



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS  
AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS  
PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**

**Ever Roberto Ramírez Chávez**

Asesorado por la MSc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, julio 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS  
AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS  
PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EVER ROBERTO RAMÍREZ CHÁVEZ**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	MSc Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	MSc Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 30 de julio del 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ever Roberto Ramírez Chávez', with a large, stylized initial 'E' at the beginning.

**Ever Roberto Ramírez Chávez**



Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de abril de 2023.  
REF.EPS.DOC.176.04.2023.

Ingeniero  
Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

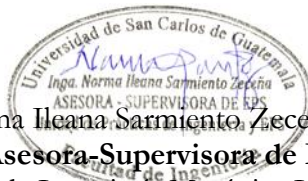
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Ever Roberto Ramírez Chávez, Registro Académico No. 201503839** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecaña de Serrano  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

NISZdS/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 18 de abril de 2023.  
REF.EPS.D.132.04.2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Ever Roberto Ramírez Chávez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecaña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH /ra

REF.REV.EMI.030.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA, S.C.A.**, presentado por el estudiante universitario **Ever Roberto Ramírez Chávez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: abril a junio año 2023

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023.  
/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.165.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**, presentado por: **Ever Roberto Ramírez Chávez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: julio a diciembre año 2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2023.

LNG.DECANATO.OI.563.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES Y DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PARA LA PLANTA LAS PALMAS I, ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**, presentado por: **Ever Roberto Ramírez Chávez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por bendecirme, cuidarme y ayudarme durante toda mi vida y ayudarme en esta meta tan importante de graduarme.
- Mis padres** Jaime Ramírez y Lidia Elizabeth Chávez, por sus enseñanzas, sacrificio y amor incondicional desde que nací y por compartir conmigo desde un inicio esta meta cumplida.
- Mis hermanos** Christian, Jaime y Fátima Ramírez por su amor, apoyo y compañía de todos los días.
- Mis Abuelos** Por sus bendiciones y consejos desde que era pequeño, en especial mi Abuelita Vilma por su amor, apoyo y su guía en mi formación personal.
- Familia** Tíos y primos por sus consejos y apoyo, en especial por los que iniciaron conmigo este sueño y que ahora desde el cielo me cuidan y comparten esta alegría conmigo.
- Amigos** Todos los amigos que la gloriosa facultad me permitió conocer y compartir esta etapa llena de dificultades, alegrías y recuerdos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme ese sentimiento de pertenencia y el orgullo de poder ser egresado de la más grande y gloriosa universidad.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por recibirme y darme la oportunidad de formarme como profesional.
<b>MSc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña</b>	Por su infinito apoyo y paciencia, por compartir conmigo todos sus conocimientos y guiarme en el desarrollo de mi ejercicio profesional supervisado.
<b>Orazul Energy Guatemala</b>	Por abrirme las puertas de sus instalaciones y darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de graduación.
<b>Ing. Edvin Saúl Quin</b>	Por su apoyo incondicional y compartir sus conocimientos conmigo para el desarrollo de mi ejercicio profesional supervisado.
<b>Ing. Ludin Recinos</b>	Por su confianza, consejos y todo su apoyo desde el primer día del desarrollo de mi trabajo.
<b>Personal de Orazul Energy Guatemala</b>	Por todas las atenciones y el deseo de apoyarme en todas mis actividades dentro de la empresa.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIX
GLOSARIO .....	XXI
RESUMEN .....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN .....	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ORAZUL ENERGY GUATEMALA .....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Misión .....	4
1.3. Visión.....	4
1.4. Estructura organizacional .....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES .....	9
2.1. Actividades de planta Las Palmas I.....	9
2.1.1. Análisis de la situación actual .....	10
2.1.1.1. Análisis FODA .....	10
2.1.1.2. Diagrama de Ishikawa .....	18
2.1.2. Análisis del mantenimiento .....	22
2.1.2.1. Cuarto de motores y sistemas auxiliares.....	23
2.1.2.2. Maquinaria y equipos.....	27



	2.1.2.3.	Actividades de mantenimiento.....	34
	2.1.2.4.	Rutinas .....	37
	2.1.2.5.	Catálogo de fallas y criticidad.....	37
	2.1.2.6.	Formatos y registros.....	44
	2.1.2.7.	Personal .....	48
2.2.		Propuesta del plan de mantenimiento preventivo .....	50
	2.2.1.	Objetivos .....	51
	2.2.2.	Personal .....	51
	2.2.3.	Actividades previas a la ejecución del mantenimiento.....	55
	2.2.4.	Actividades de mantenimiento para motores	46
		Wärtsilä .....	57
	2.2.4.1.	Mantenimiento diario .....	57
	2.2.4.2.	Mantenimiento Semanal.....	61
	2.2.4.3.	Mantenimiento cada 250 Hrs.....	64
	2.2.4.4.	Mantenimiento cada 500 Hrs.....	67
	2.2.4.5.	Mantenimiento cada 1,000 Hrs.....	70
	2.2.4.6.	Mantenimiento cada 1,500 Hrs.....	73
	2.2.4.7.	Mantenimiento cada 2,000 Hrs.....	76
	2.2.4.8.	Mantenimiento cada 2,500 Hrs.....	80
	2.2.4.9.	Mantenimiento cada 3,000 Hrs.....	83
	2.2.4.10.	Mantenimiento cada 4,000 Hrs.....	86
	2.2.4.11.	Mantenimiento cada 6,000 Hrs.....	89
	2.2.4.12.	Mantenimiento cada 8,000 Hrs.....	92
	2.2.4.13.	Mantenimiento cada 12,000 Hrs.....	95
	2.2.4.14.	Mantenimiento cada 18,000 Hrs.....	101
	2.2.4.15.	Mantenimiento cada 24,000 Hrs.....	104
	2.2.4.16.	Mantenimiento cada 36,000 Hrs.....	107
	2.2.4.17.	Mantenimiento cada 48,000 Hrs.....	112

2.2.4.18.	Mantenimiento cada 60,000 Hrs .....	115
2.2.4.19.	Mantenimiento cada 72,000 Hrs .....	118
2.2.4.20.	Rutinas de inspección.....	120
2.2.5.	Mantenimiento del sistema de combustible .....	125
2.2.5.1.	Descripción .....	125
2.2.5.2.	Actividades de mantenimiento.....	125
2.2.5.3.	Rutinas de inspección.....	130
2.2.6.	Mantenimiento del sistema de aceite lubricante ...	133
2.2.6.1.	Descripción .....	133
2.2.6.2.	Actividades de mantenimiento.....	133
2.2.6.3.	Rutinas de inspección.....	136
2.2.7.	Mantenimiento del sistema de aire comprimido....	137
2.2.7.1.	Descripción .....	137
2.2.7.2.	Actividades de mantenimiento.....	137
2.2.7.3.	Rutinas de Inspección .....	147
2.2.8.	Mantenimiento del sistema de agua refrigerante..	148
2.2.8.1.	Descripción .....	148
2.2.8.2.	Actividades de mantenimiento.....	148
2.2.8.3.	Rutinas de inspección.....	152
2.2.9.	Mantenimiento del sistema de aire de carga y gases de escape.....	153
2.2.9.1.	Descripción .....	153
2.2.9.2.	Actividades de mantenimiento.....	153
2.2.9.3.	Rutinas de inspección.....	157
2.2.10.	Mantenimiento del sistema de vapor .....	158
2.2.10.1.	Descripción .....	158
2.2.10.2.	Actividades de mantenimiento.....	158
2.2.10.3.	Rutinas de inspección.....	163

2.2.11.	Mantenimiento del sistema de tratamiento de sedimentos.....	164
2.2.11.1.	Descripción.....	164
2.2.11.2.	Actividades de mantenimiento.....	165
2.2.11.3.	Rutinas de Inspección .....	169
2.2.12.	Mantenimiento del Sistema Eléctrico .....	170
2.2.12.1.	Descripción del área de transformadores y subestaciones.....	170
2.2.12.2.	Actividades de mantenimiento.....	170
2.2.12.3.	Rutinas de Inspección .....	174
2.2.13.	Controles de calidad de sistemas auxiliares.....	175
2.2.13.1.	Sistema de combustible .....	175
2.2.13.2.	Sistema de aceite lubricante .....	177
2.2.13.3.	Agua refrigerante.....	182
2.3.	Costo de la propuesta .....	184
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	185
3.1.	Diagnóstico situacional del área de seguridad industrial.....	185
3.1.1.	Salud ocupacional .....	189
3.1.2.	Seguridad ocupacional.....	197
3.2.	Plan de salud y seguridad ocupacional.....	214
3.2.1.	Objetivos .....	214
3.2.2.	Personal .....	215
3.2.3.	Salud ocupacional.....	218
3.2.3.1.	Orden e higiene en área laboral.....	219
3.2.3.2.	Almacenamiento de materiales .....	223
3.2.3.2.1.	Manejo y almacenamiento de	

	productos inflamables y combustibles.....	225
3.2.3.3.	Manipulación de cargas .....	227
3.2.3.4.	Ergonomía y trabajo en oficina .....	229
3.2.3.5.	Enfermedades y lesiones laborales ...	234
3.2.3.6.	Manejo de desechos sólidos.....	238
3.2.4.	Seguridad ocupacional .....	240
3.2.4.1.	Condiciones de seguridad industrial..	241
	3.2.4.1.1. Iluminación .....	241
	3.2.4.1.2. Ruido .....	245
3.2.4.2.	Seguridad con andamios .....	248
3.2.4.3.	Equipos de protección personal.....	251
	3.2.4.3.1. Protección para cara y ojos.....	254
	3.2.4.3.2. Protección para la cabeza.....	254
	3.2.4.3.3. Protección para los pies.....	255
	3.2.4.3.4. Protección para las manos.....	256
	3.2.4.3.5. Protección para el cuerpo .....	256
3.2.4.4.	Actividades operativas.....	257
	3.2.4.4.1. Montacargas.....	257
	3.2.4.4.2. Herramientas .....	260
3.2.4.5.	Informe de incidentes .....	262
3.2.5.	Instrucciones para trabajos seguros .....	264
	3.2.5.1. Trabajo estándar.....	266
	3.2.5.2. Bloqueo y etiquetado .....	267

3.2.5.3.	Trabajo con calor.....	269
3.2.5.4.	Trabajo en altura .....	271
3.2.5.5.	Trabajo en espacios confinados.....	274
3.2.5.6.	Trabajos con electricidad.....	277
3.2.6.	Registros .....	279
3.2.6.1.	Permiso de trabajo estándar .....	279
3.2.6.2.	Permiso de bloqueo y etiquetado .....	282
3.2.6.3.	Permiso de trabajo con calor.....	283
3.2.6.4.	Permiso de trabajo en altura .....	285
3.2.6.5.	Permiso de trabajo en espacios confinados.....	287
3.2.7.	Plan de respuesta .....	289
3.2.7.1.	A emergencias .....	289
3.2.7.2.	Contra incendios .....	291
3.2.7.3.	Derrame de materiales.....	297
3.2.7.4.	Vandalismo.....	300
3.2.7.5.	Desastres naturales .....	302
3.2.8.	Rutas de evacuación.....	304
3.2.9.	Señalización.....	306
3.3.	Costo de la propuesta .....	308
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	311
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	311
4.2.	Plan de capacitación .....	317
4.3.	Resultado de la capacitación .....	327
4.4.	Costo de la propuesta .....	334
	CONCLUSIONES.....	335
	RECOMENDACIONES .....	337

REFERENCIAS ..... 339  
APÉNDICES ..... 341



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación geográfica de la planta Las Palmas.....	3
2.	Fotografía de la Planta Arizona .....	4
3.	Organigrama de Orazul Energy planta Las Palmas .....	7
4.	Fotografía de la Planta Las Palmas I .....	10
5.	Diagrama causa y efecto.....	20
6.	Tanque de aceite lubricante y agua para el cuarto de motores de la planta Las Palmas I.....	23
7.	Tanques de combustible y chimeneas del cuarto de motores de la planta Las Palmas I.....	24
8.	Planta del cuarto de motores de la planta Las Palmas I .....	25
9.	Fotografía del cuarto de motores de la planta Las Palmas I .....	26
10.	Parámetros de operación recomendados del cuarto de motores .....	27
11.	Fotografía del diseño general externo del motor Wärtsilä en la planta Las Palmas I.....	31
12.	Circuito de aceite de lubricación del motor Wärtsilä.....	33
13.	Registros de mantenimiento en software IMB máximo .....	35
14.	Listado de equipos críticos del motor Wärtsilä .....	43
15.	Formato de control de caldera auxiliar del cuarto de motores.....	45
16.	Formato de entrega y recepción de turno en la planta Las Palmas I .....	46
17.	Formato de toma de lecturas en el cuarto de motores de la planta Las Palmas I .....	47
18.	Organigrama del área de mantenimiento de la planta Las Palmas I .....	50



19.	Organigrama propuesto del área de mantenimiento de la planta Las Palmas I .....	54
20.	Actividades previas a la ejecución de mantenimientos .....	56
21.	Actividades de mantenimiento diario para motores Wärtsilä.....	58
22.	Formato de control de mantenimiento diario.....	60
23.	Actividades de mantenimiento semanal para motores Wärtsilä.....	62
24.	Formato de control de mantenimiento semanal .....	63
25.	Actividades de mantenimiento a las 250 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	65
26.	Formato de control de mantenimiento a las 250 Hrs. de funcionamiento.....	66
27.	Actividades de mantenimiento a las 500 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	68
28.	Formato de control de mantenimiento a las 500 Hrs. de funcionamiento.....	69
29.	Actividades de mantenimiento a las 1,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	71
30.	Formato de control de mantenimiento a las 1,000 Hrs. de funcionamiento.....	72
31.	Actividades de mantenimiento a las 1,500 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	74
32.	Formato de control de mantenimiento a las 1,500 Hrs. de funcionamiento.....	75
33.	Actividades de mantenimiento a las 2,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	77
34.	Formato de control de mantenimiento a las 2,000 Hrs. de funcionamiento.....	79
35.	Actividades de mantenimiento a las 2,500 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	81

36.	Formato de control de mantenimiento a las 2,500 Hrs. de funcionamiento .....	82
37.	Actividades de mantenimiento a las 3,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	84
38.	Formato de control de mantenimiento a las 3,000 Hrs. de funcionamiento .....	85
39.	Actividades de mantenimiento a las 4,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	87
40.	Formato de control de mantenimiento a las 4,000 Hrs. de funcionamiento .....	88
41.	Actividades de mantenimiento a las 6,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	90
42.	Formato de control de mantenimiento a las 6,000 Hrs. de funcionamiento .....	91
43.	Actividades de mantenimiento a las 8,000 horas de funcionamiento de motores Wärtsilä .....	93
44.	Formato de control de mantenimiento a las 8,000 Hrs. de funcionamiento .....	94
45.	Actividades de mantenimiento a las 12,000 horas de funcionamiento de motores Wärtsilä .....	96
46.	Formato de control de mantenimiento a las 12,000 Hrs. de funcionamiento .....	99
47.	Actividades de mantenimiento a las 18,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	102
48.	Formato de control de mantenimiento a las 18,000 Hrs. de funcionamiento .....	103
49.	Actividades de mantenimiento a las 24,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	105

50.	Formato de control de mantenimiento a las 24,000 Hrs. de funcionamiento.....	106
51.	Actividades de mantenimiento a las 36,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	108
52.	Formato de control de mantenimiento a las 36,000 Hrs. de funcionamiento.....	110
53.	Actividades de mantenimiento a las 48,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	113
54.	Formato de control de mantenimiento a las 48,000 Hrs. de funcionamiento.....	114
55.	Actividades de mantenimiento a las 60,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	116
56.	Formato de control de mantenimiento a las 60,000 Hrs. de funcionamiento.....	117
57.	Actividades de mantenimiento a las 72,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä .....	119
58.	Rutinas de inspección para separadoras del cuarto de motores .....	121
59.	Rutinas de inspección para motores eléctricos de maquinaria del cuarto de motores .....	122
60.	Rutinas de inspección para compresores del cuarto de motores.....	123
61.	Rutinas de inspección de camisas de cilindro para motores Wärtsilä...	124
62.	Actividades de mantenimiento para el sistema de combustible .....	126
63.	Formato de control de mantenimiento a sistema de combustible .....	128
64.	Rutinas de inspección para el sistema de combustible.....	131
65.	Actividades de mantenimiento para el sistema de lubricación .....	134
66.	Formato de control de mantenimiento del sistema de lubricación .....	135
67.	Rutinas de inspección del sistema de lubricación .....	136
68.	Actividades de mantenimiento del sistema de aire comprimido .....	138

69.	Formato de control del mantenimiento del sistema de aire comprimido.....	141
70.	Rutinas de inspección del sistema de aire comprimido .....	147
71.	Actividades de mantenimiento del sistema de agua refrigerante .....	149
72.	Formato de control del mantenimiento del sistema de agua refrigerante .....	151
73.	Rutinas de inspección del sistema de agua refrigerante .....	152
74.	Actividades de mantenimiento del sistema de aire de carga.....	154
75.	Formato de control del mantenimiento del sistema de aire de carga ...	156
76.	Rutinas de inspección del sistema de aire de carga .....	157
77.	Actividades de mantenimiento del sistema de vapor.....	159
78.	Formato de control del mantenimiento del sistema de vapor .....	161
79.	Rutinas de inspección del sistema de vapor .....	163
80.	Diagrama del sistema de tratamiento de sedimentos.....	165
81.	Actividades de mantenimiento para el sistema de sedimentos .....	166
82.	Formato de control del mantenimiento del sistema de sedimentos.....	168
83.	Rutinas de inspección del sistema de sedimentos .....	169
84.	Actividades de mantenimiento del sistema eléctrico .....	171
85.	Formato de control del mantenimiento a transformador y subestación	172
86.	Rutinas de inspección del sistema eléctrico .....	174
87.	Aceites lubricantes aprobados para el turbocompresor .....	180
88.	Aceites lubricantes aprobados para motores Wärtsilä .....	181
89.	Aceite lubricante aprobados para el virador del motor .....	182
90.	Diagrama de causa y efecto.....	187
91.	Suspensiones médicas de los empleados de Orazul Energy Guatemala en el año 2,020 .....	190
92.	Casos de Morbilidad general en Orazul Energy en el año 2020 .....	191
93.	Áreas detectadas con falta de señalización dentro de la planta Las Palmas I .....	199

94.	Descripción gráfica del proceso de generación de energía eléctrica de la planta Las Palmas I.....	201
95.	Registro de reporte de conato de incendio dentro de las plantas de Orazul Energy .....	211
96.	Registro de reporte de incidente de actividades operativas dentro del cuarto de motores .....	212
97.	Registro de reporte de incidente de actividades operativas dentro del cuarto de motores .....	213
98.	Funciones del equipo de respuesta a emergencias .....	216
99.	Organigrama del equipo de respuesta a emergencias para la planta Las Palmas I.....	218
100.	Lineamientos de orden e higiene en las áreas de trabajo .....	220
101.	Formato de inspección de condiciones de higiene ocupacional en áreas de trabajo.....	222
102.	Actividades para el almacenamiento de materiales .....	223
103.	Lineamientos para el almacenamiento de productos inflamables y combustibles.....	226
104.	Lineamientos para la manipulación de cargas .....	228
105.	Formato para evaluación ergonómica.....	230
106.	Lineamientos para el desarrollo de controles ergonómicos .....	232
107.	Formato de investigación de enfermedad o lesión laboral .....	235
108.	Clasificación de colores para depósitos de desechos sólidos.....	239
109.	Mapa de puntos para almacenamiento de desechos sólidos.....	240
110.	Parámetros de intensidad de iluminación .....	242
111.	Formato de monitoreo de luxes de iluminación en áreas de trabajo de la planta Las Palmas I.....	244
112.	Lineamientos para el control del ruido y conservación del oído .....	246
113.	Formato de monitoreo del nivel de ruido en las áreas de trabajo de la planta Las Palmas I.....	247

114.	Lineamientos para el uso de andamios .....	249
115.	Formato para inspección de andamios .....	250
116.	Lineamientos para el equipo de protección personal .....	252
117.	Formato de inspección a equipos de protección personal .....	253
118.	Lineamientos para el uso de montacargas.....	258
119.	Formato para inspección del montacargas.....	259
120.	Lineamientos generales para el uso de herramientas .....	260
121.	Formato para inspección de herramientas .....	261
122.	Formato de informe de incidentes .....	263
123.	Lineamientos para la gestión de un permiso de trabajo .....	265
124.	Lineamientos para la ejecución de un trabajo estándar .....	266
125.	Lineamientos para realizar un bloqueo y etiquetado .....	268
126.	Lineamientos para la ejecución de trabajos con calor.....	270
127.	Lineamientos para ejecución de trabajos en altura .....	272
128.	Lineamientos para la ejecución de trabajos en espacios confinados ...	275
129.	Formato de control del personal autorizado a espacios confinados.....	276
130.	Lineamientos para la ejecución de trabajos con electricidad.....	278
131.	Permiso de trabajo estándar .....	280
132.	Permiso de bloqueo y etiquetado .....	282
133.	Permiso de trabajo con calor.....	283
134.	Permiso de trabajo en altura .....	285
135.	Permiso de trabajo en espacios confinados .....	287
136.	Flujograma de respuesta a emergencias para planta Las Palmas I.....	291
137.	Flujograma de respuesta a fuego incipiente.....	295
138.	Flujograma de respuesta contra incendio.....	296
139.	Flujograma de respuesta contra derrame de materiales peligrosos.....	299
140.	Flujograma de respuesta a emergencia de vandalismo .....	301
141.	Flujograma de respuesta ante emergencia de desastre natural.....	303
142.	Señalización de evacuación .....	305

143.	Rutas de evacuación y punto de reunión en Las Palmas I .....	306
144.	Formato para la detección de necesidad de capacitación .....	312
145.	Resultados del diagnóstico de necesidades de capacitación .....	313
146.	Plan de capacitación anual .....	326
147.	Fotografía de la capacitación de factor humano realizada en la planta Las Palmas I.....	327
148.	Material de la capacitación de factor humano realizada en la planta Las Palmas I.....	328
149.	Fotografía de diplomas digitales para los participantes de la capacitación de factor humano .....	329
150.	Fotografía de la capacitación de trabajos con calor realizada en la planta Las Palmas I. ....	330
151.	Material de la capacitación de trabajos con calor realizada en la planta Las Palmas I .....	331
152.	Fotografía de diplomas digitales para los participantes de la capacitación de trabajos con calor.....	332
153.	Fotografía de práctica de combate contra incendios en la planta Las Palmas I.....	333

