Pirobloc

Descripción. En las calderas eléctricas de vapor línea CEV el aporte de calor se realiza por medio de resistencias eléctricas y lógicamente un rendimiento del 100% de la energía consumida. Utilizamos resistencias eléctricas de baja densidad y relés de estado sólido para la regulación modulante de la potencia. Se suministran a modo de equipo

monobloc con todos los requisitos y seguridades según la normativa actual. El siguiente modelo de caldera eléctrica de vapor que se utilizará en la propuesta ADMERKBLATTER, EN-13445, como se ven en las imágenes:

Imagen No 25. Calderas eléctricas de vapor Pirobloc



Fuente: <http://www.pirobloc.com/productos/calderas-electricas-de-vapor/>

Los materiales de construcción junto con su tecnología permiten dar una garantía de 5 años y asegurar el servicio durante toda la vida del equipo.

Componentes Standard

- Bomba de alimentación de agua GRUNDFOSS
- Cuadro eléctrico TELEMECANIQUE
- Presostatos DANFOSS

Principales características

- Ejecución horizontal
- Presión de servicio: 8 bares
- Presión de prueba: 16 bares

En el anexo 3 se muestra un esquema general de la estructura de la caldera eléctrica para conocer cada elemento y/o componente de este equipo.

Tanques de almacenamiento de agua. Estos tanques de almacenamiento servirán para el suministro de agua de las calderas eléctricas, para el buen funcionamiento y seguridad. Estos tanques están fabricados con acero ASTM A516 Grado 70 bajo la Norma ASME Sección VIII Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes.

Imagen No 26. Tanques y recipientes de almacenamiento del agua tratada



Fuente: <http://calderasintesa.com/?item=equipos-complementarios>

4.3.1 Instalación de equipos y materiales.

Para la instalación de los equipos y materiales se debe aplicar algunas recomendaciones para que su funcionalidad sea la mejor. En el caso de las calderas eléctricas se debe tener en cuenta algunas condiciones básicas para el buen funcionamiento y larga vida útil:

- El montaje de la caldera eléctrica deberá ser realizado por una empresa especializada y capacitada por el fabricante.
- La caldera deberá instalarse en un lugar seco y bien ventilado – sala de calderas.
- Cuando se conecte la caldera al sistema es necesario instalar una válvula de control térmico de 60°C con bomba, una válvula de bola, una válvula antiretorno flotante y filtro para que la temperatura de la caldera no descienda.
- Es necesario acoplar siempre la bomba en el circuito de la caldera con un termostato independiente a una temperatura de 70 - 80°C.
- La caldera deberá estar asegurada contra el calentamiento excesivo en caso de corte de energía eléctrica ya que tiene su marcha por impulso propio.

4.4 Mejoramiento de la propuesta

4.4.1 Mejoramiento en la Producción

Con la aplicación del sistema de calentamiento propuesto evitaremos que el tiempo de calentamiento de fuel oil sea de un promedio de 2 horas máximo previniendo generar puntos ciegos o un desbalance de temperatura durante el proceso de calentamiento, este sistema posee blowers para facilitar aún más el proceso en cuestión.

Actualmente la producción total de electricidad de la central termoeléctrica Santa Elena II es de 40 MW, con la unidad de generación de Caterpillar MAK 16CM43C es de

13.3MW con tres motores en línea. Las diferentes paralizaciones de uno de los motores por problemas técnicos es un problema más de la problemática del proyecto. El mejoramiento de producción trata que el sistema de calentamiento brinde una mejor acción en menos tiempo.

Tabla No 32. Producción del sistema de calentamiento actual

Descripción	Cantidad	Tiempos de calentamiento de fuel oil
Caldera de vapor agua	7	(2 horas – 3 horas)

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Tabla No 33. Producción del sistema calentamiento propuesto

Descripción	Cantidad	Tiempos de calentamiento de fuel oil
Caldera de vapor agua	2	(1 horas – 2 horas)

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

De acuerdo a la tabla 32 cuanto tendríamos de pérdida de dinero con esa demora de tiempo en el procesamiento actual:

Tabla No 34. Pérdidas de producción

Perdida	2 horas	Mes	Anual
Dólares	2.000,00	60.000,00	720.000,00

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Una vez implementado el nuevo sistema de calentamiento evitaremos pérdidas de 2.000 dólares diarios que serían ingresos financieros para la central térmica, que al mes representa una pérdida de USD \$ 60.000 dólares y de USD \$ 720.000 dólares anuales, el calentamiento del fuel oil retrasa la generación de energía eléctrica y las operaciones de la empresa.

La recuperación de energía ofrece un potencial enorme para mejorar el rendimiento. Esto significa que, el sistema de recuperación puede ayudar al proceso de calentamiento del sistema. También puede suministrarse energía recuperada en cualquier otro proceso en la empresa, por ejemplo, utilizando un sistema de transferencia de energía. Esto ayuda a gran parte del sistema actual de calentamiento, tanto el fuel oil para los arranques de los motores Hyundai como a los tiempos de producción en la utilización del diésel.

4.4.2 Mejoramiento en los tiempos de producción.

A través del estudio de tiempos se establecerá un promedio estándar de tiempo permisible para realizar algunas tareas determinadas, con base a la medición del contenido o las actividades de cada puesto o área de trabajo, se tomara algunas consideraciones como ambiente de trabajo, jornada de trabajo, el nivel de conocimiento del operador, fatiga del trabajador en jornadas nocturnas, las demoras del personal y retrasos inevitables que suelen presentarse en la planta.

Lo que se busca en el mejoramiento de los tiempos de producción con la aplicación de la propuesta son los siguientes objetivos:

- Minimizar el tiempo requerido en el calentamiento del combustible HFO
- Conservar los recursos y minimizar los costos de pérdidas.
- Efectuar la producción sin la necesidad de crear tareas con muchos tiempos de duración.
- Proporcionar una generación de energía eléctrica cada vez más confiable y de calidad.

En base a los estudios de tiempos evaluaremos si la cantidad de tiempo que tomará el nuevo proceso de calentamiento propuesto acorde al sistema de producción de la planta, de esta manera se pretende eliminar el tiempo improductivo o de demora que está perjudicando la generación temprana de energía eléctrica.

Los tiempos de producción se mejorarán en gran parte porque se añade un equipo más al sistema de calentamiento de la planta, con la operación de esta caldera eléctrica se agiliza el calentamiento del fuel oil para acondicionarlo en parámetros estabilizados y sean transportados a los módulos de combustión interna MDO, este procedimiento es determinante para la generación de energía eléctrica y tenga menos tiempos de demora.

Para ello se realizó el diagrama de análisis de proceso propuesto para conocer el promedio de tiempo utilizado en el proyecto:

Tabla No 35. Diagrama de análisis de procesos propuesto

 Corporación Eléctrica del Ecuador Unidad de Negocio Electroguayas			DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN				
Ubicación: CELEP EP			Resumen				
Actividad: Calentamiento de los tanques de HFO			Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
Fecha: 24 de Abril del 2017			Operación	8		- -	
Operador: Raúl Santos Guillen			Transporte	2		- -	
Método: Propuesto			Inspección	9		- -	
Tipo: Obrero - Material - Maquina			Demoras	6		- -	
Comentarios:			Almacenaje	1		- -	
			Tiempo (min)	160 min		- -	
			Distancia (m)	380 m		- -	
Descripción	Distancia	Tiempo	○	⇒	□	▷	△
Recepción de combustible (HFO y DO)	-	10 min					
Traslado del combustible a los tanques de almacenamiento	5 m	10 min					
Separación de lodos y contenido del combustible (HFO y DO) gracias a la centrifuga	5 m	10 min					
Traslado del combustible a los tanques de servicio	10 m	5 min					
Encender los módulos de MDO o los motores Hyundai de las bahías	5 m	5 min					
Despachar solamente el DO hacia las bahías para su combustión	15 m	10 min					
Controlar los niveles de energía eléctrica durante el encendido de los motores Hyundai utilizando DO con 0MW operando	10 m	5 min					
Encender paulatinamente las siete calderas de c/u de las bahías	20 m	5 min					
Revisar los niveles de agua tratada para la formación de vapor	20 m	5 min					
Encender las unidades de calderas eléctricas	20 m	5 min					
Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está operando al 25% de producción con 22 MW operando	10 m	10 min					
Verificar los niveles de presión de las calderas de las bahías con el 25% de producción de la planta	20 m	5 min					

