



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniera
Industrial

Proyecto de Investigación

“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA CELEC EP
UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA
JARAMIJÓ”

Autora

Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano

Director del proyecto

Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2018



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano

C.C. # 1311083842



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABI CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ”, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc

DIRECTOR DE PROYECTO INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. Luis Enrique Mera Chinga, en calidad de director de proyecto de Investigación titulado “**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ**” me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, la estudiante **KIMBERLY LISSBETH VILLARREAL ZAMBRANO**, egresada de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, ha cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar que en la revisión respectiva en el sistema anti plagio se obtuvo un porcentaje favorable del 7%. Se adjunta imagen del sistema **Urkund**.

Mostrar el mensaje completo'. A yellow highlight indicates '7% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.' The interface also includes a toolbar with various icons for document navigation and a footer with a horizontal line."/>

← → ↻ <https://secure.orkund.com/view/44267731-702740-273655#DcYxCoAwDAXQu2QOkvy2t>

URKUND

Documento	URKUND KIMBERLY.docx (D45443712)
Presentado	2018-12-10 00:06 (-05:00)
Presentado por	Mera Chinga Luis Enrique (lmera@uteq.edu.ec)
Recibido	lmera.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Fwd: TESIS urkund Mostrar el mensaje completo

7% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

↑ ↓ ← →

Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc

DIRECTOR DE PROYECTO INVESTIGACIÓN

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE
GENERACIÓN DE LA EMPRESA CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO
TERMOMANABI CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ”**

Presentado al Consejo Académico de Facultad como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Industrial.

Aprobado por:

Ing. Gabriel Arellano Ortiz MSc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Milton Villafuerte López MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rogelio Navarrete Gómez MOL
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo agradezco a Dios por haberme guiado por el camino del bien y darme la oportunidad de llegar hasta el final en la obtención del título como Ingeniera Industrial.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial y a los profesionales que estuvieron a cargo de mi formación aportando con sus conocimientos a lo largo de estos 5 años de estudio.

Al Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc, que mediante su guía y sabios consejos permitieron llegar a esta etapa de mi vida estudiantil, de tal manera que sus conocimientos impartidos fueron de mucha utilidad.

A mi madre, hermanos por sus enseñanzas y estar pendientes de mi formación ética y moral, aconsejando en seguir a delante y cumplir con mis objetivos.

Al igual agradecer mis amigos por haber compartido momentos y experiencias durante todo este tiempo de estudio en nuestra formación profesional y superación.

Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano

DEDICATORIA

A mi madre que siempre ha estado apoyándome en los buenos y malos momentos de mi vida, por ser ese pilar fundamental a lo largo de mi formación como una buena persona y profesional.

A mis hermanos a mi novio y demás miembros de mi familia que han estado siempre y en cada momento brindándome sus consejos y apoyo en cada decisión tomada en el transcurso de todo este tiempo.

Kimberly Lissbeth Villarreal Zambrano

RESUMEN

La investigación desarrollada en la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ debido a los constantes paros de las unidades (maquinarias), se buscan nuevas alternativas de solución a este problema debido a la falta de overhaul y mantenimiento por descuidos, esto se debe a que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento como solución se sugirió realizar un plan para evitar más paros innecesarios. Para realizar el plan fue necesario realizar investigaciones a fondo sobre sus fabricantes, tiempo de arranque, tipos de mantenimientos imprevisto que realizaron al momento de daños, a más de esto fue necesario contar con la ayuda de supervisores, gerente y trabajadores de la empresa, luego de realizar una entrevista al gerente y encuestas a varios supervisores, se determinó la urgencia de realizar un plan de mantenimiento, caso contrario la empresa podría tener graves daños y pérdidas económicas. El plan de mantenimiento empezó con reuniones para designar las personas que intervendrían en este trabajo. Para continuar con el proceso fue necesario tomar en cuenta el manual de los fabricantes, Fue importante el aporte de los trabajadores, el conocer la instalación de la empresa, la bodega de productos químicos y de repuestos para analizar el plan de mantenimiento ya que muchas veces no se cuentan con los materiales disponibles y lead time largo de reposición, podría generar graves pérdida a la Empresa. Es importante realizar sus respectivo overhaul a cada unidad constantemente.

Palabras clave:

Overhaul, mantenimiento, daños.

ABSTRACT

The research developed in the company CELEC EP UNIT OF BUSINESS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ due to the constant stoppages of the units (machineries), are looking for new alternatives to solve this problem due to the lack of overhaul and careless maintenance, this is due Since the company does not have a maintenance plan as a solution, it was suggested that a plan be made to avoid unnecessary stoppages. To carry out the plan, it was necessary to carry out in-depth research on its manufacturers, start-up time, unexpected types of maintenance that were carried out at the time of damage, plus it was necessary to have the help of supervisors, managers and workers of the company, then to carry out an interview with the manager and surveys of several supervisors, the urgency of carrying out a maintenance plan was determined, otherwise the company could have serious damages and economic losses. The maintenance plan began with meetings to designate the people who would intervene in this work. To continue with the process it was necessary to take into account the manufacturers' manual. It was important the contribution of the workers, knowing the installation of the company, the warehouse of chemical products and spare parts to analyze the maintenance plan since many times do not count on the available materials and long lead time of replacement, could generate serious loss to the Company. It is important to perform your respective overhaul to each unit constantly.

Keywords:

Overhaul, maintenance, damage.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. CELEC EP	8
2.1.2. TERMOESMERALDAS.....	9
2.1.3. Central Termoeléctrica Jaramijó.....	10
2.1.4. Producción y generación de energía eléctrica.....	11
2.1.4.1. Central termoeléctrica.....	11

2.1.4.2.	Etapas de generación	11
2.1.4.3.	¿Cómo funciona?	12
2.1.5.	Mantenimiento	12
2.1.5.1.	Ingeniería de mantenimiento	12
2.1.5.2.	Opciones de estrategias organizativas	13
2.1.5.3.	Fallas esporádicas y crónicas	15
2.1.5.4.	Propósito del mantenimiento	16
2.2.	Marco referencial	16
2.2.1.	Modelos de mantenimiento	16
2.2.2.	Modelo correctivo	17
2.2.3.	La externalización del mantenimiento correctivo	18
2.2.4.	Modelo preventivo	19
2.2.5.	Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo	20
2.2.6.	Plan de mantenimiento inicial	22
2.2.7.	Mantenimiento según condición	25
2.2.8.	La planificación del mantenimiento programado	25
2.2.9.	Gestión de operación de mantenimiento	26
2.3.	Marco legal	27
2.3.7.	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO	27
2.3.8.	Capítulo IV UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS FIJAS	27
2.3.9.	Capítulo VI HERRAMIENTAS MANUALES	28
CAPÍTULO III		30
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		30
3.1.	Localización	31
3.2.	Tipo de investigación	31
3.2.1.	Descriptiva	31
3.2.2.	Bibliográfica	32
3.3.	Métodos de investigación	32
3.3.1.	Observación	32
3.3.2.	Entrevista	32
3.3.3.	Encuesta	32
3.3.4.	Deductivo	33

3.3.5.	Analítico	33
3.4.	Fuentes de recopilación de información	33
3.5.	Diseño de la investigación	33
3.6.	Instrumentos de investigación	34
3.6.1.	Entrevista realizada al gerente de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ	34
3.6.1.1.	Preguntas	34
3.6.2.	Encuesta realizada a los 6 supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ	34
3.8.	Recursos humanos y materiales	36
3.8.2.	Talento humano	36
3.8.3.	Materiales y equipos	36
3.9.	Procedimental	37
CAPÍTULO IV		38
RESULTADO Y DISCUSIÓN		38
4.1.	Resultados	39
4.1.2.	Análisis de la gestión de mantenimiento	39
4.1.3.	Entrevista realizada al gerente de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ	40
4.1.4.	Verificación de la gestión del Plan de Mantenimiento	48
4.1.5.	Elaboración del plan de mantenimiento	52
4.1.5.1.	Estándares establecidos por el decreto 2393 y la familia de normas ISO 55000	52
4.1.5.1.1.	Decreto ejecutivo	52
4.1.5.1.2.	Normas ISO 55000	53
4.1.6.	Características del motor de combustión interna	54
4.2.	Discusión	80
4.2.4.	Respecto a la gestión de mantenimiento	80
4.2.5.	Respecto a la efectividad de la gestión de mantenimiento	81
4.2.6.	Respecto a la elaboración del plan de mantenimiento	82
CAPÍTULO V		83
4.3.	Conclusiones	84
4.4.	Recomendaciones	85
CAPÍTULO VI		86
BIBLIOGRAFÍA		86

CAPÍTULO VII.....	88
ANEXOS	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Materiales, equipos utilizados en la investigación de los motores para analizar su estado real.....	36
Tabla 2:	Características del motor de combustión interna	54
Tabla 3:	Repuestos para el plan de 24000 horas	55
Tabla 4:	Horas hombre y costo para el mantenimiento de 24000 horas	57
Tabla 5:	Presupuesto de repuestos y mano de obra.....	59
Tabla 6:	Plan de mantenimiento 24000 horas	59
Tabla 7:	Plan de mantenimiento a las 500 horas	61
Tabla 8:	Plan de mantenimiento a las 1000 horas	63
Tabla 9:	Plan de mantenimiento a las 2000 horas	65
Tabla 10:	Plan de mantenimiento a las 3000 horas	68
Tabla 11:	Plan de mantenimiento a las 4000 horas	70
Tabla 12:	Plan de mantenimiento a las 5000 horas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13:	Plan de mantenimiento a las 6000 horas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14:	Plan de mantenimiento a las 7000 horas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15:	Plan de mantenimiento a las 8000 horas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16:	Plan de mantenimiento a las 9000 horas	73
Tabla 17:	Plan de mantenimiento a las 10000 horas	75
Tabla 18:	Plan de mantenimiento a las 11000 horas	77
Tabla 19:	Plan de mantenimiento a las 12000 horas	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Encuesta	42
Gráfico 2: Encuesta	43
Gráfico 3: Encuesta	44
Gráfico 4: Encuesta	45
Gráfico 5: Encuesta	46
Gráfico 6: Encuesta	47
Gráfico 7: Cigüeñal medición	48
Gráfico 8: Cámara de combustión.....	49
Gráfico 9: Elongación de espárragos	49
Gráfico 10: Base elastométrica	50
Gráfico 11: Medición de ángulo de inyección	51
Gráfico 12: Válvulas termostáticas	51

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Verificación de repuestos almacenados en bodega.	89
Anexo 2: Verificación de repuestos almacenados en bodega.	89
Anexo 3: Bodega de repuestos y productos químicos.....	90
Anexo 4: Verificación de repuestos almacenados en bodega.	90
Anexo 5: Registro de comportamiento de parámetros del motor.....	93
Anexo 6: Formato para registro del estado del pistón.....	94
Anexo 7: Formato para registro de calibración de inyectores.....	96
Anexo 8: Formato para registro de camisa.	97

Anexo 9: Inspeccion visual de tuercas en bielas y contrapesos.	99
Anexo 10: Registro fotografico del estado del eje de camones.....	100
Anexo 11: Altura entre bastidor y base metalica de calzo antivibratorio.....	102
Anexo 12: Juego axial en ejes de camones.	103
Anexo 13: Holguras de rodillos en bombas de inyección.	105
Anexo 14: Registro visual de apoyos principales.	106
Anexo 15: Registro de válvulas termostáticas.	108
Anexo 16: Holguras de balacines de empuje	109

CÓDIGO DUBLIN

Título:	ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABI CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ		
Autora:	Villarreal Zambrano Kimberly Lissbeth		
Palabras clave:	Overhaul.	Mantenimiento.	Daño
Fecha de publicación:			
Editorial:			
Resumen:	<p>La investigación desarrollada en la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ debido a los constantes paros de las unidades (maquinarias), se buscan nuevas alternativas de solución a este problema debido a la falta de overhaul y mantenimiento por descuidos, esto se debe a que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento como solución se sugirió realizar un plan para evitar más paros innecesarios. Para realizar el plan fue necesario realizar investigaciones a fondo sobre sus fabricantes, tiempo de arranque, tipos de mantenimientos imprevisto que realizaron al momento de daños, a más de esto fue necesario contar con la ayuda de supervisores, gerente y trabajadores de la empresa, luego de realizar una entrevista al gerente y encuestas a varios supervisores, se determinó la urgencia de realizar un plan de mantenimiento, caso contrario la empresa podría tener graves daños y pérdidas económicas. El plan de mantenimiento empezó con reuniones para designar las personas que intervendrían en este trabajo. Para continuar con el proceso fue necesario tomar en cuenta el manual de los fabricantes, Fue importante el aporte de los trabajadores, el conocer la instalación de la empresa, la bodega de productos químicos y de repuestos para analizar el plan de mantenimiento ya que muchas veces no se cuentan con los materiales disponibles y lead time largo de reposición, podría generar graves pérdida a la Empresa. Es importante realizar sus respectivo overhaul a cada unidad constantemente.</p> <p>Abstract: The research developed in the company CELEC EP UNIT OF BUSINESS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ due to the constant stoppages of the units (machineries), are looking for new alternatives to solve this problem due to the lack of overhaul and careless maintenance, this is due Since the company does not have a maintenance plan as a solution, it was suggested that a plan be made to avoid unnecessary stoppages. To carry out the plan, it was necessary to carry out in-depth research on its manufacturers, start-up time, unexpected types of maintenance that were carried out at the time of damage, plus it was necessary to have the help of supervisors, managers and workers of the company, then to carry out an interview with the manager and surveys of several supervisors, the urgency of carrying out a maintenance plan was determined, otherwise the company could have serious damages and economic losses. The maintenance plan began with meetings to designate the people who would intervene in this work. To continue with the process it was necessary to take into account the manufacturers' manual. It was important the contribution of the workers, knowing the installation of the company, the warehouse of chemical products and spare parts to analyze the maintenance plan since many times do not count on the available materials and long lead time of replacement, could generate serious loss to the Company. It is important to perform your respective overhaul to each unit constantly.</p>		
Descripción:	Hojas 127, dimensión 29 X 21 cm + 2 CD ROM		
URI:			

INTRODUCCIÓN

La fiabilidad y la disponibilidad de una central termoeléctrica de ciclo combinado (CTCC) dependen, en primer lugar, del diseño y de la calidad de su montaje, en segundo lugar de la operación del grupo, evitar los disparos a plena carga, las maniobras bruscas innecesarias, evitar trabajar con parámetros anormales durante largos espacios de tiempo, colocar los valores de los diferentes parámetros en los puntos apropiados, es responsabilidad de los operadores, y los problemas técnicos de la central van a estar en gran medida condicionados por la forma de operar. [1]

El presente trabajo de investigación surgió de la necesidad de realizar mantenimientos en los tiempos establecidos y así evitar daños mayores como paros en la empresa, según la investigación realizada la empresa está teniendo constantemente paros por los daños ocasionados en los motores por falta de mantenimiento al momento de cumplir su tiempo de trabajo que es 24000 horas, conocida la información necesaria se pudo analizar que la falta de mantenimiento se debe a una limitada organización y falta de exigir control de parte de la empresa. El plan de mantenimiento es importante para la empresa, se conoce que cuentan con un plan de mantenimiento otorgado por la empresa proveedora HYUNDAI HINSEM y no es aplicado a las horas que está establecido en el formato. La empresa TÉRMICA JARAMIJÓ es una empresa que pertenece a la unidad de negocios TERMOMANABÍ, la cual lleva 5 años en funcionamiento.

Para iniciar el trabajo se recolectó información proveniente de la gerencia, área administrativa, supervisores y empleados, con la información recabada se determinó la importancia de tener un plan de mantenimiento para así evitar paros innecesarios. Es importante el dialogo con cada uno de los encargados en el tema para concienciar y evitar pérdidas para la empresa. El plan de mantenimiento como principal causante de los paros innecesarios en las 18 unidades de la empresa ocasionan grandes pérdidas económicas en repuestos y horas hombres, el mantenimiento es realizado por supervisores, técnicos y personal del taller, la responsabilidad de cada unidad de generación de toda la empresa ya que es una corporación y cada una de ellas está dirigida por un encargado y un gerente responsable del área de mantenimiento.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La unidad de generación 2 inició los protocolos de arranque el día martes 8 de mayo del año 2016, la cual hasta el momento de su parada presentaba 26743 horas de trabajo. El día 19 de marzo del año 2018 se inició el overhaul de la unidad 2, esta unidad se consignó al equipo de mantenimiento por el lapso de 45 días en un horario de lunes a sábado y se asignó 10 técnicos mecánicos y 1 supervisor de mantenimiento.

Es importante recalcar estos antecedentes, por cuanto de acuerdo al manual de mantenimiento otorgado por la empresa proveedora HYUNDAI HIMSEN se debe parar la unidad cada 24000 horas de trabajo, situación que debe controlarse estrictamente para evitar daños en el equipo y no arriesgar la garantía de la empresa proveedora. Es necesario desarrollar y aplicar una programación de mantenimiento preventivo al detalle que garantice el funcionamiento eficiente de la unidad de generación.