## TABLAS

I.	Matriz FODA .....	14
II.	Matriz de relaciones FODA .....	15
III.	Tabla de análisis de causas del diagrama de causa y efecto .....	21
IV.	Listado de equipos del cuarto de motores .....	32
V.	Listado de fallas en el motor .....	38
VI.	Listado de fallas en sistemas auxiliares por el motor .....	38
VII.	Listado de fallas en el sistema de combustible .....	39
VIII.	Listado de fallas en el sistema de lubricación .....	39

IX. Listado de fallas en el sistema de aire comprimido .....	40
X. Listado de fallas en el sistema de refrigeración .....	40
XI. Listado de fallas en el sistema de aire de carga y gases de escape ....	41
XII. Listado de fallas en el sistema de vapor.....	41
XIII. Listado de quipos críticos en la planta Las Palmas I .....	42
XIV.Descriptor del puesto del operador del cuarto de motores para la planta Las Palmas I .....	53
XV.Límites máximos de las características del combustible para los motores Wärtsilä .....	176
XVI.Elementos más que se encuentran en un análisis de aceite lubricante.....	178
XVII. Aditivos más comunes para el agua de refrigeración .....	183
XVIII.Costo de mantenimiento preventivo para un motor generador de energía eléctrica.....	184
XIX. Tabla de análisis de causas del diagrama de causa y efecto.....	188
XX.Causas identificadas de problemas ergonómicos en puestos de trabajo.....	193
XXI. Niveles de severidad .....	194
XXII. Niveles de probabilidad de ocurrencia de sucesos .....	195
XXIII. Tabla de valoración del riesgo.....	195
XXIV. Evaluación de riesgos .....	196
XXV.Comité Bipartito de Seguridad y Salud Ocupacional de Orazul Energy.....	198
XXVI.Riesgos asociados en la actividad de carga y descarga de combustible.....	202
XXVII.Perfil de riesgo de seguridad de los puestos de trabajo .....	203
XXVIII. Niveles de severidad.....	204
XXIX. Niveles de probabilidad de ocurrencia de sucesos .....	205
XXX. Tabla de valoración del riesgo .....	206



XXXI. Evaluación de riesgos .....	207
XXXII. Límites máximos de manipulación manual de carga para los trabajadores .....	227
XXXIII. Tabla de colores de candados para bloqueo y etiquetado.....	267
XXXIV. Tipos de incendios.....	292
XXXV. Señales de alerta contra incendios .....	293
XXXVI. Tipos de extintores contra fuego.....	297
XXXVII. Tipos de derrame de materiales .....	298
XXXVIII. Señales de alarma ante emergencia de desastre natural .....	302
XXXIX. Código de colores para las tuberías.....	307
XL. Señalización de seguridad .....	308
XLI. Costo para el plan de salud y seguridad ocupacional .....	309
XLII. Costo del plan de capacitación.....	334

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista
<b>dB</b>	Decibeles
<b>°C</b>	Grado Centígrado
<b>°F</b>	Grado Fahrenheit
<b>Hrs.</b>	Horas
<b>psi</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>MW</b>	Mega-Watt
<b>PPM</b>	Partes por millón
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>%</b>	Porcentaje
<b>bar</b>	Unidad de presión
<b>BTU</b>	Unidad de energía
<b>cSt</b>	Unidad de viscosidad cinemática -centistokes



## GLOSARIO

<b>Accidente laboral</b>	Lesión física que el trabajador padece como consecuencia del trabajo de manera imprevista.
<b>AMM</b>	Organización privada sin fines de lucro del gobierno de Guatemala para asegurar el suministro y la seguridad de la electricidad en el país.
<b>BTU</b>	Unidad que mide la cantidad de calor que una unidad de aire puede extraer de un área.
<b>Caldera</b>	Máquina industrial que está destinada para la generación de grandes cantidades de vapor de agua.
<b>Combustión</b>	Reacción química rápida del oxígeno en el aire en el que se emana energía bajo una forma de calor.
<b>Condición de trabajo</b>	Conjunto de variables subjetivas y objetivas que definen la realización de una labor concreta y el entorno en que esta se realiza.
<b>Compresor</b>	Dispositivo que sirve para reducir a menor volumen un fluido por medio de la presión.
<b>Derrame</b>	Fuga al o dentro del aire, aguas y suelo de cualquier sustancia incluyendo productos de petróleo y aceite,

sustancias peligrosas que ponen en riesgo a los trabajadores.

**Emergencia laboral** Evento que ocurre y pone en peligro a los trabajadores y las actividades en un lugar de trabajo.

**Incendio** Evento en el cual uno o varios materiales inflamables son consumidos de forma incontrolada.

**Mantenimiento** Actividad planificada destinado a la conservación de equipos o instalaciones a través de inspecciones y limpieza que garanticen un buen funcionamiento

**Sedimentación** Proceso que consiste en la separación por la acción de la gravedad de las fases sólidas y líquida de una suspensión diluida, donde se obtiene una suspensión concentrada y otra parte líquida.

**Unidad generadora** Unidad capaz de mantener un diferencial de potencia eléctrica, transformando la energía mecánica en energía eléctrica.

## RESUMEN

Orazul Energy Guatemala es una empresa que se especializa en la generación de energía eléctrica, cuenta con la planta Las Palmas I y Las Palmas II ubicadas en Escuintla y la planta Arizona en el Puerto de San José, esta última opera una línea de transmisión de 34 Km de longitud.

Se realizó un diagnóstico en la planta Las Palmas I para detectar áreas de oportunidad de mejora, en donde se identificó que se realizan de manera constante acciones correctivas a los equipos y maquinarias dentro del cuarto de motores. Para solucionar esta problemática se diseñó un plan de mantenimiento preventivo que se ajuste a las condiciones de operación y servicio que ofrece la planta actualmente al administrador de energía de Guatemala AMM, esto para mejorar la disponibilidad de las unidades de generación de energía eléctrica de la planta.

Además, se evaluó el área de salud y seguridad ocupacional en donde se detectaron oportunidades de mejora, como la documentación de lineamientos para la ejecución de trabajos seguros, así como formatos de control que complementen las actividades en materia de seguridad de la planta. Para ello se diseñó un plan de salud y seguridad ocupacional para las actividades de la planta Las Palmas I, esto para fomentar una cultura de prevención en aspectos de seguridad y velar por el bienestar de los trabajadores y activos de la empresa.

Se diseñó un plan de capacitaciones anual para el reforzamiento de conocimientos y aptitudes de todos los trabajadores, esto para fomentar una cultura de mejora en el personal de la empresa.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo del cuarto de motores y sistemas auxiliares y de salud y seguridad ocupacional para la planta Las Palmas I, Orazul Energy Guatemala y Cía., S.C.A.

### **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico situacional del mantenimiento actual para identificar oportunidades de mejora.
2. Evaluar al personal de mantenimiento para analizar el cumplimiento de las actividades e inspecciones de mantenimiento que se realizan en la planta Las Palmas I.
3. Diseñar actividades de mantenimiento preventivo para el cuarto de motores y sus sistemas auxiliares que se ajusten a las condiciones de operación de la planta Las Palmas I.
4. Desarrollar rutinas de inspección, formatos de trabajo y de control para las actividades del plan de mantenimiento preventivo.
5. Definir la frecuencia de ejecución de las actividades y rutinas del plan de mantenimiento preventivo.



6. Diseñar el plan de salud y seguridad ocupacional para la planta Las Palmas I, que ayude en el desarrollo de actividades y el bienestar de los trabajadores.
7. Diseñar el plan de capacitación al capital humano con base en el diagnóstico de necesidades de capacitación.

## INTRODUCCIÓN

Orazul Energy es una empresa con operaciones de Orazul Energy Centroamérica en Guatemala y El Salvador, en Guatemala cuenta con dos plantas térmicas, la planta Arizona ubicada en el Puerto de San José, con una capacidad de generación de 172.5 MW instalada, en Escuintla se encuentra la planta Las Palmas I con capacidad de generación de 66.8 MW, mediante el uso de motores de combustión interna y Las Palmas II actualmente fuera de servicio y operaciones alimentada con carbón térmico, con capacidad de generación de 83 MW. Orazul Energy Guatemala actualmente cubre cerca del 15 % de la demanda de electricidad del país.

En este trabajo de graduación desarrollado a través del programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se presenta en el capítulo uno información general de la empresa, descripción de las actividades de operación de la planta, la misión, la visión, los valores y el diagnóstico actual de las condiciones de operación de la planta, partiendo como base para el desarrollo de la propuesta.

En el capítulo dos se analizan las actividades de mantenimiento y operación de la planta Las Palmas I, mediante un análisis FODA y diagrama de Causa y efecto para la detección de oportunidades de mejora. A raíz del análisis se diseña un plan mantenimiento preventivo para el cuarto de motores y sistemas auxiliares con base a las actividades y condiciones de operación actual de la planta. En el plan de mantenimiento preventivo propuesto se diseñan las actividades y rutinas de mantenimiento, se establecen las frecuencias de tiempo

para su ejecución, así como formatos de registro y control para el plan de mantenimiento preventivo.

En el capítulo tres se analizan las condiciones de salud y seguridad ocupacional, para identificar oportunidades de mejora y reforzar al área de seguridad de la planta. Por lo que se propone un plan de salud y seguridad ocupacional para las actividades que se realizan en la planta Las Palmas I, se establecen lineamientos para la ejecución de trabajos seguros, así como los formatos de control, esto con la finalidad de velar por el bienestar físico e intelectual del personal de la planta y los activos de la empresa.

En el capítulo cuatro se identifican las necesidades de capacitación para el diseño de un plan de capacitación anual, con el objetivo de fortalecer la excelencia operacional y administrativa en las actividades de la empresa.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ORAZUL ENERGY GUATEMALA**

## **1.1. Descripción**

El negocio de Orazul Energy es generar y comercializar energía eléctrica, su portafolio de clientes son las empresas o instituciones públicas que distribuyen energía y estas son las encargadas de la transmisión y la distribución al consumidor final, esto quiere decir que no abastece a un área geográfica específica, ya que la energía generada es distribuida a la demanda nacional de electricidad en las diversas regiones del país.

Es una empresa dedicada al sector de generación y transmisión de energía eléctrica, a través de plantas térmicas de motores de combustión interna y una planta de carbón, lo que los convierte en uno de los principales generadores privados de la región. Actualmente tiene la capacidad de cubrir el 15 % aproximadamente de la demanda eléctrica del país. La planta Las Palmas I con una capacidad instalada de generación de 89 MW; la planta Las Palmas II actualmente fuera de operaciones utiliza carbón térmico, capaz de generar 83 MW., están ubicadas en Escuintla y la planta Arizona con 172.5 MW de generación se encuentra ubicada en el Puerto de San José, esta planta opera también una línea de transmisión de 34 Km de longitud.

Previenen la contaminación, siendo amigables con el medio ambiente, controlando la generación de desechos, vertimientos y emisiones; preservando la fauna que habita dentro de la planta y los recursos naturales con un manejo

responsable de los mismos, reafirmando así su compromiso con las comunidades y el medio ambiente en donde realizan sus operaciones.

Como generadores de energía eléctrica Orazul Energy Guatemala presta un servicio de interés esencial y contribuye al desarrollo de la sociedad, realizando todas las actividades de forma ética y enfocados en el cumplimiento de las expectativas de sus clientes y los requerimientos constitucionales aplicables a sus actividades y los que adoptan de manera voluntaria.

La capacidad de generación en Las Palmas I se divide en dos partes, el área de los motores de combustión (66.8 MW) y el área de la Unidad Stewart & Stevenson (51 MW), esta última área actualmente se encuentra fuera de operaciones.

La planta Las Palmas se encuentra ubicada en el Km. 61.5, ruta antigua al Puerto San José, Escuintla. La ubicación geográfica de la planta Las Palmas se muestra en la figura 1.

Figura 1. **Ubicación geográfica de la planta Las Palmas**



Fuente: Monitor Global Energy Wiki (2022). *Planta Eléctrica Las Palmas*. Consultado el 17 de agosto de 2021. Recuperado de <https://www.google.com/maps/@14.2635721,-90.79818,457m/data=!3m1!1e3?hl=es>.

En la figura 2 se muestra una fotografía de la planta Arizona de Orazul Energy.

Figura 2. **Fotografía de la Planta Arizona**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Arizona, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

## **1.2. Misión**

“Brindar soluciones energéticas innovadoras y sostenibles para desarrollar cada empresa, ciudad y país “(Orazul Energy, p.2).

## **1.3. Visión**

“Ser reconocidos por generar valor a través de excelencia operativa, la renovación del portafolio de negocios y la creación de nuevas soluciones energéticas, en armonía con nuestro entorno” (Orazul Energy, p.2).

## **1.4. Estructura organizacional**

Orazul Energy Guatemala tiene una estructura organizacional funcional para la ejecución de las diferentes actividades y operaciones realizadas en sus

instalaciones, por lo tanto, los altos directivos delegan y supervisan operaciones en una distribución del personal por funciones según la especialización de los trabajos a realizar, cumpliendo así con los objetivos y metas de la empresa.

La cultura de la empresa está compuesta por sus propósitos, aspiraciones y principios. El propósito de brindar soluciones energéticas de innovación y sostenibilidad para el desarrollo de cada hogar, empresa y ciudad. La aspiración de ser reconocidos por generar valor a través de la excelencia operativa y renovación de negocios para crear un servicio en armonía con su entorno. Los principios de tomar en cuenta a sus trabajadores, clientes, proveedores y comunidades en la toma de decisiones, enfocados en crear valor y actuando con transparencia, honestidad y respeto, impulsando así un cambio positivo para crecer como equipo de trabajo.

Las funciones de los principales puestos se describen a continuación:

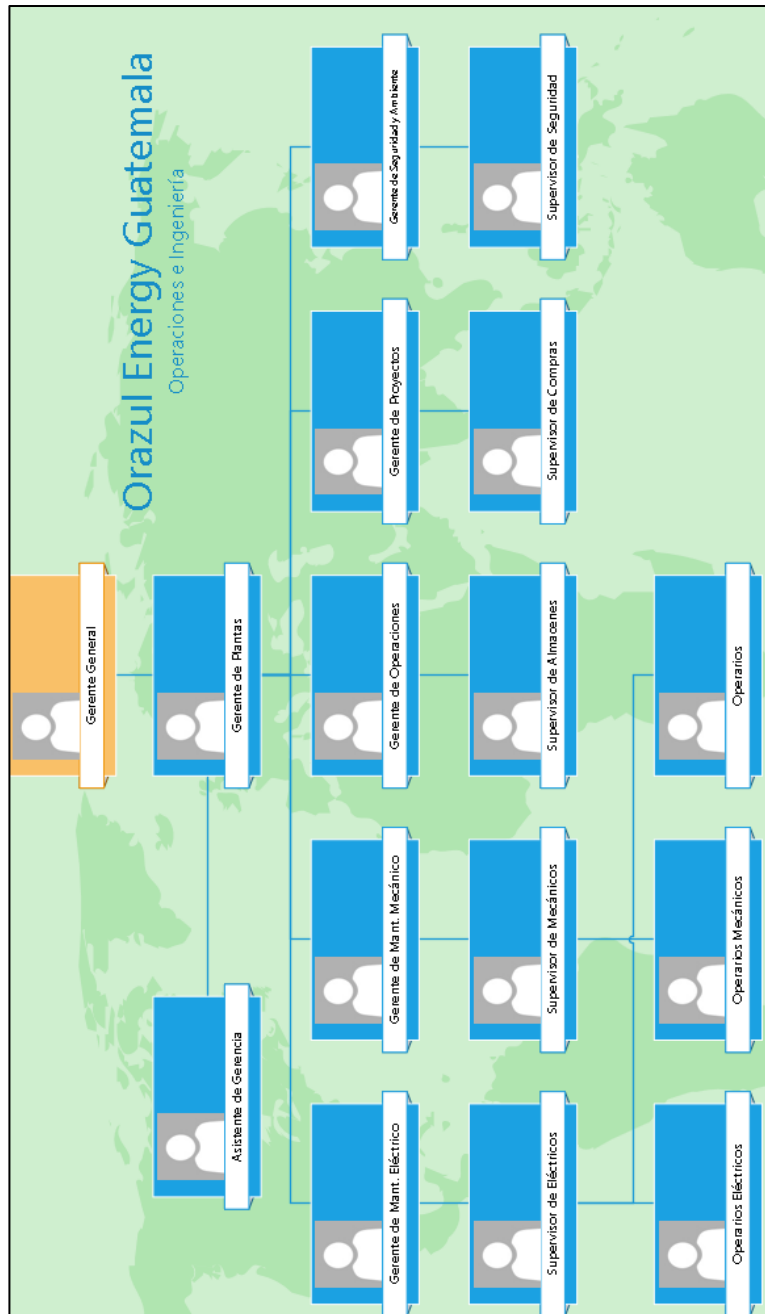
- Gerente general: supervisa las actividades de todas las plantas que se encuentran en operación de Orazul Energy, siendo el contacto directo entre las plantas y los altos mandos regionales de la empresa.
- Gerente de plantas: inspecciona, planifica y apoya en las actividades que se realizan en las plantas, delegando responsabilidades y la realización de trabajos en conjunto con los gerentes.
- Gerentes: se encargan de la planificación, ejecución y supervisión de proyectos y operaciones de acuerdo a la especialización de trabajos que se ejecutan en la planta.
- Supervisores: son la conexión entre el gerente y los operadores, encargándose de la supervisión y apoyo de operadores para la ejecución de los trabajos.



- Operadores: se encargan de ejecutar las operaciones y trabajos de campo para el funcionamiento de la planta.

En la figura 3 se presenta el organigrama de Orazul Energy planta Las Palmas.

Figura 3. Organigrama de Orazul Energy planta Las Palmas



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Visio.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CUARTO DE MOTORES Y SISTEMAS AUXILIARES**

### **2.1. Actividades de planta Las Palmas I**

La planta de generación de energía eléctrica Las Palmas I fue instalada en Guatemala entre los años 1998 y 2000, la tecnología que utiliza son motores de combustión interna. Los motores de Las Palmas I utilizan bunker como combustible y son cinco motores de combustión interna con una capacidad conjunta total de generación de 66.8 MW.

La planta Las Palmas I opera de acuerdo a la prestación y remuneración del servicio complementario de reserva rápida que establece la resolución No. 216-04 del Administrador del Mercado Mayorista (AMM), por lo que la planta cumple con los requerimientos para poder brindar el servicio de reserva rápida, en donde dicha resolución lo establece como un servicio complementario que pueden presentar algunas unidades generadoras del Sistema Nacional Interconectado. Este servicio tiene como objetivo contar con la capacidad de potencia para cubrir desbalances de generación y demanda provocados por contingencias, fallas o salidas de transmisión y/o generación u otro tipo de imprevistos importantes. Por lo que la planta tiene que estar disponible en todo momento si el Administrador de Mercado Mayorista requiere de los servicios de generación.

En la figura 4 se muestra una imagen de la planta Las Palmas I.

Figura 4. **Fotografía de la Planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Arizona, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

### **2.1.1. Análisis de la situación actual**

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de la planta Las Palmas I en el cuarto de motores, se elaboró un análisis FODA y un diagrama causa y efecto, con la finalidad de determinar acciones y estrategias, así como las oportunidades de mejora en las actividades para la disponibilidad de la planta en su proceso de generación.

#### **2.1.1.1. Análisis FODA**

Los factores del FODA se enumeran a continuación y se muestran en la tabla I.

- Fortalezas
  - F1. Se mantiene un enfoque de mejora continua en todas las actividades y procesos dentro de la planta.
  - F2. Apoyo administrativo para la preservación de los equipos y maquinaria que mejore la disponibilidad de la planta.
  - F3. Buen ambiente de trabajo y comunicación entre los trabajadores de la planta.
  - F4. Buena distribución de las áreas de trabajo, generando accesibilidad para maniobras operativas a los trabajadores.
  - F5. Personal de trabajo calificado y con experiencia para cada una de las operaciones y trabajos que se realizan dentro de la planta.
  - F6. Software de gestión empresarial para el control de los activos y actividades de la empresa.
  - F7. Están comprometidos a una generación limpia y el desarrollo de actividades amigables a la comunidad y medio ambiente.
  
- Oportunidades
  - O1. Disponibilidad de proveedores e identidades especializados en temas específicos de mantenimiento, seguridad, repuestos, consumibles y recursos para la operación de la empresa.

- O2. Incremento en la demanda de energía eléctrica a nivel nacional.
- O3. Innovación en nuevas tecnologías, herramientas y recursos de mantenimiento a nivel industrial.
- O4. Convenios con entidades públicas o privadas para capacitaciones especializadas en actividades de la empresa para los trabajadores.
- O5. Inversión industrial de parte de entidades extranjeras de acuerdo a la demanda de energía eléctrica.
- Debilidades
  - D1. Modificaciones en maquinaria y equipos.
  - D2. Maquinaria y equipos en funcionamiento que cumplieron su vida útil, aumentando de esta manera su probabilidad de falla.
  - D3. Personal limitado para la planta en la inspección de los procesos, la ejecución de las operaciones e interacción en los trabajos por la emergencia sanitaria del Covid-19.
  - D4. Lineamientos y controles desactualizados de acuerdo a las condiciones de operación actual.
  - D5. Falta de formatos de control del estado de los equipos y maquinaria en su funcionamiento actual dentro de la planta.

- Amenazas
  - A1. Competencia en el mercado de generación de energía eléctrica, ya que existen diversas formas de generación.
  - A2. Variabilidad en el precio de repuestos o mantenimiento específicos en donde se necesita la intervención de personal externo.
  - A3. Dependencia de generación de energía eléctrica por el Administrador de Mercado Mayorista (AMM), de acuerdo a la demanda del mercado.
  - A4. Alto tiempo de importación de repuestos y recursos de la maquinaria y equipo de generación de energía eléctrica.
  - A5. Aumento del precio de recursos y combustibles como carbón, bunker o diésel.