Revisar los niveles de electricidad cuando la planta está al 50% de la producción con 45 MW operando	10 m	10 min						
Verificar los niveles de presión de las calderas de las bahías con el 50% de producción de la planta	20 m	5 min						
Verificar las presiones y temperaturas del vapor saturado producido tanto en las calderas de gases como las calderas eléctricas	30 m	10 min						
Notificar al calderita realizar las maniobras respectivas de purga y saneamiento del vapor condensado de las 7 calderas operativas	10 m	10 min						
Abrir válvulas de despacho para el traslado del vapor producido a los tanques de servicio de HFO para su previo calentamiento	30 m	5 min						
Controlar los rangos permisibles para el acondicionamiento del HFO	10 m	20 min						
El tablerista procede a bajar los niveles de producción de los motores Hyundai y cerrar las válvulas de despacho DO	45 m	6 min						
Encender los módulos HTU de las bahías respectivas	55 m	10 min						
Comenzar el traslado del HFO calentado a los módulos HTU	10 m	5 min						
Abrir las válvulas neumáticas hacia los motores Hyundai	15 m	5 min						
Controlar los niveles de viscosidad, temperatura y presión del HFO en los módulos HTU para acondicionarlo previo a su combustión	25 m	5 min						
Despacho del HFO a los motores Hyundai	5 m	5 min						
Controlar los niveles de calidad de los gases combustión para los procesos posteriores de la planta	5 m	4 min						
TOTAL	380 m	160 min	12	3	10	0	1	






Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis:

De acuerdo al diagrama de análisis de procesos propuestos se obtuvo un promedio de 160 minutos de duración de todo lo que converge la realización del sistema de

calentamiento del HFO, el uso de la caldera de gases operando en conjunto con las calderas eléctricas podrán calentar en menos tiempo el fuel oil, esto prueba que la propuesta cumple con las expectativas.

Tabla No 36. Análisis del diagrama de procesos actual – propuesto

Resumen General			
Actividad		Actual	Propuesto
	Operación	8	8
	Inspección	2	1
	Transporte	8	8
	Demora	6	0
	Almacenamiento	1	1
Tiempo (minutos)		210 min	160 min
Distancia (metros)		405 m	380 m

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Comparando los datos anteriores para la realización del calentamiento del fuel oil obtuvimos que se toma un tiempo de 210 minutos (3 horas y media), con la propuesta se ha omitido y se ha colocado nuevas operaciones que se debe cumplir con la implementación de las nuevas unidades de calderas, estas actividades mejorarán fundamentalmente la producción de vapor saturado, las calderas de gases no trabajarán demasiado tiempo con la combustión de diésel en los períodos de encendido de la planta. Se busca eficiencia en la generación de energía eléctrica y con la finalidad de no utilizar muchos recursos (combustible) de la central termoeléctrica Santa Elena II.

Para entender la eficiencia que tiene la propuesta de acuerdo al sistema de calentamiento planteado, con la incorporación de unidades de calderas eléctricas y lograr una disminución del consumo de diésel en el encendido de la planta. Se realizó una tabla demostrando el consumo diario normal en un día cualquiera de producción, con esto podremos realizar una relación del consumo de diésel para producir vapor saturado con la generación de vapor de las calderas eléctricas. Los datos fueron

proporcionados por las autoridades encargadas sobre el manejo y uso de los recursos e insumos en la central Termoeléctrica Santa Elena II:

Tabla No 37. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)

CONSUMO DE DIESEL				
GRUPO:	SE-B1	SE-B2	SE-B3	SE-B4
	Galones	Galones	Galones	Galones
00H00-01H00	0,00	0,00	0,00	0,00
01H00-02H00	0,00	0,00	0,00	0,00
02H00-03H00	0,00	0,00	0,00	0,00
03H00-04H00	0,00	0,00	0,00	0,00
04H00-05H00	0,00	0,00	0,00	0,00
05H00-06H00	0,00	0,00	0,00	0,00
06H00-07H00	0,00	0,00	0,00	0,00
07H00-08H00	0,00	0,00	0,00	0,00
08H00-09H00	41,72	41,72	41,72	41,72
09H00-10H00	0,00	41,72	41,72	0,00
10H00-11H00	0,00	0,00	0,00	0,00
11H00-12H00	41,72	0,00	41,72	0,00
12H00-13H00	41,72	0,00	0,00	0,00
13H00-14H00	0,00	0,00	0,00	0,00
14H00-15H00	0,00	0,00	0,00	0,00
15H00-16H00	0,00	0,00	0,00	0,00
16H00-17H00	162,47	162,47	162,47	162,47
17H00-18H00	0,00	0,00	0,00	0,00
18H00-19H00	0,00	0,00	0,00	0,00
19H00-20H00	0,00	0,00	0,00	0,00
20H00-21H00	0,00	0,00	0,00	0,00
21H00-22H00	162,47	162,47	162,47	162,47
22H00-23H00	0,00	0,00	0,00	0,00
23H00-24H00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	450,08	408,36	450,08	366,65
	1.675,16			

Fuente: Departamento de Operación de la Central Térmica Santa Elena II

Elaborado: Raúl Santos Guillen

En base a los datos recopilados el consumo de diésel es de 1.657,16 galones diarios para la producción de energía eléctrica, al año consume un promedio de **603.206,24 galones de diésel/ anuales** entonces, en las actividades del diagrama de procesos solo

se operará con un consumo energético hasta el 50% de la producción de la planta con una utilización de diésel menos de que lo que se ocupa actualmente. La siguiente tabla expone el consumo de diésel por todo el día cuando esté operando las calderas eléctricas:

Tabla No 38. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)

CONSUMO DE DIESEL				
GRUPO:	SE-B1	SE-B2	SE-B3	SE-B4
	Galones	Galones	Galones	Galones
00H00-01H00	0,00	0,00	0,00	0,00
01H00-02H00	0,00	0,00	0,00	0,00
02H00-03H00	0,00	0,00	0,00	0,00
03H00-04H00	0,00	0,00	0,00	0,00
04H00-05H00	0,00	0,00	0,00	0,00
05H00-06H00	0,00	0,00	0,00	0,00
06H00-07H00	0,00	0,00	0,00	0,00
07H00-08H00	0,00	0,00	0,00	0,00
08H00-09H00	41	41	42	41
09H00-10H00	48	46	47	47
10H00-11H00	0,00	0,00	0,00	0,00
11H00-12H00	0,00	0,00	0,00	0,00
12H00-13H00	0,00	0,00	0,00	0,00
13H00-14H00	0,00	0,00	0,00	0,00
14H00-15H00	0,00	0,00	0,00	0,00
15H00-16H00	0,00	0,00	0,00	0,00
16H00-17H00	0,00	0,00	0,00	0,00
17H00-18H00	0,00	0,00	0,00	0,00
18H00-19H00	0,00	0,00	0,00	0,00
19H00-20H00	0,00	0,00	0,00	0,00
20H00-21H00	0,00	0,00	0,00	0,00
21H00-22H00	48	47	47.5	47
22H00-23H00	47	46.5	48	46
23H00-24H00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	184	180.5	184.5	181
	730			

Fuente: Departamento de Operación de la Central Térmica Santa Elena II

Elaborado: Raúl Santos Guillen

Análisis: En la tabla No. 35 se pudo constatar la reducción del consumo del diésel en las operaciones de encendido y apagado de la planta, la operación de las calderas eléctricas complementa el trabajo de las calderas de gases para la producción de vapor, por lo tanto se trabajara con 730 galones promedio por el consumo de diésel en todas las bahías para producir 4-5 bares para la generación de vapor de agua, con esto se consigue un vapor agua sin la utilización de demasiados recursos.

De esta manera se realiza la comparación entre los valores de consumo de diésel tanto del actual como del propuesto, motivo adicional como beneficio que recibirá la planta Santa Elena II en la utilización de combustible para la generación de energía eléctrica.