1.1.2. Formulación del problema

¿La falta de revisión en los motores y realización de un mantenimiento oportuno, limita la generación de la unidad y una mejor producción en la empresa?

1.1.3. Sistematización del problema

La falta de revisión en cada una de las unidades es consecuencia a daños mayores en la misma.

El no realizar mantenimientos a su respectivo tiempo cada 24000 horas que por información del fabricante se debe realizar dicho mantenimiento las consecuencias son fatales.

A más de esto la falta del plan de mantenimiento empeora la situación de la generación de la unidad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar el plan de mantenimiento de las unidades de generación para la mejora en el servicio.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la gestión de mantenimiento de las 18 unidades de generación en la planta termoeléctrica.
- Verificar la efectividad de la gestión de mantenimiento mediante la recolección de registros de ejecución y la observación del estado de partes internas de la unidad de generación 2 durante el mantenimiento de las 24000 horas.
- Elaborar el plan de mantenimiento de acuerdo a los estándares establecidos por el proveedor, por el decreto ejecutivo 2393 y la familia de normas ISO 55000.

1.3. Justificación

La unidad 2 (BF1510) ha trabajado hasta el momento 12633 horas desde su último overhaul, por lo que es necesario realizar las tareas constantes en el manual de mantenimiento facilitado por el fabricante más las actividades adicionales recomendadas por el personal técnico de CELEC EP y las que de acuerdo a la experiencia durante el tiempo de generación se considere necesario realizar.

Se justifica también la presente investigación por cuanto se requiere desarrollar y ejecutar un programa de mantenimiento que garantice la eficiencia de la unidad de generación antes mencionada de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABI CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Realizar mantenimientos a tiempo ayudaría a reducir los costos ya que con las revisiones a su respectivo tiempo se puede garantizar mejor vida ya que así se evitarían que el generador llegue a un mayor daño, y garantizaría una mayor vida útil de la unidad así mismo se evitarían tantas pérdidas materiales, a más de esto se evitarían accidentes laborales ya que con el mal funcionamiento de la unidad por la falta de mantenimiento los accidentes incrementaron. El mal uso de los equipos de protección por parte de los técnicos al momento de laborar y la falta de exigencia por parte de los supervisores encargados al momento de realizar mantenimientos y falta de seguimiento y control por parte de sistema de seguridad en las diferentes áreas de la empresa.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. CELEC EP

CELEC EP al ser una Empresa Pública y por su ámbito de acción, se la define como un servicio público estratégico. [2]

Su finalidad es la provisión de servicio eléctrico y éste debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. [2]

Las principales actividades de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, son las siguientes: [2]

1. La generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica; para lo cual está facultada a realizar todas las actividades relacionadas, que entre otras comprende: [2]

a. La planificación, diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas no incorporados al Sistema Nacional Interconectado, en zonas a las que no se puede acceder o no resulte conveniente hacerlo mediante redes convencionales. [2]

b. Comprar, vender, intercambiar y comercializar energía con las empresas de distribución, otras empresas de generación, grandes consumidores, exportadores e importadores. [2]

c. Comprar, vender y comercializar energía con los usuarios finales en las áreas que, de acuerdo con la Ley que regula el sector eléctrico, le sean asignadas para ejercer la actividad de distribución y comercialización de energía eléctrica. [2]

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. [2]

e. Promocionar, invertir y crear empresas filiales, subsidiarias, consorcios, alianzas estratégicas y nuevos emprendimientos para la realización de su objeto. [2]

2. Asociarse con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas, mixtas o privadas, para ejecutar proyectos relacionados con su objeto social en general. [2]

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. [2]

4. O bien investigaciones científicas o tecnológicas y de desarrollo de procesos y sistemas y comercializarlos. [2]

2.1.2. TERMOESMERALDAS

En aplicación a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el 17 de noviembre de 1998, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL en proceso de liquidación, resuelve constituir la Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas.- Termoesmeraldas Sociedad Anónima, para asumir las actividades inherentes a la producción de energía Termoeléctrica de conformidad a la Ley Reformatoria de Régimen del Sector Eléctrico que declara la liquidación del Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL,. La Compañía Termoesmeraldas S.A. fue constituida con escritura pública celebrada el 16 de diciembre de 1998, ante el Notario Público Vigésimo del Cantón Quito, resolución de la Superintendencia de Compañías N° 98.1.1.1.03236 del 29 de diciembre de 1998 y registrada con el número 01 en el Registro Mercantil del mismo cantón, el 29 de enero de 1999. La empresa Termoesmeraldas S.A. inicia formalmente sus actividades

comerciales a cargo de INECEL el 1 de agosto de 1982. Las actividades de producción de Termoesmeraldas se desarrollaron como uno de los objetivos de la política energética gubernamental y la información contable como sociedad anónima se registra desde el 1 de abril de 1999 La actual Ley de Régimen del Sector Eléctrico determina la segmentación del sector en las actividades de generación, transmisión y distribución; y, comercialización, a través de Unidades de Negocio, constituidas en la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. el 13 de enero de 2009, con escritura pública, ante el Notario Décimo Séptimo del Cantón Quito. [3]

Según Decreto Ejecutivo No. 220, se creó la EMPRESA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP, conformada por Hidronación y las empresas de CELEC EP generadoras: [3]

- Hidropaute
- Hidroagoyan
- Termopichincha
- Electroguayas
- Termoesmeraldas
- Transmisora TRANSELECTRIC [3]

2.1.3. Central Termoeléctrica Jaramijó

La **Central Termoeléctrica Jaramijó se entregó** a la población Manabita el 5 de junio de 2012 generando 140MW. La construcción y operatividad de esta infraestructura fue la oportunidad para la creación de plazas de trabajo y hoy expresa la dedicación, preparación del personal para mantener en excelentes condiciones las instalaciones en beneficio de la provincia. [3]

La responsabilidad del personal capacitado va más allá de la actividad técnica, la labor también es para la comunidad (zonas de influencia) por esta razón parte de la gestión está destinada al cumplimiento de brigadas médicas, mingas y proyectos de alumbrado; cubriendo algunas de las necesidades, contribuyendo de esta manera al principio del buen vivir. [3]

2.1.4. Producción y generación de energía eléctrica

2.1.4.1. Central termoeléctrica

Una central termoeléctrica puede ser definida como un conjunto de obras y equipamientos cuya finalidad es la generación de energía eléctrica a través de un proceso que consiste en tres etapas. [4]

2.1.4.2. Etapas de generación

En las centrales térmicas convencionales, la primera etapa consiste en la quema de un combustible fósil, como carbón, óleo o gas, transformando el agua en vapor con el calor generado en la caldera. [4]

La segunda etapa consiste en la utilización de este vapor, a alta presión, para girar la turbina que, a su vez, acciona el generador eléctrico. [4]

En la tercera etapa el vapor es condensado, transferido el residuo de su energía térmica a un circuito independiente de refrigeración, retornando el agua a la caldera completando el ciclo. [4]

2.1.4.3. ¿Cómo funciona?

La potencia mecánica obtenida por el pasaje del vapor a través de la turbina haciendo con que ésta gire y en el generador que también gira acoplado mecánicamente a la turbina es que transforma la potencia mecánica en potencia eléctrica. [4]

La energía así generada es llevada a través de cables o La energía así generada es llevada a través de cables o barras conductoras, desde los terminales del generador hasta el transformador elevador, donde es elevada su tensión para una adecuada conducción a través de tensión para una adecuada conducción, a través de líneas de transmisión, hasta los centros de consumo. [4]

Desde ahí a través de transformadores Desde ahí, a través de transformadores reductores, la energía tiene su tensión elevada a niveles adecuados para la elevada a niveles adecuados para la utilización de los consumidores. [4]

2.1.5. Mantenimiento

2.1.5.1. Ingeniería de mantenimiento

La Ingeniería de Mantenimiento se manifiesta como un proceso de mejora continua, apuntando al rediseño permanente de los equipos e instalaciones, para maximizar la eficiencia de los equipos e incrementar la disponibilidad total de los mismos, a través del proceso permanente, de cuestionarse si el diseño actual del equipo es el más adecuado o si se debe cambiar parcial o totalmente. [5]

Esta actividad no es exclusiva de este departamento de Ing. Mantenimiento (IMAN), sino que se debe aplicar en toda la gerencia de mantenimiento y a través de todos los

sectores de la planta, siendo el terreno ideal el de los GMPs. Por lo expuesto, el IMAN constantemente decide entre: [5]

- Corregir
- Prevenir
- Mejorar

Esta decisión impacta económicamente en el presupuesto de mantenimiento, por ello debe buscar criterios objetivos para tomar la decisión técnica y económica más acertada. Podemos definir las funciones de IMAN en tres grandes rubros: Proyectar, Controlar y Mejorar. [5]

2.1.5.2. Opciones de estrategias organizativas

Reparaciones ordinarias o extraordinarias: Se debe decidir en función de la duración de la intervención, su complejidad, buscando bajar las tareas en las reparaciones extraordinarias, de frecuencia mayormente anuales a reparaciones ordinarias, de baja duración y frecuencia mensual o quincenal. Para ello el IMAN trabaja, simplificando las actividades, buscando facilidades y aplicando el criterio de cambios se subconjuntos y no de partes. Asimismo, depende de los recursos disponibles a nivel mano de obra, propia o de terceros, disponer del tiempo mínimo necesario y avanzar en los criterios de mantenibilidad para bajar tiempo de indisponibilidad y costos. [5]

Insourcing o Outsourcing: El IMAN debe decidir que conviene por razones de know how hacer internamente o enviar a terceros, esta decisión está influenciada por importantes condiciones de contexto de la empresa y del mercado, verificando la factibilidad técnica en ambos casos y la confiabilidad logable en cada caso antes de decidir. [5]

Uso de M. O. Administrada o Monto Global: La selección de la modalidad de pago por hora hombre consumida o por resultado técnico pactado en tiempo y calidad., depende también de factores de mercado y balance de recursos internos, como así las prioridades de asignación de recursos propios que entran en competencia entre diferentes tareas programadas, todo esto debe ser ponderado junto al GMP y Jefatura, pues errores en estas decisiones pueden implicar serios problemas técnicos o de atrasos. El IMAN debe analizar le contexto, conocer las condiciones y presentar la mejor propuesta técnica, sin perder de vista el costo y el tiempo, tratando de ofrecer la mejor alternativa para decidir. El área de mantenimiento debe apoyarse, pero al mismo tiempo evaluar con ojos críticos sus posibilidades de ejecución y control durante las reparaciones. [5]

Métodos de Trabajos: La confección de los mismos es el origen y razón de ser del IMAN desde su origen, como organización. [5]

Las características de los Métodos deben ser: [5]

Ordenados a lo largo del diseño de la metodología de ejecución. [5]

Planificado secuencialmente cubriendo todos los aspectos, no dejando nada librado a la creatividad en el momento de hacer. [5]

Asimismo, soportado por los planes de mantenimiento preventivo Optimizado, buscando reducir plazos y costos dentro de lo posible, generando estándares de trabajo los cuales al ser medidos permiten continuar con el proceso virtuoso de mejora continua. [5]

La disciplina en el cumplimiento de los pasos y secuencialidades, como así en las referencias técnicas y checks intermedios de control son imprescindibles para el éxito de ejecución del método. El incumplimiento parcial ya implica altas probabilidades de errores que no serán imputables al método sino como responsabilidad del

mantenimiento operativo por no seguir taxativamente las indicaciones indicadas en el método. [5]

2.1.5.3. Fallas esporádicas y crónicas

Su estudio seguimiento, catalogación correcta y evaluación es un claro ejemplo del control técnico sobre los equipos. [5]

Antes definimos Disponibilidad y Confiabilidad, estos parámetros son afectados por este tipo de fallas, que merecen nos detengamos en el análisis de su esencia, pues de allí surgirá el camino correcto para evitar su repetición, será un verdadero diagnóstico donde se determinará el origen, los factores contribuyentes y desencadenantes para su ocurrencia, y por lo tanto un plan de resolución adecuado, que implica el uso de cualquiera de las políticas antes mencionadas, MBT, MBC. Según la tabla de arriba, se ve que los desperfectos esporádicos son eventos que, se verifican casualmente y que directamente son considerados por mantenimiento. Son evidentes, con limitada o nula previsibilidad, y generalmente con impactos productivos importantes. [5]

En estos casos Ingeniería de Mantenimiento, se limita a analizarlos puntualmente para tratar de descubrir la causa raíz, que la mayoría de las veces son defectos de diseño o sobrecargas. Los desperfectos crónicos, en la misma tabla son ambiguos, su repetición es frecuente, la relación causa/efecto no es clara, las acciones correctivas son complejas y el impacto económico puede ser importante si perduran en el tiempo. En estos casos Ingeniería de Mantenimiento debe recurrir a investigar en el sistema de mantenimiento, la información sobre tasas de desperfecto, elaborar Pareto, visualizar las causas y proponer mejoras. Ingeniería de Mantenimiento, tiene la posibilidad de analizar y eliminar los desperfectos crónicos de elevada complejidad, cuando el Mantenimiento Operativo no cuenta con los conocimientos y/o con los instrumentos necesarios. [5]

Las máquinas acumulan pequeños desperfectos que afectan a aparatos accesorios, pero no impiden que las máquinas funcionen. Generalmente son sensores de campo e

instrumentos. Cuando esto ocurre se entra en un camino de degradación creciente que no sólo perjudica, el funcionamiento de la máquina y la calidad del producto, sino que además prepara el terreno para desperfectos graves que pueden ocurrir a continuación. Ingeniería de Mantenimiento debe intervenir en estos casos, desempeñando una auditoría en el campo y sensibilizar al personal de mantenimiento y de producción. [5]

2.1.5.4. Propósito del mantenimiento

Las máquinas acumulan pequeños desperfectos que afectan a aparatos accesorios, pero no impiden que las máquinas funcionen. Generalmente son sensores de campo e instrumentos. Cuando esto ocurre se entra en un camino de degradación creciente que no sólo perjudica, el funcionamiento de la máquina y la calidad del producto, sino que además prepara el terreno para desperfectos graves que pueden ocurrir a continuación. Ingeniería de Mantenimiento debe intervenir en estos casos, desempeñando una auditoría en el campo y sensibilizar al personal de mantenimiento y de producción. [5]

2.2. Marco referencial

2.2.1. Modelos de mantenimiento

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos de mantenimiento que hay, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable; incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que no se produce una avería. [6]

La inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema. [6]

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles. [6]

2.2.2. Modelo correctivo

Muchas empresas optan por el mantenimiento correctivo, es decir, la reparación de averías cuando surgen, como base de su mantenimiento: más del 90% del tiempo y de los recursos empleados en mantenimiento se destinan a la reparación de fallos. [7]

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas indudables: [7]

No genera gastos fijos

No es necesario programar ni prever ninguna actividad

Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo

A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico

Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos. [7]

Esas son las razones que en muchas empresas inclinan la balanza hacia el correctivo. No obstante, estas empresas olvidan que el correctivo también tiene importantes inconvenientes: [7]

La producción se vuelve impredecible y poco fiable. Las paradas y fallos pueden producirse en cualquier momento. Desde luego, no es en absoluto recomendable basar el mantenimiento en las intervenciones correctivas en plantas con un alto valor añadido del producto final, en plantas que requieren una alta fiabilidad o las que producen en campañas cortas (industria relacionada con la agricultura). [7]

Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes

La vida útil de los equipos se acorta

Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. Por ello, la avería puede repetirse una y otra vez. [7]

Hay tareas que siempre son rentables en cualquier tipo de equipo. Difícilmente puede justificarse su no realización en base a criterios económicos: los engrases, las limpiezas, las inspecciones visuales y los ajustes. Determinados equipos necesitan además de continuos ajustes, vigilancia, engrase, incluso para funcionar durante cortos periodos de tiempo. [7]

Los seguros de maquinaria o de gran avería suelen excluir los riesgos derivados de la no realización del mantenimiento programado indicado por el fabricante del equipo. [7]

Las averías y los comportamientos anormales no sólo ponen en riesgo la producción: también pueden suponer accidentes con riesgos para las personas o para el medio ambiente. [7]

En la mayor parte de las empresas difícilmente las ventajas del correctivo puro superarán a sus inconvenientes. La mayor parte de las empresas que basan su mantenimiento en las tareas de tipo correctivo no han analizado en profundidad si esta es la manera más rentable y segura de abordar el mantenimiento, y actúan así por otras razones. [7]

2.2.3. La externalización del mantenimiento correctivo

Las empresas deciden externalizar la reparación de averías en los siguientes cinco casos: Cuando está incluido en el contrato: cuando el servicio está incluido dentro de un contrato de gran alcance, como un contrato integral o un contrato de operación y mantenimiento, por ejemplo. [7]

Cuando no existe un departamento de mantenimiento: cuando no se dispone de ningún tipo de estructura de mantenimiento. En estos casos, cualquier problema que no sea sencilla ha de ser contratado a una empresa de mantenimiento. [7]

Cuando supone una carga inadmisibles de trabajo adicional: cuando disponiendo de una estructura de mantenimiento esta está infradimensionada, está desbordada de trabajo o cuando supone un aumento puntual de la carga de trabajo insostenible. [7]

Cuando no se tienen los medios o los conocimientos necesarios: cuando no se dispone de conocimientos o medios técnicos suficientes para abordar la reparación, por ser tecnologías novedosas y desconocidas en la planta o por haber recibido la formación y entrenamiento necesario. [7]

Cuando el equipo está en garantía: en el caso de equipos en garantía se prefiere contar con el servicio técnico del suministrador para evitar conflictos de responsabilidad. [7]

2.2.4. Modelo preventivo

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y mantenimiento. [7]

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo. Dentro del mantenimiento planeado se contempla el mantenimiento predictivo. El Mantenimiento Correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y Condiciones dirigidas de los equipos). [7]

2.2.5. Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo

Pasos necesarios para establecer un programa efectivo de mantenimiento preventivo. Probablemente su modelo tenga algunas diferencias no significativas, dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores, pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado. [7]

1.- Determine las metas y objetivos. El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente qué es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos. Si tiene alguna dificultad con sus metas puede tomar algunos "tips" de la lista de beneficios del programa de mantenimiento mencionado con anterioridad, mostramos ahora algunos ejemplos muy simples: [7]

Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60%.