En la tabla I se muestra la matriz FODA, con las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas.



Tabla I. **Matriz FODA**

<b>Fortalezas (+)</b>	<b>Oportunidades (+)</b>
<p>F1. Se mantiene un enfoque de mejora continua en todas las actividades y procesos dentro de la planta.</p> <p>F2. Apoyo administrativo para la preservación de los equipos y maquinaria que mejore la disponibilidad de la planta.</p> <p>F3. Buen ambiente de trabajo y comunicación entre los trabajadores de la planta</p> <p>F4. Buena distribución de las áreas de trabajo, generando accesibilidad para maniobras operativas a los trabajadores.</p> <p>F5. Personal de trabajo calificado y con experiencia para cada una de las operaciones y trabajos que se realizan dentro de la planta.</p> <p>F6. Software de gestión empresarial para el control de los activos y actividades de la empresa.</p> <p>F7. Están comprometidos a una generación limpia y desarrollo de actividades amigables a la comunidad y medio ambiente.</p>	<p>O1. Disponibilidad de proveedores e identidades especializados en temas específicos de mantenimiento, seguridad, repuestos, consumibles y recursos para la operación de la empresa.</p> <p>O2. Incremento en la demanda de energía eléctrica a nivel nacional.</p> <p>O3. Innovación en nuevas tecnologías, herramientas y recursos de mantenimiento a nivel industrial.</p> <p>O4. Capacitaciones externas especializadas en actividades de la empresa con entidades públicas o privadas.</p> <p>O5. Crecimiento empresarial e industrial mediante el recurso de inversionistas.</p>
<b>Debilidades (-)</b>	<b>Amenazas (-)</b>
<p>D1. Modificaciones en equipos, maquinaria y sistemas a su estado original de fábrica.</p> <p>D2. Maquinaria y equipos en funcionamiento que sobrepasan su vida útil, aumentando de esta manera su probabilidad de falla.</p> <p>D3. Personal limitado para la planta en la inspección de los procesos, la ejecución de las operaciones e interacción en los trabajos por la emergencia sanitaria del Covid-19.</p> <p>D4. Lineamientos y controles desactualizados de acuerdo a las condiciones de operación actual.</p> <p>D5. Falta de formatos de control del estado de los equipos y maquinaria en su funcionamiento dentro de la planta.</p>	<p>A1. Competencia en el mercado de generación de energía eléctrica, ya que existen diversas formas de generación.</p> <p>A2. Variabilidad en el precio de repuestos o mantenimiento específicos en donde se necesita la intervención de personal externo.</p> <p>A3. Dependencia de generación de energía eléctrica por el Administrador de Mercado Mayorista (AMM), de acuerdo a la demanda del mercado.</p> <p>A4. Tiempo de importación de repuestos y recursos para el funcionamiento de la empresa.</p> <p>A5. Aumento del precio de recursos y combustibles como carbón, bunker o diésel.</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La tabla II muestra la matriz de relaciones FODA, que parte como base para el desarrollo de estrategias. El signo (+) indica una relación positiva entre columnas; cuando lleva un doble signo (++) indica que la relación positiva es más importante y cuando tenga un (0) es cuando la relación es nula.

Tabla II. **Matriz de relaciones FODA**

		OPORTUNIDADES					AMENAZAS				
		01	02	03	04	05	A1	A2	A3	A4	A5
FORTALEZAS	F1	+	+	++	+	+	+	+	++	+	+
	F2	+	+	+	+	+	0	++	+	+	+
	F3	0	0	0	0	++	0	0	+	0	0
	F4	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
	F5	0	+	+	++	+	+	0	0	+	0
	F6	0	0	+	+	+	0	0	++	++	+
	F7	+	++	+	+	+	+	0	+	0	++
DEBILIDADES	D1	++	++	+	+	+	+	++	+	+	+
	D2	+	++	+	+	+	+	+	++	+	+
	D3	0	+	0	++	++	0	0	+	+	0
	D4	0	+	++	+	+	++	+	+	+	+
	D5	0	+	++	+	+	+	0	+	0	+

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Las estrategias desarrolladas de acuerdo a la matriz de relación FODA, son las siguientes:

- MAXI-MAXI FO (Fortalezas y oportunidades)
  - Actualizar los procedimientos de mantenimiento para aportar en la preservación de la maquinaria y equipos de la planta (F1-O3).
  - Documentar lineamientos para la ejecución de trabajos limpios y seguros (F7-O2).
  - Incentivar la comunicación y trabajo en equipo entre los trabajadores (F3-O5).
  - Actualizar los conocimientos de los trabajadores de acuerdo a las necesidades de la planta mediante capacitaciones (F5-O4).
  
- MAXI-MIN FA (Fortalezas y amenazas)
  - Documentar las fallas y criticidad de los equipos y maquinaria dentro del cuarto de motores (F2-A2).
  - Analizar los registros de mantenimientos correctivos que se tienen en el software de la empresa (F6-A4).
  - Desarrollar rutinas de inspección de equipos que se ajusten a las condiciones de operación actual (F1-A3).
  - Desarrollar lineamientos para el control de los parámetros de operación del cuarto de motores (F7-A5).
  - Documentar las actividades de mantenimiento preventivo para las maquinarias y equipos (F6-A3).
  
- MIN-MAXI DO (Debilidades y oportunidades)

- Analizar las condiciones de operación actual de la planta y el servicio ofrecido (D2-O2).
  - Desarrollar actividades de mantenimiento preventivo para el cuarto de motores (D4-O4).
  - Indicar periodicidades de las actividades de mantenimiento de acuerdo a las condiciones de operación de la planta (D1-O2).
  - Desarrollar formatos de control para las actividades de mantenimiento (D5-O3).
  - Reforzar el conocimiento sobre maquinaria y uso de herramientas para mantenimiento a los trabajadores (D3-O4).
  - Distribuir las actividades de mantenimiento dentro del personal encargado de las actividades de la planta (D3-O5).
- MIN-MIN DA (Debilidades y amenazas)
    - Realizar un listado de repuestos para las actividades de mantenimiento de las unidades generadoras (D1-A2).
    - Incentivar el reporte de herramientas o actos inseguros para fomentar una cultura de trabajos seguros (D2-A3).
    - Actualizar la información sobre nuevas tecnologías que beneficios a las actividades de la planta (D4-A1).

De acuerdo a las estrategias desarrolladas es conveniente el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo que se ajuste a las condiciones de operación actual del cuarto de motores de la planta Las Palmas I.

### 2.1.1.2. Diagrama de Ishikawa

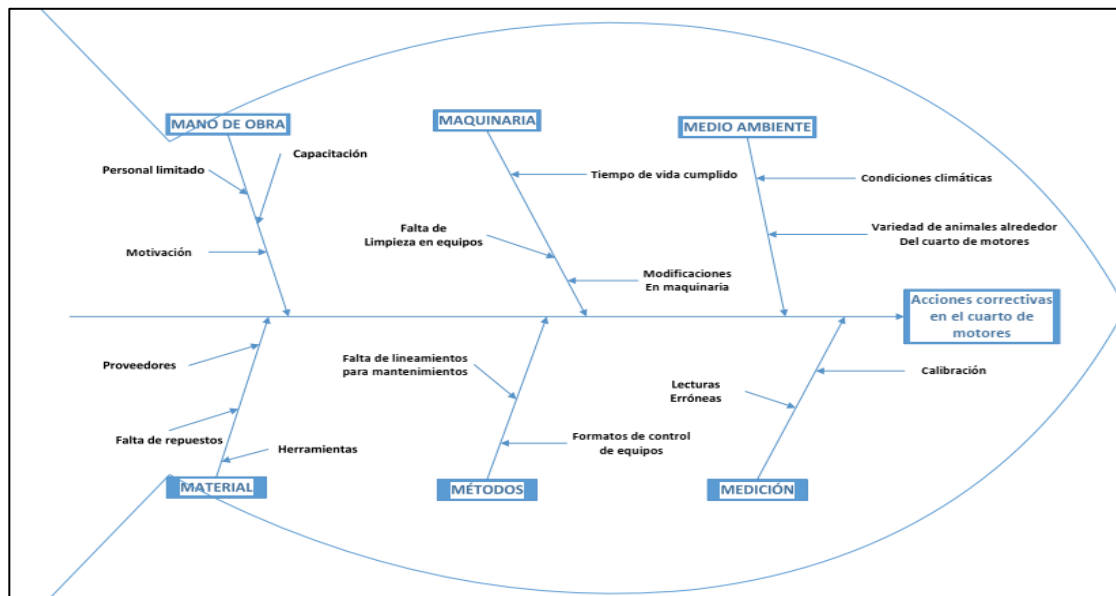
Se desarrolló el diagrama causa y efecto ante la problemática de las posibles fallas inesperadas en maquinaria y equipos, que tienen como efecto las acciones correctivas que se realizan, así como el reemplazo inesperado de piezas en los equipos y maquinaria para el funcionamiento de la planta y mantenerla en disponibilidad. Los hallazgos se presentan a continuación.

- Mano de obra
  - Personal limitado para la realización de actividades del cuarto de motores.
  - Falta de conocimiento en diversos temas para la ejecución de actividades operativas.
  - Falta de iniciativa para el desarrollo de operaciones fuera de las actividades asignadas y de trabajo en equipo.
  
- Material
  - Ausencia de repuestos específicos durante acciones correctivas o reemplazo de piezas.
  - Herramientas e insumos defectuosos por falta de calibración o cumplimiento de vida útil.
  - Ausencia de repuestos a nivel nacional, por lo que se tienen que importar repuestos, maquinaria o equipos.
  
- Maquinaria
  - Modificaciones a maquinaria o equipos.

- Suciedad en equipos dentro del cuarto de motores.
- Maquinaria y equipos en funcionamiento que sobrepasan su vida útil.
  
- Métodos
  - Falta de lineamientos para el desarrollo de actividades de mantenimiento
  - Falta de formatos para un control completo de las actividades en el cuarto de motores.
  
- Medio Ambiente
  - Variedad de especies animal en el entorno de la planta.
  - Condiciones climáticas excesivas por la ubicación geográfica de la planta.
  
- Medición
  - Lecturas erróneas por falta de formatos específicos para el control de equipos en el cuarto de motores.
  - Falta de calibración en maquinaria y equipos.

Las causas se clasificación en las seis categorías del diagrama de causa y efecto, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Se utilizaron seis criterios para la evaluación y analizar las causas detectadas, los cuales son los siguientes:

- ¿Es un factor que conlleva al problema?
- ¿Ocasiona directamente el problema?
- Si esto es eliminado, ¿Se corrige el problema?
- ¿Tiene una solución factible?
- ¿La solución es medible?
- ¿La solución es de bajo costo?

Para la evaluación de las causas se utilizó el método de ponderación que va de 1 a 3, siendo el número uno el punto más bajo, el número dos el medio y el número tres el más alto. Se realizó la sumatoria y la causa de mayor puntaje

nos indicara la incidencia en el problema, en la tabla III se muestra las causas y las ponderaciones de las causas.

**Tabla III. Tabla de análisis de causas del diagrama de causa y efecto**

<b>Causas</b>	<b>Solución</b>	<b>Criterios</b>						<b>Total</b>
		<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Bajo Costo</b>	
<b>Mano de obra</b>	<b>Solución</b>							
Personal limitado	Contratar Personal	1	1	1	1	1	3	8
Falta de conocimiento	Capacitar	2	2	2	2	1	2	11
Falta de iniciativa	Motivar al trabajador	1	1	1	1	1	3	8
<b>Material</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Ausencia de repuestos	Stock de Repuestos	2	1	2	2	2	1	10
Herramientas Defectuosas	Cambio de herramienta	1	1	2	2	2	1	9
Falta de proveedores locales	Importación de recursos	1	1	1	1	2	2	8
<b>Maquinaria</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Modificaciones	Evitar las modificaciones	2	2	1	2	2	1	10
Suciedad en el entorno	Limpieza del área de trabajo	2	1	1	1	2	1	8
Vida útil de maquinaria	Preservar la maquinaria	3	2	3	2	3	1	14
<b>Métodos</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Falta de lineamientos de mantenimiento	Desarrollar lineamientos para mantenimiento	3	3	3	3	3	3	18
Formatos de control de mantenimientos	Desarrollar formatos de control	3	3	3	3	3	3	18



Continuación tabla III.

<b>Causas</b>	<b>Solución</b>	<b>Criterios</b>						<b>Total</b>
<b>Medio Ambiente</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Fauna en el entorno	Protección a las áreas de trabajo	1	1	1	1	1	1	6
Clima	Cuidado de instalaciones	1	1	1	1	1	1	6
<b>Medición</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Lecturas erróneas	Formatos de control	2	2	2	1	2	3	12
Calibración	Calibrar equipo	2	2	2	2	2	2	12

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

De la tabla III se establece que la causa raíz de las constantes acciones correctivas que se realizan a maquinaria y equipos es la ausencia de actividades de mantenimientos preventivo que se ajusten a las condiciones de operación actual.

### **2.1.2. Análisis del mantenimiento**

Se analiza las actividades de mantenimiento que se tienen establecidas en el cuarto de motores, mediante entrevistas no estructuradas, registros de software de la empresa, formatos de control y medición, catálogo de fallas de los sistemas auxiliares y equipos, así como el personal que se encarga de las operaciones y trabajos de mantenimiento en el cuarto de motores de la planta Las Palmas I.

### 2.1.2.1. Cuarto de motores y sistemas auxiliares

El cuarto de motores de la planta Las Palmas I cuenta con cinco motores de combustión interna marca Wärtsilä que trabajan con bunker y diésel, los sistemas auxiliares ayudan a los motores en su funcionamiento y son de gran importancia para hacer funcionar la unidad generadora, estos no deben apagarse y deben estar en funcionamiento circulando, limpiando y calentando los fluidos listos siempre para cualquier arranque, de esta forma se tiene conexiones de tuberías de los sistemas de combustible, lubricación, aire de arranque, sistema de enfriamiento, sistema de vapor que todos en un trabajo conjunto generan energía eléctrica mediante las unidades generadoras conectadas a los motores, dentro del cuarto de motores se cuenta con un tanque de aceite lubricante con una capacidad de 5,280 galones y tanque de agua del sistema de enfriamiento con una capacidad de 2,850 galones, así como se muestra en la figura 6.

Figura 6. **Tanque de aceite lubricante y agua para el cuarto de motores de la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Las Palmas, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

En las áreas cercanas al cuarto de motores se tienen los tanques de almacenamiento de combustible con una capacidad de 52,830 galones cada uno, que se encargan de abastecer a los motores en funcionamiento, así como el área de chimeneas que se encargan de emanar al medio ambiente los vapores de desecho de todo el proceso de generación de energía eléctrica, así como se muestra en la figura 7.

**Figura 7. Tanques de combustible y chimeneas del cuarto de motores de la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Arizona, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

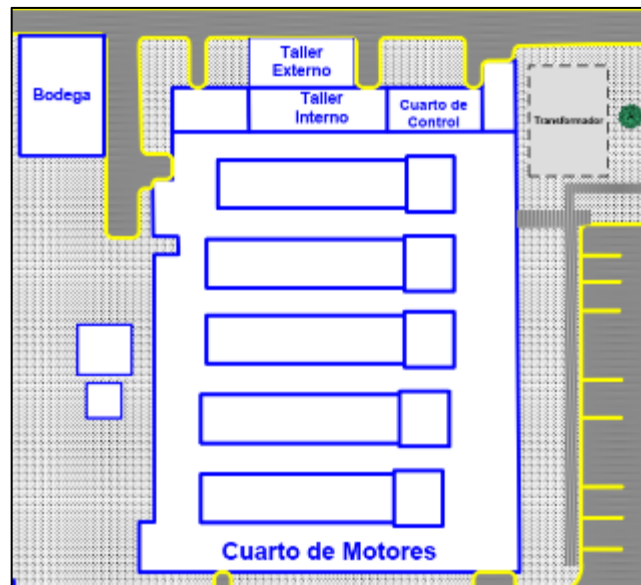
Dentro del cuarto de motores se encuentran equipos como: tanques de aceite lubricante, bombas de inyección, bombas de refrigerante, bombas para los filtros de aceite, separadoras de aceite y combustible, cilindros de aire de arranque y compresores. Los sistemas auxiliares que ayudan en el funcionamiento de las unidades generadoras son:

- Sistema de lubricación
- Sistema de combustible

- Sistema de aire comprimido
- Sistema refrigerante
- Sistema de aire de arranque
- Sistema de vapor
- Sistema de sedimentos

En la figura 8 se muestra en vista de planta la distribución de los motores dentro del cuarto de motores, así como el cuarto de control y las áreas del taller de mantenimiento, todos los equipos que hacen funcionar el motor se encuentran dentro de una carcasa de metal en la cual se encuentran al alcance de los trabajadores todos los paneles y equipos.

Figura 8. **Planta del cuarto de motores de la planta Las Palmas I**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Visio.

En la figura 9 se muestra una fotografía del cuarto de motores de la planta Las Palmas I.

Figura 9. **Fotografía del cuarto de motores de la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Arizona, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

Los parámetros de operación recomendados del cuarto de motores en las condiciones de operación actual se presentan en la figura 10.

Figura 10. **Parámetros de operación recomendados del cuarto de motores**

	Valores normales		Límites	
	Carga 100%	Carga 30%	Alarma	Paro
Temperaturas °C				
Aceites lubricantes antes del motor	62-70	73-80	80	90
Agua de AT después del motor	85-95		105	110
Aumento de temperatura de agua de AT en turbocompresor	8 -12	6-10	/	/
Agua de BT antes del motor	28-38	65-70	/	/
Aire de admisión en receptor de aire	40-60	60-70	75	/
Gases de escape después del cilindro	Acorde a operaciones		490	550
Pre calentamiento de agua de AT	70		/	/
Presiones (bares)				
Aceite lubricante antes del motor	4	3.5-4	3	2
Agua de BT antes de bomba BT	0.7-1.5		/	/
Agua de AT antes del motor	3.2-4.8		2	/
Agua de BT antes del calentador de aire de admisión	2.8-4.4		2	/
Combustible antes del motor	7-9		4	/
Aire de arranque	Máx. 30		/	/
Aire de admisión en receptor de aire	Acorde a operaciones		/	/
Otras presiones (bares)				
Presión de apertura de válvula de inyección principal	450		/	
Presión de apertura de válvula de seguridad en bomba de aceite lubricante	6-8		/	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Microsoft Excel.

### 2.1.2.2. Maquinaria y equipos

La generación de electricidad se da mediante motores de combustión interna, para ello se necesita la funcionalidad conjunta de diversos equipos y sistemas auxiliares para el arranque de los motores.

Los motores Wärtsilä forman parte de los generadores de energía eléctrica, son motores de inyección de combustible directa, cargado con una turbina de inter enfriado de cuatro tiempos. Los motores han sido diseñados para que su funcionamiento continuo sea con combustible denso, y pueda ser apagado temporalmente y encendido nuevamente debido a que el combustible es calentado. El diseño general del motor y las unidades generadoras se encuentran constituidos de la siguiente manera:

- Bloque del motor: se encuentra fundido en una sola pieza. Los cojinetes principales están suspendidos, las tapas del cojinete principal están soportadas por dos tornillos apretados hidráulicamente y dos tornillos laterales. Las tapas del cárter, hechas de metal ligero, se cierran herméticamente contra el bloque del motor por medio de juntas de goma.
- Camisas de los cilindros: están diseñadas con una corona alta y orificios para refrigeración. La acción refrigerante se optimiza para mantener la temperatura correcta en la superficie interior de la camisa.
- Cojinetes principales: son del tipo trimetálico que pueden desmontarse bajando la tapa del cojinete. Cada cojinete tiene un gato hidráulico que facilita el montaje y desmontaje de los mismos.
- Cigüeñal: el cigüeñal este forjado en una sola pieza y equilibrado mediante contrapesos.
- Bielas: las bielas están forjadas por estampación. Son del tipo marino, en tres piezas. El cojinete de pie de biela esta escalonado para conseguir una mayor superficie de contacto. Los cojinetes de cabeza de biela son del tipo trimetálico.
- Ranuras: las ranuras para los aros superiores del pistón están templadas. El aceite refrigerante se introduce a la cámara de refrigeración a través de la biela. Estas cámaras están diseñadas para producir un óptimo efecto de coctelera.

- Conjunto del aro del pistón: consiste en dos aros cromados de compresión y un aro rascador de lubricación con resorte incorporado también cromado.
- Culatas: las culatas son de acero fundido especial y se fijan mediante cuatro tornillos apretados hidráulicamente. El diseño de la culata es de doble pared y el agua de refrigeración se conduce desde la periferia hacia el centro, proporcionando una refrigeración eficaz en todas las zonas importantes.
- Válvulas de admisión: las válvulas de admisión se encuentran recubiertas de estellite y tienen los vástagos cromados. Los aros del asiento de las válvulas son recambiables, y están fabricados en una aleación de hierro fundido.
- Válvulas de escape: las válvulas de escape van selladas contra los aros del asiento de la válvula que se refrigeran directamente. Las válvulas están fabricadas de Nimonic.
- Aros de asiento: los aros de asiento están fabricados de un material resistente a la corrosión y las perforaciones.
- Árbol de levas: está formado por piezas, que integran las levas para cada cilindro. Los apoyos son piezas separadas y, por tanto, es posible extraer lateralmente una leva del árbol.
- Bombas de inyección: tienen rodillos de accionamiento independientes y pueden cambiarse ajustando la medida de la base con el tornillo de fijación. Las bombas y tuberías están situadas en un espacio cerrado, denominado caja caliente, aislado térmicamente para funcionamiento con combustible pesado.
- Enfriador de aire: el enfriador de aire de carga está equipado con elementos insertables reemplazables.
- Sistema interno de aceite lubricante: está provisto de un cárter seco soldado, conexiones del sistema de aceite lubricante y un filtro centrifugo.