Tabla No 39. Información del Consumo Horario de Combustible (Diésel-DO)

CONSUMO DIESEL							
ACTUAL				PROPUESTO			
SE-B1	SE-B2	SE-B3	SE-B4	SE-B1	SE-B2	SE-B3	SE-B4
Galones	Galones	Galones	Galones	Galones	Galones	Galones	Galones
450,08	408,36	450,08	366,65	184	180.5	184.5	181
1.675,16				730			

Fuente: Departamento de Operación de la Central Térmica Santa Elena II

Elaborado: Raúl Santos Guillen

La disminución de consumo de diésel es considerable lo que permite renderizar (rendir) la producción de vapor de saturado, un promedio de **927,16 galones diarios** y **338.413,4 galones anuales** se estaría ahorrando la empresa CELEC EP con la aplicación de la propuesta. De acuerdo a los balances energéticos se conseguirá un trabajo óptimo y eficiente con la operación de los equipos.

4.4.2 Mejoramiento en la densidad del fuel oil

El mejoramiento en la densidad del fuel oil está obligado y estipulado por las normas INEN del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 028:2011 COMBUSTIBLES,

ya que la planta cuenta con los sistemas de calidad tanto de producción y ambiental, entonces obedece a márgenes o parámetros de producción para poder operar los equipos y estos no sean afectados por el acondicionamiento de la materia prima o producto que se estén utilizando. Con la propuesta se busca adecuar el fuel oil para fines de combustión de los motores Hyundai, algunos de las condiciones generales que se requiere para tener un buen HFO listo para la producción son las que detallo a continuación:

- Fuel oil limpio
- Fuel oil exento de agua y de materiales de suspensión.

Para la separación de materiales de suspensión la planta cuenta con centrifugas para esta acción, el exceso contenido en el combustible se separa mediante auto filtros y por medio de los intercambiadores de calor, esta operación es la que cumple los módulos HTU. De acuerdo a los antecedentes el combustible fuel oil #6, sus resultados de densidad y viscosidad mediante el sistema de calentamiento es de 80°C de temperatura con una viscosidad de 40cST. Con la propuesta de las nuevas unidades de calderas eléctricas se conseguirá un alcance de 135°C y una viscosidad de 15 – 20 cSt valores esenciales para la inyección de los motores de combustión interna MDO de la planta.

Se realiza los controles de acuerdo al sistema SCADA para ver los parámetros de acondicionamiento del fuel oil, cómo ya sabemos que el calentamiento actual no cumple con los parámetros estándares de acondicionamiento, la propuesta efectuará un monitoreo de temperatura con un termómetro infrarrojo marca FOXVRO en una línea de punto de salida del tanque de fuel oil, antes del ingreso al módulo de HTU, es decir, se llevará un control manual ya que facilitara al operador la seguridad para proceder el transporte de los procesos posteriores de la planta.

4.5 Evaluación, Seguimiento y Control.

La evaluación y el seguimiento tendrá un enfoque objetivo de acuerdo a las observaciones y los registros efectuados por el trabajador con la finalidad de analizar el procesamiento actual y el propuesto sistema de calentamiento del fuel oil, de esta manera se podrá reconocer con facilidad las posibles anomalías del proceso que afecte al acondicionamiento del combustible y a procesos posteriores. También se detalló que el nuevo proceso de calentamiento propuesto no necesita de mucho mantenimiento a la caldera eléctrica, pero se debe mantener controlado el circuito eléctrico y sus componentes que operen de acuerdo a los márgenes de funcionamiento.

Imagen No 27. Toma de temperatura y viscosidad de forma manual



Fuente: www.foxvoro.com/es

Además, una de las razones de mejoramiento de la propuesta es el alcance que tendrá la temperatura para una correcta inyección, al operar bien el calentamiento de las calderas, se produce una buena combustión de los MDO lo cual se ve reflejado en la disminución de mantenimiento preventivo, adicional a esto no se generará problemas en los cilindros de la centrífuga en el módulo de HTU y a su vez no se generará vapor

condensado transportado en los alabes de la turbina de vapor, tampoco ocurrirá taponamiento de inyectores, ni excesiva producción de hollín.

Imagen No 28. Obstrucción de toberas debido a la mala combustión por la alta viscosidad del fue oil



Fuente: CELEP EP, Santa Elena

Imagen No 29. Alta contaminación por hollín en alabes de turbina



Fuente: CELEP EP, Santa Elena

4.5.1 Evaluación y seguimiento de mejoras en el proceso de calentamiento de los tanques de HFO (fuel oil).

Se establecerá un plan de mantenimiento que servirá como referencia en caso de imprevistos para su pronta solución, hay que tener en cuenta las indicaciones de garantía y las instrucciones generales de manejo y de seguridad industrial. Se realizará inspecciones diarias para su control y operación:

- *Controlar las condiciones de operación presión, temperatura, nivel de potencia a utilizar, cantidad de caudal y revisión de las válvulas de inyección de vapor al tanque de combustible.*
- *Controlar los parámetros del agua a utilizarse.*
- *Revisar las celdas o los electrodos dentro de la caldera eléctrica.*
- *Revisar los niveles de agua antes del encendido de la caldera.*
- *Revisar las tuberías de desagüe de la caldera para que no haya alguna extrusión en la producción de vapor.*

La limpieza general de todo el equipo se realiza cada mes, la limpieza se efectuará en las últimas fechas de cada mes.

Inspección de las líneas de conducción

Las líneas de conducción o distribución del sistema de vapor contarán en todo su trayecto con su respectivo aislamiento térmico. Se realizó un seguimiento de las instalaciones actuales de la central y cuentan con este recubrimiento todo el sistema de calentamiento actual, hay tramos en donde el aislamiento térmico está deteriorado por lo que hay que evitar pérdidas de calor por radiación hacia al ambiente. En los intercambiadores de calor se deben proteger las líneas de conducción para que el mecanismo de calentamiento no tenga pérdidas de calor en su trayecto.

Imagen No 30. Aislamiento térmico para tuberías



Fuente: <http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/ahorro-energetico-con-aislamiento-termico-para-tuberias/>

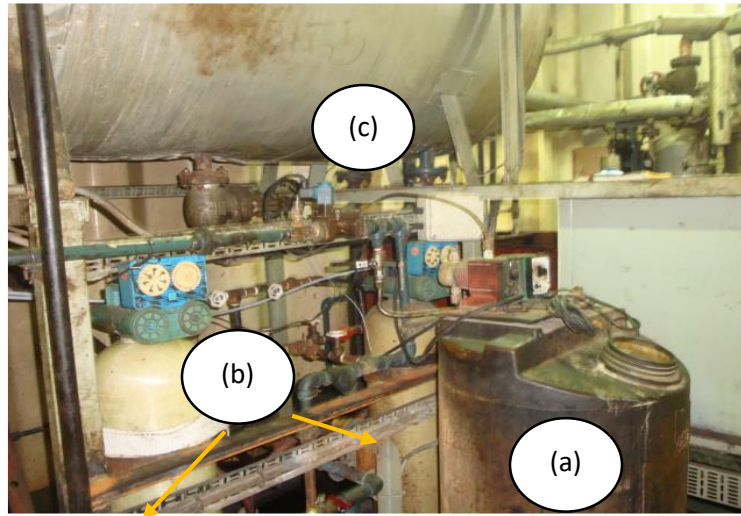
Se colocará en las líneas de conducción para la caldera propuesta aislamiento térmico para evitar pérdidas de calor del flujo de vapor en el calentamiento de los tanques de HFO, con este recurso adicional se mejora y se optimiza el trabajo del intercambiador para que el equipo no se exceda sobre los límites de operación.

Evaluación al sistema de tratamiento de agua

En el sistema de tratamiento de agua de la central térmica se utiliza un tanque dosificador, el cual trabaja con un sistema de oxígeno y dos tanques ablandadores que reciben sales para eliminar minerales del agua. Luego de recibir este tratamiento de agua ingresan a un tanque reservorio denominado hotwell que tiene la finalidad de proveer agua a los intercambiadores de calor de la planta, este tanque hotwell también recibe todo el condensado acumulado del sistema de calentamiento luego de que el vapor realiza. A continuación se detalla los elementos que se evaluarán dentro del sistema de tratamiento de agua:

- a) Tanque dosificador (producto químico para aislar el O₂).
- b) Ablandadores (dosificado con sales para eliminar minerales).
- c) Tanque almacenamiento de hotwell

Imagen No 31. Descripción de elementos del sistema de tratamiento de agua



Fuente: CELEC EP, Santa Elena

La evaluación de estos equipos se realizará con el objetivo de que los equipos funcionen sin ningún problema ya que al adicionar otra línea de suministro de agua tratada para la alimentación de la caldera eléctrica si no se trabaja operativamente no podrá funcionar la propuesta. Actualmente como se ve en la imagen los equipos deben ser renovados por el desgaste de su vida útil, ya que con nuevas unidades se mejorará las propiedades del agua tratada para la producción de vapor. Lo que se quiere con las inspecciones por parte del departamento de mantenimiento es que se detecte el balance de presión en las líneas de conducción de vapor, se debe a las incrustaciones si es el caso, que no se procese un buen tratamiento del agua.