Reducir las fallas en un 70%.

Incrementar el radio del mantenimiento programado respecto al mantenimiento reactivo en una proporción 2 a 1. [7]

2.- Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo. Decida qué tan extenso pueda ser su programa de mantenimiento preventivo. Qué debe de incluir y dónde debe de iniciar. [7]

a).- Maquinaria y Equipo a incluir. La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; Algunas veces esto es muy fácil y otras veces no esto depende de lo que manufacture su compañía; piense en su lista y acuda a sus clientes (producción, cabezas de departamento) y pregúnteles después de todo, ellos son las personas a quienes debe atender. Haga de su programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos. [7]

b).- Áreas de operación a incluir. Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que probó que se obtienen resultados. [7]

c).- Decida si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo. Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.) Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo). Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.) O cualquier otro subsistema La maquinaria y equipo que seleccionó para incluir en el programa, determinará si necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios pero también influirá en sus recursos disponibles. Tenga esto siempre presente e inclúyalo en su propuesta original. [7]

d) Declare la posición del mantenimiento preventivo. Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión. No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente. [7]

e) Medición del mantenimiento preventivo. Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todas bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso. [7]

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan. Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de

este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo. También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios. Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa. Así es como fueron concebidos otros programas pobres. [7]

f) Desarrolle un plan de entrenamiento. No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló. [7]

g).- Reúna y organice los datos. [7]

Esta puede ser una actividad bastante pesada

- Independientemente de si tiene implementado o no, un sistema completo. (CMMS).
- Recuerde que estamos hablando del programa de mantenimiento preventivo.
- Son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un programa de mantenimiento preventivo. [7]

2.2.6. Plan de mantenimiento inicial

Plan de mantenimiento inicial basado en instrucciones del fabricante. La preparación de un plan de mantenimiento basado en las instrucciones de los fabricantes tiene tres fases: [8]

- Fase 1: Recopilación de instrucciones. [8]

Realizar un plan de mantenimiento basado en las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta no es más que recopilar toda la información existente en los manuales de operación y mantenimiento de estos equipos y darle al conjunto un formato determinado. [8]

Es conveniente hacer una lista previa con todos los equipos significativos de la planta. A continuación, y tras comprobar que la lista contiene todos los equipos, habrá que asegurarse de que se dispone de los manuales de todos éstos. El último paso será recopilar toda la información contenida en el apartado mantenimiento preventivo que figura en esos manuales, y agruparla de forma operativa. [8]

Si el equipo de mantenimiento está dividido en personal mecánico y personal eléctrico, puede ser conveniente dividir también las tareas de mantenimiento según estas especialidades. [8]

- Fase 2: La experiencia del personal de mantenimiento.

Con esta recopilación el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los propios técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de fabricantes. Es posible que algunas tareas que pudieran considerarse convenientes no estén incluidas en las recomendaciones de los fabricantes por varias razones: [8]

a) El fabricante no está interesado en la desaparición total de los problemas, ya que diseñar un equipo con cero averías puede afectar su facturación. [8]

b) El fabricante no es un especialista en mantenimiento, sino en diseño y montaje. [8]

c) Hay instalaciones que se han realizado en obra, y que no responden a la tipología de equipo, sino más bien son un conjunto de elementos, y no hay fabricante como tal, sino tan sólo un instalador. En el caso de que haya manual de mantenimiento de esa instalación, es dudoso que sea completo. Es el caso, por ejemplo, del ciclo agua-vapor que es un conjunto de tuberías, soportes y válvulas. Podemos encontrar instrucciones para ellas, pero también las tuberías y los soportes necesitan determinadas inspecciones. [8]

Además, el ciclo agua-vapor se comporta como un conjunto, son necesarias determinadas pruebas funcionales del conjunto para determinar su estado. [8]

En otros casos el plan de mantenimiento que propone el fabricante es tan exhaustivo que contempla la sustitución o revisión de un gran número de elementos que evidentemente no han llegado al máximo de su vida útil, con el consiguiente exceso de gasto. Cuantas más intervenciones de mantenimiento preventivo sean necesarias, más posibilidades de facturación tiene el fabricante. Además, está el problema de la garantía, si un fabricante propone multitud de tareas y éstas no se llevan a cabo, el fabricante puede alegar que el mantenimiento preventivo propuesto por él no se ha realizado, y que ésa es la razón de la falla, no haciéndose pues responsable de su solución en el periodo de garantía, con la consiguiente facturación adicional. [8]

- Fase 3: Mantenimiento legal.

Por último, no debe olvidarse que es necesario cumplir con las diversas normas reglamentarias vigentes en cada momento. Por ello, el plan debe considerar todas las obligaciones legales relacionadas con el mantenimiento de determinados equipos. Son sobre todo tareas de mantenimiento relacionadas con la seguridad. Algunos de los equipos sujetos a estas normas en una central de ciclo combinado son las siguientes: [8]

- Sistema de alta tensión.
- Torres de refrigeración.
- Puentes grúa.
- Vehículos. [8]
- Tuberías y equipos a presión.
- Instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido
- Sistemas de control de emisiones y vertidos.
- Sistemas contra incendios.
- Sistemas de climatización de edificios.
- Intercambiadores de placas. [8]

2.2.7. Mantenimiento según condición

El momento oportuno para llevar a cabo el mantenimiento correctivo se debe determinar monitorizando alguna condición, aunque no siempre es fácil encontrar un parámetro fácilmente monitorizable que muestre el deterioro del equipo. [9]

En el caso de que sí se pueda, se reduce, o incluso se elimina, el factor probabilístico en la predicción del fallo, maximizándose la vida del elemento y minimizándose las consecuencias del fallo. Sin embargo, el mantenimiento basado en el estado o condición puede ser costoso el tiempo e instrumentación. [9]

La conveniencia de esta política y su periodicidad dependerá de las características de deterioro del equipo estudiado y de los costes que éste implica. [9]

En el extremo más simple, los equipos de fácil sustitución, como puede ser una pastilla de freno, pueden comprobarse a intervalos cortos y con poco coste. En el extremo contrario, los equipos de difícil sustitución, por ejemplo, un motor, pueden requerir un desmontaje completo para su inspección visual, pero con este tipo de equipos se pueden utilizar técnicas de monitorización de vibraciones, pulsos de choque, análisis de aceite, termografías. El alto coste de instrumentación se justificará por los elevados costes de reparación o por las pérdidas de indisponibilidad. [9]

2.2.8. La planificación del mantenimiento programado

Planificar el mantenimiento, significa determinar cuándo y quién realizará cada una de las gamas y rutas que pueden componer un plan de mantenimiento. Se deberá tener en cuenta que: [10]

En la planificación, se asigna un responsable a cada tarea. [10]

En el momento en que haya que realizar una tarea, no hay otra asignada en el mismo momento al mismo responsable (esto no es una obviedad, un error en este sentido, puede dejar a un cliente esperándonos y puede trastocar la planificación sucesiva inmediata). [10]

Determinar de forma unívoca día y horario para la realización de las tareas diarias y semanales; aunque deberíamos ser igual de exhaustivos para las mensuales y anuales, aproximaremos al menos semana y mes, respectivamente, porque siempre se precisará de un margen de maniobra por cuestiones de producción. [10]

2.2.9. Gestión de operación de mantenimiento

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial. [11]

Las operaciones de mantenimiento datan de la Revolución Industrial, cuando los procesos comenzaron a exigir un mejor desempeño, con lo cual las tareas se volvieron más complejas, requiriendo de una organización y recursos especiales, en aquella época las tareas eran básicamente correctivas. A raíz de la Segunda Guerra Mundial, nace el concepto de fiabilidad, lo que implicaba que el objetivo del mantenimiento pasaba de solucionar problemas a prevenir su ocurrencia. [11]

En la actualidad las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multidepartamentos, entre otras, que permitan planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción. [11]

2.3. Marco legal

2.3.7. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

2.3.8. Capítulo IV UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS FIJAS

Art. 91. UTILIZACIÓN

1. Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas. [12]
2. Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar. [12]
3. No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos. [12]
4. Para las operaciones de alimentación, extracción y cambio de útiles, que por el peso, tamaño, forma o contenido de las piezas entrañen riesgos, se dispondrán los mecanismos y accesorios necesarios para evitarlos. [12]

Art. 92. MANTENIMIENTO

1. El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado. [12]
2. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas. [12]

3. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha. En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente. [12]

4. La eliminación de los residuos de las máquinas se efectuará con la frecuencia necesaria para asegurar un perfecto orden y limpieza del puesto de trabajo. [12]

2.3.9. Capítulo VI HERRAMIENTAS MANUALES

Art. 95. NORMAS GENERALES Y UTILIZACIÓN

1. Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño para la operación a realizar, y no tendrán defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización. [12]

2. La unión entre sus elementos será firme, para quitar cualquier rotura o proyección de los mismos. [12]

3. Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Estarán sólidamente fijados a la herramienta, sin que sobresalga ningún perno, clavo o elemento de unión, y en ningún caso, presentarán aristas o superficies cortantes. [12]

4. Las partes cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas. [12]

5. Toda herramienta manual se mantendrá en perfecto estado de conservación. Cuando se observen rebabas, fisuras u otros desperfectos deberán ser corregidos, o, si ello no es posible, se desechará la herramienta. [12]

6. Durante su uso estarán libres de grasas, aceites u otras sustancias deslizantes. [12]

7. Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados. [12]

8. Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, para evitar su caída sobre los trabajadores.

9. Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas. [12]

10. Los operarios cuidarán convenientemente las herramientas que se les haya asignado, y advertirán a su jefe inmediato de los desperfectos observados. [12]

11. Las herramientas se utilizarán únicamente para los fines específicos de cada una de ellas. [12]

Art. 102. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Todo aparato de izar después de su instalación, será detenidamente revisado y ensayado por personal especializado antes de utilizarlo. Se harán controles periódicos del aparato y los controles deben ser documentados con un registro. [12]

2. Los elementos de los aparatos elevadores sometidos a esfuerzo, incluso las guías serán: [12]

a) Revisados por el operador al iniciar cada turno de trabajo, detectando si hay partes sueltas o defectuosas. [12]

b) Inspeccionados minuciosamente los cables, cadenas, cuerdas, ganchos, eslingas, poleas, frenos, controles eléctricos y sistemas de mando, por lo menos cada tres meses.

c) Ensayados después de cualquier alteración o reparación importante. [12]

d) Inspeccionados y probados completamente en sus partes principales y accesorios, por lo menos una vez al año por personal técnicamente competente. [12]

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ, VÍA MANTA – ROCAFUERTE KM 5 $\frac{1}{2}$ ENTRADA A POZO LA SABANA.



3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Descriptiva

Se aplicó basada en un diagnóstico realizado a los problemas que conlleva la producción de los motores a nivel industrial, mediante el cual se describió la problemática sobre el problema que presentan por la falta de mantenimientos.

3.2.2. Bibliográfica

Este tipo de investigación consistió en la búsqueda de información basada en investigaciones científicas, normas en cuanto a los requerimientos de motores, los cuales son el fundamento para el análisis y discusión de los resultados obtenidos.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Observación

La técnica de la observación, consiste en una guía de observación. Mediante el recorrido a las instalaciones del cuarto de máquinas nos ayudó a identificar problemas en las unidades de generación.

3.3.2. Entrevista

La técnica de la entrevista, cuyo instrumento permite materializar la misma es “guía de la entrevista” realizada al gerente de la empresa. Aquella ayudo a buscar a fondo el problema de la falta de mantenimiento.

3.3.3. Encuesta

La técnica de la encuesta, permitió recabar información relevante del problema con un cuestionario de 6 preguntas realizado a los supervisores, que no permite interactuar directamente con la fuente que siempre será un sujeto.

3.3.4. Deductivo

Se puede deducir que el principal problema de generación de los motores de cara a la unidad de generación se debe a la falta de mantenimiento.

3.3.5. Analítico

Se empleó para analizar factores de estudios que permitieron la realización del plan de mantenimiento lo cual nos llevaron a conocer los resultados esperados.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Se procedió a recopilar la información de fuentes primarias como; entrevista, encuesta y secundarias como son; tesis similares en cuanto al plan de mantenimiento preventivos y correctivos, investigaciones y normativas nacionales e internacionales referidas al plan de mantenimiento.

3.5. Diseño de la investigación

En esta investigación se realizó un diseño no experimental ya que se hizo de forma deliberada sin manipular variables, se observaron los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado para luego analizarlos.

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Entrevista realizada al gerente de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ

3.6.1.1. Preguntas

1. ¿Está enterado del overhaul de cada unidad de generación?
2. ¿Realiza reuniones para informarse del estado de cada unidad?
3. ¿Tienen un plan de mantenimiento?
4. ¿Piensan realizar su propio plan de mantenimiento?
5. ¿Quiénes son los responsables de que no estén en buen estado las unidades?
6. ¿Qué pasaría si no dan solución al mal estado en que se encuentran las unidades por falta del plan de mantenimiento?

3.6.2. Encuesta realizada a los 6 supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ

3.6.2.1. Pregunta

¿Con qué frecuencia realizan overhaul a las unidades de generación?

3.6.2.2. Pregunta

¿Cumplen con algún porcentaje del plan de mantenimiento entregado por la empresa HYUNDAI HIMSEN?

3.6.2.3.Pregunta

¿Los daños en las diferentes unidades con qué frecuencia son?

3.6.2.4.Pregunta

¿Llevan un control de horas de funcionamiento de cada unidad?

3.6.2.5.Pregunta

¿Por qué no cumplen con el plan de mantenimiento otorgado por la empresa proveedora HYUNDAI HIMSEN?

3.6.2.6.Pregunta

¿Realizan informes sobre el estado de las unidades?

3.7. Tratamiento de los datos

Los datos presentados en la investigación se tabularon los datos mediante la herramienta de Excel, se utilizaron graficas circulares.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.2. Talento humano

En la ejecución de esta investigación intervino el director de proyecto de investigación, los empleados de la empresa y la persona encargada de realizar la investigación.

3.8.3. Materiales y equipos

A continuación, se presentan la lista de materiales y equipos utilizados:

Tabla 1: Materiales, equipos utilizados en la investigación de los motores para analizar su estado real.

Materiales	Equipos	Otros
Casco	Remachadora	Computadora
Guantes de nitrilo	Destornillador	Memoria USB
Guantes de látex	Compresor	Impresora
Zapatos punta de acero	Soldadora	
Gafas de protección	Sistema contra incendios	
Guantes anti corte		
Mascarilla		
Protectores auditivos		

Elaborado por: Villarreal Kimberly (2018)

3.9. Procedimental

Esta investigación se la realizó con las respectivas observaciones y registros de información en el campo cumpliendo con los procedimientos de seguridad industrial, medio ambiente de la empresa bajo la supervisión de los técnicos de planta, se utilizaron los respectivos materiales con la finalidad de evitar algún accidente dentro del cuarto de máquinas al momento de recolectar la información.

Como así mismo se utilizaron equipos necesarios para dicha investigación.

CAPÍTULO IV
RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.2. Análisis de la gestión de mantenimiento

La empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMO MANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ cuenta con 18 unidades de generación, las mismas que no se encuentran en buen estado cada unidad cuenta con problemas por paros de emergencia por falta de revisiones constantes.

Es fácil detectar los problemas de la deficiencia de los motores ya que radica en la mala organización de la empresa por la falta de supervisión y exigencias de parte de los responsables cabe decir que la empresa cuenta técnicos encargados de realizar los mantenimientos, pero estos son autorizados por sus supervisores, el problema radica en la mala organización y falta de responsabilidad.

Las 18 unidades de generación deben tener constantes revisiones y no son realizadas por lo que se ocasionan paros innecesarios y pérdida de generación para la empresa, se analiza que es irresponsabilidad ya que cuentan con un plan de mantenimiento otorgado por la empresa HYUNDAI HIMSEN y no es utilizado correctamente ya que no solo no realizan los mantenimientos cuando cada unidad cumple sus horas y lo requiere si no que no aplican un plan de mantenimiento.