- Sistema de aire de carga: el suministro de aire de carga a los cilindros está controlado mediante un distribuidor de aire de arranque, accionado a su vez por el árbol de levas.
- Compresores: los compresores son los encargados de incrementar la presión de los fluidos con los que se trabajan en la planta y el cuarto de motores.
- Separadoras: se encargan de separar del combustible y el aceite las partículas de agua o sólidos que estos puedan contener, la planta Las palmas cuenta con 15 separadoras FOPX 611TFD-24, este tipo de separadoras se utilizan para la clarificación de combustible pesado al igual que aceites.
- Caldera: la caldera auxiliar se encarga de generar las cantidades de vapor necesarias para el funcionamiento del cuarto de motores, tiene una capacidad de entrada de 3347000 BTU/hora y una presión máxima de 150 PSI.
- Bombas: son las encargadas de transferir los líquidos con los que funciona el cuarto de motores a los diferentes equipos que trabajan conjuntamente.
- Filtros: son importantes dentro de los equipos y sistemas del cuarto de motores ya que se encargan de la retención de las impurezas que se presentan en los fluidos con los que se trabaja.
- Manómetros: encargados de medir la presión de fluidos en el aire de arranque, combustible, aceite lubricante, aire de carga y agua refrigerante.
- Termómetros: encargados de medir la temperatura en aceite lubricante, agua refrigerante, combustible y aire de carga.

Mediante trabajo de campo e inspecciones visuales en el cuarto de motores se pudo observar la limpieza de fugas de aceite lubricante y cambios de tuberías dañadas por parte del personal operativo mediante acciones correctivas,

en la figura 11 se muestra la carcasa de metal externa que tienen los motores Wärtsilä.

Figura 11. **Fotografía del diseño general externo del motor Wärtsilä en la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Arizona, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

En la tabla IV se muestra un listado general de equipos dentro del cuarto de motores que intervienen en el proceso de generación de energía eléctrica.

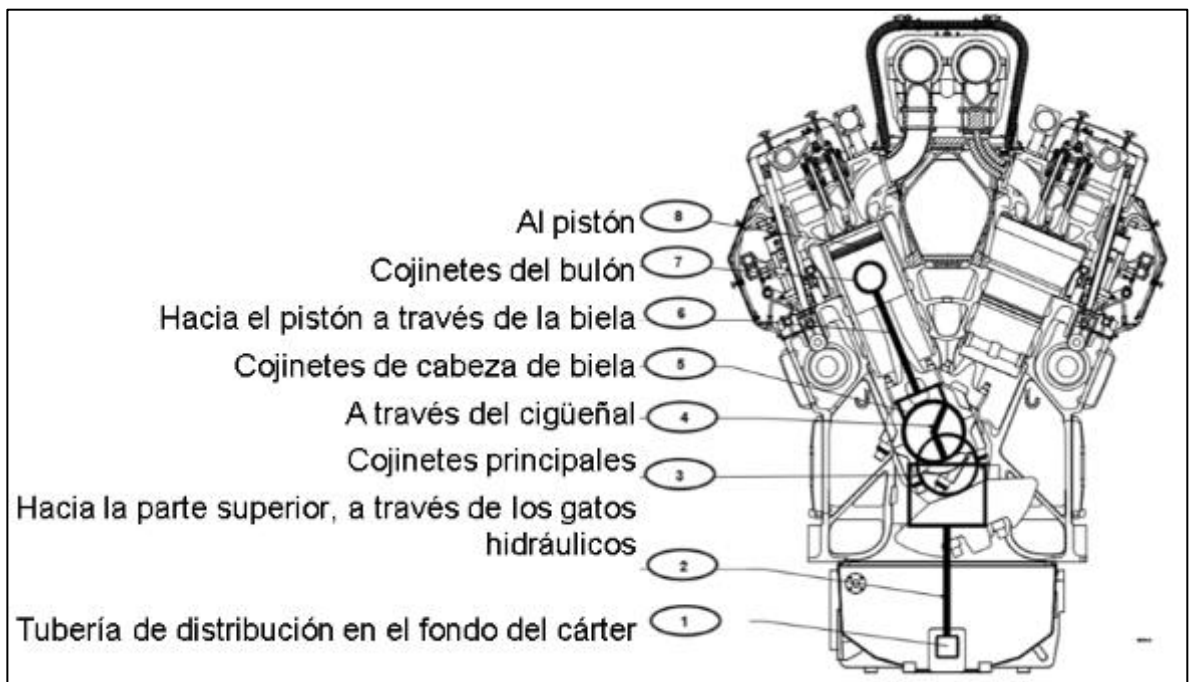
Tabla IV. **Listado de equipos del cuarto de motores**

<b>Equipos</b>	<b>Sub Equipos</b>	<b>Área de mantenimiento</b>
Generador	Generador	Electricidad
	Chumaceras	Mecánica
Motor de Combustión	Culatas	Mecánica
	Vielas	Mecánica
	Cigüeñal	Mecánica
	Eje de levas	Mecánica
	Turbos	Mecánica
	Bombas de Inyección	Mecánica
	Inyectores	Mecánica
	Motores	Mecánica
	Bombas	Mecánica
Sistemas Auxiliares	Motores eléctricos	Mecánica
	Bombas	Mecánica
	Enfriador de aceite	Mecánica
	Virador	Mecánica
	Radiador	Mecánica
	Ventilador	Electricidad
	Caldera	Mecánica
	Bombas de descarga	Mecánica
	Separadoras	Mecánica
	Mezcladores	Mecánica
	Válvulas	Mecánica
	Bombas de lubricación	Mecánica
	Bombas de inyección	Mecánica
	Tanques de almacenamiento	Mecánica
	Horómetros	Mecánica
	Manómetros	Mecánica
	Termómetros	Mecánica
	Sensores	Electricidad

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

- Sistema de aceite lubricante: el aceite lubricante lubrica al motor y elimina el calor y contaminantes generados por el proceso de combustión del motor.
  - Circuito de aceite de lubricación del motor: después de la tubería de distribución en la parte inferior del cárter de aceite, el circuito de lubricación de los motores Wärtsilä tiene la secuencia que se presenta en la figura 12.

Figura 12. **Circuito de aceite de lubricación del motor Wärtsilä**



Fuente: Orazul Energy (2021). *Funcionamiento general del motor Wärtsilä.*

- Lubricación de puntos especiales: el sistema de lubricación del motor incorpora tuberías, que suministran lubricante a los puntos de operación más importantes. Las tuberías se encuentran situadas en

la parte final de los motores por ambos lados, donde el aceite pasa y es rociado en varios puntos, desde el extremo volante de lubricación el aceite pasa a:

- Cojinete del eje de transmisión del regulador
- Engranaje de transmisión del regulador
- Cojinetes principales del eje de levas
- Engranajes intermedios
- Engranajes de transmisión

### **2.1.2.3. Actividades de mantenimiento**

El mantenimiento que se aplica actualmente es el correctivo, estos servicios se realizan cuando existe falla en una pieza o un equipo que surgen de la inspección y monitoreo del cuarto de motores. Durante los turnos del supervisor de área y los operadores se desarrollan inspecciones, se monitorea en el cuarto de control los parámetros de los equipos, para cuando se detecta una alarma y fallo se realizan acciones correctivas. Cuando es requerido se solicita apoyo de empresas externas para la solución de fallas en equipos específicos.

No se tiene actualizado de manera documentada, de acuerdo a las condiciones actuales de operación los procedimientos y actividades de mantenimiento e inspección para una maquinaria y sistema en específico, así como un formato de control de ejecución.

Mediante el software de la empresa IMB máximo se tienen registrados mantenimientos correctivos que se han realizado de manera reiterativa, siendo la mayoría acciones correctivas por lo que se evidencia que es necesario el

desarrollo de un mantenimiento preventivo para evitar estos mantenimientos correctivos y así lograr la preservación de las maquinarias, piezas y equipos. En la figura 13 se presentan los registros de mantenimientos correctivos en el cuarto de motores de la planta Las Palmas I.

Figura 13. **Registros de mantenimiento en software IMB máximo**

Descripción	Tipo mantenimiento	Estado	Prioridad	Inicio programado	Finalización programada
Corregir fuga de aire de arranque en electroválvula de paro motor 4.	MC	INPRG	1	10 12 2020 7:25 a.m.	12 31 2020 7:25 a.m.
Reparación de fugas de aceite lubricante MD4	MC	EMPERMISOS		3 2 2021 7:39 a.m.	2 28 2021 7:39 a.m.
Cambio de bellow HT banco A motor 4	MC	EMPERMISOS		4 29 2021 4:51 p.m.	1 5 2021 4:51 p.m.
Revisar el sistema de aire de arranque, una de las valvulas se	MC	INPRG	1	10 5 2021 8:35 a.m.	5 31 2021 8:35 a.m.
Cambio de válvula reguladora de aire de arranque de motor 4.	MC	EMPERMISOS		6 13 2021 9:20 a.m.	6 16 2021 1:20 p.m.
INSPECCION CILINDRO B6 AREA BOMBA DE COMBUSTIBLE	MC	CERRADO		7 21 2021 6:58 a.m.	7 31 2021 6:58 a.m.
Cambiar valvula principal de aire de arranque lado A, se queda abierta y	MC	INPRG	1	8 13 2021 4:40 p.m.	8 31 2021 4:40 p.m.
DG04. Reparación de fugas de Aire y Bombas de inyección	MC	CERRADO		8 30 2021 2:32 p.m.	10 31 2021 2:32 p.m.
Mantenimiento electrico y Instrumentacion a motor Diesel 4	MC	CERRADO	1	8 31 2021 8:32 a.m.	1 9 2021 8:33 a.m.
Cambiar regulador de presión de aire del disparo mecánico del motor 4 por	MC	ENTREGADO	1	10 22 2021 7:40 a.m.	10 25 2021 7:40 a.m.

Continuación figura 13.

Descripción	Tipo	Estado	Prioridad	Inicio programado	Finalización programada
Eliminar fuga de agua HT en radiadores del motor 5	MC	EMPERMISOS		5 29 2020 9:23 a.m.	6 30 2020 9:23 a.m.
LUBRICACIÓN BOMBAS INYECCIÓN DE HFO Y DETECCIÓN	MP	INPRG	0	7 9 2020 8:55 a.m.	9 30 2020 8:55 a.m.
Reparar fuga de vapor en tubin de acompañamiento de tubería de HFO del motor 5.	MC	INPRG		1 10 2020 6:41 a.m.	10 31 2020 6:41 a.m.
Pruebas de disparo por sobre velocidad en el MD5	MP	ENTREGADO	1	12 11 2020 12:28 p.m.	11 30 2020 12:28 p.m.
Revisar sistema eléctrico por activarse grupo de alarmas.	MC	INPRG	1	11 20 2020 6:27 a.m.	12 15 2020 6:27 a.m.
Revision DG05, por baja presión de HT	MC	INPRG		12 14 2020 7:16 a.m.	1 30 2021 7:16 a.m.
Revisión de falla de vibración Relativa MD5 y lo tiene en estado	MC	INPRG		1 14 2021 7:13 a.m.	1 31 2021 7:13 a.m.
Revision fugas aceite en DG05, Filtro seguridad Lo, housing varillas	MC	EMPERMISOS		3 2 2021 1:00 p.m.	3 26 2021 1:00 p.m.
Fuga de agua en Panel de manómetros MD5	MC	EMPERMISOS		2 19 2021 11:40 a.m.	2 28 2021 11:40 a.m.
Eliminar fuga de agua HT en radiadores del motor 5	MC	INPRG		6 21 2021 10:54 a.m.	6 30 2021 10:54 a.m.
Cambiar tubería para transmisor y manómetro de aire de arranque MD5	MC	INPRG	1	6 29 2021 8:12 a.m.	7 16 2021 8:12 a.m.
Corregir falla en sistema de control	MC	INPRG	1	10 7 2021 7:02 a.m.	7 31 2021 7:02 a.m.
MD 05 INSPECCION CILINDROS Y CORONAS	MC	CERRADO		7 22 2021 7:32 a.m.	7 31 2021 7:32 a.m.
Mantenimiento al oil mist MD5	MP	INPRG	1	7 23 2021 8:41 a.m.	6 8 2021 8:41 a.m.
Cambiar válvula principal de aire de arranque lado A, se queda abierta y	MC	EMPERMISOS	1	8 13 2021 4:34 p.m.	8 31 2021 4:34 p.m.
DG05. Revisión del sistema de lubricación, incluyendo Auxiliares	MC	CERRADO		8 30 2021 2:55 p.m.	10 31 2021 2:55 p.m.
DG05. Cambio de válvula de seguridad Culata 1	MC	CERRADO		3 9 2021 11:02 a.m.	10 31 2021 11:02 a.m.
Revision del ducto para gases de escape DG05	MC	CERRADO		9 17 2021 7:16 a.m.	10 29 2021 7:16 a.m.
Revision general del turbocompresor DG05	MC	CERRADO		9 23 2021 6:38 a.m.	10 22 2021 6:38 a.m.

Fuente: Orazul Energy (2021). *Registro de mantenimientos correctivos.*

#### **2.1.2.4. Rutinas**

En cada turno de trabajo se realizan inspecciones generales dentro del cuarto de motores, en las cuales se toman lecturas de la caldera, monitoreo de motores y sistemas auxiliares.

Luego de la detección de una falla, se realizan inspecciones visuales del funcionamiento en cadena que tiene en el proceso para determinar la posible existencia de otra falla instantánea o a corto plazo, para ello el personal se apoya de cámaras termográficas y multímetros para luego detallar las actividades en el software IBM máximo.

#### **2.1.2.5. Catálogo de fallas y criticidad**

Con base a manuales de fabricante de equipos, investigación de máquinas similares, documentación técnica y entrevistas no estructuradas con los operadores de turno, supervisor de área y gerente de operaciones, se realizó un recuento de fallas para los equipos y sistemas auxiliares, que se presentan de la tabla V a la tabla XII.



Tabla V. **Listado de fallas en el motor**

El cigüeñal no gira al intentar el arranque
El cigüeñal gira, pero falla la combustión
La velocidad del motor no es estable
Humos de escape negro
Temperatura de gases de escape de todos los cilindros, anormalmente alta
Fugas de aceite o presión de aceite muy baja
Agua en el aceite
Temperaturas de gases de escape muy desiguales

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla VI. **Listado de fallas en sistemas auxiliares por el motor**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Sistema de combustible	-Fugas de combustible -Baja presión de combustible
Sistema de lubricación	-Baja presión de aceite lubricante -Bajo nivel de aceite lubricante -Alta temperatura de aceite lubricante
Sistema de aire comprimido	-Baja presión de aire de arranque
Sistema de agua refrigerante	-Baja presión de agua refrigerante -Alta temperatura de agua.
Sistema de gas de escape	-Alta temperatura de gas de escape. -Temperatura de cilindros
Sistema de aire de carga	-Alta temperatura de aire de carga
Fallas internas comunes	-El engranaje giratorio se encuentra enganchado. -Sobre velocidad mecánica del motor hace que se dispare el motor -Temperatura de los cojinetes y de empuje del motor.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla VII. **Listado de fallas en el sistema de combustible**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Generador	-Fugas de combustible -Baja presión del combustible
Unidades separadoras	-Sobrecarga de separador: cojinetes dañados -Fallos en las bombas de alimentación -Alto nivel de tanques de sedimentos.
Bombas de alimentación y refuerzo	-Obstrucción de filtros -Baja presión en bombas de alimentación -Sobrecalentamiento del calentador: Revisar Termostato.
Unidades de retorno de combustible	-Fallos en bomba de retorno

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla VIII. **Listado de fallas en el sistema de lubricación**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Generador	-Baja presión de aceite lubricante -Alta temperatura y bajo nivel de aceite lubricante.
Unidades separadoras	-Sobrecarga de separador: Cojinetes dañados -Fallos en las bombas de alimentación -Alto nivel de tanques de sedimentos.
Bombas de alimentación y refuerzo	-Obstrucción de filtros -Baja presión en bombas de alimentación.
Filtros de aceite	-Alta presión de aceite lubricante.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla IX. **Listado de fallas en el sistema de aire comprimido**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Generador	-Baja presión de aire de arranque.
Unidades separadoras	-Sobrecarga de separador: Cojinetes dañados -Fallos en las bombas de alimentación -Alto nivel de tanques de sedimentos.
Unidad aire de arranque	-Sobrecarga: Fallas cojinetes del motor. -Baja presión de aire de arranque: Fugas, fallas en el compresor, fallas en válvulas de aire.
Unidades de aire de trabajo.	-Sobrecarga: Fallas en los cojinetes y fusibles. Sobrecalentamiento de aire: Falta de aceite lubricante. -Enfriadores sucios, falla en los filtros de aire.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla X. **Listado de fallas en el sistema de refrigeración**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Generador	-Baja presión de agua refrigerante. -Alta y baja temperatura del agua.
Bombas de expansión	-Fugas: Anillos de cilindros, fallas en cajas de válvulas, fuga en tuberías, fuga en radiador, nivel de aceite.
Unidad precalentamiento	-Revisar termostato, daños en cojinetes del motor, fallas en fusibles.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XI. **Listado de fallas en el sistema de aire de carga y gases de escape**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Generador	-Alta temperatura del aire de carga. -Alta temperatura del gas de escape. -Alta temperatura en el cilindro de escape.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XII. **Listado de fallas en el sistema de vapor**

<b>Subequipos</b>	<b>Fallas</b>
Tanque de agua de alimentación	-Bajo nivel de agua en tanque de alimentación -Fugas, aumento de consumo de agua.
Bombas	-Fallas en fusibles de bombas., falla en cojinetes de motor
Caldera	-Revisión operación de caldera.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la tabla XIII se muestra un listado de los equipos críticos que ocasionan un impacto mayor en la disponibilidad de la planta.

Tabla XIII. **Listado de quipos críticos en la planta Las Palmas I**

<b>Equipo</b>	<b>Impacto-Descripción</b>
Motor Wärtsilä	Indisponibilidad del motor por falla mayor
Generador	Indisponibilidad por Falla estator o rotor
Generador AMG	Indisponibilidad por Falla estator o rotor
Interruptores 13.8 Kv del generador	Indisponibilidad por falla en sincronización
Interruptor de salida enlace 13.8 kv BAC 903	Indisponibilidad de arranque en motores
Transformador principal 13.8/230Kv	Indisponibilidad de los 5 motores
Interruptor principal de línea 230KV	Indisponibilidad de planta
PLC común	Indisponibilidad de planta
PLC de motor Wartsila	Indisponibilidad del motor
Falla en seccionador de línea de 230 KV	Indisponibilidad de planta
Cambio de cigüeñal motor Wärtsilä	Indisponibilidad del motor
Turbocargador	Indisponibilidad de la unidad

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 14 se presenta un listado de equipos de los motores y el grado de criticidad que se tienen clasificados en la empresa.

Figura 14. Listado de equipos críticos del motor Wärtsilä

Equipos	Sub Equipos	Área de Mantenimiento	Criticidad	
Generador	Generador	Electricidad	1	
	Paneles de Control	Electricidad	1	
	Chumaceras	Mecánica	1	
Media Tensión	Breakers o Interruptores 13.8 KV	Electricidad	1	
	Transformador de Servios Auxiliares	Electricidad	1	
	Sistema de control	Electricidad	1	
Alta tensión	Transformador de potencia	Electricidad	1	
	Subestación 230 KV	Electricidad	1	
Baja Tensión	Breakers o interruptores 480 Volt	Electricidad	1	
Motor Combustión	Culatas	Mecánica	1	
	Vielas	Mecánica	1	
	Cigüeñal	Mecánica	1	
	Eje de Levas	Mecánica	1	
	Turbos	Mecánica	1	
	Bombas de Inyección	Mecánica	1	
	Inyectores	Mecánica	1	
	Bombas principales de Agua y Aceite	Mecánica	1	
	Instrumentación	Electricidad	1	
	Paneles de control	Electricidad	1	
	Motores eléctricos	Electricidad	1	
	Sistemas Auxiliares	Booster (Sobrealimentador Combustible)	Mecánica	2
		Motores eléctricos Booster	Electricidad	2
Bomba prelubricación		Mecánica	2	
Motor eléctrico bomba Prelubricación		Electricidad	2	
Enfriador de aceite		Mecánica	1	
Virador		Mecánica	1	
Motor eléctrico virador		Electricidad	1	
Radiadores		Mecánica	1	
Ventiladores Radiadores		Electricidad	2	
Caldera auxiliar		Mecánica	1	
Equipo de control Caldera auxiliar		Electricidad	1	
Motores eléctricos caldera auxiliar		Electricidad	1	
Ventiladores de ambiente		Mecánica	3	
Motores eléctricos ventiladores de ambiente	Electricidad	3		
Sistema Combustible	Bombas de Descarga Combustible	Mecánica	2	
	Motores eléctricos bombas Descarga	Electricidad	2	
	Bombas de transferencia Combustible	Mecánica	2	
	Motors bomba de transferencia	Electricidad	2	
	Bombas de alimentación Combustible	Mecánica	1	
	Motores bombas de alimentación	Electricidad	1	
	Separadoras de Combustible	Mecánica	2	
	Motores de Separadora Combustible	Electricidad	2	
	Sistema de control e instrumentos	Electricidad	2	
Planta de Emergencia	Generador	Electricidad	1	
	Motor Combustión	Mecánica	1	
	Baterías Motor Diesel	Electricidad	1	
Sistema de respaldo DC	Bancos de Baterías	Electricidad	1	
Tanques	Combustible	Mecánica	1	
	Aceite	Mecánica	1	
	Agua	Mecánica	1	
	Lodos	Mecánica	2	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Microsoft Excel.

### 2.1.2.6. Formatos y registros

Los reportes de mantenimiento correctivo se realizan al igual que toda la gestión de la empresa en un software de gestión de archivos llamado *IBM Maximo Asset Management*. Los formatos de control de las inspecciones y lecturas que se realizan durante cada turno de trabajo por parte de los operarios en la planta Las Palmas I se presentan a continuación.