Como se trabaja con fuel oíl (HFO) combustible pesado puede ocurrir fisuras en las líneas de conducción de los módulos MDO y esto se produce si no se hace una previa inspección o seguimiento del sistema de tratamiento de agua ocasionando una contaminación del sistema de vapor por los parámetros no admisibles del agua.

Imagen No 32. Incrustaciones sólidas debido al mal tratamiento del agua



Fuente: CELEP EC, Santa Elena

Con estos aspectos de inspección se busca que la propuesta opere fácilmente manual o de forma automática pero ayudando al sistema de calentamiento actual de los tanques HFO. Es necesario el mantenimiento correctivo de los equipos de tratamiento de aguas, si se logra realizar un mantenimiento a corto plazo el sistema de generación podrá aumentar significativamente, garantizando calidad y eficiencia a la central térmica.

4.5.2 Resultados Esperados

Los resultados esperados del presente trabajo deben ser manejados de modo que permitan nuevos requerimientos para tomar una ventaja ideal:

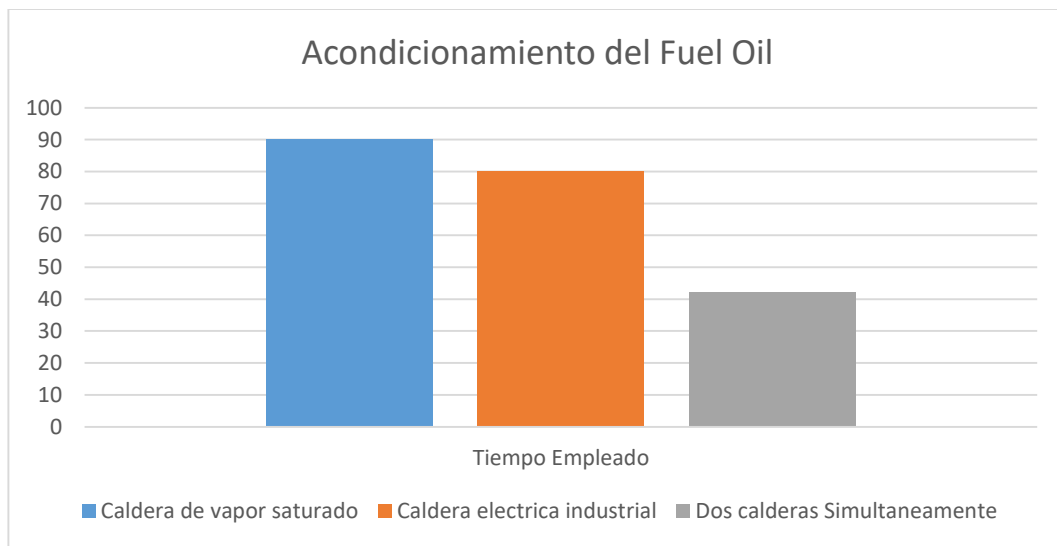
- Control y calidad de la potencia.
- Confiabilidad del servicio de calentamiento.
- Operatividad normal del sistema de producción de la central.
- Mayor cantidad de energía.
- Instalación y uso fácil de los operadores.

- Beneficios a corto plazo.

Datos estadísticos de mejoramiento de la producción

En esta ocasión, se consideró como ejemplo el proceso de calentamiento del HFO que se realizan en sus tanques de almacenamiento de combustible fuel oil por las demoras que se podrían producir en este segmento de producción y de esta manera demostramos las mejoras que se ha conseguido con la aplicación de una caldera eléctrica adicional al procesamiento en cuestión.

Figura No 17. Tiempo empleado para el calentamiento de fuel oil

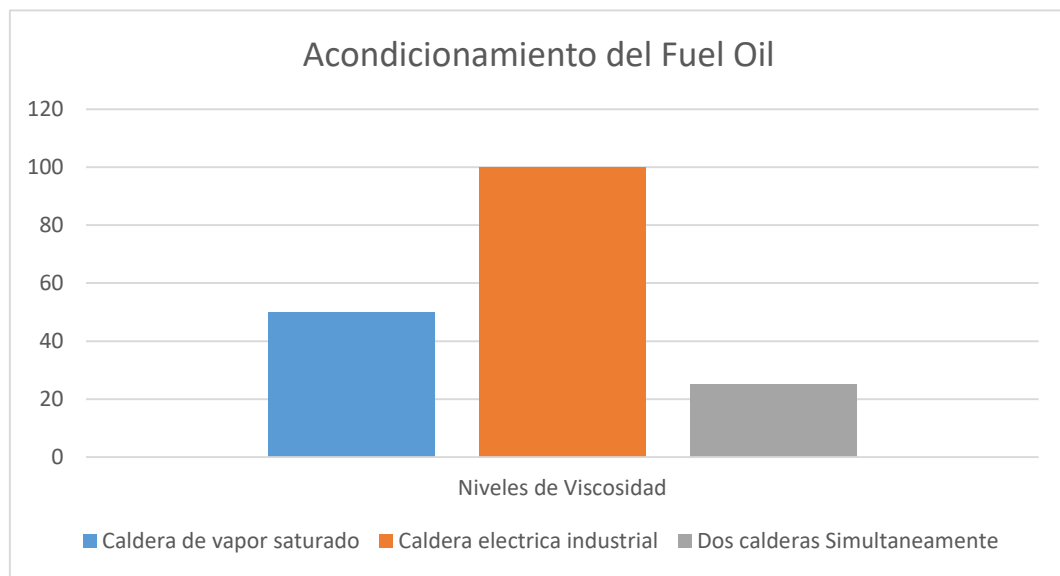


Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis. Se nota la cantidad de tiempo utilizado en cada caldera de forma independiente en el acondicionamiento del fuel oil, si trabajan de forma simultánea funciona mejor, consumirían menos recursos pero con el beneficio que lo realizarían en menos tiempo.

En la figura # 18 se presenta el promedio de viscosidad que alcanza durante los 72 minutos de operación de los equipos independientemente y se observa una demora del proceso del calentamiento de fuel oil, para la caldera de vapor se obtuvo un grado de viscosidad del 80cST a 110°C. Con la aplicación del nuevo equipo de calentamiento se prevé 100cST a 120°C, trabajando los equipos en el mismo lapso de tiempo se consigue una mejora en la eficiencia en este proceso, esperando durante 30 minutos el nivel de viscosidad será de 30 a 40cST a 110°C. Apreciamos la disminución de viscosidad del HFO utilizando los dos equipos simultáneamente.

Figura No 18. Promedio de viscosidad



Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Análisis. De esta manera se puede comprobar que si es necesario la adición de otro equipo de calentamiento que pueda suplir de más calor al sistema de calentamiento que se tiene actualmente y proveer la temperatura necesaria a los tanques de combustible de fuel oil, acondicionándolos a los parámetros establecidos antes de su ingreso de los módulos de combustión interna MDO.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA.

5.1 Inversión de Mejoras

De acuerdo a las condiciones de la planta es una necesidad primordial que deba invertir en tecnología nueva con equipos que puedan suplir el trabajo que no ejerzan los equipos actuales y puedan satisfacer de mejor forma la demanda de los consumidores, en este caso a la generación al sistema nacional interconectado. La inversión de mejoras comprende a todos los equipos y materiales que van hacer utilizados en la propuesta. Véase los rubros de las inversiones:

Tabla No 40. Inversión de mejoras (Equipos, materiales y herramientas)

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD \$)	Costo Total (USD \$)
Calderas eléctricas industriales Pirobloc AD-MERKBLATTER	2	33.250,00	66.500,00
Tubería cedula 80 de 1 ¼ “	360	36,00	12.960,00
Codos de 1 ¼”	12	6,10	73,20
Válvula de cierre rápido de acero al carbono de alta presión. Redwhite – Touo 1 ¼”	4	4,80	19,20
Bunshin reductor de 1 ¼” a ¾”	4	15,60	60,80
Unión de acero al carbono de 1 ¼”	4	5,50	22,00
T de acero al carbono de 1 ¼”	10	9,00	90,00
Tablero de control	2	15.000,00	30.000,00
Cableado		6.000	6.000,00
Equipo de medición FOXVORO	1	800,00	800,00
Total			116.525,20

Elaborado por Raúl Santos Guillen

La inversión en mejoras alcanza un costo total de \$ 116.525,20 dólares, necesario para la instalación de las calderas eléctricas industriales para los tres tanques de fuel oil, comprando además materiales complementarios para su funcionamiento.