El principal problema radica en que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento sus motivos son por descuido por falta de comunicación e irresponsabilidad, a más de que causa pérdidas económicas y pone en riesgos la vida de las personas ya que las unidades en mal estado llegan a tener graves problemas y por descuidos hay grandes accidentes.

La empresa no solo está en riesgos por la falta de mantenimiento a más de esto la falta de seguridad en la empresa ya que no hay suficiente control para evitar accidentes laborales, los accidentes son muy constantes, ya sea por no usar sus equipos de protección personal dentro del cuanto de máquinas al momento del realizar el mantenimiento, o también por que la empresa no siempre provee de los equipos de protección personal para todos los trabajadores y aun así trabajan exponiendo sus vidas.

4.1.3. Entrevista realizada al gerente de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ

4.1.3.3. Preguntas y respuestas

7. ¿Está enterado del overhaul de cada unidad de generación?

Si, cuando presentan informes sobre la situación en que se encuentran las unidades.

8. ¿Realiza reuniones para informarse del estado de cada unidad?

No, porque no me encontraba en la empresa durante 6 meses estuve fuera y ahora recién en estos días estoy planificando una reunión con los supervisores de las diferentes áreas.

9. ¿Tienen un plan de mantenimiento?

Si contamos con un plan de mantenimiento otorgado por la empresa HYUNDAI HIMSEN, pero no es 100% aplicable en los mantenimientos.

10. ¿Piensan realizar su propio plan de mantenimiento?

Sí, estamos por realizar nuestro propio plan de mantenimiento ya que la empresa está teniendo muchos paros debido a que no están en buen estado las unidades.

11. ¿Quiénes son los responsables de que no estén en buen estado las unidades?

De todos, desde los representantes de la empresa, gerencia, supervisores y técnicos, debido a la falta de responsabilidad y colaboración de todos.

12. ¿Qué pasaría si no dan solución al mal estado en que se encuentran las unidades por falta del plan de mantenimiento?

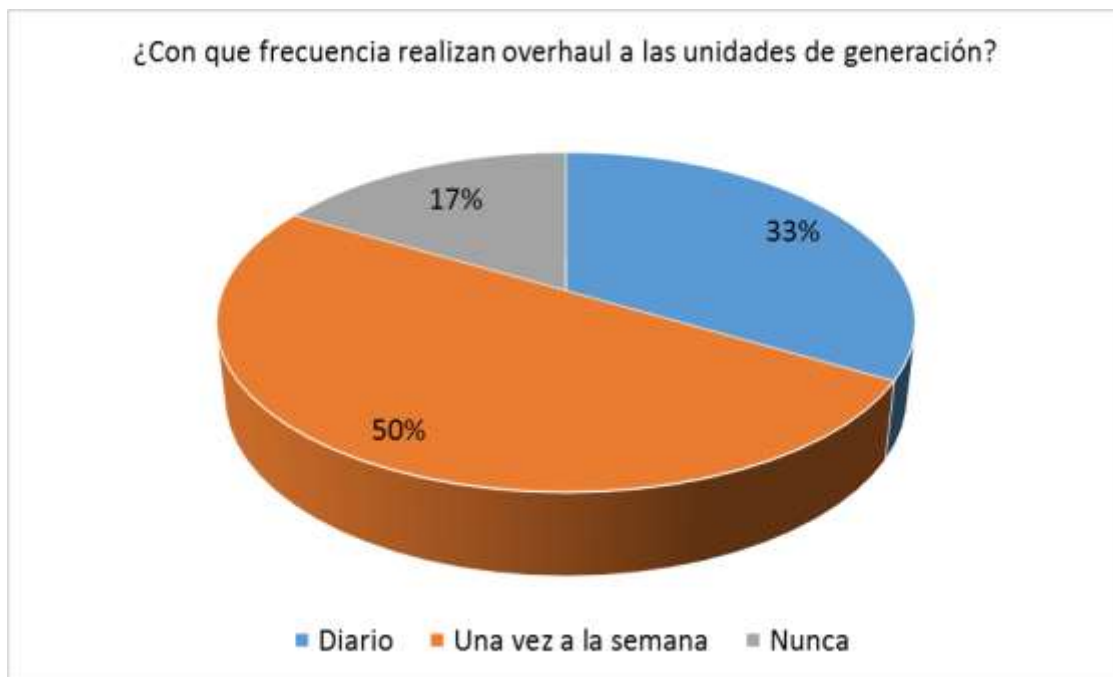
La empresa ya está teniendo pérdidas económicas y grandes por la falta de organización y responsabilidad, lo peor que puede pasar es que todos los generadores paren definitivamente y la empresa lleguen a su fin, al momento ya contamos con la explosión de una unidad por descuidos y esto ya es una gran pérdida para el estado.

3.6.3. Encuesta realizada a los supervisores de la empresa

3.6.3.1. Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 1: Encuesta

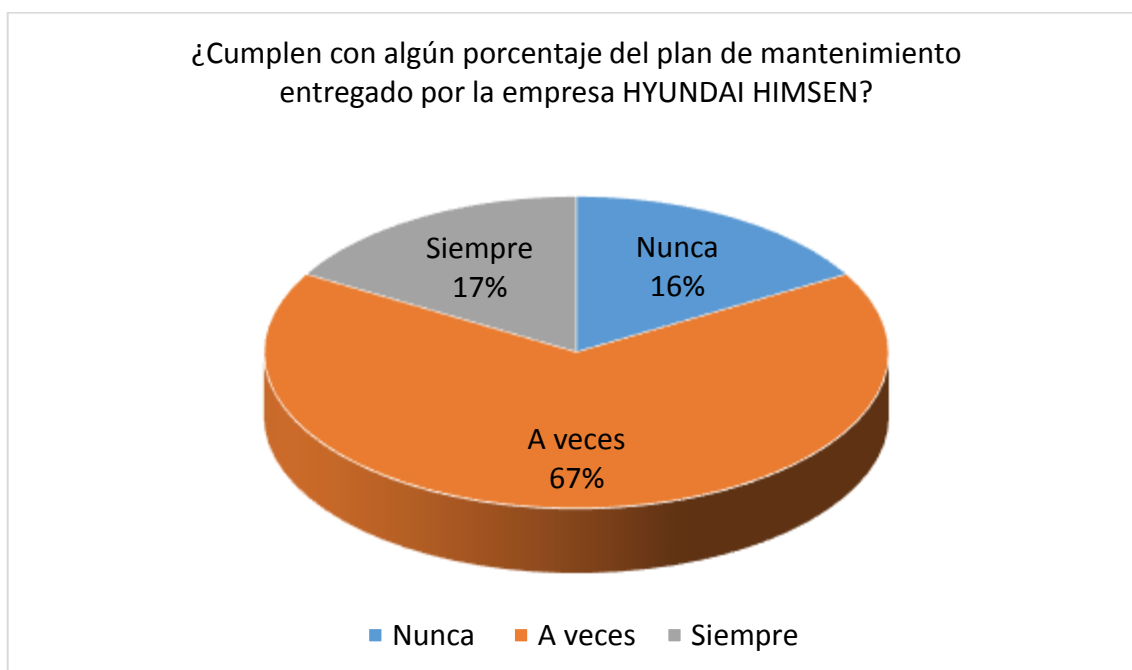


Interpretación: Un 17% nunca realizan overhaul, el 33% realizan a diario y el 50% una vez a la semana. Los daños constantes en la empresa se deben a la falta de revisión de las unidades de generación causando paros innecesarios y pérdidas económicas.

3.6.3.2. Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 2: Encuesta

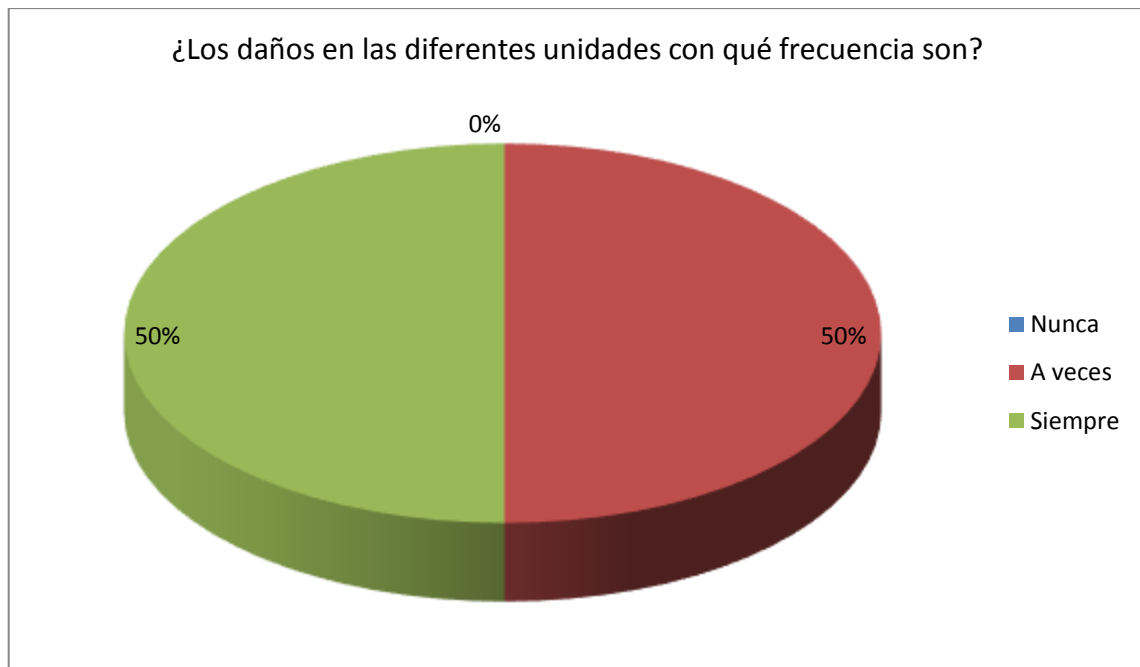


Interpretación: Un 16 % de supervisores nunca cumplen con el plan de manteniendo entregado por la empresa proveedora, el 17% siempre lo cumple y el 67% a veces. Consecuencia e no cumplir con el plan de mantenimiento es el daño en motores y paros innecesarios por irresponsabilidad de los supervisores.

4.6.2.3.Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 3: Encuesta

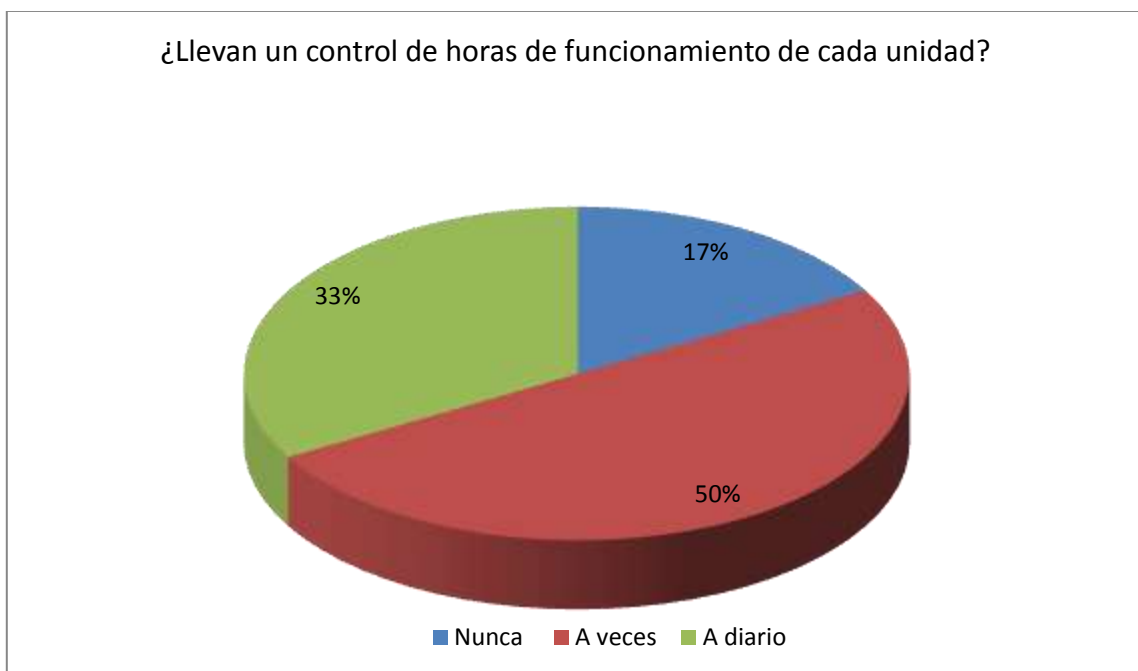


Interpretación: Un 50% dice que los daños son siempre y el otro 50% a veces, el 0% respondió que nunca. Ya que los daños son constantes respondieron que nunca hay cero daños en las unidades.

4.6.2.4.Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 4: Encuesta



Interpretación: Un 17% nunca lleva un control de horas de funcionamiento, el 33% a diario y un 50% lleva un control en ocasiones. Ya que no se lleva un control adecuado de las horas de funcionamiento de cada unidad los mantenimientos no son realizados a tiempo, y por esto se ocasionan mayores daños.

4.6.2.5.Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 5: Encuesta

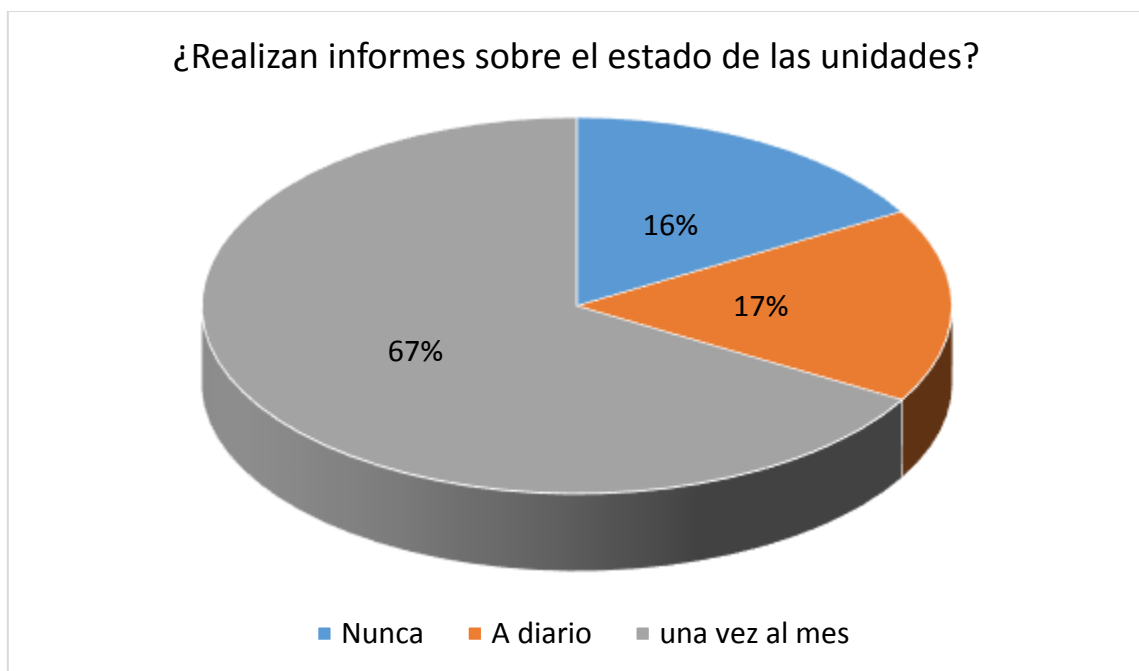


Interpretación: El 17% no cumple con el plan de mantenimiento por falta de comunicación el 16% por descuido y un 67% por falta de organización. Por el incumplimiento del plan de mantenimiento las consecuencias en la empresa son grandes ya que los daños en las unidades tienen grandes consecuencias y la pérdida de generación y costo son grandes.

5.6.2.3.Pregunta

Realizada a 6 de los supervisores de la empresa CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOMANABÍ CENTRAL TÉRMICA JARAMIJÓ.

Gráfico 6: Encuesta



Interpretación: Un 16% nunca realiza informes del estado en que se encuentran las unidades, un 17% lo realiza a diario, y un 67% una vez al mes. La falta de informes es consecuencia de que las autoridades desconozcan el estado de las unidades y no puedan actuar a su respectivo tiempo para así evitar pérdidas.