- Formato de control de caldera auxiliar: en la figura 15 se muestra el formato donde el trabajador de turno toma lecturas de la caldera auxiliar, en donde se registran los siguientes parámetros:
  - Temperatura gases de escape en chimenea
  - Presión de la mezcla en el quemador
  - Temperatura del combustible HFO
  - Temperatura de la caldera
  - Presión de vapor en caldera
  - Nivel del tanque de alimentación de HFO
  - Horómetro

Figura 15. Formato de control de caldera auxiliar del cuarto de motores

SEMANA DE LUNES A DOMINGO															
LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			
Fecha:			Fecha:			Fecha:			Fecha:			Fecha:			
Nº															
Temperatura gases de escape en chimenea															
Presión mezcla de combustión entrada quemador															
Presión de aire de atomización en reguladora															
Porcentaje de carga en caldera															
Temperatura combustible HFO antes válvula reguladora															
Presión combustible HFO después válvula reguladora															
Presión combustible HFO en tubería de retorno															
Temperatura de caldera (lado vapor)															
Presión de vapor en caldera															
purga de fondo															
Purga continua															
Nivel tanque de alimentación de HFO															
Temperatura HFO tanque de alimentación															
Presión de gas propano (antes del arranque)															
Horometro															

SEMANA DE LUNES A DOMINGO			SABADO			DOMINGO			OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS									
Fecha:			Fecha:			Fecha:												
Nº																		
Temperatura gases de escape en chimenea																		
Presión mezcla de combustión entrada quemador																		
Presión de aire de atomización en reguladora																		
Porcentaje de carga en caldera																		
Temperatura combustible HFO antes válvula reguladora																		
Presión combustible HFO después válvula reguladora																		
Presión combustible HFO en tubería de retorno																		
Temperatura de caldera (lado vapor)																		
Presión de vapor en caldera																		
purga de fondo																		
Purga continua																		
Nivel tanque de alimentación de HFO																		
Temperatura HFO tanque de alimentación																		
Presión de gas propano (antes del arranque)																		
Horometro																		

TURNO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
NOMBRE								
FIRMA								
TURNO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
NOMBRE								
FIRMA								
TURNO		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
NOMBRE								
FIRMA								

Fuente: Orazul Energy (2021). Registro de mantenimientos a caldera auxiliar.

- Formato de entrega y recepción de turno de operador del cuarto de motores: en la figura 16 se muestra el formato donde el trabajador de turno toma lecturas de los motores en el cuarto de motores:
  - Nivel de aceite
  - Nivel del tanque de alta y baja temperatura
  - Estado de las separadoras



- Estado de las bombas de lubricación
- Estado de válvulas
- Nivel de tanques de agua de mantenimiento
- Compresores

Figura 16. **Formato de entrega y recepción de turno en la planta Las Palmas I**

DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	MOTOR 1		MOTOR 2		MOTOR 3		MOTOR 4		MOTOR 5									
		Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada								
Nivel de aceite	Mínimo 19% Máximo 35%																		
Nivel de aceite MD-5	Mínimo 65%																		
Nivel del tanque de expansión LT	Arriba del 70%																		
Nivel del tanque de expansión HT	Arriba del 70%																		
Inyectores y extractores de Aire	(On/Off)																		
Separadora de aceite	(On/Off)																		
Bomba prelube	(auto/manual/off)																		
Bomba preheating	(On/Off)																		
Filtro automático de aceite	(Auto/Off/by-pass)																		
Filtro automático de combustible	(Auto/Manual)																		
Filtro de seguridad de aceite	1 ó 2																		
Filtro de seguridad de combustible	A ó B																		
Nivel de aceite del Gobernador	Full																		
Bomba Unidad Booster	A ó B																		
Válvulas de Drenaje de los Turbos	(Abiertas o Cerradas)																		
Calentador Combustible Booster	A ó B																		
DIFERENCIAL DE FILTROS DE AIRE DE CARGA	REFERENCIA 300 PASCALLES Los operadores deben de avisar antes de llegar a este valor	12:00 hrs.		12:00 hrs.		12:00 hrs.		12:00 hrs.		12:00 hrs.									
		24:00 hrs.		24:00 hrs.		24:00 hrs.		24:00 hrs.		24:00 hrs.									
REVISIÓN DE NIVELES A LOS TANQUES DE AGUA DE MANTENIMIENTO	Nivel entregado (%)	Nivel recibido (%)		Limite de Control				Observación (Acción / Tomada)											
	El nivel debe mantenerse entre 20% y 25% , excepto que alguna de las unidades se encuentre fuera de línea y haya sido necesario vaciar alguno de los sistemas de agua (HT o LT).																		
DESCRIPCIÓN	Estado				Nivel Aceite - Minuta				Verificación Drenado Automático				Cilindros de Almacenamiento	Drene Manual					
	Entrada		Salida		Entrada		Salida		Entrada		Salida			Entrada		Salida			
	Auto	Manual	Off	Auto	Manual	Off	OK	NO	OK	NO	OK	NO	OK	NO	OK	NO			
Compresor Aire Arranque 1															TSB900 Z001				
Compresor Aire Arranque 2															TSB902 Z002				
Compresor Aire Instrumentos MD s															TSB903 Z003				
Compresor Aire Instrumentos Taller															TSB904 Z004				
OBSERVACIONES TURNO QUE SALE		OBSERVACIONES TURNO QUE ENTRA				TURNO QUE SALE (Entrega Turno)				TURNO QUE ENTRA (Recibe Turno)									
						Nombre: _____				Nombre: _____									
						Firma: _____				Firma: _____									

Fuente: Orazul Energy (2021). *Registro de recepción de turno.*

- Formato de lecturas del cuarto de motores: en la figura 17 se muestra el formato de lectura de datos del cuarto de motores como presiones de aire, aceite lubricante, bombas de agua, cojinetes. También la lectura de



estado de la maquinaria y equipos no se puede prevenir las fallas que pueden ocasionarse, de esta manera no se logra la preservación de los equipos, disminuyendo así su vida útil.

#### **2.1.2.7. Personal**

Actualmente todas las actividades de mantenimiento y operación están bajo la responsabilidad del gerente de plantas, gerente de operaciones, supervisor de cuarto de control del cuarto de motores, operador del cuarto de motores, supervisor de área de la planta Las Palmas I, quienes cumplen con la disponibilidad de la planta y las acciones correctivas a tomar en la presencia de fallas.

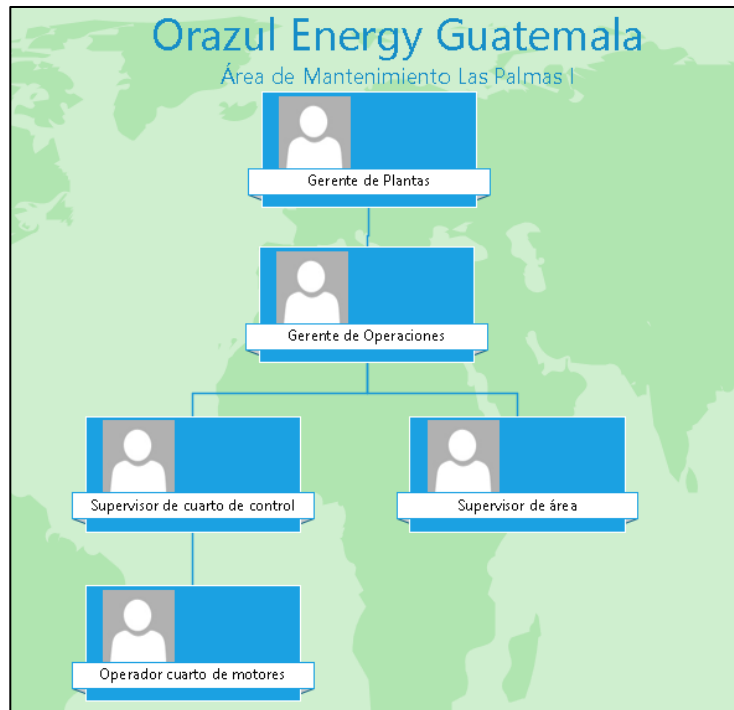
- Gerente de plantas: el gerente de plantas se encarga de supervisar y gestionar las actividades de la planta Las Palmas y la planta Arizona, en conjunto con el equipo de gerentes de Orazul Energy Guatemala, asume las responsabilidades y decisiones de mayor impacto de las plantas, al igual que la aprobación de proyectos.
- Gerente de operaciones: realiza toda la gestión de actividades del personal y de operación de las plantas, así como los insumos y recursos para el funcionamiento de las mismas.
- Supervisor de cuarto de control: se encarga del monitoreo y control de los motores y sistemas auxiliares mediante el cuarto de control. También es el encargado de recibir la solicitud de generación de energía eléctrica de parte del Administrador de Mercado Mayorista (AMM). Es el apoyo del operador de turno del cuarto de motores en todas las operaciones y

trabajos que se realicen en la planta Las Palmas I durante el turno de trabajo.

- Operador de cuarto de motores: se encarga de los trabajos y ajustes de operaciones de campo que se tienen que realizar a los motores y sistemas auxiliares, su función es asistir al supervisor del cuarto de control con maniobras y ajustes a maquinaria y equipos dentro del cuarto de motores al momento de dar arranque a las unidades generadoras. Es de vital importancia la buena comunicación entre el operador de turno y el supervisor del cuarto de control ya que son los encargados del arranque de los motores.
- Supervisor de área: se encarga de apoyar al supervisor del cuarto de control y operador de turno en actividades de mantenimiento y operaciones, así como la supervisión de la planta Las Palmas I.

En la figura 18 se presenta el organigrama del personal del área de mantenimiento de la planta La palma I.

Figura 18. **Organigrama del área de mantenimiento de la planta Las Palmas**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Visio.

## 2.2. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo que se propone se presenta con base a las constantes acciones correctivas que se tienen en reparaciones de fugas y reemplazo de piezas, paros inesperados de la planta que afectan a la disponibilidad de generación si lo necesita el Administrador de Mercado Mayorista (AMM) y principalmente si las unidades generadoras de la planta Las Palmas I se requieren para ofrecer algún otro servicio de generación constante que presenta el AMM en su resolución 157-14, en donde el plan de

mantenimiento que se propone se ajusta a las condiciones de operación actual de la planta.

La propuesta incluye actividades y rutinas de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de los motores y sus sistemas auxiliares, la periodicidad en que deben ejecutarse, así como formatos de control de acuerdo a las horas de funcionamiento que se tiene de las unidades generadoras.

### **2.2.1. Objetivos**

El plan de mantenimiento preventivo del cuarto de motores y sus sistemas auxiliares tiene como finalidad principal minimizar el deterioro que el tiempo y uso han provocado en la maquinaria y equipos con base a los siguientes objetivos:

- Asegurar la preservación de la maquinaria y equipos, mejorando la vida útil conjunta de la planta.
- Cumplir con la disponibilidad de generación de la planta a la demanda de la red eléctrica nacional.
- Mejorar la fiabilidad conjunta del funcionamiento de la planta.
- Disminuir costos de reemplazos de piezas y equipos, al igual que tiempos muertos de la planta.

### **2.2.2. Personal**

Con el plan de mantenimiento preventivo que se propone la contratación de otro operador del cuarto motores, debido a la carga de actividades de

mantenimiento que se proponen, aumentando las cargas de trabajo y maniobras de operación.

De igual manera se propone que al equipo actual del mantenimiento de la planta Las Palmas I se integre el gerente de mantenimiento de la planta Arizona, esto para tener un criterio de toma de decisiones más amplio con personas capacitadas en diferentes especialidades de operación de maquinaria y equipos.

Con esto se tendrá mayor control de todas las actividades de mantenimiento que se realicen en la planta Las Palmas I y el cuarto de motores.

En la tabla XIV se presenta el descriptor del puesto de operador del cuarto de motores de la planta Las Palmas I que se propone añadir al equipo de trabajo actual, esto para poder cumplir con las actividades de mantenimiento y operaciones que se realicen en la planta y dar apoyo al supervisor del cuarto de control y operador de acuerdo al plan de mantenimiento que se propone.

Tabla XIV. **Descriptor del puesto del operador del cuarto de motores para la planta Las Palmas I**

<b>Datos generales</b>	
Puesto: Operador del cuarto de motores de la planta Las Palmas I	
Horario: Turnos rotativos de 12 horas.	
Reporta a: Supervisor del cuarto de control y gerente de operaciones.	
Salario: Q5,500.00 – Q6,000.00 y prestaciones de ley	
<b>Objetivo del puesto</b>	
Apoyar a operador del cuarto de motores actual en actividades de mantenimiento preventivo, maniobras de operación y servicios generales del funcionamiento de la planta Las Palmas I.	
<b>Funciones</b>	
Encargado de controlar junto al operador actual el funcionamiento y estado óptimo de los equipos y sistemas auxiliares del cuarto de motores, controlar y ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo de acuerdo a la periodicidad que se tienen establecidas para las unidades de generación, rutinas de inspección y actividades de operación y servicios generales en la planta.	
<b>Aptitudes</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo</li> <li>• Iniciativa</li> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Creatividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Resiliencia</li> <li>• Efectividad</li> </ul>
<b>Destrezas</b>	
Operativas: manejo y control de herramientas y equipos para mantenimiento. Intelectuales: capacidad de seguir instrucciones y desarrollo de actividades acorde a las actividades de la empresa.	
<b>Conocimientos</b>	
Conocimiento de mantenimiento a maquinaria y equipo industrial, herramientas e insumos de mantenimiento.	
<b>Nivel Educativo</b>	
Educación primaria y secundaria, educación técnica en mantenimiento. (mínimo necesario comprobable)	
<b>Experiencia</b>	
Experiencia mínima de 3 años como técnico en mantenimiento industrial.	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



En la figura 19 se muestra la propuesta del organigrama del área de mantenimiento, encargados de la toma de decisiones y ejecución del mantenimiento en la planta Las Palmas I.

Figura 19. **Organigrama propuesto del área de mantenimiento de la planta Las Palmas I**




Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

### **2.2.3. Actividades previas a la ejecución del mantenimiento**

Para poder realizar las actividades de mantenimiento preventivo es necesario realizar acciones previas, así como el cumplimiento de los estándares de seguridad ocupacional para poder realizar trabajos seguros, por lo que se deben seguir las indicaciones que se presentan en la figura 20.

Figura 20. **Actividades previas a la ejecución de mantenimientos**

	<b>ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTOS</b>	OAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:     /     /
<b>Responsable:</b>	Operador	
<b>Autoriza:</b>	Supervisor de área – Supervisor del cuarto de control	
<b>Ubicación:</b>	Cuarto de motores	
<b>Observaciones:</b>		

1. **INSPECCIÓN DEL EQUIPO Y ÁREA DE TRABAJO**
  - Realizar una inspección de actividades que anteceden en los equipos a trabajar.
  - Gestionar la orden de mantenimiento en el software de la empresa, para el registro del mantenimiento.
  - Inspeccionar el área del trabajo.
  
2. **CUMPLIMIENTOS DE LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL**
  - Analizar los riesgos en la ejecución de las actividades de mantenimiento.
  - Gestionar los permisos de trabajo necesarios.
  - Garantizar la ejecución de trabajos seguros y la seguridad física del equipo de trabajo.
  - Des energizar la maquinaria y equipos a realizar los trabajos de mantenimiento.
  
3. **ORGANIZAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**
  - Organizar las actividades, herramientas e insumos a utilizar para la ejecución de las actividades de mantenimiento, así como notificar vía radio al personal de la planta Las Palmas I de actividades a realizar.
  - Delimitar el área de trabajo de mantenimiento de las maquinarias y equipos a trabajar.
  - Distribuir las cargas de trabajo entre los operadores del cuarto de motores y/o personas ajenas.

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### **2.2.4. Actividades de mantenimiento para motores 46 Wärtsilä**


De acuerdo a las condiciones de operación, funcionamiento y prestación de servicios que tiene la planta Las Palmas I, se presentan las siguientes actividades de mantenimiento de acuerdo a las horas de funcionamiento y generación que tengan las unidades generadoras.

##### **2.2.4.1. Mantenimiento diario**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento diario, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 21 se presentan las actividades de mantenimiento diario que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 21. **Actividades de mantenimiento diario para motores Wärtsilä**

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DIARIO MOTORES WÄRTSILÄ</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:     /     /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **REFRIGERADORES DE AIRE**
  - Verificar que la tubería del drenaje del agua de condensación del aire de turbo compresión se encuentre abierta, revisar si existen fugas.
  
2. **FILTROS**
  - Inspeccionar los indicadores de caída de presión, si se indica una caída de presión alta; sustituir los cartuchos de los filtros
  - Revisar los filtros de combustible, lubricación y de aceite.
  
3. **MANÓMETROS**
  - Inspeccionar las lecturas de los manómetros de temperatura y presión y comparar los valores tomados con los correspondientes de cargas en el cuarto de control sobre los datos recomendados de funcionamiento.
  
4. **SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE**
  - Inspeccionar la cantidad de combustible de las bombas de inyección y las boquillas de combustible, revisando la cantidad de combustible perdido de los tubos de drenaje.
  
5. **TURBOCOMPRESOR**
  - Limpiar el turbocompresor inyectando agua mediante su dispositivo de limpieza, utilizando el mecanismo de control del turbocompresor.
  
6. **SISTEMA DE AGUA REFRIGERANTE**
  - Inspeccionar el nivel del agua en el sistema del agua de enfriamiento, revisar el nivel de agua de los tanques de expansión.
  
7. **SISTEMA DE ACEITE LUBRICANTE**
  - Inspeccionar el nivel del aceite lubricante, revisar el funcionamiento normal del detector de neblina del aceite.

1/2

Continuación figura 21.

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DIARIO</b> <b>MOTORES WÄRTSILÄ</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /

8. **MECANISMO\_NEUMÁTICO**

- Drenar el agua condensada del sistema neumático, por medio de la válvula de purga.

9. **MECANISMO DE CONTROL**

- Cebear el motor utilizando la bomba de aceite de pre lubricación.

10. **CIGÜEÑAL**


- Rotar el cigüeñal a una nueva posición utilizando el dispositivo de control rotatorio, esto para reducir el riesgo de corrosión en los muñones y en los cojinetes cuando el motor está expuesto a vibraciones.

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 22 se presenta el formato de control de las actividades diarias de mantenimiento que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 22. **Formato de control de mantenimiento diario**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas I</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : Diario	
		SÍ	NO
Refrigeradores de aire	Inspeccionar el drenaje de los enfriadores de aire		
Revisión enfriadores , filtros de aire , combustible, aceite y lubricación.	Inspeccionar los indicadores de caída de presión		
Manómetros e indicadores	Tomar lecturas de manómetros de temperatura y presión		
Gobernador	Inspeccionar el nivel de aceite en el gobernador		
Sistema de inyección y combustible	Inspeccionar la cantidad de combustible		
Turbocompresor	Inspeccionar el nivel de aceite del turbocompresor y limpiar		
Sistema de agua refrigerante	Inspeccionar el nivel de agua en el sistema de enfriamiento		
Sistema de lubricación	Inspeccionar el nivel de aceite lubricante		
Sistema Neumático	Drenar el agua condensada		
Cigüeñal	Girar el cigüeñal a una nueva posición		
Mecanismo de control	Inspeccionar el movimiento libre de mecanismo.		
Detector de niebla	Inspeccionar el buen funcionamiento del detector de niebla del motor.		
Observaciones:			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


#### **2.2.4.2. Mantenimiento Semanal**

El motor debe encenderse una vez a la semana para revisar que todo se encuentre en buenas condiciones. El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento semanal, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 23 se presentan las actividades de mantenimiento semanal que se deben de realizar en el cuarto de motores.




Figura 23. **Actividades de mantenimiento semanal para motores Wäertsilä**

	<b>MANTENIMIENTO SEMANAL MOTORES WÄERTSILÄ</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<p><b>1. PRUEBA DE ARRANQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el motor está en espera, inicie el proceso de arranque, para verificar que todo se encuentra en buenas condiciones.</li> </ul> <p><b>2. DETECTOR DE NEBLINA DE ACEITE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie el detector de neblina de aceite, inyectando agua con su sistema de limpieza, mediante su panel de control.</li> </ul> <p><b>3. TURBOCOMPRESOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie la turbina inyectando agua; en cuanto sea necesario, debe limpiarse seguido de realizar la prueba de arranque.</li> </ul> <p><b>4. BOMBA DE INYECCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie la bomba de inyección (libre de depósitos pegajosos), inspeccionar que las partes del sistema de control del combustible del eje se muevan libremente, lubricar si es necesario, debe realizarlo cuando el motor se encuentre apagado.</li> </ul> <p><b>5. REVISIÓN DE PARÁMETROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar indicadores de presión, al igual que los filtros de aceite lubricante y de combustible, la presión en los filtros debe disminuir para evitar el desgaste, caso contrario revise la presión en los filtros en cuarto de control.</li> </ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 24 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento semanal que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 24. **Formato de control de mantenimiento semanal**



**Orazul Energy**  
Planta Las Palmas

**ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**  
**Planta Las Palmas**  
Mantenimiento preventivo

Fecha y hora de inicio del trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de finalización del trabajo: \_\_\_\_\_

Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: \_\_\_\_\_

Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: \_\_\_\_\_

**Mantenimiento para motores Wärtsilä**

Ubicación: Cuarto de motores.

Frecuencia : Semanal

		SÍ	NO
Prueba de arranque	Iniciar el proceso de arranque del motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detector de niebla de aceite	Limpiar el detector de niebla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turbocompresor	Limpiar la turbina inyectando agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomba de inyección	Limpiar la bomba de inyección de partículas pegajosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Página 1 de 1


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **2.2.4.3. Mantenimiento cada 250 Hrs**

El mecanismo de control es de especial funcionamiento dentro del sistema de motores debido a que cualquier defecto podría causar la sobre velocidad del motor o problemas de carga. Realizar las actividades de mantenimiento a las 250 horas de funcionamiento.

En la figura 25 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 250 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 25. **Actividades de mantenimiento a las 250 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

	<b>MANTENIMIENTO A LAS 250 Hrs. DE FUNCIONAMIENTO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:     /     /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


1. **MECANISMO DE CONTROL**
  - Inspección visual del correcto funcionamiento del sistema de control, cojinetes y las rejillas de combustible.
  
2. **BOMBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE**
  - Inspeccionar las bombas de combustible, comprobando los reglajes de los cilindros.
  