5.2 Costo y Gasto para la Elaboración de la Propuesta.

Tabla No 41. Costos y gastos de la propuesta

Costos de la propuesta	Costo (USD \$)	Subtotal
Gastos en la elaboración del proyecto	1.300,00	1.300,00
Gastos en la investigación	5.000,00	4.000,00
Gastos de capacitación interna y externa	2.000,00	2.000,00
Total		7.300,00

Elaborado por Raúl Santos Guillen

El valor del costo y gastos de la propuesta asciende a \$ 7.300,00 cuyos componentes son en gastos en la elaboración del proyecto, gastos de investigación y desarrollo y gastos de capacitación interna y externa propiamente para el personal encargado del área de operación y calentamiento de las calderas.

Tabla No 42. Costos de la mano de obra

Descripción	Cantidad	Sueldo (USD \$)	Subtotal (USD \$)
Ingeniero de Obra	1	2.000,00	2.000,00
Jefe Soldador	1	1.500,00	1.500,00
Ayudantes	8	500,00	4.000,00
Operador de la grúa	1	300,00	300,00
Total			7.800,00

Elaborado por Raúl Santos Guillen

En el monto total por concepto de mano de obra obtuvimos un estimado de \$ 7.800,00 por la instalación de las tres calderas eléctricas en la planta, cuyo personal comprende desde un ingeniero o supervisor de obra, un jefe soldador para la actividad de soldadura de la línea de conducción de vapor de agua, 8 ayudantes para las actividades necesarias en la instalación de todo el equipo y el operador de la grúa es el encargado del montaje en el lugar específico de las calderas.

Tabla No 43. Resumen total de la propuesta

Descripción	Total (USD \$)
Inversión de mejoras	116.525,20
Costos y gastos de la propuesta	7.300,00
Costos de mano de obra	7.800,00
Total	131.625,20

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

En conclusión, la instalación o la implementación de la propuesta, tiene un costo de \$ **131.625,20 USD** dólares este valor comprende la inversión de mejoras (equipos y materiales), costos y gastos de la propuesta, y costos de mano de obra (personal que requiere para su instalación).

5.3 Financiamiento.

De acuerdo a los ingresos en la planta CELEC EP Santa Elena existe una partida presupuestaria para mejoramiento y actualización de equipos valorados en \$ 1.000.000,00 USD (1 millón de dólares), esto será destinado para la futura implementación de la propuesta, desde luego se realizará el proceso de contratación respectiva para la selección de la empresa contratista.

5.4 Recuperación de la Inversión

Para determinar el tiempo de recuperación de la inversión, se utilizó el valor de la inversión comparados con los posibles ingresos por concepto de recaudación de la energía producida por la planta CELEC EP al Sistema Interconectado Nacional (SIN),

Tabla No 44. Recuperación de Inversión

Año	n	Inv. Inicial	Ingresos
2017	0	131.625,20	
2018	1		\$450.120,14
			\$450.120,14

Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: Raúl Santos Guillen

Se pronostica que el tiempo de recuperación de la inversión es al segundo año de operación de la propuesta, en el primer año se realizan las operaciones de construcción, montaje y puesta en marcha, posterior a este año se recuperará la inversión incluyendo la depreciación de los equipos y gastos en mantenimientos e insumos.

Tabla No 45. Tiempo Aproximado para la recuperación de inversión

Periodos de recuperación de la inversión aproxi		1	Año
Periodo de Recuperación de la Inversión Exacta		8	Meses
Periodo de Recuperación de la Inversión Exacta	8	240	Meses/días

Fuente: Investigación Directa

La recuperación de la inversión se produce en los principios del segundo año de operación, el cual el valor de la inversión \$ 131.625,20 es menor del monto de ingresos que se estima en el 2018 con un valor de \$450.120,14, por ende la propuesta es recuperable.

CONCLUSIONES

- Las condiciones de operación son regulares tanto en el sistema de producción de la planta y como el estado de cada una de las máquinas y equipos que conforman el acondicionamiento de los tanques de HFO.
- En base al diagnóstico de la problemática, las causas de su origen es el bajo nivel de eficiencia de las calderas actuales.
- La central térmica Santa Elena II no tiene un estudio técnico para mejorar las condiciones de producción en el sistema de calentamiento de los tanques de HFO.
- En fin, el presupuesto estimado para la implementación de la propuesta es de \$ 131.625,20 USD para el mejoramiento del sistema de producción en la empresa en mención.

RECOMENDACIONES

- Implementar la propuesta con la adquisición de nuevas unidades de calderas eléctricas industriales para complementar el sistema calentamiento actual de la planta, y no produzca demoras y que la generación de energía eléctrica sea óptima.
- Llevar un control y seguimiento de la operación de calentamiento de los tanques de HFO para la revisión de los parámetros de acondicionamiento, de esta manera se podrá identificar las posibles falencias y establecer las medidas de corrección instantáneamente sin tener que paralizar el proceso de generación de electricidad.
- Realizar estudios preliminares sobre el desempeño de las calderas eléctricas implementadas de acuerdo a los periodos de tiempos establecidos.
- Se recomienda realizar la inversión para el mejoramiento de producción cuyo valor es de \$ 131.625,20 USD

BIBLIOGRAFIA

- Acedo, J. (2013). Instrumentación y control básico de procesos. Ediciones Díaz de Santos.
- Ahumada, F. (2001). Materiales para el estudio del derecho administrativo económico. Librería-Editorial Dykinson.
- Álvarez Ángela Chong. (2003). Introducción a la Metodología de la investigación científica. La Habana: Editorial: Pueblo y Educación.
- Bernal Carlos. (2013), metodología de la Investigación: Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales. Bogotá, Colombia: Editorial: Pearson.
- Cansino. J. (2001). Evaluar el sector público español. Universidad de Sevilla.
- CELEC EP. (2013). Generación de energía eléctrica.
<https://www.celec.gob.ec/electroguayas/index.php/generacion/central-santa-elena>.
- CELEC EP (2013).ELECTROGUAYAS
<https://www.celec.gob.ec/electroguayas/index.php/quienes-somos/mision-y-vision>.
- Ecuador Inmediato. (2011). CELEC se prepara para entrada de nueva generación en Santa Elena.
http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=142748&umt=celec_se_prepara_para_entrada_nueva_generacion_en_santa_elena.
- E, Méndez. (2006). Metodología, Diseño y Desarrollo de Proceso de investigación. Los Ángeles: Limusa. Tercera Edición.
- Junior, M. M. (2012). Gestión de empresas de mantenimiento en la solicitud de generación de energía como mantenimiento modelo predictivo de mejora

continua. Un estudio de caso en las centrales eléctricas de combustión interna. La Habana, Cuba.

- Machado, M. F. (2007). Modelo de planificación del cronograma de mantenimiento anual óptimo de unidades de generación del sistema nacional interconectado. Quito, Pichincha, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.
- S, M. F. (2013). El análisis de aceite como herramienta del mantenimiento basado en la condición en motores de combustión interna. Una visión holística de mantenimiento. Venezuela. Cúcuta.
- V., J. L. (19 de Febrero de 2009). Establecimiento de un sistema indicador de gestión para el control del manteamiento centrado en confiabilidad de los equipos de rehabilitación de pozos (work-over) de una empresa de perforación y rehabilitación de pozos petroleros. Cumana, Venezuela: Universidad del Oriente.
- Veintimilla, D. L. (2012). Guía metodológica para la elaboración de trabajos de titulación. Quito, Pichincha, Ecuador.

Anexo No. 1: Formato de Encuestas



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Tema: “ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

Encuestado: _____ Fecha: _____

Por favor lea cada pregunta y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Sus respuestas serán confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas para conocer el nivel de conocimientos sobre el tema en cuestión.