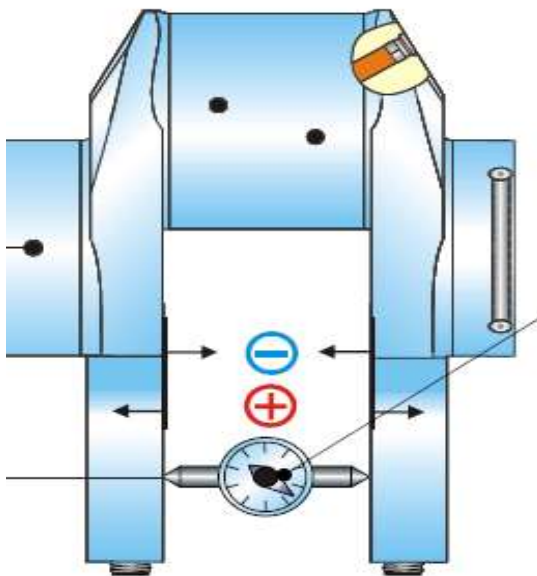
4.1.4. Verificación de la gestión del Plan de Mantenimiento

4.1.4.1. Novedades relevantes encontradas durante el OVH

Durante la verificación de la gestión en el desarrollo del overhaul se encontró novedades en el proceso de desarmado que, si bien es cierto no afectaron el funcionamiento de la unidad en su proceso de generación antes del mantenimiento, era necesario realizar la respectiva corrección, las principales novedades fueron:

- Parámetros de rugosidad del cigüeñal cerca del rango máximo permisible y fuera en algunos casos.

Gráfico 7: Cigüeñal medición



Fuente: CELEC EP

- Presencia de agua en cámara de combustión en 11 cilindros

Gráfico 8: Cámara de combustión



Fuente: CELEC EP

- Rodillos de seguidores de leva fuera de parámetros.
- 11 cabezotes fisurados, lo que ocasionó que exista agua en la cámara de combustión de cada cilindro
- Elongación de espárragos de cabezote fuera de parámetros según catálogo, sin embargo, según registros de motor a las 6000 horas nuevo la misma no ha variado.

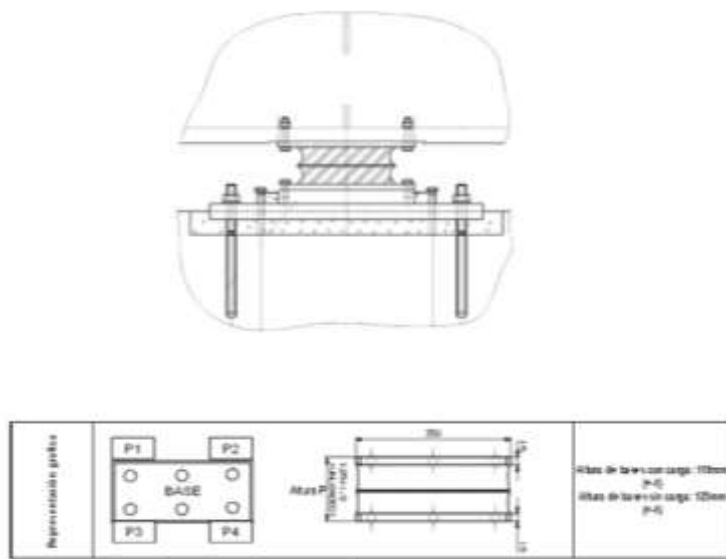
Gráfico 9: Elongación de espárragos



Fuente: CELEC EP

- 11 camisas fuera de parámetros debido a la presencia de agua en la cámara de combustión de las mismas.
- Fuga de agua por enfriador de aceite.
- Bases elastoméricas no se había realizado el cambio posterior a terremoto del 16 de abril del 2016.

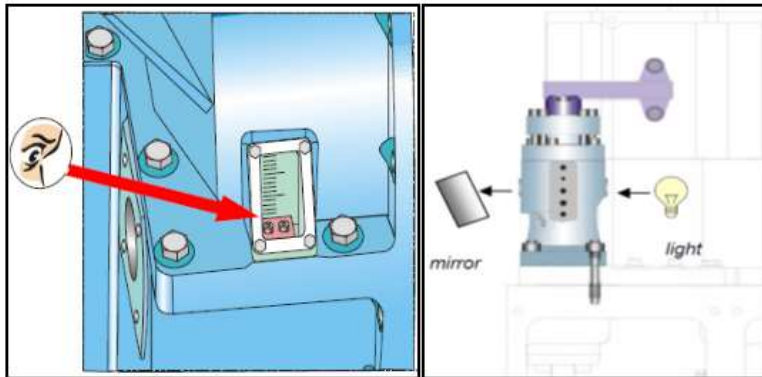
Gráfico 10: Base elastomérica



Fuente: CELEP EP

- Estanqueidad de cilindros por debajo de los parámetros requeridos.
- Falta cañería de vapor desde filtro dúplex de combustible hasta bombas de inyección.

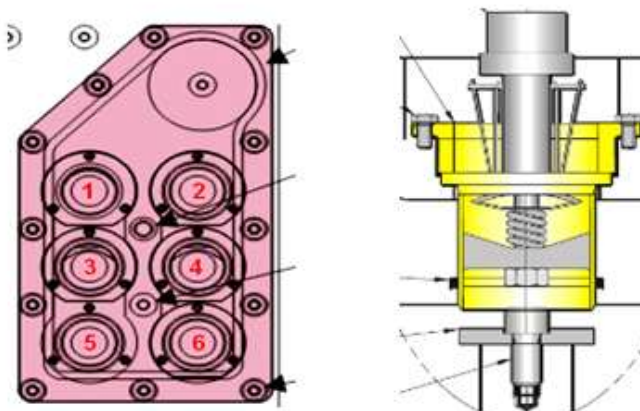
Gráfico 11: Medición de ángulo de inyección



Fuente: CELEC EP

- Perno roto en distribuidor de combustible cerca de cilindro B1.
- Tuberías de combustible con desgaste en asiento de orings.
- Flexible de salida de gases de cárter en mal estado.
- Juntas de entrada y salida de HT y LT en mal estado.
- Válvulas de seguridad activadas cilindros B4, B5, B7.

Gráfico 12: Válvulas termostáticas



Fuente: CELEC EP

4.1.5. Elaboración del plan de mantenimiento

4.1.5.1. Estándares establecidos por el decreto 2393 y la familia de normas ISO 55000

Para la elaboración del plan se utilizaron los estándares por el decreto ejecutivo 2395 y la familia de normas ISO 55000.

4.1.5.1.1. Decreto ejecutivo

Art. 91. UTILIZACIÓN

No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.

Art. 92. MANTENIMIENTO

1. El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado.
2. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
3. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha. En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

Art. 95. NORMAS GENERALES Y UTILIZACIÓN

Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño para la operación a realizar, y no tendrán defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.

Art. 102. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Todo aparato de izar después de su instalación, será detenidamente revisado y ensayado por personal especializado antes de utilizarlo. Se harán controles periódicos del aparato y los controles deben ser documentados con un registro.
2. Los elementos de los aparatos elevadores sometidos a esfuerzo, incluso las guías serán:
 - a) Revisados por el operador al iniciar cada turno de trabajo, detectando si hay partes sueltas o defectuosas.
 - b) Inspeccionados minuciosamente los cables, cadenas, cuerdas, ganchos, eslingas, poleas, frenos, controles eléctricos y sistemas de mando, por lo menos cada tres meses.
 - c) Ensayados después de cualquier alteración o reparación importante.

4.1.5.1.2. Normas ISO 55000

2.3 Activos

Un activo es algo que posee un valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero.

El periodo desde la generación de un activo hasta el final de su vida del activo. La vida del activo no necesariamente coincide con el periodo durante el cual cualquier organización tiene responsabilidad sobre el mismo; en cambio, un activo puede proporcionar valor potencial o real a una o más organizaciones a lo largo de la vida del activo y el valor del activo para una organización puede cambiar a lo largo de la vida del activo.

Una organización puede elegir gestionar sus activos como un grupo, en vez de individualmente, de acuerdo con sus necesidades y para alcanzar beneficios adicionales. Tales agrupamientos de activos pueden ser por tipo de activos, sistemas de activos o portafolio de activos

4.1.6. Características del motor de combustión interna

Las unidades de generación eléctrica, las que se encuentran conformados por un motor de combustión interna de marca HYUNDAI HIMSEN 18H32/40V de las siguientes características.

Tabla 2: Características del motor de combustión interna

TIPO DE MOTOR	Inyección directa vertical de 4 tiempos De simple efecto y tipo de pistón de
CONFIGURACION DE CILINDROS	tipo en V
NUMERO DE CILINDROS	18
VELOCIDAD NOMINAL	720
DIAMETRO DE CILINDRO	320MM
CARRERA DE PISTÓN	400MM
CILINDRO	32.2 DM3
VELOCIDAD MEDIA DEL PISTÓN	9.6 M/S
PRESION MEDIA EFECTIVA	25.9 BAR
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	15:1
DIRECCIÓN DE GIRO	DIRECCIÓN A LAS AGUJAS DE RELOJ
ORDEN DE ENCENDIDO	1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 8 - 6 - 4 - 2

Elaborado por: Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.1. Repuestos utilizados, HH y costos

4.1.6.1.1. Repuestos y costos

Tabla 3: Repuestos para el plan de 24000 horas

CONJUNTO	CODIGO DE BODEGA	Nº DE PARTE	REPUESTOS	TOTAL SOLICITADO	TOTAL RECIBIDOS	COSTO TOTAL \$
Engine Block	E35.E0130001013	L13000-902	GASKET	2	2	\$ 191.75
	E35.E0130001015	L13000-908	EMPAQUE 908	1	1	\$ 48.00
	E35.E0130001014	L13000-906	EMPAQUE 906	2	2	\$ 95.82
Main/Thrust Bearings	E35.C1031001014	L32250-251	MAIN BEARING	10	10	\$ 4,926.72
	E35.A0541001024	L32250-252	THRUST WASHER	4	4	\$ 3,880.55
Cylinder Linear Water Jacket	E35.A0541001022	L15000-191	SEALING RING	3	3	\$ 131.22
	E35.R0306006100	L15000-192	O-RING 402x6.99	8	8	\$ 415.93
	E35.R0306006058	L15000-901	O-RING 193XB-4	18	18	\$ 315.72
	E35.R0306006060	L15000-902	O-RING	18	18	\$ 206.25
Cover for Exhaust Side	E35.A0541001112	L19500-380	GASKET	17	17	\$ 21.60
	E35.R0306006101	L19500-390	SEALING RING FOR CRANECASE COVER	18	18	\$ 547.35
	E35.O0078001044	L39300-363	SEALING RING FOR CAMSHAFT COVER	18	18	\$ 432.77
			ORING DE VALVULA DE SEGURIDAD	5	5	\$ 33.94
Cylinder Head Assembly	E35.V0031005008	L21100-111	VALVE INSERT - INLET	4	4	\$ 628.71
	E35.A0752001001	L21100-111	ASENTO DE VALVULA-ADMISION	2	2	\$ 314.36
	E35.R0306006020	L21100-112	VALVE INSERT - EXHAUST	4	2	\$ 550.93
	E35.G0308001003	L21100-113	GUIA VALVULA	1	1	\$ 75.96
	E35.A0541001033	L21100-118	O-RING 99.5x2.62	4	4	\$ 30.24
	E35.R0306006062	L21100-901	O-RING 434.5X6.99	8	8	\$ 466.10
ROCKER ARM (BALANCIN)	E35.V0031005009	L21200-201	INTAKE VALVE SPINDLE	3	3	\$ 617.75
	E35.V0031005007	L21200-202	EXHAUST VALVE SPINDLE	3	3	\$ 2,384.02
	E35.A0451001001	L21200-204	ROTO CAP	18	18	\$ 1,299.73
VALVE TRAIN ASSEMBLY (VARILLA DE EMPUJE)	E35.R0306006067	L23000-405	O-RING (RETENEDOR 66.27X3.53)	72	72	\$ 97.66
	E35.O0078001046	L23000-406	O-RING	36	36	\$ 46.72
CAMSHAFT ASSEMBLY (ARBOL DE LEVAS)	E35.C1031005001	L23000-205	ROLLER BUSH(Cojinete de rodillo)	36	36	\$ 1,967.30
		L25000-912	O-RING	2	2	\$ 6.70
	E35.R0531001004	L25000-132	BUJE DE EMPUJE PARA EJE DE LEVAS	4	4	\$ 4,548.22
	L25000-913	O-RING	2	2	\$ 6.70	
CAMSHAFT BEARING	E35.C1031001036	L25300-101	CAMSHAFT BEARING	22	22	\$ 7,943.18
PISTON ASSEMBLY	E35.R03061001002	L31100-131	PISTON RING-TOP RING	3	3	\$ 1,867.98
	E35.R03061001001	L31100-132	PISTON RING-2nd RING	3	3	\$ 437.75
	E35.R306006100	L31100-133	PISTON RING-Scraper RING	3	3	\$ 492.38
CONNECTING ROD ASSEMBLY	E35.C01031001002	L32000-113	BIG END BEARING	18	18	\$ 8,562.75
	E35.L0046002001	L32000-195	SHIM PLATE	18	18	\$ 673.44
	E35.R0303001003	L32000-191	Stud for con-rod big end PINM33X2X398	72	72	\$ 4,290.43
	E35.T0567001002	L32000-192	TUERCA M33X2 (L32000-192)	144	144	\$ 1,834.52
	E35.E0011001001	L32000-194	Stud for con-rod shaft (EJE M33X2X253)	48	48	\$ 3,040.00
	E35.E0391004001	L32000-194	Esparrago para conexión de pie de biela	72	72	\$ 4,894.35
AIR STARTING VALVE ASSEMBLY	E35.R0306001059	LA2000-409	O-RING 54 x 2.62	5	5	\$ 34.20
	E35.R0306001060	LA2000-410	O-RING 52.87X3.53	5	5	\$ 12.25

BOMBA DE COMBUSTIBLE	E35.00078001035	L51201-301	ORING	18	18	5	46.40
	E35.00078001036	L51201-302	ORING	18	18	5	32.48
	E35.C3031005003	L51201-206	Cojinete de rodillo (L51201-206)	18	18	5	2,007.41
	E35.00078001038	L51201-315	ORING	18	18	5	23.52
	E35.00078001037	L51201-315	ORING L51201-303	18	18	5	32.50
FUEL INJECTION PIPE BLOCK	E35.E0130001074	L51201-214	EMPAQUE L51201-214	18	18	5	46.45
	E35.R0306006072	L52300-136	RETENEDOR D26.00X5.70 (L52300-136)	18	18	5	38.86
	E35.R0306006142	L52300-117	RETENEDOR D27.70X3.80 (L52300-117)	18	18	5	23.04
	E35.T0579001001	L52300-138	TUERCA EXAGONAL	18	18	5	33.21
	E35.E0881001001	L52300-306	Esparrago (Shur)	30	36	5	1,139.82
FUEL OIL FEED PIPE	E35.00078001016	L53300-324	O-RING	72	72	5	400.12
	E35.00078001017	L53300-325	O-RING	72	72	5	313.79
		L53300-326	SOCKET HEAD BOLT	72	72	5	93.72
		L53300-327	SOCKET HEAD BOLT	8	8	5	10.36
		L53300-328	SOCKET HEAD BOLT	8	8	5	10.36
		L53300-329	SOCKET HEAD BOLT	24	24	5	31.15
	E35.E0130001052	L53300-335	EMPAQUE (SET) (L53300-335)	18	18	5	22.25
	E35.C1181001017	L53300-342	Conector especial (L53300-342)	18	18	5	120.67
	E35.E0130001077	L53300-340	EMPAQUE L53300-340	36	36	5	48.25
	E35.E0130001078	L53300-341	EMPAQUE L53300-341	9	9	5	66.48
	E35.E0130001075	L53300-339	EMPAQUE L53300-339	18	18	5	23.84
	E35.E0130001076	L53300-338	EMPAQUE L53300-338	18	18	5	24.16
	E35.A0171627010	L53300-314	Adaptador de Tubería de salida NCO	2	2	5	90.04
	E35.C1181001017	L53300-342	Conector especial (L53300-342)	2	2	5	13.41
	BASES MOTOR	E35.10051001013	L31100-001	BASE ELASTOMERICA DEL MOTOR	18	18	5
TIMING GEAR ARRANGEMENT	E35.00078003002	L35000-293	Oring (L35000-293)	2	2	5	2.60
Lub. Oil Cooler Assembly	E35.00078001034	L62000-211	O-RING 2E01133	4	4	5	470.17
L.O. Thermostatic Valve Ass'y	E35.R0306001071	L64000-102	L.O. THERMOSTAT VALVE N Temp. 83 °C	6	6	5	1,066.63
		L64000-105	O-RING	6	6	5	7.39
		L64000-124	VALVE GUIDE PLATE				
	E35.E0130001083	L64000-804	GASKET	1	1	5	35.48
PUMP HT/LT	E35.00078001011	L71000-219	O-RING	2	2	5	16.23
	E35.R0306001072	L71000-309	O-RING	4	4	5	17.10
	E35.R0306001073	L72000-110	RETENEDOR	4	4	5	9.21
Engine In/Out Pipe Ass'y	E35.10031001013	3K-125	JUNTA DE EXPANSION SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE LT	2	2	5	1,185.60
INTAKE AIR SYSTEM		L81000-148	GASKET	8	8	5	10.39
		L81000-111	GASKET FOR TURBOCHARGE	2	2	5	92.71
	E35.E0130001083	L81000-112	GASKET FOR TURBOCHARGE	2	2	5	69.99
Exhaust Gas System Ass'y	E35.E0139002088	L82000-284	EMPAQUE CUADRADO PARA TUBERIAS DE ESCAPE	18	18	5	349.83
	E35.10031001017	L82000-350	JUNTA DE EXPANSION DE ENTRADA DE GASES DE ESCAPE A LOS TURBOCARGADORES	2	2	5	2,466.02
CHARGE AIR COOLER		A13000-913	EMPAQUE A13000-913	4	4	5	137.03
	E35.E0130001032	L84000-210	GASKET	2	2	5	235.35
	E35.E0130001033	L84000-902	GASKET	4	4	5	43.64
	E35.R0306001076	L84000-904	RETENEDOR	8	8	5	162.77
	E35.R0306006079	L84000-905	O-RING P130	10	8	5	35.14
	E35.R0306006080	L84000-906	O-RING P140	10	8	5	58.94
T/C Mounting for Pulse System	E35.00078001043	L84000-907	O-RING	8	8	5	72.94
	E35.E0130004005	L83000-916	Empaque 006	4	4	5	10.32
	E35.E0140001011	L83000-302	EMPAQUE (L83000-302)	2	2	5	256.80
	E31.P0281001100		PERNO CABEZA HEXAGONAL M16x2,0x80 AC) GRADO 8.8 R50	12	12	5	10.75
	E31.P0281001105		PERNO CABEZA EXAGONAL M12x1,75x25 AC) GRADO 8.8 RC	12	12	5	2.89
	E31.C0613010009		CEMENTO DE CONTACTO 3 RS	1	1	5	5.99
	E03.018.4N000		PERMATEX 2C	10	10	5	40.61
	E34.T0485001002		TRAPO 100% ALGODON LIBRE DE PELUSA SIN COSTURA DIMENSION 30 X 30 CM	400	400.85	5	1,090.72
	E31.P0204002010		FUADOR LOCTITE 243	2	2	5	70.67
	E31.E0399001002		ESPATULA 2"	10	10	5	13.52
	E34.80000004006		BALDE PLASTICO CON AGARRADERA 10 LITROS	5	5	5	18.64