3. **CREMALLERAS**
  - Lubricar las cremalleras usando una bomba de engrase cargada de aceite lubricante, abrir el tapón del lado izquierdo de la bomba, inyectar aceite lubricante a presión, quitar la bomba lubricante y cerrar el tapón.
  
4. **FILTRO CENTRÍFUGO**
  - Limpiar de suciedad el filtro centrifugo, abrir la válvula que preside el filtro luego de realizar la limpieza del exceso de aceite lubricante.
  
5. **BOMBA BOOSTER**
  - Calibrar el transmisor diferencial de presión de la bomba booster.
  
6. **COMPRESORES**
  - Limpieza general en compresores de motores., limpiar de partículas pegajosas y de polvo. Cierre la prensa de aire, la presión interna debe escapar, llenar los depósitos de combustible y aceite lubricante.

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 26 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 250 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 26. **Formato de control de mantenimiento a las 250 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 250 Hrs.	
		SÍ	NO
Mecanismo de control	Inspección visual de funcionamiento correcto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mecanismo de control	Lubricar cremalleras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mecanismo de control	Lubricar cojinetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomba de inyección	Limpiar la bomba de inyección de partículas pegajosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomba Booster	Calibrar el transmisor de presión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compresor	Limpieza de partículas pegajosas y polvo , llenar los depósitos de combustible y aceite lubricante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones: _____ _____ _____			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.4. Mantenimiento cada 500 Hrs**


El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 500 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 27 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 500 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



En la figura 28 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 500 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 28. **Formato de control de mantenimiento a las 500 Hrs. de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 500 Hrs.	
		SÍ	NO
Presión de cilindro	Registrar la presión de los cilindros		
Aceite lubricante	Tomar una muestra del aceite lubricante		
Recolector de agua	Inspeccionar el funcionamiento de agua nebulizada		
Acumulador de baja presión	Revisar la presión de aire en el acumulador de baja presión		
Filtro de rodaje	Retirar filtros de rodaje del motor		
Válvula by-pass	Inspeccionar funcionamiento correcto mediante el panel de control		
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



#### **2.2.4.5. Mantenimiento cada 1,000 Hrs.**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 1,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 29 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 1,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



En la figura 30 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 1,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 30. **Formato de control de mantenimiento a las 1,000 Hrs de funcionamiento**

<b>Orazul Energy</b> ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A. Planta Las Palmas Mantenimiento preventivo																
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____																
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>																
Ubicación: Cuarto de motores	Frecuencia : A 1000 Hrs															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SÍ</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Filtros de aire</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pernos de fijación</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wetpac H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wetpac H</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		SÍ	NO	Filtros de aire			Pernos de fijación			Wetpac H			Wetpac H		
	SÍ	NO														
Filtros de aire																
Pernos de fijación																
Wetpac H																
Wetpac H																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Observaciones:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Observaciones:															
Observaciones:																
Página 1 de 1																

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.6. Mantenimiento cada 1,500 Hrs.**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 1,500 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 31 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 1,500 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.






#### **2.2.4.7. Mantenimiento cada 2,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 2,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 33 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 2,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 33. **Actividades de mantenimiento a las 2,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 2,000 Hrs. DE          FUNCIONAMIENTO          MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


  

- 1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**
  - Revisar los manómetros y termómetros de aire de arranque, combustible, aceite lubricante, agua de alta temperatura, agua de baja temperatura y aire de carga del motor, revisar el tacómetro para la velocidad del motor y el contador de horas de funcionamiento.
  
- 2. SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL**
  - Comprobar el funcionamiento correcto del sistema de alarma y los dispositivos de parada automática, revisar los sensores y relés que se encuentran en la caja de control.
  
- 3. GOBERNADOR**
  - Cambiar el aceite lubricante en el gobernador y la bomba booster.
  
- 4. SOBREVELOCIDAD MECANICA**
  - Verificar el dispositivo de disparo mecánico por exceso de velocidad y el sistema electro-neumático.
  
- 5. VÁLVULAS**
  - Verificar las holguras de las válvulas de admisión sea de 1mm y de las válvulas de escape sea 1,5 mm.
  
- 6. ROTADORES DE VÁLVULAS**
  - Realizar una inspección VOSO a los rotadores de las válvulas.
  
- 7. MECANISMO DE CONTROL**
  - Verificar visualmente si existe desgaste en los enlaces de conexión entre el gobernador y las bombas de inyección. Comprobar que las rejillas de combustible se muevan libremente y que las bombas de combustible sigan el movimiento.

1/2



Continuación figura 33.

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 2,000 Hrs. DE FUNCIONAMIENTO MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:     /     /

**8. DETECTOR DE NIEBLA DE ACEITE**


- Reemplazar el filtro de aire del detector de neblina, abrir la tapa del detector de neblina y reemplazar el filtro

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 34 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 2,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 34. **Formato de control de mantenimiento a las 2,000 Hrs de funcionamiento**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : 2000 Hrs.	
		SÍ	NO
Instrumentos de medición	Revisar el estado de los manómetros de los motores		
Sistema de control y seguridad	Revisar el sistema de alarma, parada automática , sensores y relés de panel de control		
Gobernador	Cambiar el aceite lubricante de gobernador y la bomba booster		
Sobrevelocidad mecánica	Revisar el dispositivo de disparo mecánico y sistema electro-neumático		
Rotadores de válvulas	Realizar inspección VOSO a los rotadores de las válvulas		
Mecanismo de control	Inspeccionar el desgaste entre gobernador y bombas de inyección		
Mecanismo de control	Comprobar que las rejillas de combustible se mueven libremente		
Sistema de lubricación	Inspeccionar el nivel de aceite lubricante		
Detector de niebla	Reemplazar el filtro de aire		
Instrumentos de medición	Revisar el estado del tacómetro de velocidad		
Instrumentos de medición	Revisar el estado del contador de horas de los motores		
Válvulas	Verificar la holgura de las válvulas de admisión sea de 1mm y de las válvulas de escape sea de 1,5 mm		
Observaciones:			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.8. Mantenimiento cada 2,500 Hrs**


El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 2,500 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 35 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 2,500 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



En la figura 36 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 2,500 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 36. **Formato de control de mantenimiento a las 2,500 Hrs de funcionamiento**

 <b>Orazul Energy</b> ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A. Planta Las Palmas Mantenimiento preventivo			
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento	Firma: _____		
Autorizó: Gerente de mantenimiento	Firma: _____		
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores	Frecuencia : A 2500 Hrs.		
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">NO</td> </tr> </table>	SÍ	NO
SÍ	NO		
Turbocompresor	Cambiar el aceite lubricante sintético del turbocompresor		
Turbocompresor	Verificar que no se mezcle aceite de turbina con aceite del motor		
Observaciones: _____ _____ _____			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.9. Mantenimiento cada 3,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 3,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 37 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 3,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.







#### **2.2.4.10. Mantenimiento cada 4,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 4,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 39 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 4,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.





#### **2.2.4.11. Mantenimiento cada 6,000 Hrs**


El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 6,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 41 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 6,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



En la figura 42 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 6,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 42. **Formato de control de mantenimiento a las 6,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 6000 Hrs.	
		SÍ	NO
Enfriadores de aire	Limpiar los enfriadores de aire de carga		
Válvulas de inyección	Inspeccionar los resortes y válvula en general		
Válvulas de inyección	Reemplazar las boquillas , reemplazar válvula completa de ser necesario		
Colector de escape	Revisar los dilatadores de expansión		
Conexión de tuberías	Inspeccionar el estado de las conexiones de tuberías		
Wetpac H	Inspeccionar la conexión de las tuberías externas con el motor, revisar si existe corrosión o fugas		
Observaciones:			
Página 1 de 1			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.12. Mantenimiento cada 8,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 8,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 43 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 8,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 43. **Actividades de mantenimiento a las 8,000 horas de funcionamiento de motores Wärtsilä**

	<b>MANTENIMIENTO A LAS 8,000 Hrs. DE FUNCIONAMIENTO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **TURBOCOMPRESOR**
  - Desmontar y limpiar el turbocompresor completo, revisar los conductos de agua de refrigeración del turbocompresor en busca de residuos.
  
2. **SISTEMA DE COMBUSTIBLE**
  - Verificar y ajustar la válvula de control de presión del sistema de combustible.
  
3. **DETECTOR DE NIEBLA**
  - Reemplazar el filtro de aire de suministro del detector de niebla.
  
4. **VIRADOR**
  - Engrasar el eje secundario de giro y cambiar el aceite:
    - Drenar el aceite viejo, preferiblemente cuando este caliente.
    - Limpiar la caja de engranajes con aceite limpio.
    - Llenar la caja de engranajes con aceite por el agujero de llenado hasta que el nivel de aceite alcance el tornillo de nivel.
    - Cerrar los agujeros de aceite y hacer girar el virador unas revoluciones.
    - Verificar el nivel adecuado de aceite, rellenar de ser necesario.


1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



En la figura 44 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 8,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 44. **Formato de control de mantenimiento a las 8,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> <b>Mantenimiento preventivo</b>	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores		Frecuencia : A 8000 Hrs.	
		SÍ	NO
Turbocompresores	Revisar los conductos de agua de turbocompresor		
Sistema de combustible	Ajustar la válvula de control de presión		
Detector de niebla	Reemplazar el filtro de aire de suministro		
Virador	Engrasar el eje de giro y cambiar el aceite lubricante		
Observaciones: _____ _____ _____			
Página 1 de 1			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.13. Mantenimiento cada 12,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 12,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 45 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 12,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 45. **Actividades de mantenimiento a las 12,000 horas de funcionamiento de motores Wärtsilä**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 12,000 Hrs. DE          FUNCIONAMIENTO          MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /


<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

- 1. CAMISAS DE CILINDRO**
  - Inspeccionar las camisas de los cilindros y comprobar el estado de los depósitos de los orificios de refrigeración. Si los depósitos se encuentran sucios u obstruidos debe limpiarlos con líquido de limpieza y un trapo seco
  - Reemplazar el anillo anti-pulido
  
- 2. BIELAS**
  - Inspeccionar el cojinete de cabeza de biela
  - Desmontar el cojinete de biela
  - Inspeccionar y limpiar las superficies de contacto
  - Inspeccionar los casquillos de los cojinetes, el pasador del pistón, si se encuentra en malas condiciones, reemplazar.
  
- 3. PISTONES**
  - Inspeccionar el depósito de la galería de enfriamiento y el faldón del pistón, limpiar las boquillas de aceite lubricante.
  - Inspeccionar y limpiar los anillos y aros del pistón
  - Retirar los anillos del pistón utilizando alicates y reemplazarlos
  - Limpiar las muescas del pistón con un paño seco y aceite pesado
  - Inspeccionar que las bujías a ambos extremos del muñón del pistón están bien ajustadas
  - Inspeccionar que la lubricación en el muñón del pistón se encuentre adecuadamente
  
- 4. CULATAS**
  - Inspeccionar el mecanismo de accionamiento de las válvulas
  - Desmontar y limpiar de las culatas el casquillo del cojinete del balancín y el muñón
  - Inspeccionar la pieza semiesférica de la guía en busca de un posible daño mecánico

1/3


Continuación figura 45.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 12,000 Hrs. DE          FUNCIONAMIENTO          MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar e inspeccionar todas las partes de la guía rodillo y el correspondiente hueco en el bloque del motor</li> <li>• Reemplazar las juntas tóricas si se encuentran dañadas</li> <li>• Reemplazar los sensores de detonación</li> <li>• Inspeccionar las válvulas de arranque de las culatas y reemplazar si es necesario</li> </ul>		
<b>5. ROTADORES DE VÁLVULAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontar las válvulas, inspeccionar y limpiar.</li> </ul>		
<b>6. ENGRANAJE IMPULSOR DEL ÁRBOL DE LEVAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar y limpiar los engranajes intermedios, reemplazar las piezas si es necesario</li> </ul>		
<b>7. TURBOCOMPRESORES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar mecánicamente el paquete enfriador:           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Drenar el agua del enfriador de aire del lado de baja temperatura y alta temperatura, abriendo las conexiones de drenaje y venteo</li> <li>○ Quitar los tubos de agua de enfriamiento</li> <li>○ Aflojar todos los tornillos de fijación del enfriador de aire y desmontar el colector de flujo de retorno para acceder al lado de agua del paquete enfriador</li> <li>○ Limpiar mecánicamente utilizando cepillos de nylon amarrados a una varilla</li> <li>○ Volver a montar el paquete enfriador izándolo</li> <li>○ Colocar y apretar los tornillos de fijación del enfriador</li> <li>○ Apretar ligeramente los tornillos de fijación y bloquear con tuercas y arandelas</li> <li>○ Conectar las tuberías de baja y alta temperatura</li> <li>○ Llenar el sistema enfriador con agua y revisar posibles fugas</li> </ul> </li> <li>• Reemplazo de cojinetes del turbocompresor: inspeccionar los cojinetes y reemplazar de ser necesario</li> <li>• Inspeccionar si existen grietas y corrosión en la carcasa de las turbinas y el turbocompresor.</li> <li>• Bombas de inyección de combustible</li> </ul>		
		2/3



En la figura 46 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 12,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 46. **Formato de control de mantenimiento a las 12,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 12000 Hrs.	
		SÍ	NO
Camisas de cilindro	Revisar y limpiar los depósitos de los orificios de refrigeración		
Camisas de cilindro	Reemplazar el anillo anti-pulido		
Bielas	Inspeccionar y limpiar el cojinete de cabeza de biela		
Pistones	Inspeccionar el depósito de la galería de enfriamiento y faldón del pistón		
Pistones	Limpiar las boquillas de aceite lubricante		
Pistones	Inspeccionar y limpiar los anillos y aros del pistón		
Culatas	Inspeccionar el mecanismo de accionamiento		
Válvulas	Revisar los rotadores de las válvulas		
Árbol de levas	Revisar y limpiar el engranaje impulsor del árbol de levas		
Turbocompresores	Limpiar mecánicamente el paquete enfriador		
Observaciones:			




#### **2.2.4.14. Mantenimiento cada 18,000 Hrs.**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 18,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 47 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 18,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



Figura 47. **Actividades de mantenimiento a las 18,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 18,000 Hrs. DE          FUNCIONAMIENTO          MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **DISPOSITIVO DE GIRO**
  - Cambiar el aceite lubricante para el dispositivo de giro, usar aceite lubricante de extrema presión
  
2. **CIGÜEÑAL**
  - Inspeccionar los cojinetes principales, limpiar los casquillos y comprobar la existencia de desgaste, si están en malas condiciones debe reemplazarlos
  
3. **AMORTIGUADOR DE VIBRACIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS**
  - Tomar una muestra para su análisis del fluido amortiguador de vibraciones del árbol de levas
  
4. **BOMBA DE ACEITE LUBRICANTE**
  - Inspeccionar la bomba de aceite lubricante, reemplazar los cojinetes y el sello del eje de ser necesario
  
5. **BOMBA DE AGUA DE ALTA TEMPERATURA**
  - Inspeccionar la bomba de agua de alta temperatura, reemplazar los cojinetes y el sello del eje de ser necesario
  
6. **BOMBA DE AGUA DE BAJA TEMPERATURA**
  - Inspeccionar la bomba de agua de baja temperatura, reemplazar los cojinetes y el sello del eje de ser necesario
  
7. **PERNOS DE FIJACIÓN DEL MOTOR**
  - Inspeccionar el apriete de los pernos de fijación del motor


  

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 48 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 18,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 48. **Formato de control de mantenimiento a las 18,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 18000 Hrs.	
		SÍ	NO
Dispositivo de giro	Cambiar el aceite lubricante		
Cigüeñal	Inspeccionar los cojinetes principales		
Cigüeñal	Limpiar los casquillos y comprobar la existencia de desgaste		
Árbol de levas	Inspeccionar el fluido amortiguador de vibraciones del árbol de levas		
Bomba de aceite lubricante	Realizar inspección VOSO		
Bomba de aceite lubricante	Reemplazar los cojinetes y el sello del eje		
Bomba de agua de alta temperatura	Realizar inspección VOSO , reemplazar los cojinetes y el sello del eje		
Bomba de agua de baja temperatura	Realizar inspección VOSO , reemplazar los cojinetes y el sello del eje		
Pernos de fijación	Inspeccionar el apriete de los pernos de fijación		
Observaciones:			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.15. Mantenimiento cada 24,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 24,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 49 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 24,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 49. **Actividades de mantenimiento a las 24,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

	<b>MANTENIMIENTO A LAS 24,000 Hrs. DE FUNCIONAMIENTO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


1. **PISTÓN**
  - Inspeccionar los pistones y limpiar si es necesario
2. **VÁLVULAS**
  - Inspeccionar los válvulas y limpiar si es necesario
3. **BOMBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE**
  - Cambiar los elementos de la bomba de inyección de combustible
4. **VÁLVULA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN**
  - Limpiar la válvula del sistema de lubricación
5. **VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS DE AGUA**
  - Limpiar e inspeccionar las válvulas termostáticas de alta y baja temperatura, limpiar la carcasa de la válvula y las juntas
6. **VÁLVULA DE ARRANQUE PRINCIPAL**
  - Inspeccionar la válvula de arranque principal y reemplazar las piezas dañadas de ser necesario
7. **TURBOCOMPRESOR**
  - Inspeccionar el anillo de la boquilla, el difusor y reemplazar de ser necesario

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 50 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 24,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 50. **Formato de control de mantenimiento a las 24,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 24000 Hrs.	
		SÍ	NO
Pistones	Inspeccionar y limpiar los pistones		
Válvulas	Revisar y cambiar los rotadores de las válvulas		
Válvulas	Inspeccionar y cambiar las guías de las válvulas de entrada y de escape		
Bomba de inyección	Inspeccionar y cambiar los elementos de la bomba de inyección de combustible		
Válvula del sistema de lubricación	Inspeccionar y limpiar		
Válvula termostática	Inspeccionar y limpiar las válvulas termostáticas de baja y alta temperatura		
Válvula termostática	Revisar y limpiar la carcasa de la válvula y las juntas		
Válvula de arranque principal	Inspeccionar y limpiar la válvula de arranque principal, reemplazar piezas de ser necesario		
Turbocompresor	Inspeccionar y limpiar el anillo de la boquilla		
Turbocompresor	Inspeccionar y limpiar el difusor del turbocompresor		
Observaciones:			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.16. Mantenimiento cada 36,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 36,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 51 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 36,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 51. **Actividades de mantenimiento a las 36,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 36,000 Hrs. DE          FUNCIONAMIENTO          MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **COJINETES PRINCIPALES**
  - Sustituir los casquillos de los cojinetes principales
  
2. **CIGÜEÑAL**
  - Reemplazar el retén del cigüeñal
  
3. **AMORTIGUADOR DE VIBRACIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS**
  - Realizar una inspección VOSO al amortiguador de vibraciones del árbol de levas
  
4. **AMORTIGUADOR DE VIBRACIÓN DEL CIGÜEÑAL**
  - Realizar una inspección VOSO al amortiguador de vibraciones del cigüeñal
  
5. **CAMISAS DE CILINDRO**
  - Limpiar los espacios de agua de refrigeración de las camisas de cilindro utilizando un cepillo de alambre, los orificios de refrigeración deben limpiarse con un taladro y una broca adecuada (d=18mm y 25mm), reemplazar las juntas tóricas y los aros antidesgaste
  
6. **BIELAS**
  - Inspección de los casquillos de cojinetes de cabeza de biela
  
7. **MECANISMO DE VÁLVULA**
  - Inspeccionar los casquillos del rodamiento de los rodillos empujadores de la válvula, reemplazar de ser necesario
  
8. **ASIENTOS DE VÁLVULAS.**
  - Cambiar los anillos de asiento de válvulas

1/2

Continuación figura 51.

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 36,000 Hrs. DE FUNCIONAMIENTO MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /

**9. ÁRBOL DE LEVAS**

- Inspeccionar los casquillos de los cojinetes del árbol de levas y reemplazar de ser necesario, realizando los siguiente:
  - Soltar las tapas del eje de levas
  - Soltar la tapa del distribuidor del aire de arranque
  - Aflojar las tuercas de sujeción del soporte del balancín
  - Abrir la conexión entre el tramo del eje de levas y el muñón
  - Mover el eje de levas hacia el lado libre del motor, utilizando una palanca
  - Inspeccionar la parte descubierta del casquillo utilizando un espejo, revisar así todos los casquillos de los cojinetes del eje de levas

**10. TURBOCOMPRESOR**

- Reemplazar los cojinetes del turbocompresor

**11. BOMBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE**

- Reemplazar los pasadores del rodillo de empuje de la bomba de inyección de combustible y cremalleras

**12. COLECTOR DE ESCAPE**

- Reemplazar las placas de soporte del tubo de escape

**13. DISTRIBUIDOR DE AIRE DE ARRANQUE**

- Inspeccionar el distribuidor de aire de arranque

**14. PISTÓN**

- Reemplazar las coronas de los pistones


2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.




En la figura 52 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 36,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 52. **Formato de control de mantenimiento a las 36,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 36000 Hrs.	
		SÍ	NO
Cojinetes principales	Sustituir los casquillos		
Cigüeñal	Reemplazar el retén del cigüeñal		
Árbol de levas	Realizar una inspección VOSO al amortiguador de vibraciones		
Camisas de cilindro	Inspeccionar y limpiar los espacios de agua de refrigeración		
Bielas	Reemplazar los casquillos de cojinetes de cabeza de biela		
Mecanismo de válvula	Inspeccionar y limpiar los casquillos de rodamiento de los rodillos empujadores de la válvula		
Asientos de válvula	Reemplazar los anillos de asiento de válvulas		
Árbol de levas	Inspeccionar y limpiar los casquillos de los cojinetes del árbol de levas		
Turbocompresor	Reemplazar los cojinetes		
Colector de escape	Reemplazar las placas de soporte del tubo de escape		
Observaciones:			

Continuación figura 52.



**Orazul Energy**  
Planta Las Palmas

**ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**  
**Planta Las Palmas**  
Mantenimiento preventivo

Fecha y hora de inicio del trabajo: \_\_\_\_\_  
 Fecha y hora de finalización del trabajo: \_\_\_\_\_  
 Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: \_\_\_\_\_  
 Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: \_\_\_\_\_

**Mantenimiento para motores Wärtsilä**

Ubicación: Cuarto de motores.