*Con una **X** marque la respuesta que usted le parezca:*

- 1. ¿Conoce usted la problemática sobre la demora de calentamiento en los tanques de fuel oil que le está pasando a la central Santa Elena?**

Sí

No

2. **¿Cree usted que este problema de demora sobre el calentamiento del combustible HFO afectara al nivel de producción y provoca reducción en el nivel de ingresos para la central Santa Elena II?**

Sí

No

3. **¿Cree usted que se necesita cambiar el sistema de calentamiento actual de los tanques de fuel oil?**

Sí

No

4. **¿Cree usted que si el problema persiste por más tiempo podría perjudicar con la generación al Sistema Interconectado Nacional?**

Sí

No

5. **¿Cree usted que se necesita plantear medidas complementarias a corto plazo para la solución de la problemática del calentamiento del combustible en cuestión?**

Sí

No

6. **¿Cree usted que se debe replantear el manual de procedimientos actual si se llegara a implementar un nuevo proceso adicional para que ayude a la problemática actual?**

Sí

No

- 7. ¿Usted piensa que el personal deberá prepararse aún más sobre distintos problemas sean estos mecánicos, eléctricos y electrónicos que puedan suceder en un caso remoto en la planta Santa Elena II?**

Sí

No

- 8. ¿Usted piensa que se mejorara en gran parte si se implementa un método de calentamiento basado en un ciclo cerrado compuesto por intercambiadores de calor para la solución del problema?**

Sí

No

Elaborado por Raúl Santos Guillen

Anexo 2. Formato de Entrevistas



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Tema: “ELABORACION DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BASE AL CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE HFO PARA LA OPERACIÓN DE LOS MOTORES HYUNDAI DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SANTA ELENA II, DE LA EMPRESA CELEC EP, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

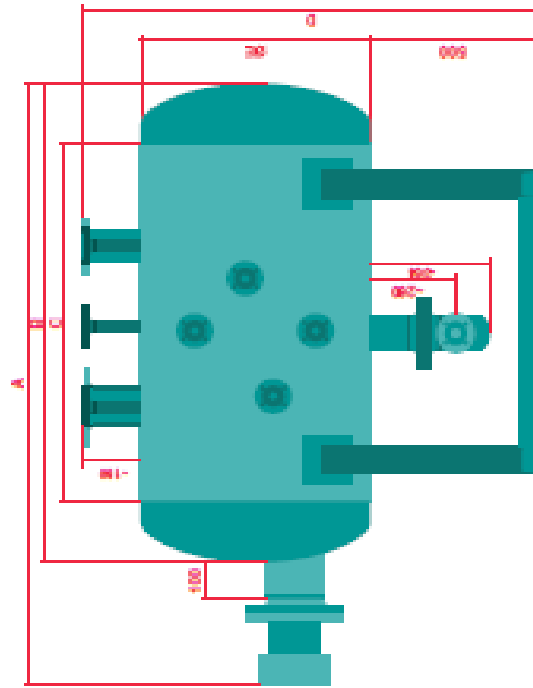
El cuestionario de preguntas que comprende la siguiente manera:

1. ¿La planta cuenta con un programa de medidas complementarias definidas para cualquier novedad que se suscite en el sistema de producción?
2. ¿Existe información relacionada sobre los principios de funcionamiento del proceso de calentamiento del fuel oil (HFO)?
3. ¿Cree usted que es necesario las capacitaciones técnicas sobre el sistema de calentamiento de los tanques de fuel oil?

4. ¿Cree usted que los recursos humanos son suficientes para realizar los mantenimientos para el sistema de calentamiento de los tanques de HFO?
5. ¿Cree usted que la planta cuenta con la cantidad necesaria de recursos, y herramientas para solucionar los problemas de demora sobre el calentamiento del fuel oil?
6. ¿Cree usted que es necesario la mejora del sistema de calentamiento actual para los tanques de fuel oil, se caliente menos tiempo sin perjudicar a los procesos posteriores de producción?
7. ¿La planta efectúa evaluaciones sobre el desempeño laboral de cada operario y/ maquinaria de acuerdo a los procesos de producción que desarrollan en CELEP EP Santa Elena?
8. ¿Usted piensa que la central Santa Elena está preparada para el imprevisto de demora en el sistema de calentamiento de los tanques de HFO?

Elaborado por Raúl Santos Guillen

Anexo No. 3: Esquema General de la Caldera Eléctrica a Vapor



Dimensiones principales

Modelo	Poder calorífico		Producción vapor (*)	
	kW		kg/h	
CEV-25	25		35	
CEV-50	50		70	
CEV-75	75		105	
CEV-100	100		140	
CEV-125	125		175	
CEV-150	150		210	
CEV-175	175		245	
CEV-200	200		280	
.	.		.	
CEV-2500	2500		3500	

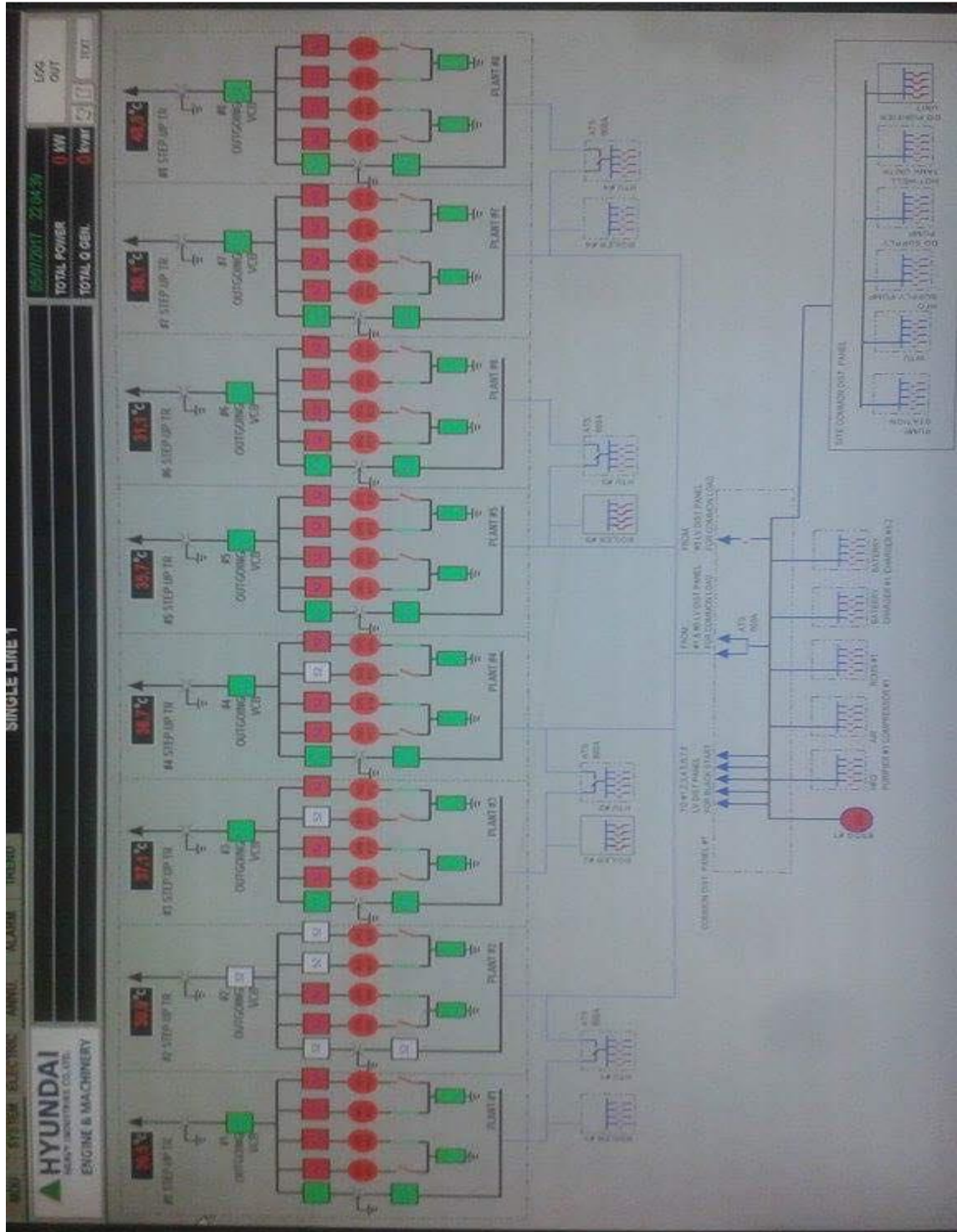
Clasifica según IEP 9723 CE. Cat. A, mod B.
(*) Otras potencias y presiones bajo pedido