Página 1

Tabla 5: Presupuesto de repuestos y mano de obra

COSTO X REPUESTOS	\$ 116,946.69
COSTO X MANO DE OBRA	\$ 30,254.13
COSTO REPUESTOS + MANO DE OBRA	\$ 147,200.82

Elaborado por: Villarreal Kimberly (2018)

4.1.4.1. Plan de manteniendo a las 24000 horas

Tabla 6: Plan de mantenimiento 24000 horas

TRABAJOS EN MOTOR	% AVANCE
INSPECCION Y METROLOGIA	
Limpieza de base y piso de la unidad	100%
Pruebas de estanqueidad de cilindros (con maquina caliente antes de la intervencion)	100%
Medición de deflexión de cigüeñal	100%
Primer Flushing del sistema de lubricacion con diessel	100%
levantamiento de medidas iniciales de los pernos y esparragos; altura de bases, holguras de piñones	100%
DESMONTAJE	
Desmontaje de turbocargadores y anillos de toberas para inspección y limpieza	100%
Desmontaje y entrega a taller para mantenimiento de enfriador de aire de carga	100%
Desmontaje de caja de aire para cambio de oring y empaquetadura	100%
Desmontaje de bombas de agua, y aceite. Entrega a Taller	100%
Desmontaje de piñones de sincronización	100%
Afloxamiento de pernos del front end block y piñones caja de distribución	100%
Desmontaje del Front end Block para cambios de oring's	100%
Desmontaje de bombas de inyección y entrega a taller para su mantenimiento	100%

Desmontaje de colector de gases de escape	100%
Desmontaje de cabezotes. Entrega a Taller para la inspección y reacondicionamiento.	100%
Aflojamiento de pistones y desmontaje	100%
Desmontaje de camisas	100%
Desmontaje de Chaqueta de agua.	100%
Aflojamiento de cabeza de biela y desmontaje	100%
Desmontaje de acople, Damper acople	100%
Desmontaje del Enfriador de aceite, para limpieza interior.	100%
Limpieza completa del block del motor	100%
bancada.	100%
Cambio de cojinete axial y medición de holgura	100%
Desmontaje, limpieza de biela y bancada	100%
Lubricacion del cigüeñal luego del cambio de cojinetes: instalar manguera tubería de aceite limpio al carter	100%
Desmontaje e Inspeccion y cambio de cojinetes de los segmentos de eje de camones	100%
Desmontaje de base bomba de inyección, cambio de oring, medicion de rolete	100%
Desmontaje de balancines de empuje y metrologia de 3 unidades	100%
Desmontaje y cambio de oring de los cobertores de la varilla de empuje	100%
Cambio de oring de las valvulas alivio del Carter	100%
MONTAJE	
Montaje y ajuste de cojinetes de biela, con esparragos nuevos	100%
Montaje de chaquetade agua y tuberías de entrada	100%
Montaje de camisas y flange ring	100%
Montaje de pistones y bielas: cambio de shims, cambio de pernos de pie y cabeza de bielas	100%
Montaje de cabezotes, tuberías y ajuste	100%
Insp, pintura y Montaje del Front end Block	100%
Montaje de caja de aire	100%
Montaje y sincronizacion de piñones	100%
Montaje del Enfriador de aceite, para limpieza interior.	100%
Montaje de bombas de agua, y aceite.	100%
Montaje de enfriador de aire de carga	100%
Montaje de colector de gases de escape y acoplamiento con los cabezotes	100%
Inspección de varillas elevadoras de balancines	100%
Montaje de bombas de inyección y líneas de combustible	100%
Montaje de turbocargadores, juntas flexibles y anillos de toberas.	100%
Limpieza completa del Carter del motor	100%
flushing del sistema de aceite de lubricacion con diesel	100%
limpieza carter	100%
Flushing con aceite	100%
Limpieza del carter	100%

Revisión de ángulo de inyección	100%
Montaje de acoplamiento y Alineamiento motor generador	100%
Limpieza general y pruebas	100%
ACTIVIDADES AUXILIARES MOTOR	
Cambio de turning gear y entrega a taller para reacondicionarlo	100%
Cambio de junta flexible de HT y LT	100%
Revisión y mantenimiento de válvulas termostáticas de aceite (cambio de ser necesario)	100%
Desmontaje de bomba de prelubricación	100%
Montaje de bomba de prelubricación	100%
inspec. Y lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor	100%
Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores	100%
Limpieza de cañería de drenaje de motor y de condensado de aire de carga	100%
Inspec. Y limpieza de válvulas check de aire de arranque	100%
Limpieza de ducto de admisión de aire	100%
Cambio de bases elastoméricas del bastidor	100%

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.2. Plan de mantenimiento a las 500 horas

Tabla 7: Plan de mantenimiento a las 500 horas

MANTENIMIENTO 500 HORAS			
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:	
NUMERO DE DIAS	1	FECHA:	UNIDAD

ACTIVIDADES		H/H	COSTO	
1	Limpeza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección	16	\$ 127,20	
2	Limpeza del filtro centrifugo de aceite de la unidad			
3	Limpeza del filtro duplex de aceite de la unidad			
4	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor			
5	Limpeza de base y piso de la unidad			
6	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad			
7	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis			
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L67000-214	PAPEL INSERT	2	\$ 22,80
COSTO DE MANO DE OBRA			\$	127,20
COSTO DE REPUESTOS			\$	22,80
COSTO TOTAL			\$	150,00

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.3. Plan de mantenimiento a las 1000 horas

Tabla 8: Plan de mantenimiento a las 1000 horas

MANTENIMIENTO 1000 HORAS				
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:		
NUMERO DE DIAS	3	FECHA:	UNIDAD	
ACTIVIDADES			HORAS	COSTO
1	Limpieza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección		16	\$ 381,60
2	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad			
3	Limpieza de microfiltro de aceite de la unidad, limpieza de valvulas check.			
4	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor			
5	Limpieza de base y piso de la unidad		TODO EL PERSONAL	\$ 1.908,00
6	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad		ACTIVIDAD DE OPERACIONES	
7	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis			
8	Limpieza de las velas del filtro de aceite		8	\$ 190,80
9	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor		3	\$ 71,55
10	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores		12	\$ 286,20
11	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contra		16	\$ 381,60
12	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes		12	\$ 286,20
13	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			

14	Recalibración de inyectores	32	\$ 763,20
15	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	\$ 95,40
16	Limpieza de cañería de drenaje de motor y de condensado de aire de carga	12	\$ 286,20
17	limpieza de ducto de admisión	16	\$ 381,60
18	Limpieza de válvulas check de arranque	8	\$ 190,80
19	Desmontaje de 1 cabezote para inspección	48	\$ 1.144,80

REPUESTOS

	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L67000-214	PAPEL INSERT	2	\$ 22,80
2	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	\$ 97,66
3	L52000-196	GASKET	18	\$ 191,75
4	3040103	ORING	2	\$ 46,40
5	L15000-191	SEAL RING	1	\$ 131,22
6	L15000-192	ORING	1	\$ 32,48

	\$
COSTO MANO DE OBRA	6.367,95
	\$
COSTO REPUESTOS	522,31
	\$
COSTO TOTAL	6.890,26

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.4. Plan de mantenimiento a las 2000 horas

Tabla 9: Plan de mantenimiento a las 2000 horas

		MANTENIMIENTO 2000 HORAS			
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:			
NUMERO DE DIAS	3	FECHA:		UNIDAD	
ACTIVIDADES				H/H	COSTO
1	Cambio de toberas de los inyectores		32	\$ 763,20	
2	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contrapesos		16	\$ 381,60	
3	Inspección visual del estado de roletes y camones				
4	Limpieza de alabes de compresor		16	\$ 381,60	
5	Desmontaje y pruebas de 1 cabezote y 1 pistón (hasta asegurar confiabilidad)		48	\$ 1.144,80	
6	Medición de rugosidad de una camisa y un muñon				
7	Inspección mediante boroscopio a cámara de combustión		16	\$ 381,60	
8	*Medición de vibraciones antes de la parada del motor		4	\$ 95,40	
9	Limpieza, lubricación y calibración de las cremalleras de las bombas de inyección		8	\$ 190,80	
10	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad, limpieza de tobera.				
11	Limpieza de microfiltro de aceite de la unidad, limpieza de valvulas check.				

12	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor			
13	Limpieza de base y piso de la unidad	TODO EL PERSONAL	\$ 1.908,00	
14	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad	ACTIVIDAD DE OPERACIÓN		
15	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis			
16	Limpieza de las velas del filtro de aceite	8	\$ 190,80	
17	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor	3	\$ 71,55	
18	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores	12	\$ 286,20	
19	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes	16	\$ 381,60	
20	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			
21	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	\$ 95,40	
22	Limpieza de cañería de drenaje de motor y de condensado de aire de carga	12	\$ 286,20	
23	limpieza de ducto de admisión	16	\$ 381,60	
24	Inspección, calibración y mantenimiento de válvulas de seguridad de los cabezotes	8	\$ 190,80	
25	Limpieza y lubricación de válvulas check de arranque			
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L52000-111	ATOMIZER ASS'Y	18	\$ 68,22
2	L67000-224	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	\$ 72,34
3	L67000-227	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	\$ 72,34
4	L67000-214	PAPEL INSERT	2	\$ 22,80
5	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	\$ 97,66

6	L52000-196	GASKET	18	\$	191,75
7	3030175	ORING	2	\$	46,40
8	L15000-191	SEAL RING	1	\$	131,22
9	L15000-192	ORING	1	\$	32,48
10	3035046	ORING	2	\$	46,40
11	L52000-108	ORING	36	\$	32,48
12	L52000-109	ORING	36	\$	32,48
13	L52000-110	ORING	18	\$	32,48
14	L52300- 116	ORING	18	\$	32,48
15	L52300- 117	ORING	18	\$	32,48

COSTO MANO DE OBRA	\$	7.131,95
COSTO REPUESTOS	\$	944,01
 COSTO TOTAL	\$	 8.075,96

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.5. Plan de mantenimiento a las 3000 horas

Tabla 10: Plan de mantenimiento a las 3000 horas

MANTENIMIENTO 3000 HORAS			
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:	
NUMERO DE DIAS	4	FECHA:	UNIDAD
ACTIVIDADES		H/H	COSTO
1	Desmontaje y mantenimiento de enfriador de aire de carga	96	\$ 3.052,80
2	Desmontaje y mantenimiento de anillo de tobera		\$ 3.052,80
3	Desmontaje y medición de deflectores de bombas de inyección	16	\$ 508,80
4	Limpieza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección	16	\$ 508,80
5	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad		
6	Limpieza del filtro duplex de aceite de la unidad		
7	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor		
8	Limpieza de base y piso de la unidad	TODO EL PERSONAL	\$ 2.544,00
9	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad	OPERACIONES	
10	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis		
11	Limpieza de las velas del filtro de aceite	8	\$ 254,40
12	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor	3	\$ 95,40

13	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores	12	\$ 381,60	
14	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contrapesos	16	\$ 508,80	
15	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes	12	\$ 381,60	
16	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			
17	Recalibración de inyectores	32	\$ 1.017,60	
18	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	\$ 127,20	
19	Limpieza de cañería de drenaje de condensado de aire de carga	12	\$ 381,60	
20	limpieza de ducto de admisión	16	\$ 508,80	
21	Limpieza de válvulas check de arranque	8	\$ 254,40	
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L67000-214	PAPEL INSERT	2	\$ 22,80
2	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	\$ 97,66
3	L52000-196	GASKET	18	\$ 191,75
4	3030175	ORING	2	\$ 46,40
5	3035046	ORING	2	\$ 46,40
6	L84000-210	GASKET	2	\$ 21,30
7	L84000-902	GASKET	2	\$ 21,30
8	L84000-904	ORING -7mm ϕ	8	\$ 171,58
9	L84000-905	ORING - 7mm ϕ	8	\$ 171,58
10	L84000-906	ORING	8	\$ 32,48
11	L84000-907	ORING	8	\$ 32,48
12	125	"C" seal (turbine inlet / outlet	2	\$ 92,71

		casing)		
13	3EJ13269	GASKET FRONTAL AIR COOLER	2	\$ 176,90

COSTO MANO DE OBRA	\$	13.578,60
COSTO REPUESTO	\$	1.125,34
COSTO TOTAL		14703,94

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.6. Plan de mantenimiento a las 4000 horas

Tabla 11: Plan de mantenimiento a las 4000 horas

MANTENIMIENTO 4000 HORAS				
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:		
NUMERO DE DIAS	4	FECHA:	UNIDAD	
ACTIVIDADES			H/H	COSTO
1	Cambio de aceite y limpieza de cárter		32	\$ 1.017,60
2	Análisis de vibraciones (ANTES DEL MANTENIMIENTO)		4	\$ 127,20
3	Pruebas de martilleo en tuercas de biela y bancada)		16	\$ 508,80

4	Mantenimiento de distribuidor de aire de arranque	8	\$ 254,40
5	Limpieza de tanque de Ht y Lt	8	\$ 254,40
6	Medición de deflexión y juego axial del motor	8	\$ 254,40
7	Cambio de toberas de los inyectores	32	\$ 1.017,60
8	Inspección visual del estado de roletes y camones	8	\$ 254,40
9	Inspección/Mantenimiento de válvulas de seguridad de los cabezotes	32	\$ 1.017,60
10	limpieza de ducto de admisión	16	\$ 508,80
11	limpieza de alabes de compresor		
12	Desmontaje y pruebas de 1 cabezote y 1 pistón (hasta asegurar confiabilidad)	48	\$ 1.526,40
13	Medición de rugosidad de una camisa y un muñon		
14	Inspección mediante boroscopio a camara de combustión	16	\$ 508,80
15	Limpieza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección	16	\$ 508,80
16	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad		
17	Limpieza de microfiltro de aceite de la unidad		
18	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor		
19	Limpieza de base y piso de la unidad	TODO EL PERSONAL	\$ 2.544,00
20	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad (antes de la parada)	ACTIVIDAD DE OPERACIONES	
21	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis (antes de la parada)		
22	Limpieza de las velas del filtro de aceite	16	\$ 508,80
23	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor	8	\$ 254,40
24	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores	12	\$ 381,60
25	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes	16	\$ 508,80
26	Chequeo y ajuste de claros de válvulas y yugos de admisión y escape		
27	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	\$ 127,20
28	Limpieza de cañería de drenaje de condensado de aire de carga	12	\$ 381,60
29	Limpieza de válvulas check de arranque	8	\$ 254,40

REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	CANTIDAD TOTAL
1	L52000-111	ATOMIZER ASS'Y	18	\$ 68,22
2	L67000-224	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	\$ 72,34
3	L67000-227	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	\$ 72,34
4	L67000-214	PAPEL INSERT	2	\$ 22,80
5	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	\$ 97,66
6	L52000-196	GASKET	18	\$ 191,75
7	3030175	ORING	2	\$ 46,40
8	L15000-191	SEAL RING	1	\$ 131,22
9	L15000-192	ORING	1	\$ 32,48
10	3035046	ORING	2	\$ 46,40
11	L52000-108	ORING	36	\$ 32,48
12	L52000-109	ORING	36	\$ 32,48
13	L52000-110	ORING	18	\$ 32,48
14	L52300- 116	ORING	18	\$ 32,48
15	L52300- 117	ORING	18	\$ 32,48