Frecuencia : A 36000 Hrs.

		SÍ	NO
Bomba de inyección	Reemplazar los pasadores del rodillo de empuje		
Bomba de inyección	Reemplazar las cremalleras		
Distribuidor del aire de arranque	Inspeccionar y limpiar el distribuidor de aire de arranque		
Pistones	Reemplazar las coronas de los pistones		

Observaciones:

Página 2 de 2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.17. Mantenimiento cada 48,000 Hrs**


El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 48,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 53 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 48,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.



En la figura 54 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 48,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 54. **Formato de control de mantenimiento a las 48,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores		Frecuencia : A 48000 Hrs.	
		SÍ	NO
Pistones	Inspeccionar y reemplazar las coronas de los pistones		
Árbol de levas	Inspeccionar y limpiar los casquillos de los cojinetes del árbol de levas		
Fuelle del aire de carga	Inspeccionar y limpiar el distribuidor de aire de arranque		
Mecanismo de control	Reemplazar los casquillos del cojinete y arandelas del eje de control		
Mecanismo de control	Reemplazar las rotulas entre el eje de control y los bastidores de control		
Mecanismo de control	Reemplazar las rotulas de las varillas de resorte		
Observaciones:			
Página 1 de 1			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.4.18. Mantenimiento cada 60,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 60,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 55 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 60,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.

Figura 55. **Actividades de mantenimiento a las 60,000 horas de funcionamiento para motores Wärtsilä**

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO A LAS 60,000 Hrs. DE                  FUNCIONAMIENTO                  MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


1. **GOBERNADOR**
  - Reemplazar los casquillos del eje vertical del accionamiento del regulador y el eje horizontal del engranaje
  
2. **MARCHA INTERMEDIA**
  - Reemplazar el cojinete de empuje y casquillos de cojinete de engranaje intermedio
  
3. **PISTÓN**
  - Reemplazar los faldones de pistones y los pasadores
  
4. **CULATAS DE CILINDROS**
  - Reemplazar las culatas
  
5. **MECANISMO DE VÁLVULA**
  - Reemplazar los casquillos de los cojinetes de balancín
  
6. **SISTEMA DE COMBUSTIBLE**
  - Reemplazar las tuberías del sistema de combustible
  
7. **VÁLVULAS DE INYECCIÓN**
  - Inspeccionar los elementos de goma de las bases de los equipos y reemplazar de ser necesario
  
8. **MONTAJE DE EQUIPOS**
  - Drenar el agua condensada del sistema neumático, por medio de la válvula de purga.

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 56 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento a cada 60,000 horas que deben realizarse en el cuarto de motores.

Figura 56. **Formato de control de mantenimiento a las 60,000 Hrs de funcionamiento**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento para motores Wärtsilä</b>			
Ubicación: Cuarto de motores.		Frecuencia : A 60000 Hrs.	
		SÍ	NO
Gobernador	Reemplazar los casquillos del eje vertical del accionamiento del regulador		
Gobernador	Reemplazar los casquillos del eje horizontal del engranaje		
Pistones	Reemplazar los faldones de los pistones y pasadores		
Marcha intermedia	Reemplazar el cojinete de empuje		
Marcha intermedia	Reemplazar los casquillos del cojinete de engranaje intermedio		
Culatas de cilindros	Reemplazar las culatas		
Mecanismo de válvula	Reemplazar los casquillos de los cojinetes de balancín		
Sistema de combustible	Reemplazar la tubería del sistema de combustible		
Válvulas de inyección	Reemplazar la porta boquillas principales del sistema de combustible		
Montaje de equipos	Inspeccionar los elementos de goma de las bases de los equipos y reemplazar de ser necesarios		
Observaciones: _____  			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



#### **2.2.4.19. Mantenimiento cada 72,000 Hrs**

El plan de mantenimiento preventivo incluye las actividades de mantenimiento a cada 72,000 horas, esto para tener un constante monitoreo del estado de los motores y su funcionamiento.

En la figura 57 se presentan las actividades de mantenimiento a cada 72,000 horas que se deben de realizar en el cuarto de motores.




#### **2.2.4.20. Rutinas de inspección**

El proceso de generación de energía eléctrica cuenta con maquinaria y equipos importantes en el funcionamiento de todos los sistemas auxiliares, dentro de los cuales se tienen motores de bombas, compresores y separadoras, para los que se debe de realizar rutinas de inspección.

- Separadoras: realizan una separación centrífuga, que es un rotor girando a gran velocidad, la fuerza de la gravedad se sustituye por la fuerza centrífuga que llega a ser mayor y cumple así los procesos de separación de aceites y combustibles de líquidos y sólidos ajenos.
- Compresores: la planta Las Palmas I cuenta con compresores marca Kaeser, que son utilizados principalmente para aire de instrumentación de la planta, dependiendo del arranque y funcionamiento de los motores.
- Camisas de cilindro: cuando se inspeccionen las camisas de cilindro se pueden limpiar los espacios de refrigeración de depósitos con un cepillo de alambre.

En la figura 58 se muestran las rutinas de inspección que se deben de realizar a las separadoras del cuarto de motores de la planta Las Palmas I.

Figura 58. Rutinas de inspección para separadoras del cuarto de motores

	<b>ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN DE SEPARADORAS MOTORES WARTSILA</b>	OAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

**1. INSPECCIÓN DIARIA**

- Tubería de entrada y salida: inspeccionar si existen fugas, revisando las juntas tóricas
- Rotor de la separadora: realizar inspección VOSO verificando ruidos o vibraciones
- Dispositivo de accionamiento: inspeccionar ruidos y vibraciones
- Motor eléctrico: realizar inspección VOSO verificando calor excesivo, vibraciones o ruidos

**2. SERVICIO MAYOR**


- Tubería de entrada y salida: inspeccionar y limpiar las roscas de tubería
- Rotor de la separadora: inspeccionar y limpiar los discos, anillos y tapas del rotor
- Inspección general: inspeccionar si existe corrosión, grietas, erosión
- Juntas tóricas: inspeccionar y reemplazar de ser necesario

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para la preservación de los motores eléctricos en general y motores de jaula de ardilla de equipos como separadoras y bombas, deben realizarse las rutinas que se muestran en la figura 59.

Figura 59. **Rutinas de inspección para motores eléctricos de maquinaria del cuarto de motores**

	<b>INSPECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CUARTO DE MOTORES MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
Encargado:		
Autorizó:		
Observaciones:		

**1. INSPECCIÓN DE MOTORES**


- Inspeccionar el motor de manera regular
- Inspeccionar que circula la corriente de aire producida por el ventilador
- Inspeccionar el estado de los retenes del motor y reemplazar de ser necesario
- Inspeccionar el estado de las conexiones y tornillos de sujeción
- Inspeccionar el estado de los rodamientos del motor y reemplazar de ser necesario

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para los compresores deben de realizarse las rutinas de inspecciones que se presentan en la figura 60.

Figura 60. **Rutinas de inspección para compresores del cuarto de motores**

	<b>INSPECCIÓN DE COMPRESORES DEL CUARTO DE MOTORES</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


- 1. INSPECCIÓN DIARIA**
  - Inspeccionar el separador de agua del compresor
  - Semanal: inspeccionar y verificar el nivel de aceite
  
- 2. INSPECCIÓN TRIMESTRAL**
  - Inspeccionar el tensado de las correas
  - Inspeccionar y cambiar de ser necesario el aceite y el filtro de aceite
  - Inspeccionar el funcionamiento del ventilador
  
- 3. INSPECCIÓN SEMESTRAL**
  - Inspeccionar el tensado de las correas
  - Inspeccionar el funcionamiento del separador de aceite
  - Inspeccionar y cambiar de ser necesario el filtro de aire
  - Inspeccionar y limpiar el colador del compresor
  
- 4. INSPECCIÓN MAYOR**
  - Inspeccionar y cambiar las correas
  - Inspeccionar y limpiar el colador del compresor
  - Inspeccionar y limpiar el refrigerador
  - Inspeccionar y limpiar la placa de orificio de la tubería

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para el desmontaje y montaje de las camisas de cilindro de los motores Wärtsilä se deben de realizar las inspecciones que se presentan en la figura 61.

Figura 61. **Rutinas de inspección de camisas de cilindro para motores Wärtsilä**

	<b>INSPECCIÓN DE CAMISAS DE CILINDRO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
Encargado:		
Autorizó:		
Observaciones:		
<p><b>1. DESMONTAJE DE CAMISAS DE CILINDRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaciar el agua de refrigeración del motor</li> <li>• Aflojar el tornillo de apriete de la camisa</li> <li>• Anclar el elemento de izaje a las camisas y girar el cigüeñal</li> <li>• Con la maquinaria de izaje, levante la camisa</li> </ul> <p><b>2. MONTAJE DE CAMISAS DE CILINDRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar que todas las superficies de contacto del bloque del motor y de la camisa están limpias</li> <li>• Inspeccionar que las ranuras de las tóricas de la camisa están limpias</li> <li>• Lubricar los orificios de la camisa</li> <li>• Aplicar liquido de sellado en las superficies de contacto</li> <li>• Izar la camisa a su posición y bajar lentamente con la maquinaria de izaje</li> <li>• Montar las piezas de sujeción y apretar el tornillo de amarre de la camisa</li> <li>• Montar el pistón con la biela y la culata</li> </ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **2.2.5. Mantenimiento del sistema de combustible**

El propósito del sistema de combustible de los motores es proveer un abastecimiento confiable de combustible limpio con una presión y viscosidad correctas para las condiciones de operación requeridas.

### **2.2.5.1. Descripción**


Los motores trabajan con un servicio de combustible pesado, pueden arrancarse o pararse con este tipo de combustible siempre y cuando el combustible se caliente a la temperatura de funcionamiento. El combustible en circulación, junto al calor irradiado del motor, mantiene el espacio caliente de forma que no es necesario otro tipo de tuberías de calentamiento extra en el motor.

### **2.2.5.2. Actividades de mantenimiento**

En el sistema de combustible se debe tener siempre la máxima limpieza posible en tuberías, tanques, separadoras, bombas, filtros; ya que el combustible siempre debe estar purificado, por lo que debe realizar las siguientes actividades de mantenimiento que se presentan en la figura 62.



Figura 62. **Actividades de mantenimiento para el sistema de combustible**

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b> <b>MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:     /     /

Encargado:	
Autorizó:	
Observaciones:	

**1. BOMBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE**

- Para la lubricación de la cremallera de control se debe realizar los siguientes pasos:
  - Abrir el tapón de la bomba
  - Inyectar aceite lubricante a presión a través del racor
  - Quitar la bomba y cerrar el tapón de la bomba
  - Inspeccionar la válvula de salida principal
  - Inspeccionar la válvula de presión constante
  - Inspeccionar el cilindro de parada de emergencia
  - Revisar que no existan ruido o vibración inusual
  - Revisar y limpiar los filtros de combustible
  - Lubricar los cojinetes de la bomba de combustible
  - Reemplazar elementos si se encuentran desgastados

**2. VÁLVULAS DE INYECCIÓN**


- Inspeccionar la tobera, limpiar el exterior de la tobera con un cepillo de alambre
- Abrir la contratuerca y aflojar el tornillo de ajuste para aliviar la tensión de los muelles de la tobera
- Limpiar las piezas, sumergiendo las piezas en combustible limpio o alcohol blanco, no utilizar cepillos de alambre de acero, enjuagar las piezas para quitar los residuos de suciedad

**3. DRENAJE DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

- Debido a que el volumen de combustible en los conductos de abastecimiento es alto, debe utilizar presión de aire controlada para vaciar el combustible de los conductos en un depósito de mantenimiento. Ajustar la válvula de control de presión para que

1/2

Continuación figura 62.

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b> MOTORES WARTSILA	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA: / /

la presión del aire la abra e inyectar aire en el sistema de combustible durante diez a quince minutos para asegurar de que el combustible salga.

**4. AJUSTE DE LA VÁLVULA DE CONTROL DE PRESIÓN**

- Girar los tornillos de ajuste de la válvula, en el sentido de las agujas del reloj para dar mayor presión, en contra del sentido de las agujas del reloj para dar menor presión
- Aumentar la presión lentamente, ajustar la bomba de inyección a doce bares y abrir la válvula de control de presión a cuatrocientos cincuenta bares

**5. AJUSTE DE PRESIÓN DE APERTURA**


- La presión se ajusta con el tornillo de ajuste en la parte superior de la válvula de inyección
- Abrir la válvula de paso al manómetro
- Bombear lentamente y observar el manómetro para ver la presión de apertura que se está ajustando
- Ajustar la presión de apertura a los trescientos veinte bares
- Bloquear el tornillo de ajuste de presión utilizando una contratuerca

2/2


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 63 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento para el sistema de combustible que deben realizarse.

**Figura 63. Formato de control de mantenimiento a sistema de combustible**

	<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo		
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de combustible</b>			
Ubicación: Cuarto de motores			
		SÍ	NO
Bomba de inyección	Lubricar la cremallera de control		
Bomba de inyección	Inspeccionar y limpiar la válvula de salida principal		
Bomba de inyección	Inspeccionar y limpiar la válvula de presión constante		
Bomba de inyección	Inspeccionar el cilindro de parada de emergencia		
Bomba de inyección	Realizar una inspección VOSO al sistema de combustible		
Bomba de inyección	Revisar y limpiar los filtros de combustible		
Bomba de inyección	Lubricar los cojinetes de la bomba de combustible		
Bomba de inyección	Reemplazar elementos si se encuentran desgastados		
Válvulas de inyección	Inspeccionar y limpiar la tobera de la válvula principal de inyección		
Válvulas de inyección	Revisar y limpiar las piezas		
Observaciones:			
Página 1 de 2			

Continuación figura 63.


	<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo		
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento para el sistema de combustible</b>			
Ubicación: Cuarto de motores			
		SÍ	NO
Drenaje	Ajustar la válvula de control de presión para drenar el sistema		
Drenaje	Drenar el combustible de los conductos del sistema utilizando aire comprimido		
Válvula de control de presión	Ajustar la presión de la válvula de control		
Presión de apertura del sistema	Ajustar la presión de apertura del sistema con el tornillo de ajuste de la parte superior de la válvula de inyección		
Observaciones:			
Página 2 de 2			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **2.2.5.3. Rutinas de inspección**

Para el mantenimiento del sistema de combustible y su inspección, se necesita del desmontaje y montaje de ciertos elementos para una mayor libertad al realizar las actividades de mantenimiento, por lo que en la figura 64 se muestran las actividades de inspección que deben realizarse.

Figura 64. Rutinas de inspección para el sistema de combustible

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b> <b>MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /


<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **DESMONTAJE DE BOMBA DE INYECCIÓN**
  - Cerrar el suministro de combustible al motor y detener la bomba de lubricación
  - Desmontar la tubería del inyector principal y las conexiones de fugas de combustible
  - Quitar los tornillos de la conexión de alimentación de combustible para abrirla
  - Soltar las conexiones de fugas del combustible de la cámara de la bomba: aflojar la tubería de lubricación y la conexión de aire al cilindro de parada de emergencia
  - Quitar el tornillo de la cremallera de combustible
  - Virar el cigüeñal de manera que el botador de la bomba de inyección se encuentre en su posición inferior, con el rodillo apoyando en la parte circular de la base de la leva
  - Quitar las tuercas de sujeción de la bomba y levantarla izándola
  - Cubrir la abertura del bloque del motor y tener cuidado de no dañar las juntas tóricas en la conexión de alimentación del combustible al soltar la bomba
  
2. **MONTAJE DE BOMBA DE INYECCIÓN**
  - Limpiar la bomba del aceite de protección y verificar el libre movimiento de la cremallera de control
  - Limpiar con cuidado la parte plana del bloque del motor y la base de la bomba
  - Verificar las juntas tóricas en la base de la bomba y lubricarlas con aceite de motor. Comprobar que la leva de combustible no está en posición de izado
  - Ajustar la bomba a su posición, teniendo cuidado de no dañar las juntas tóricas de la conexión de suministro de combustible en el momento que se baja la bomba
  - Apretar las tuercas y tornillos de sujeción, desmontar las tapas y tapones de protección. Ajustar la tubería de inyección, aire de control y lubricación
  - Ajustar la conexión de la cremallera de combustible y atomillar los tornillos

1/2

Continuación figura 64.

	<b>INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

- Girar el eje de control y comprobar que todas las bombas siguen el movimiento del eje
- Abrir la alimentación de combustible al motor y hacer circular el combustible durante 10 minutos para ventear el circuito. Girar simultáneamente el cigüeñal con el virador

**3. DESMONTAJE DE LA VÁLVULA PRINCIPAL DE INYECCIÓN**

- Destapar la tapa de la culata y la tapa de la caja
- Desmontar la tubería de inyección, quitar las tuercas, tornillos y la conexión de fugas de combustible
- Aflojar la brida de sellado de la pieza de conexión aflojando las tuercas y destornillando la pieza de conexión
- Quitar las tuercas de amarre de la válvula de inyección
- Izar la válvula de inyección
- Proteger el orificio de admisión de combustible de la válvula de inyección y el orificio de la culata

**4. MONTAJE DE LA VÁLVULA PRINCIPAL DE INYECCIÓN**

- Verificar que el fondo inoxidable de la culata está limpio, si es necesario limpiar la superficie
- Poner las nuevas juntas tóricas en las válvulas de inyección y lubricar la válvula de inyección con aceite lubricante
- Ajustar la válvula de inyección en los orificios de la culata
- Apretar las tuercas de amarre de la válvula de inyección
- Poner nuevas juntas tóricas en la brida de cierre de la pieza de conexión
- Apretar los tornillos de sujeción de la brida de cierre
- Montar la tubería de inyección y apretar las tuercas de la tapa
- Montar la cubierta de la caja caliente y la cubierta de los balancines

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **2.2.6. Mantenimiento del sistema de aceite lubricante**

La función primordial del sistema de lubricación es proveer al motor suficiente cantidad de aceite lubricante limpio, a temperatura y presión adecuadas de acuerdo a las condiciones de trabajo.

### **2.2.6.1. Descripción**


El motor debe ser lubricado mediante de un sistema de cárter húmedo en el cual el aceite se trata principalmente fuera del motor por medio de separadoras continuas.

### **2.2.6.2. Actividades de mantenimiento**

Las funciones principales del sistema lubricante es prevenir el contacto en la superficie de los cojinetes, transferir el calor y limpiar. El correcto trabajo en conjunto de los sistemas auxiliares garantiza un perfecto estado del aceite en cualquier circunstancia. Por lo que deben realizarse las actividades de mantenimiento pertinentes para su estado óptimo, estas se presentan en la figura 65.




Figura 65. **Actividades de mantenimiento para el sistema de lubricación**

 Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b> <b>PLANTA LAS PALMAS</b> <b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b> FECHA: / /						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"><b>Encargado:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Autorizó:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Observaciones:</b></td> <td></td> </tr> </table>			<b>Encargado:</b>		<b>Autorizó:</b>		<b>Observaciones:</b>	
<b>Encargado:</b>								
<b>Autorizó:</b>								
<b>Observaciones:</b>								
<p><b>1. VÁLVULA DE REGULACIÓN DE PRESIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta válvula sirve para mantener la presión de aceite constante en la tubería de alimentación en condiciones variables</li> <li>• Desmontar las piezas móviles de la válvula, verificar el desgaste y reemplazar las piezas desgastadas o dañadas.</li> <li>• Limpiar la válvula minuciosamente</li> <li>• Comprobar que los componentes no se agarrotaron</li> <li>• Montar la válvula y comprobar que todos los componentes están correctamente, especialmente si algunos fueron reemplazados.</li> </ul> <p><b>2. FILTRO DE RODAJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar el filtro de rodaje luego de 500 horas de funcionamiento de los motores</li> </ul> <p><b>3. BOMBA DE LUBRICACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar el engranaje impulsor de la bomba</li> <li>• Reemplazar los cojinetes y el sello del eje</li> <li>• Inspeccionar las tuberías de salida de la bomba</li> </ul>								
1/1								

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 66 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de lubricación.

Figura 66. **Formato de control de mantenimiento del sistema de lubricación**


		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de aceite lubricante</b>			
Ubicación: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Cuarto de motores</span>			
		SÍ	NO
Válvula de regulación de presión	Inspeccionar y verificar el desgaste de las piezas		
Válvula de regulación de presión	Limpiar la válvula de regulación de la presión		
Válvula de regulación de presión	Comprobar que los componentes no se agarrotaron		
Bomba de lubricación	Inspeccionar el engranaje impulsor de la bomba		
Bomba de lubricación	Reemplazar los cojinetes		
Bomba de lubricación	Reemplazar el sello del eje		
Bomba de lubricación	Inspeccionar las tuberías de salida de la bomba		
Sistema de lubricación	Inspeccionar el estado de las tuberías del sistema		
Sistema de lubricación	Inspeccionar y limpiar la tobera de la válvula principal de inyección		
Válvulas de inyección	Revisar y limpiar las piezas		
Observaciones: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 300px; height: 20px;"></span> <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 300px; height: 20px;"></span>			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.6.3. Rutinas de inspección

Para el mantenimiento del sistema y su inspección, se necesita del desmontaje y montaje de ciertos elementos para una mayor libertad al realizar las actividades de mantenimiento. En la figura 67 se muestran las rutinas de inspección que deben realizarse.

Figura 67. Rutinas de inspección del sistema de lubricación

 Planta Las Palmas	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
Encargado:		
Autorizó:		
Observaciones:		
<b>1. DESMONTAJE DE BOMBA DE LUBRICACIÓN</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizar la grúa de interiores para el izaje de la bomba, fijando el enganche de elevación a la bomba de combustible</li><li>• Quitar los tornillos de fijación de la bomba</li><li>• Realizar el izaje a un sitio de libertad de maniobras para su mantenimiento</li></ul>		
<b>2. MONTAJE DE BOMBA DE LUBRICACIÓN</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Limpiar y lubricar ligeramente todas las partes de contacto de la bomba, incluidas las roscas y las superficies de contacto de las cabezas de los tornillos</li><li>• Utilizar la grúa de interiores para el izaje y montaje de la bomba de combustible en el motor</li><li>• Apretar los tornillos de fijación con la bomba ya montada y alineada</li></ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **2.2.7. Mantenimiento del sistema de aire comprimido**

El sistema de aire comprimido interviene en distintos sistemas auxiliares alimentándolos de aire a presión para ciertas finalidades, este consta de unidades de aires de arranque, unidad de aire instrumental, unidad de aire de trabajo y botella de aire de arranque.