Nº Dimensiones

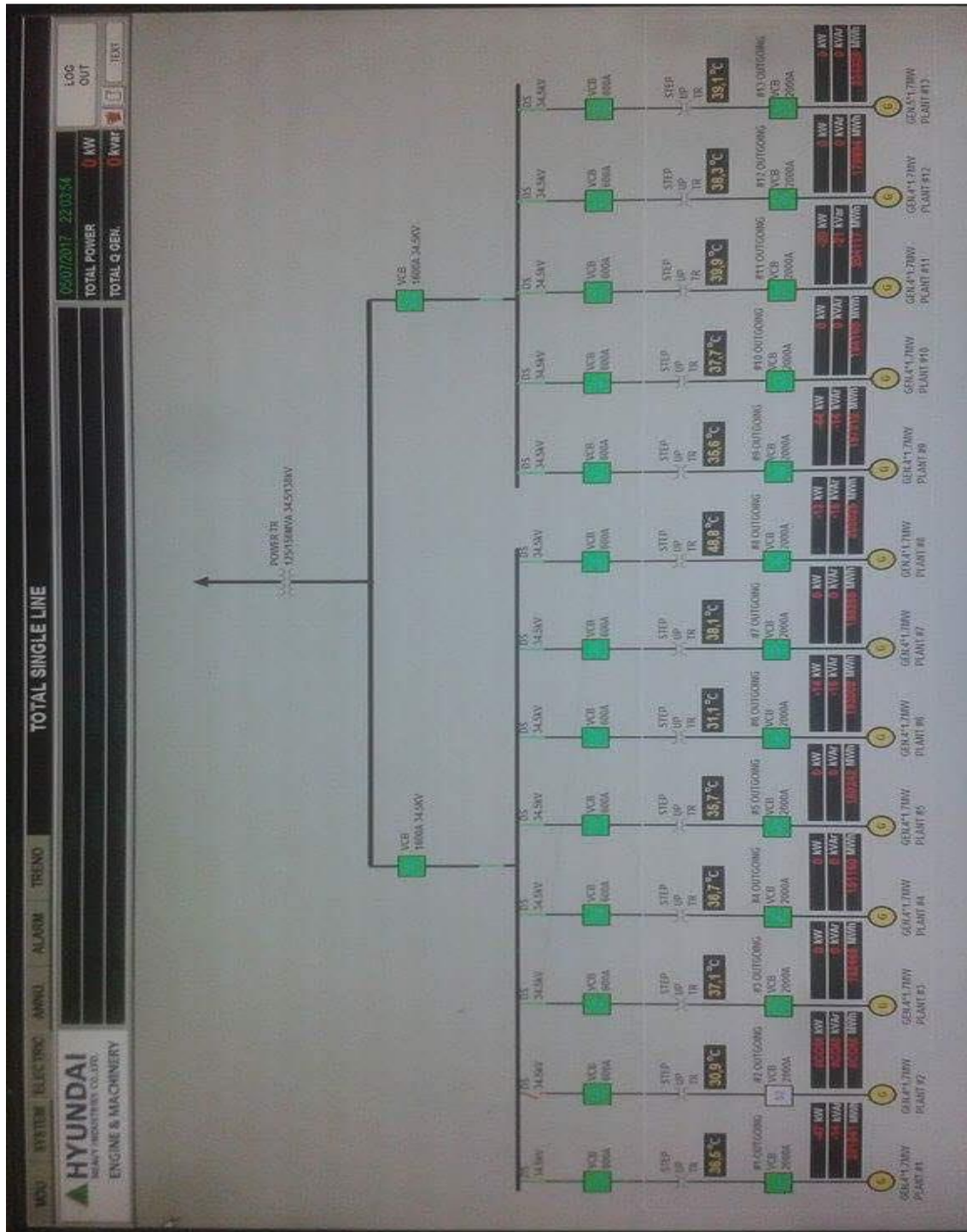
Modelo	Resistencias	A	B	C	D	E
CEV-25	1 x 25 kW	1345	1010	700	1275	600
CEV-50	2 x 25 kW	1345	1010	700	1275	600
CEV-75	1 x 25 kW 1 x 50 kW	1690	1350	1000	1375	700
CEV-100	2 x 50 kW	1690	1350	1000	1375	700
CEV-125	1 x 50 kW 1 x 75 kW	1690	1350	1000	1375	700
CEV-150	2 x 75 kW	1690	1350	1000	1375	700
CEV-175	1 x 75 kW 1 x 100 kW	1810	1445	1000	1575	900
CEV-200	2 x 100 kW	1810	1445	1000	1575	900

Elaborado por Raúl Santos Guillen

Anexo No. 4: Monitoreo de los Motores Hyundai

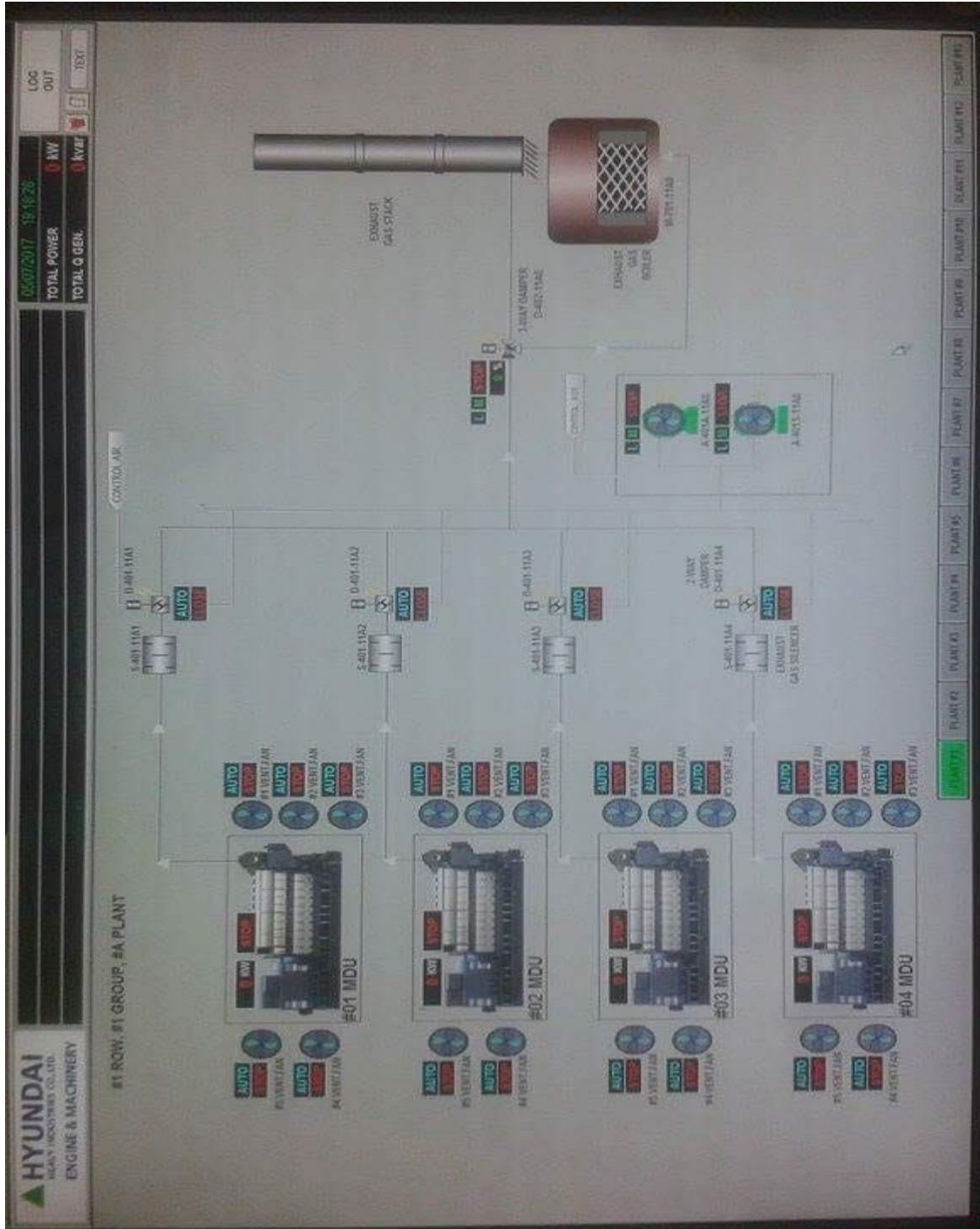


Anexo No. 4: Monitoreo de los Motores Hyundai (Continuación)