COSTO MANO DE OBRA	\$	11.448,00
COSTO REPUESTO	\$	944,01
COSTO TOTAL	\$	12.392,01

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.7. Plan de mantenimiento a las 9000 horas

Tabla 12: Plan de mantenimiento a las 9000 horas

		MANTENIMIENTO 9000 HORAS			
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:			
NUMERO DE DIAS	4	FECHA:		UNIDAD	
ACTIVIDADES				H/H	COSTO
1	Desmontaje y mantenimiento de enfriador de aire de carga		96	3,052.8	
2	Desmontaje y mantenimiento de anillo de tobera				
3	Desmontaje y medición de deflectores de bombas de inyección		16	508,8	
4	Limpieza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección		16 508,8		
5	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad				
6	Limpieza del filtro duplex de aceite de la unidad				
7	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor				
8	Limpieza de base y piso de la unidad		TODO EL PERSONAL	2,544.00	
9	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad		OPERACIONES		
10	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis				
11	Limpieza de las velas del filtro de aceite		8	254.40	
12	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor		3	95.4	
13	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores		12	985.8	
14	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contrapesos		16	508.8	

15	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes	12	985.8	
16	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			
17	Recalibración de inyectores	32	1,017,60	
18	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	127,2	
19	Limpieza de cañería de drenaje de condensado de aire de carga	12	985.8	
20	limpieza de ducto de admisión	16	508.8	
21	Limpieza de válvulas check de arranque	8	254.40	
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L67000-214	PAPEL INSERT	2	22.80
2	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	97.66
3	L52000-196	GASKET	18	191.75
4	3030175	ORING	2	46.40
5	3035046	ORING	2	46.40
6	L84000-210	GASKET	2	191.75
7	L84000-902	GASKET	2	191.75
8	L84000-904	ORING -7mmφ	8	144
9	L84000-905	ORING - 7mm φ	8	144
10	L84000-906	ORING	8	32.48
11	L84000-907	ORING	8	32.48
12	125	"C" seal (turbine inlet / outlet casing)	2	68.96
13	3EJ13269	GASKET FRONTAL AIR COOLER	2	191.75

COSTO MANO DE OBRA

12,084.00

COSTO DE REPUESTOS

1,402.12

COSTO TOTAL

13,486,12

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.8. Plan de mantenimiento a las 10000 horas

Tabla 13: Plan de mantenimiento a las 10000 horas

		MANTENIMIENTO 10000 HORAS			
CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:			
NUMERO DE DIAS	3	FECHA:		UNIDAD	
ACTIVIDADES				H/H	COSTO
1	Cambio de toberas de los inyectores			32	\$ 2,00
2	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contrapesos			16	381.60
3	Inspección visual del estado de roletes y camones			16	381.60
4	Limpieza de alabes de compresor			16	381.60
5	Desmontaje y pruebas de 1 cabezote y 1 pistón (hasta asegurar confiabilidad)			48	1,144.80
6	Medición de rugosidad de una camisa y un muñon			16	381.6
7	Inspección mediante boroscopio a cámara de combustión			16	381.6
8	*Medición de vibraciones antes de la parada del motor			4	95.40

9	Limpeza, lubricación y calibración de las cremalleras de las bombas de inyección	16	381.60	
10	Limpeza del filtro centrifugo de aceite de la unidad, limpieza de tobera.			
11	Limpeza de microfiltro de aceite de la unidad, limpieza de valvulas check.			
12	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor			
13	Limpeza de base y piso de la unidad	TODO EL PERSONAL	1,908.00	
14	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad	ACTIVIDAD DE OPERACIÓN		
15	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis			
16	Limpeza de las velas del filtro de aceite	8	190.80	
17	Limpeza del filtro duplex de combustible de entrada al motor	3	71.55	
18	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores	12	286.2	
19	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes	16	381.60	
20	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			
21	Pruebas de estanqueidad de cilindros	4	95.40	
22	Limpeza de cañeria de drenaje de motor y de condensado de aire de carga	12	286.2	
23	limpeza de ducto de admisión	16	381.6	
24	Inspección, calibración y mantenimiento de válvulas de seguridad de los cabezotes	8	190.80	
25	Limpeza y lubricación de válvulas check de arranque			
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO
1	L52000-111	ATOMIZER ASS'Y	18	68.22
2	L67000-224	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	72.34
3	L67000-227	O-RING FOR CENTRIFUGAL OIL FILTER	2	72.34
4	L67000-214	PAPEL INSERT	2	22.80
5	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	97.66

6	L52000-196	GASKET	18	191.75
7	3030175	ORING	2	46.40
8	L15000-191	SEAL RING	1	131.22
9	L15000-192	ORING	1	32.48
10	3035046	ORING	2	46.40
11	L52000-108	ORING	36	32.48
12	L52000-109	ORING	36	32.48
13	L52000-110	ORING	18	32.48
14	L52300- 116	ORING	18	32.48
15	L52300- 117	ORING	18	32.48

COSTO MANO DE OBRA	6,560.75
COSTO DE REPUESTOS	944.01
COSTO TOTAL	7,504.76

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.1.6.9. Plan de mantenimiento a las 11000 horas

Tabla 14: Plan de mantenimiento a las 11000 horas

	MANTENIMIENTO 11000 HORAS	
--	----------------------------------	--

CONDICION:	MAQUINA EN SERVICIO	SUPERVISOR:		
NUMERO DE DIAS	3	FECHA:	UNIDAD	
ACTIVIDADES			H/H	COSTO
1	Limpieza y lubricación de las cremalleras de las bombas de inyección		16	381.6
2	Limpieza del filtro centrifugo de aceite de la unidad			
3	Limpieza de microfiltro de aceite de la unidad, limpieza de valvulas check.			
4	Lubricar/Engrasar barra de conexión del varillaje del Governor			
5	Limpieza de base y piso de la unidad		TODO EL PERSONAL	1,908.00
6	*Medición de presiones pico en los cilindros de la unidad		ACTIVIDAD DE OPERACIONES	
7	*Toma de muestra de aceite y agua de la unidad para análisis			
8	Limpieza de las velas del filtro de aceite		8	190.80
9	Limpieza del filtro duplex de combustible de entrada al motor		3	71.55
10	Desmontar/limpiar válvula y cañería de drenaje de turbocargadores		12	286.2
11	Inspeccionar visualmente/pulsando tuercas y pernos de pie de biela y contra		16	381.60
12	Revisar funcionamiento de rotadores de válvulas y estado de resortes en los cabezotes		12	286.2
13	Chequeo y ajuste de claros de válvulas de admisión y escape			
14	Recalibración de inyectores		32	763.20
15	Pruebas de estanqueidad de cilindros		4	95.40
16	Limpieza de cañería de drenaje de motor y de condensado de aire de carga		12	286.2
17	limpieza de ducto de admisión		16	381.60
18	Limpieza de válvulas check de arranque		8	190.80
19	Desmontaje de 1 cabezote para inspección (hasta asegurar confiabilidad)		48	1,144.80
REPUESTOS				
	N° DE PARTE	REFERENCIA	CANTIDAD POR MOTOR	COSTO

1	L67000-214	PAPEL INSERT	2	22.80
2	3030174	O-RING FOR DUPLEX FILTER	2	97.66
3	L52000-196	GASKET	18	191.75
4	3040103	ORING	2	46.40
5	L15000-191	SEAL RING	1	131.22
6	L15000-192	ORING	1	32.48

COSTO DE MANO DE OBRA	6,367.95
COSTO DE REPUESTOS	522.31
COSTO TOTAL	6,890.26

Elaborado por: Ing. Carlos Pinargote, Villarreal Kimberly (2018)

4.2. Discusión

4.2.4. Respecto a la gestión de mantenimiento

En cuanto al resultado del análisis que se obtuvo mediante la entrevista y encuestas. La empresa no cuenta con una gestión de acorde a las necesidades de la empresa ya que no cuenta con la responsabilidad por parte de quienes la conforman.

En la entrevista y encuesta se obtuvieron resultados no beneficiosos para la empresa.

P1. Un 17% nunca realizan overhaul, el 33% realizan a diario y el 50% una vez a la semana. Los daños constantes en la empresa se deben a la falta de revisión de las unidades de generación causando paros innecesarios y pérdidas económicas.

P2. Un 16 % de supervisores nunca cumplen con el plan de manteniendo entregado por la empresa proveedora, el 17% siempre lo cumple y el 67% a veces. Consecuencia e no cumplir con el plan de mantenimiento es el daño en motores y paros innecesarios por irresponsabilidad de los supervisores.

P3. Un 50% dice que los daños son siempre y el otro 50% a veces, el 0% respondió que nunca. Ya que los daños son constantes respondieron que nunca hay cero daños en las unidades.

P4. Un 17% nunca lleva un control de horas de funcionamiento, el 33% a diario y un 50% lleva un control en ocasiones. Ya que no se lleva un control adecuado de las horas de funcionamiento de cada unidad los mantenimientos no son realizados a tiempo, y por esto se ocasionan mayores daños.

P5. El 17% no cumple con el plan de mantenimiento por falta de comunicación el 16% por descuido y un 67% por falta de organización. Por el incumplimiento del plan de mantenimiento las consecuencias en la empresa son granes ya que los daños en las unidas tienen grandes consecuencias y la pérdida de generación y costo son grandes.

P6. Un 16% nunca realiza informes del estado en que se encuentran las unidades, un 17% lo realiza a diario, y un 67% una vez al mes. La falta de informes es consecuencia de que las autoridades desconozcan el estado de las unidades y no puedan actuar a su respectivo tiempo para así evitar pérdidas.

4.2.5. Respetto a la efectividad de la gestión de mantenimiento

Con respecto la verificación de la efectividad de la gestión se encontraron novedades, si bien es cierto no afectaron directamente el funcionamiento de la unidad estas correcciones hubiesen podido detectar mucho antes si las revisiones en la unidad se realizaran a su respectivo tiempo. Los daños encontrados fueron:

Parámetros de rugosidad del cigüeñal cerca del rango máximo permisible y fuera en algunos casos, presencia de agua en cámara de combustión en 11 cilindros, rodillos de seguidores de leva fuera de parámetros, 11 cabezotes fisurados, lo que ocasionó que exista agua en la cámara de combustión de cada cilindro, elongación de espárragos de cabezote fuera de parámetros según catálogo, sin embargo, según registros de motor a las 6000 horas nuevo la misma no ha variado, 11 camisas fuera de parámetros debido a la presencia de agua en la cámara de combustión de las mismas, fuga de agua por enfriador de aceite, bases elastoméricas no se había realizado el cambio posterior a terremoto del 16 de abril del 2016, estanqueidad de cilindros por debajo de los parámetros requeridos, falta cañería de vapor desde filtro dúplex de combustible hasta bombas de inyección, perno roto en distribuidor de combustible cerca de cilindro B1, tuberías de combustible con desgaste en asiento de orings, flexible de salida de gases de cárter en mal estado, untas de entrada y salida de HT y LT en mal estado, válvulas de seguridad activadas cilindros B4, B5, B7.

4.2.6. Respecto a la elaboración del plan de mantenimiento

4.2.6.1. Del reglamento 2393 se tomaron los siguientes artículos.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Capítulo IV UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS FIJAS

Art. 91. UTILIZACIÓN

Art. 92. MANTENIMIENTO

Art. 95. NORMAS GENERALES Y UTILIZACIÓN

Art. 102. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO

4.2.6.2. ISO 55000

La diferencia con los mantenimientos en Ecuador e internacionalmente se hacen desde la generación hasta el final de su vida.

- **2.3 Activos**

Un activo es algo que posee un valor potencial o real para una organización y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.3. Conclusiones

- A partir del análisis se concluyó que la gestión de mantenimiento de las 18 unidades de generación ya se encuentra en correcto orden luego de realizar respectivos cambios en el área administrativa.
- Durante el mantenimiento de 24000 horas de la unidad 2 se observó que la gestión del mantenimiento tuvo mejoras ya que las revisiones en la unidad de generación incrementaron y se comprobó al tiempo que empezó su arranque sin necesidad de tener paros innecesarios.
- Una vez elaborado el plan de mantenimiento de acuerdo a los estándares establecidos por el proveedor, el decreto ejecutivo 2393 y la familia de normas ISO 55000 se aplicó en la unidad 2 y pudimos comprobar que dio los resultados esperados en cuanto a la organización, responsabilidad y dedicación de supervisores y técnicos, con esto podemos concluir que la empresa si puede tener muchas mejoras y así evitar paros innecesarios que demandan más gastos y pérdidas para la empresa.

4.4. Recomendaciones

- Se recomienda que la empresa siga dando mejoras a la gestión de mantenimientos ya que es muy necesario para las 18 unidades y así evitar bajo rendimiento en la planta termoeléctrica.
- Es muy importante que se realice revisiones a diario de las unidades que se lleve un registro para así conocer su estado y observar su correcto funcionamiento luego de cada mantenimiento y mediante para así evitar paros innecesarios.
- se propone que mantengan el plan de mantenimiento y sea aplicado respectivamente a su tiempo sin atrasos, y así se pueda tener un mejor rendimiento en las unidades y mayor generación para la empresa, de esta manera se van a evitar gastos innecesarios y paros que solo afectan a la empresa.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. P. Canto, «Gestión del mantenimiento preventivo para centrales eléctricas,» Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 17, nº 2(2008), pp. 145 - 154, 5 de junio del 2006.
- [2] C. EP, «CELEC EP,» 2015.
- [3] TERMOESMERALDAS, «CELEC EP,» 2018.
- [4] J. G. Quiñonez, Produccion y Generación de Energía Eléctrica.
- [5] PROPYMES, «GESTION DEL MANTENIMIENTO,» 2014.
- [6] J. TORRES, «DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPLAS S.A.,» CUENCA, 2010.
- [7] S.G.Garrido, MANTENIMIENTO CORRECTIVO Organizacion y gestion de la reparacion de averias, MADRID: RENOVETEC, 2009.
- [8] RENOVETEC, «MANTENIMIENTO DE PLANTAS TERMOELECTRICAS,» pp. 339 - 361.
- [9] M. B. M. ABELLA, «MANTENIMIENTO INDUSTRIAL,» MADRID, DICIEMBRE 2012.
- [10] E. M. RUBIO, «SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL,» LIMA, 2011.
- [11] Copyright, «Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial,» Copyright ©, 2018.
- [12] L. RIVADENEIRA, Decreto ejecutivo 2393 "REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO", REGISTRO OFICIL 565, NOVIEMBRE DE 1986.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXOS



Anexo 1: Verificación de repuestos almacenados en bodega.



Anexo 2: Verificación de repuestos almacenados en bodega.



Anexo 3: Bodega de repuestos y productos quimicos



Anexo 4: Verificacion de repuestos almacenados en bodega.

**REGISTRO DE COMPORTAMIENTO DE PARAMETROS DEL MOTOR
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

Fecha:

Código: CELEC-JARAMIJO-RMT-0

PARAMETROS	ANTES		MANTENIMIENTO DE				
	DESPUES		PREV.		CORR.		PRED.
CASA DE MQ.	MOTOR						
Hora en que se efectúa la medición.						hh:mm	
Porcentaje de carga						%	
Velocidad del motor						rpm	
Potencia generada por la unidad.						kW	
Posición del indicador del gobernador						%	
Velocidad del turbocompresor A/B						rpm	
Presiones en los sistemas del motor							
Entrada aceite T/C Lado A						bar	
Entrada aceite T/C Lado B						bar	
Aire arranque						bar	
Aire de carga						bar	
Entrada FO						bar	
Aceite motor						bar	
Entrada agua (HT)						bar	
Entrada agua (LT)						bar	
Presion del carter						mmh2o	
P. Intake						mmh2o	
Temperatura en los sistemas del motor							

Entrada de agua (HT)			°C						
Salida de agua (HT)			°C						
Entrada aceite a motor			°C						
Entrada FO a motor			°C						
Entrada aire de carga			°C						
Entrada de agua (LT)			°C						
Salida de agua (LT)			°C						
gases de entrada al T/C			°C						
gases de salida del T/C			°C						
Registro para la medición de la presión máxima									
EQUIPO				H. OP.					
Operador responsable						FECHA			
Puntos de medición			Indice de gobierno						
Temp. Gases	Índice cremallera	Presión encendido	Nº Cilindro	°C		mm		Bar	
				A	B	A	B	A	B
Unidad del Cilindro			1						
			2						
			3						
			4						
			5						
			6						
			7						
			8						
			9						
			Media			#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
± S									

Nota:

Anexo 5: Registro de comportamiento de parámetros del motor.

CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO													
Tipo de mantenimiento:						Codigo			CELEC 1				
Central:			JARAMIJO			Fecha:							
Motor:			Hyundai 18H32/40V			Motor N°:							
Registro:			Holgura de pasador y cojinete del pie de biela			H.O.P							
Posición	Punto de inspección	Valor nominal (mm)	Valor límite (mm)	LADO	Número de cilindro								
					1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
Lado Generador	Diámetro del pasador del pistón.	150											
CENTRO													
Lado T/C													
Generador	Diámetro del orificio del pistón.(A)	150 a= 0,06~0,112	150.18										
Libre													

Diámetro del buje del pie de biela (FOR MIBA),	150 b=0,129~0,197	0.26											
Diámetro del buje del pie de biela (FOR DIVE).	150 b=0,175~0,248	0.33											
Código del pie de biela													
Esquema		Observaciones:											
Realizado por :			Revisado por:				Aprobado por:						
Nombre:			Nombre:				Nombre:						
Cargo:			Cargo:				Cargo:						
Firma:			Firma:				Firma.						

Anexo 6: Formato para registro del estado del piston.

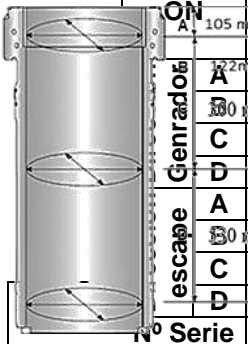
		REFERENCIA:									
		REGISTRO PARA LA CALIBRACION DE INYECTORES									
		TIPO DE DOCUMENTO				CODIGO					CELEC 2
MOTOR		HORAS				FECHA					
Puntos de Inspección.		Int.	Número de cilindro.								
			1A	2^a	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
1	Presión de apertura del inyector (375 bares)	Antes									
		Después									
			1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B
		Antes									
		Después									
2	Torque para la tuerca del regulador.	150 Nm									
3	Torque para la tuerca de la tobera.	250 Nm									
4	Torque para las tuercas de fijación del inyector	200 Nm									
5	Torque para las tuercas y pernos del block de alta.	20 – 50 - 80 Nm									

Observaciones:

Realizado por :	Revisado por :	Aprobado por:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:

Firma:	Firma:	Firma:
--------	--------	--------

Anexo 7: Formato para registro de calibracion de inyectores.

CELEC EP TERMOELECTRICA JARAMIJO CELEC EP																				
		Tipo de mantenimiento:																		
		Central:					JARAMIJO					Fecha:								
		Motor:					Hyundai 18H32/40V					Motor N°:								
		Registro:					Medidas de camisas					H.O.P								
		Diametro nominal:					<u>320 +0,057 mm</u>					Limite permisible:					<u>320,40 mm</u>			
LADO A																				
ESQUEMA	POSICION	A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8		A9		
		ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DES.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	
	ON																			
	A																			
	B																			
	C																			
	D																			
	A																			
	B																			
	C																			
D																				
No Serie																				
RUGOSIDAD																				
Rk: 1,0 - 2,4 um																				
Rvk: 2,4 - 4,2 um																				
Rpk: 0,3 - 0,8 um																				
Mr1: 4 - 10 %																				

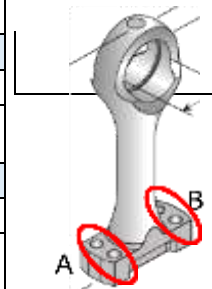
Mr2: 70 - 90 %																					
LADO B																					
ESQUEMA	POSICION	B1		B2		B3		B4		B5		B6		B7		B8		B9			
		ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	Firma:	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.	ANT ES	DE S.		
	A	105 mm																			
	B	122 mm																			
	C	300 mm																			
	D																				
	A																				
	B	539 mm																			
	C																				
	D																				
	Serie																				
	RUGOSIDAD																				
	Rk: 1,0 - 2,4 um																				
	Rvk: 2,4 - 4,2 um																				
Rpk: 0,3 - 0,8 um																					
Mr1: 4 - 10 %																					
Mr2: 70 - 90 %																					
OBSERVACION:																					
REALIZADO POR:							REVISADO POR:							APROBADO POR:							
Nombre:							Nombre:							Nombre:							
Cargo:							Cargo:							Cargo:							
Firma:							Firma:							Firma:							

Anexo 8: Formato para registro camisa.

		CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO					
		Tipo de mantenimiento:					
Central:	JARAMIJO	Fecha:					
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor Nº:					
Registro:	Inspeccion visual de tuercas en bielas y contrapesos.	H.O.P					

INSPECCIONAR VISUAL PULSANDO TUERCAS Y PERNOS DE PIE DE BIELA (SUPERIOR)

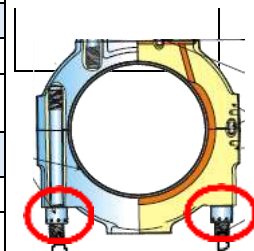
UBICACIÓN		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Pies de biela bloque A	Lado A									
	Lado B									
UBICACIÓN		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Pies de biela bloque B	Lado A									
	Lado B									



Observaciones:

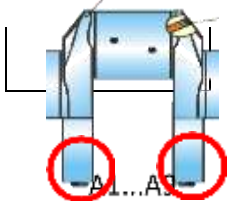
INSPECCIONAR VISUAL PULSANDO TUERCAS Y PERNOS DE PIE DE BIELA (INFERIOR)

UBICACIÓN		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Pies de biela bloque A	Lado A									
	Lado B									
UBICACIÓN		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Pies de biela bloque B	Lado A									
	Lado B									

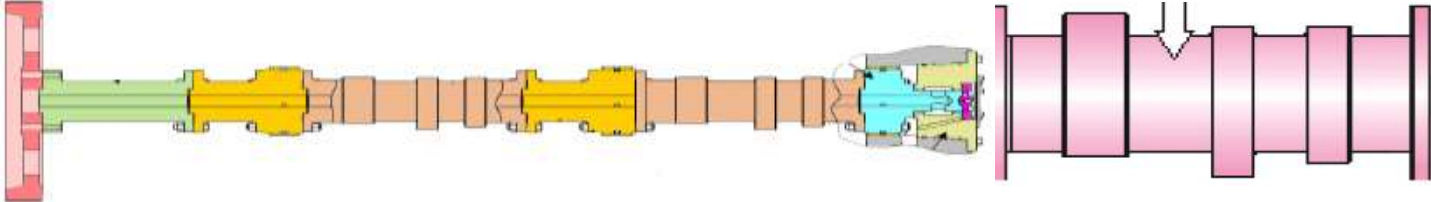


Observaciones:

INSPECCIONAR VISUAL PULSANDO TUERCAS Y PERNOS DE CONTRAPESOS									
Ubicacion	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Lado A									
Observaciones:									
REALIZADO POR:			REVISADO POR:				APROBADO POR:		
Nombre:			Nombre:				Nombre:		
Cargo:			Cargo:				Cargo:		
Firma:			Firma:				Firma:		



Anexo 9: Inspeccion visual de tuercas en bielas y contrapesos.

CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO			
Tipo de mantenimiento:			
Central:	Jaramijo	Fecha:	
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor N°:	
Registro:	Registro fotografico del estado del eje de camones.	H.O.P	
REPRESENTACION GRAFICA			

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
OBSERVACIONES								
Realizado por :			Revisado por :			Aprobado por:		
Nombre:			Nombre:			Nombre:		
Cargo:			Cargo:			Cargo:		
Firma:			Firma:			Firma:		

Anexo 10: Registro fotografico del estado del eje de camones.

		CELEC EP TERMOELECTRICA JARAMIJO												
		Tipo de mantenimiento:												
		Central:			Jaramijo		Fecha:							
		Motor:			Hyundai 18H32/40V		Motor N°:							
		Registro:			Altura entre bastidor y base metalica de calzo antivibratorio		H.O.P							
Representacion grafica														
Puntos de Inspección.														
LADO GENERADOR	LADO A	Base 1A		Base 2A		Base 3ª		Base 4A		Base 5A		Base 6A		LADO TURBOS
	LADO B	Base 1B		Base 2B		Base 3B		Base 4B		Base 5B		Base 6B		
Observaciones:														

Realizado por :	Reavisado por :	Aprobado por:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:	Firma:

Anexo 11: Altura entre bastidor y base metalica de calzo antivibratorio.

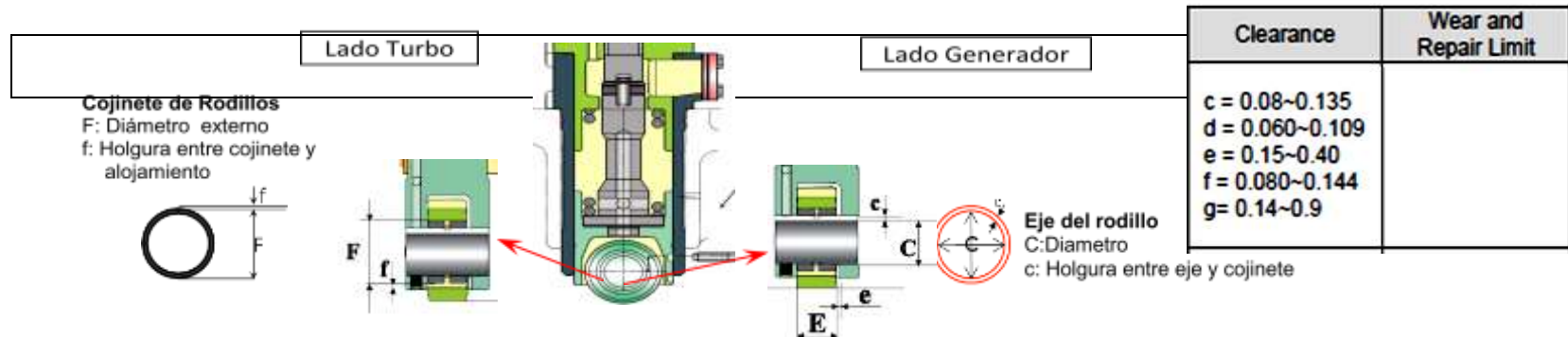
CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO			
Tipo de mantenimiento:			
Central:	Jaramijó	Fecha:	
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor N°:	
Registro:	Juego axial en ejes de camones	H.O.P	

Representación grafica		Nominal Size	Clearance	Wear and Repair Limit
		A=208	a = 0.187~0.285 (For MiBA)	0.37
			a = 0.200~0.298 (For DiBE)	0.39
	B=93	b = 0.1~0.2	0.3	

Puntos de Inspección.		LADO A	LADO B
		Holgura (b)	Holgura (b)
Puntos a medir	1		
	2		
	3		
	4		
Observaciones:			
Realizado por :		Revisado por :	Aprobado por:
Nombre:		Nombre:	Nombre:
Cargo:		Cargo:	Cargo:
Fecha:		Fecha:	Fecha:

Anexo 12: Juego axial en ejes de camones.

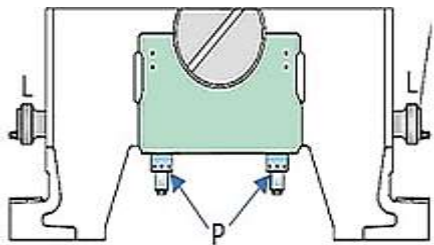
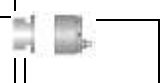
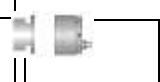
CELEC EP TERMOESMERALDAS			
Tipo de mantenimiento:			
Central:	JARAMIJO	Fecha:	
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor N°:	
Registro:	Holguras de rodillos en bombas de inyeccion	H.O.P	



Puntos de Medición		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Diámetro del eje de rodillo C	Vertical									
	Horizontal									
Diámetro externo Buje F	Vertical									
	Horizontal									
Diámetro Interno Buje	Vertical									
	Horizontal									
Diámetro alojamiento Buje	Vertical									
	Horizontal									
Holgura c	Vertical									
	Horizontal									
Holgura f	Vertical									
	Horizontal									
Holgura e	Vertical									
	Horizontal									

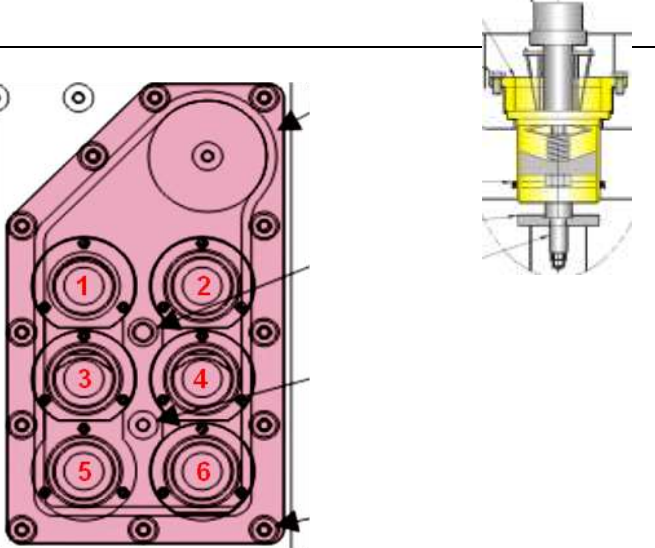
Observaciones:		
Realizado por:	Revisado por :	Aprobado Por:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Anexo 13: Holguras de rodillos en bombas de inyección.

CELEC EP TERMOESMERALDAS								
Tipo de mantenimiento:		INSPECCION						
Central:	JARAMIJO	Fecha:						
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor N°:						
Registro:	Registro visual de apoyos principales			H.O.P				
Representacion grafica		Ubicacion	Herramienta		Ø Tornillo	Torque		
		Esparrag o principal	91.400		M48x3.0	Esparrago 50 + Molycot e	Tuerca / Ajuste 1200	Tuerca / Aflojar 1200 + 20 bar (max. 5%)
			91.460					
		Esparrag o lateral	91.400		M39x3.0	Esparrago 50 + Molycot e	Tuerca / Ajuste 900	Tuerca / Aflojar 900 + 20 bar (max. 5%)
			91.460					
Inspeccion de banacada 10 y cojinetes de empuje								

Insp. Bancada 10/5		Insp. De cojinetes axiales		OBSERVACIONES
REALIZADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:
Nombre:		Nombre:		Nombre:
Fecha:		Fecha:		Fecha:
Firma:		Firma:		Firma:

Anexo 14: Registro visual de apoyos principales.

CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO																								
Tipo de mantenimiento:																								
Central:	JARAMIJO	Fecha:																						
Motor:	Hyundai 18H32/40V	Motor N°:																						
Registro:	Registro de valvulas termostaticas	H.O.P																						
Representacion grafica																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Temperatura de apertura</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Temperatura de apertura	Estado	1			2			3			4			5			6		
	Temperatura de apertura	Estado																						
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
		Observaciones: Se realiza el cambio de todas las válvulas termostáticas																						
Realizado por:		Revisado por:	Aprobado por:																					

Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma	Firma	Firma

Anexo 15: Registro de válvulas termostáticas.

CELEC EP TERMoeLECTRICA JARAMIJO																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 30px; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="text-align: right;"> <p>Tipo de mantenimiento:</p> <p>Central: JARAMIJO Fecha: _____</p> <p>Motor: Hyundai 18H32/40V Motor N°: _____</p> <p>Registro: Holguras de balancines de empuje H.O.P _____</p> </div> </div>																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20%; text-align: center;"> <p>Lado Turbo</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> </div> <div style="width: 20%; text-align: center;"> <p>Lado Generador</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <p>Cojinete de Rodillos F: Diámetro externo d: Holgura entre cojinete y alojamiento</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Eje de balancines D: Diámetro d: Holgura entre eje y cojinete</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>Eje del rodillo C: Diámetro c: Holgura entre eje y cojinete</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nominal Size</th> <th>Clearance</th> <th>Wear and Repair Limit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C=40</td> <td>c = 0.08-0.135</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D=70</td> <td>d = 0.060-0.109</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E=35</td> <td>e = 0.15-0.40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F=50</td> <td>f = 0.080-0.144</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G=27</td> <td>g = 0.14-0.9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>																		Nominal Size	Clearance	Wear and Repair Limit	C=40	c = 0.08-0.135		D=70	d = 0.060-0.109		E=35	e = 0.15-0.40		F=50	f = 0.080-0.144		G=27	g = 0.14-0.9	
Nominal Size	Clearance	Wear and Repair Limit																																	
C=40	c = 0.08-0.135																																		
D=70	d = 0.060-0.109																																		
E=35	e = 0.15-0.40																																		
F=50	f = 0.080-0.144																																		
G=27	g = 0.14-0.9																																		
Puntos de Medición		A1		A2		A3		A4		A5		A7		A8		A9																			
Diámetro del eje	Vertical	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G	Ldo /T	Ldo /G																		

de balancin D	Horizontal																		
Diametro del alojamiento del eje de balancin	Vertical																		
	Horizontal																		
Diametro del eje de rodillo C	Vertical																		
	Horizontal																		
Diametro externo Buje F	Vertical																		
	Horizontal																		
Diametro Interno Buje	Vertical																		
	Horizontal																		
Diametro alojamiento Buje	Vertical																		
	Horizontal																		
Holgura d																			
Holgura c																			
Holgura f																			
Holgura e																			
Holgura g																			
Observaciones:																			
Realizado por:							Revisado por :							Aprobado Por:					
Nombre:							Nombre:							Nombre:					
Cargo:							Cargo:							Cargo:					
Fecha:							Fecha:							Fecha:					

Anexo 16: Holguras de balacines de empuje