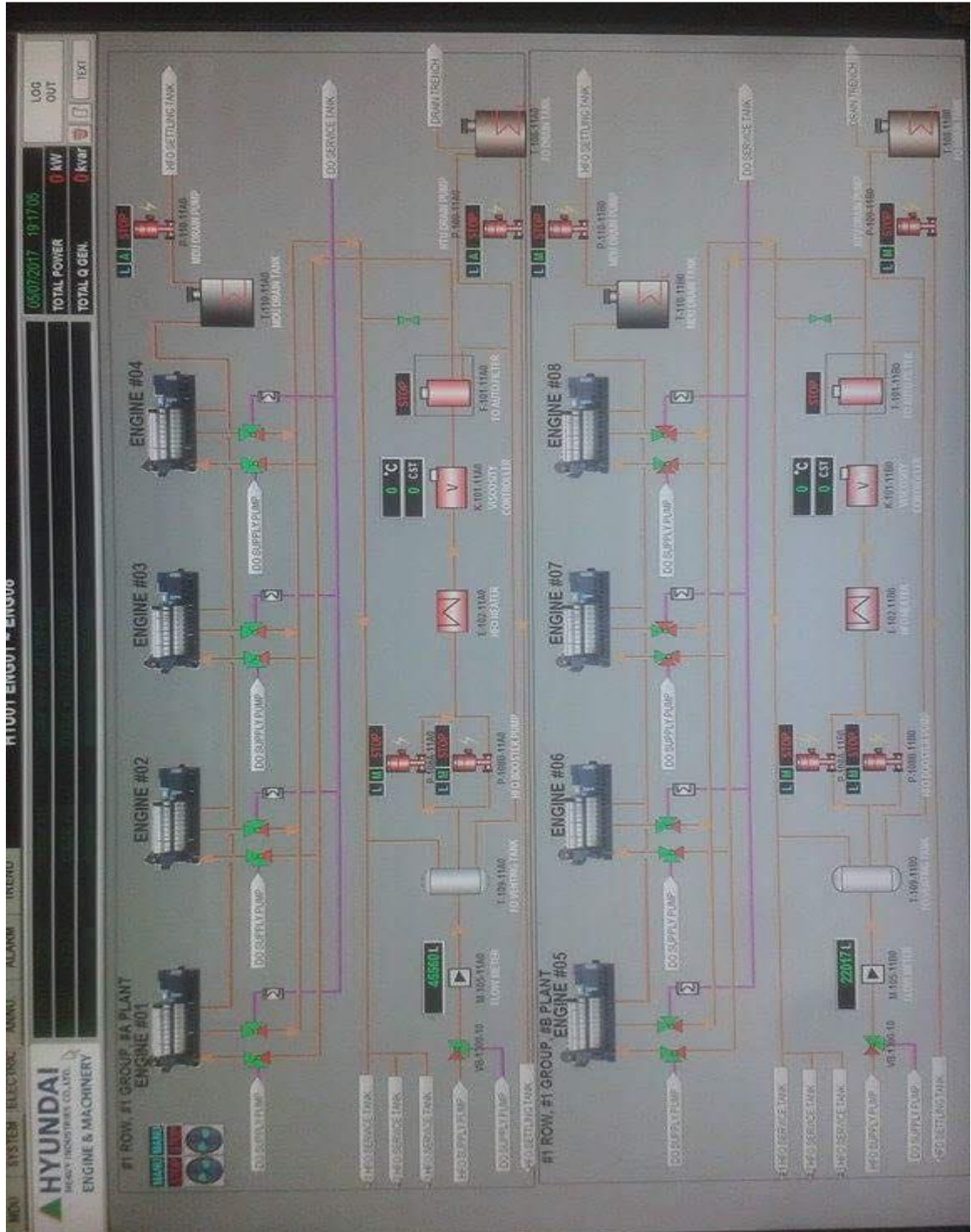
Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Anexo No. 5: Monitoreo de los Módulos MDU

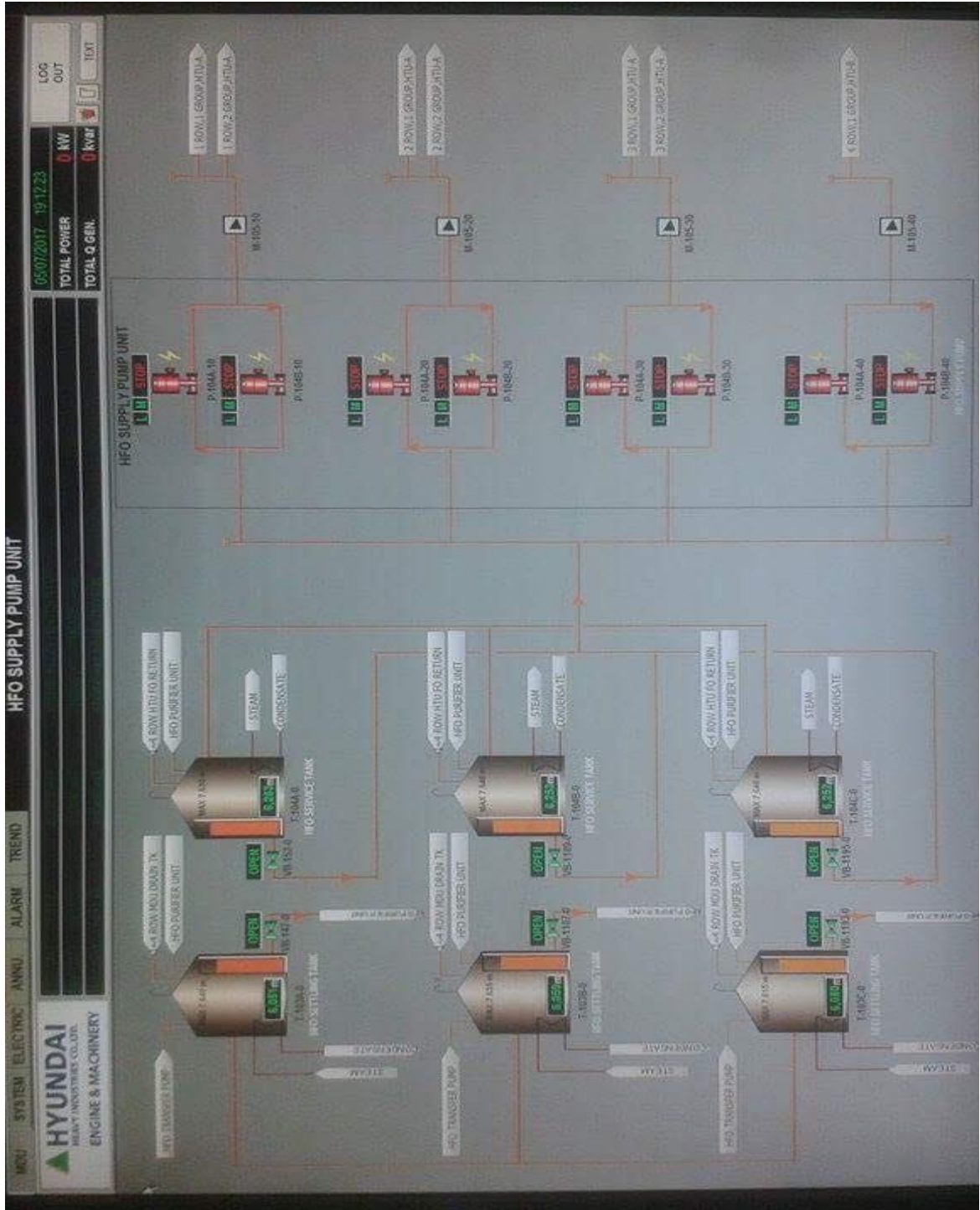


Fuente: CELEC EP, Santa Elena

Anexo No. 6: Monitoreo de los Tanques de HFO (fuel oil)



Anexo No. 6: Monitoreo de los Tanques de HFO (Continuación)



Fuente: CELEC EP, Santa Elena