### **2.2.7.1. Descripción**

El sistema de aire comprimido provee a cada motor Wärtsilä con el aire comprimido necesario para encender. También provee el aire para propósitos de mantenimiento, limpieza en equipos y tuberías de los motores y sistemas auxiliares. También provee de aire instrumental para las separadoras de combustible y aceite.

### **2.2.7.2. Actividades de mantenimiento**

Unidad de aire de arranque: Los compresores del sistema de aire comprimido trabajan en conjunto con los motores, por lo que se tiene que seguir la línea de mantenimiento con base a tiempo de funcionamiento del sistema de aire comprimido, las actividades de mantenimiento para el sistema de aire comprimido se presentan en la figura 68.

Figura 68. **Actividades de mantenimiento del sistema de aire comprimido**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /


<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **DIARIO**
  - Realizar una inspección VOSO de todos los compresores
  - Revisar el nivel de aceite lubricante, temperatura y presión del aire comprimido
  
2. **CADA 200 HRS. DE FUNCIONAMIENTO**
  - Cambiar el aceite lubricante de los compresores
  - Drenar y limpiar el cárter, para luego llenarlo con aceite lubricante nuevo
  
3. **CADA 1,000 HRS. DE FUNCIONAMIENTO**
  - Drena y limpiar el cárter, para luego llenarlo con aceite lubricante nuevo
  - Retirar las válvulas de los cilindros para limpiarlas y reemplazar de ser necesario
  - Inspeccionar el acoplamiento flexible entre los compresores y los motores
  - Inspeccionar el buen estado de los amortiguadores de vibraciones y las conexiones de las mangueras
  - Revisar que todos los pernos de sujeción y tuercas del sistema de aire comprimido estén debidamente apretados y en buen estado
  
4. **CADA 5,000 HRS. DE FUNCIONAMIENTO**
  - Retirar las válvulas de los cilindros para limpiarlas y reemplazar de ser necesario
  - Inspeccionar los tubos de enfriamiento de los compresores y limpiarlos internamente
  
5. **CADA 10,000 HRS. DE FUNCIONAMIENTO**
  - Inspeccionar los cilindros, pistones y varillas conectoras del sistema de aire comprimido
  - Limpiar y reemplazar las partes desgastadas o dañadas
  - Inspeccionar los cojinetes de cabeza de biela y limpiarlos
  - Inspeccionar el estado del cigüeñal del compresor

1/3

Continuación figura 68.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE          AIRE COMPRIMIDO          MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /

**6. BOTELLA DE AIRE DE ARRANQUE**


- La botella de aire de arranque cuenta con una válvula de seguridad que mantendrá la presión por debajo del máximo de disparo del sistema
- Mensualmente
  - Inspeccionar y limpiar las válvulas y calibradores de la botella de aire de arranque

**7. UNIDAD DE AIRE INSTRUMENTAL**

- Semanalmente
  - Inspeccionar el funcionamiento del separador de agua
  - Inspeccionar el nivel del aceite
- A las 100 Hrs. de funcionamiento
  - Inspeccionar la tensión en la faja de los compresores
  - Cambiar el aceite lubricante
  - Reemplazar el filtro de aceite
  - Apretar las conexiones, conectores y tornillería
- A las 1,500 Hrs. de funcionamiento
  - Inspeccionar la tensión en la faja de los compresores
  - Cambiar el aceite lubricante
  - Reemplazar el filtro de aceite
  - Limpiar externamente los compresores y cilindros de aire
- A las 3,000 Hrs. de funcionamiento
  - Reemplazar el elemento separador de aceite lubricante
  - Reemplazar el filtro de aceite lubricante
  - Limpiar la placa de orificios de la línea de retorno de aceite
- Anualmente
  - Revisar la tensión en la faja de los compresores y reemplazar de ser necesario
  - Cambiar el aceite lubricante
  - Reemplazar el elemento separador de aceite lubricante
  - Reemplazar el filtro de aire
  - Limpiar la placa de orificios de la línea de retorno de aceite

2/3


Continuación figura 68.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE          AIRE COMPRIMIDO          MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reemplazar los sellos de la válvula de entrada</li> <li>○ Inspeccionar y apretar las conexiones, conectores y tornillería del sistema de aire comprimido</li> </ul>		
<b>8. UNIDAD DE AIRE DE TRABAJO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A las 100 Hrs. de funcionamiento           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reemplazar el filtro de aceite</li> <li>○ Apretar los conectores y tornillería</li> <li>○ Inspeccionar la tensión de la faja de conducción y el nivel de aceite</li> <li>○ Inspeccionar el funcionamiento de la válvula de eliminación de condensado</li> <li>○ Revisar que no haya fugas de aceite</li> </ul> </li> <li>• A las 2,000 Hrs. de funcionamiento           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambiar el aceite lubricante</li> <li>○ Reemplazar el filtro de aceite lubricante</li> <li>○ Reemplazar el filtro del aire</li> <li>○ Limpiar externamente el enfriador</li> <li>○ Inspeccionar el apriete de las conexiones y tornillería</li> </ul> </li> <li>• Anualmente           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambiar el aceite lubricante</li> <li>○ Inspeccionar y reemplazar el filtro de ser necesario</li> <li>○ Inspeccionar y reemplazar el elemento separador de aceite de ser necesario</li> <li>○ Limpiar el colador de la línea de retorno de combustible del sistema de aire comprimido</li> <li>○ Reemplazar el filtro de aire de ser necesario</li> <li>○ Inspeccionar el estado de las mangueras y reemplazar de ser necesario</li> <li>○ Reemplazar los sellos de la válvula de entrada</li> <li>○ Reemplazar los sellos de la válvula de salida</li> <li>○ Limpiar externamente el enfriador</li> <li>○ Reemplazar la faja de conducción de la unidad de aire</li> <li>○ Apretar las conexiones y tornillería</li> </ul> </li> </ul>		
3/3		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 69 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de aire comprimido.


Figura 69. **Formato de control del mantenimiento del sistema de aire comprimido**

		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento del sistema de aire comprimido</b>			
Unidad de aire de arranque		Ubicación: Cuarto de motores	
		SÍ	NO
Diariamente	Realizar una inspección VOSO a los compresores del sistema		
Diariamente	Revisar el nivel de aceite lubricante , temperatura y presión de aire comprimido en el sistema		
A 200 Hrs. de funcionamiento	Cambiar el aceite lubricante de los compresores		
A 200 Hrs. de funcionamiento	Drenar y limpiar el cárter y llenarlo nuevamente con aceite lubricante		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Drenar y limpiar el cárter y llenarlo nuevamente con aceite lubricante		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar y limpiar las válvulas de los cilindros del sistema		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar y limpiar el acoplamiento flexible		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar los amortiguadores de vibraciones		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar las conexiones de las mangueras		
A 10000 Hrs. de funcionamiento	Revisar el apriete de los pernos de sujeción , tuercas y tornillería		
Observaciones:			





Continuación figura 69.

 <p><b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas</p>	<p><b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b>  <b>Planta Las Palmas</b>                  Mantenimiento preventivo</p>		
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento                      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento                                      Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de aire comprimido</b>			
Unidad de aire instrumental	Ubicación: Cuarto de motores		
		SÍ	NO
Semanal	Revisar el funcionamiento del separador de agua		
Semanal	Revisar el nivel de aceite		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Revisar la tensión en la faja de los compresores del sistema		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Revisar y reemplazar las partes dañadas del sistema		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Cambiar el aceite lubricante		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el filtro de aire		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Revisar el apriete de conexiones, conectores y tornillería		
A 1,500 Hrs. de funcionamiento	Revisar la tensión en la faja de los compresores del sistema		
A 1,500 Hrs. de funcionamiento	Cambiar el aceite lubricante		
A 1,500 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el filtro de aire		
Observaciones:			

Continuación figura 69.



**ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**  
**Planta Las Palmas**  
 Mantenimiento preventivo

Fecha y hora de inicio del trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de finalización del trabajo: \_\_\_\_\_

Responsable: Supervisor de mantenimiento Firma: \_\_\_\_\_

Autorizó: Gerente de mantenimiento Firma: \_\_\_\_\_

**Mantenimiento del sistema de aire comprimido**

Unidad de aire instrumental

Ubicación: Cuarto de motores

		SÍ	NO
A 1500 Hrs. de funcionamiento	Limpiar externamente los compresores y cilindros de aire		
A 3000 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el elemento separador de aceite lubricante		
A 3000 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el filtro de aceite lubricante		
A 3000 Hrs. de funcionamiento	Limpiar la placa de orificios de la línea de retorno de aceite		
Anualmente	Revisar la tensión en la faja de los compresores del sistema		
Anualmente	Cambiar el aceite lubricante		
Anualmente	Reemplazar el filtro de aire y el elemento separador de aceite lubricante		
Anualmente	Reemplazar los sellos de la válvula de entrada y válvula de salida		
Anualmente	Limpiar la placa de orificios de la línea de retorno de aceite		
Anualmente	Inspeccionar el apriete de las conexiones , conectores y tornillería		

Observaciones:

Continuación figura 69.



**ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.**  
**Planta Las Palmas**  
 Mantenimiento preventivo

Fecha y hora de inicio del trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de finalización del trabajo: \_\_\_\_\_

Responsable: Supervisor de mantenimiento                      Firma: \_\_\_\_\_

Autorizó: Gerente de mantenimiento                              Firma: \_\_\_\_\_

**Mantenimiento del sistema de aire comprimido**


Unidad de aire de trabajo

Ubicación: Cuarto de motores

		SÍ	NO
A 100 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el filtro de aceite lubricante		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Revisar el apriete de conectores y tornillería		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar la tensión de la faja de conducción		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar el nivel de aceite		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar el funcionamiento de la válvula de eliminación de condensado		
A 100 Hrs. de funcionamiento	Revisar que no haya fugas de aceite		
A 2000 Hrs. de funcionamiento	Cambiar el aceite lubricante		
A 2000 Hrs. de funcionamiento	Reemplazar el filtro de aceite lubricante y el filtro de aire		
A 2000 Hrs. de funcionamiento	Limpia externamente el enfriador		
A 2000 Hrs. de funcionamiento	Inspeccionar el apriete en las conexiones y tornillería		

Observaciones:

Continuación figura 69.


		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de aire comprimido</b>			
Unidad de aire de trabajo		Ubicación: Cuarto de motores	
		SÍ	NO
Anualmente	Cambiar el aceite lubricante		
Anualmente	Reemplazar el filtro de aire del sistema		
Anualmente	Reemplazar el elemento separador de aceite		
Anualmente	Limpiar el colador de la línea de retorno de combustible		
Anualmente	Reemplazar el filtro de aceite del sistema		
Anualmente	Inspeccionar el estado de las mangueras		
Anualmente	Reemplazar los sellos de la válvula de entrada		
Anualmente	Reemplazar los sellos de la válvula de salida		
Anualmente	Limpiar externamente el enfriador		
Anualmente	Reemplazar la faja de conducción de la unidad de aire		
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.7.3. Rutinas de Inspección

Complementando las actividades de mantenimiento, deben de realizarse las siguientes rutinas de inspección, para tener un buen control del sistema de aire comprimido, las cuales se presentan en la figura 70.

Figura 70. Rutinas de inspección del sistema de aire comprimido

 Planta Las Palmas	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>1. DIARIO</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspeccionar si existen fugas en el sistema de aire comprimido</li><li>• Inspeccionar la presión y temperatura de:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Del motor</li><li>○ Del compresor del sistema</li><li>○ De la botella de aire del sistema</li></ul></li></ul>		
<b>2. SEMANAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Drenar el sistema utilizando las válvulas de drenaje del sistema de aire comprimido</li><li>• Inspeccionar los filtros de aire</li><li>• Inspeccionar el nivel de aceite lubricante de los compresores</li></ul>		
<b>3. MENSUAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspeccionar el funcionamiento de los interruptores de presión</li><li>• Limpiar con aire comprimido las aletas de enfriamiento de los compresores</li></ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **2.2.8. Mantenimiento del sistema de agua refrigerante**

Los motores son refrigerados mediante el sistema de agua refrigerante, dividido en circuito de alta temperatura (AT) y circuito de baja temperatura (BT). El circuito de AT enfría los cilindros, las culatas, el sistema de aire de arranque y turbocompresores y el circuito de BT enfría el sistema de aire de carga y el sistema de aceite de lubricación.

### **2.2.8.1. Descripción**


La función principal del sistema de enfriamiento del motor es remover el calor generado por las funciones normales de operación de los motores. La transferencia de calor toma lugar principalmente en el bloque de los motores, la turbina alimentadora, el intercambiador de calor del sistema de aire de arranque. Tanto el sistema de AT y BT disponen de su propia bomba de circulación que son accionadas por el motor. Ambos circuitos están conectados a los radiadores de refrigeración.

Los componentes principales del sistema de agua refrigerante son: bombas de agua de AT y BT montadas en el motor, unidad de precalentamiento por vapor, depósito de agua de mantenimiento, radiadores, módulo de tubos de refrigeración.

### **2.2.8.2. Actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento que deben realizarse al sistema de agua refrigerante se muestran en la figura 71.

Figura 71. **Actividades de mantenimiento del sistema de agua refrigerante**

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


  

1. **LIMPIEZA INTERNA DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**
  - Limpieza mecánica
  - Limpiar con cepillo de nylon y agua para quitar los depósitos de lodos y partículas sólidas disueltas
  
2. **LIMPIEZA DEL PAQUETE ENFRIADOR**
  - Drenar el agua del enfriador de aire de las conexiones de venteo y del lado de las conexiones de drenaje para baja y alta temperatura
  - Quitar los tubos de agua de enfriamiento del enfriador tanto de alta y baja temperatura
  - Aflojar todos los tornillos de fijación del enfriador de aire y quitarlos
  - Izar el enfriador utilizando la grúa de interiores, desmontarlo y colocarlo en un área para facilitar las maniobras de mantenimiento
  - Limpiar el lado del agua del paquete enfriador
  - Limpieza mecánica: limpie utilizando cepillos de nylon amarrados a una varilla.
  - Limpieza hidráulica: limpiar utilizando una pistola pulverizadora con tobera de tres milímetros a presión para eliminar depósitos de suciedad en los tubos
  - Limpiar las aletas del paquete enfriador
  - Volver a montar el paquete enfriador, izándolo con la grúa de interiores
  - Colocar y apretar los tornillos de fijación del enfriador
  - Conectar las tuberías de agua de alta y baja temperatura
  - Llenar con agua el sistema de agua refrigerante y comprobar si existen fugas
  - Revisar el estado de los módulos de tubería y refrigeración
  
3. **UNIDAD DE PRECALENTAMIENTO**
  - Desmontar la caja del calefactor
  - Eliminar con disolvente de limpieza el barro y suciedad que se encuentran al fondo del recipiente y los calefactores

1/2




Continuación figura 71.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA: / /
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montar la caja del calefactor</li> </ul>		
<b>4. AJUSTE DEL ÁRBOL DE LAS BOMBAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar el protector del embrague utilizando un destornillador</li> <li>• Levantar el embrague utilizando un destornillador, moviéndolo en dirección hacia el motor</li> <li>• Apretar los tornillos de hexágono interior del embrague</li> <li>• Verificar que la distancia entre las dos partes del embrague sea la misma en ambos lados</li> <li>• Apretar los tornillos de hexágono externos del embrague</li> <li>• Montar el protector del embrague</li> <li>• Anualmente introducir aceite de silicona en el árbol, entre la linterna y el embrague para evitar que se adhieran las juntas de la bomba y el motor</li> </ul>		
<b>5. MANTENIMIENTO ANUAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la presión y temperatura de entrada y salida de los intercambiadores de calor</li> <li>• Inspeccionar el funcionamiento de las válvulas termostáticas</li> <li>• Inspeccionar la existencia de fugas en la tubería del sistema</li> <li>• Inspeccionar el nivel de agua en los canales de expansión</li> <li>• Inspeccionar los intercambiadores de calor</li> <li>• Inspeccionar las bombas de agua de AT y BT</li> </ul>		
2/2		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 72 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de agua refrigerante.

Figura 72. **Formato de control del mantenimiento del sistema de agua refrigerante**


		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de agua refrigerante</b>			
Ubicación: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Cuarto de motores</span>			
		SÍ	NO
Limpieza Mecánica	Limpieza interna del sistema		
Paquete enfriador	Inspeccionar y limpiar el paquete enfriador del sistema		
Paquete enfriador	Limpieza mecánica del lado del paquete enfriador		
Sistema general	Revisar presión y temperatura de intercambiadores de calor		
Sistema general	Inspeccionar y revisar las válvulas termostáticas		
Sistema general	Inspeccionar fugas en la tubería del sistema		
Anualmente	Inspeccionar el nivel de agua en los canales de expansión		
Anualmente	Inspeccionar y revisar los intercambiadores de calor		
Anualmente	Limpieza hidráulica del lado del paquete enfriador		
Observaciones: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 300px; height: 20px;"></span>			
Página 1 de 1			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.8.3. Rutinas de inspección

Complementando las actividades de mantenimiento, deben de realizarse las siguientes rutinas de inspección, para tener un buen control del sistema de agua refrigerante, las cuales se detallan en la figura 73.

Figura 73. Rutinas de inspección del sistema de agua refrigerante

 Orazul Energy <small>Planta Las Palmas</small>	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

Encargado:	
Autorizó:	
Observaciones:	

1. **DESMONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA**
  - Drenar el agua de la bomba soltando el tapón
  - Soltar las tuberías de entrada y salida de la bomba
  - Sacar la bomba del marco del motor aflojando los tornillos de sujeción, tener cuidado de no dañar el engrane de la bomba
  - Afloje los tornillos y tuercas hexagonales con una llave Allen y soltar los engranes de la bomba para desmontar la bomba hacia afuera
  
2. **MONTAJE DE LA BOMBA DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA**
  - Montar el engranaje de la bomba al eje de accionamiento, apretar los tornillos de sujeción
  - Lubricar el eje de la bomba con aceite lubricante y montarlo a la bomba
  - Montar y limpiar la tórica con agua jabonosa
  - Apretar el impulsor, la arandela y tornillos hexagonal
  - Montar la bomba cuidadosamente en su sitio y apretar los tornillos, montar las tuberías de entrada y salida
  
3. **DESMONTAJE DE LA CAJA DEL CALEFACTOR**
  - Desconectar la alimentación de corriente
  - Cerrar la entrada y salida de la caja
  - Drenar la caja
  - Retirar la tapa del bastidor
  - Desconectar todos los bornes
  - Soltar los dispositivos fijadores y retirar el palpador del regulador
  - Separar el bastidor
  - Soltar y retirar los tornillos de fijación de las bridas
  - Levantar la caja del calefactor y retirarla
  - Para el montaje de la caja debe realizar el orden inverso del desmontaje de la caja

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.9. Mantenimiento del sistema de aire de carga y gases de escape**

El sistema de aire de carga es el encargado de sacar de la posición de reposo al motor e iniciar su movimiento, elevando su velocidad, lo que implica que se inicia el movimiento del cigüeñal para dar arranque al motor. El sistema de aire de carga trabaja en conjunto con el sistema de aire comprimido para dar arranque a los motores.

#### **2.2.9.1. Descripción**


El sistema de aire de carga proporciona al motor el aire de combustión y el sistema de gases de escape conduce fuera los gases de manera que el nivel de emisión y de ruido puede mantenerse en un nivel aceptable. Revisando el área y documentación técnica, el sistema funciona de la siguiente manera:

El aire es succionado a través del filtro del aire de admisión y del silenciador hasta el lado del compresor de turbo alimentación, donde es enviado al colector de aire de admisión y finalmente a los cilindros, pasando por el refrigerador.

#### **2.2.9.2. Actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento para el sistema de aire de carga se presentan en la figura 74.

Figura 74. Actividades de mantenimiento del sistema de aire de carga

	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

1. **DISTRIBUIDOR DE AIRE DE ARRANQUE**
  - El distribuidor de aire de arranque no necesita mantenimiento, más que una inspección VOSO y limpieza.
  - Aflojar todas las tuberías del distribuidor de aire de arranque.
  - Soltar los tornillos de sujeción y sacar el distribuidor.
  - Tener cuidado de no dañar las superficies de deslizamiento entre los pistones y las camisas
  - Limpiar las partes del distribuidor de aire e inspeccionar el desgaste
  - Aplicar Loctite 242 en las superficies exteriores al montar junto a las camisas
  - Aplicar Pasta Molykote G a las superficies deslizantes antes de unir y limpiar el excedente con un paño
  - Inspeccionar que los pistones trabajan satisfactoriamente luego de montar el distribuidor de aire de arranque
  
2. **VÁLVULA DE ARRANQUE**
  - Aflojar la tornillería de sujeción y extraer la válvula
  - Inspeccionar y limpiar la válvula
  - Lubricar con aceite lubricante el pistón en la válvula de arranque
  - Montar nuevamente la válvula y comprobar que el vástago de la válvula junto con el pistón se mueve libremente
  - Comprobar que los orificios de venteo de la válvula se encuentran abiertos
  - Lubricar con aceite lubricante la junta tórica de la válvula de arranque
  
3. **SISTEMA NEUMÁTICO**
  - El sistema neumático controla las siguientes funciones del motor por medio de válvulas:
  - Giro lentamente del motor

1/2

Continuación figura 74.

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE</b> <b>MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /     /


- Limitación del combustible de arranque
- Arranque del motor
- Detención del motor por exceso de velocidad
- Parada de emergencia
- El mantenimiento que se debe realizar a las válvulas es la inspección de su funcionamiento, limpiar el filtro de aire y la purga del agua condensada, en caso contrario reemplazar de ser necesario

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 75 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de aire de carga.

Figura 75. **Formato de control del mantenimiento del sistema de aire de carga**


		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema de aire de carga</b>			
Distribuidor de aire de arranque		Ubicación: Cuarto de motores	
		SI	NO
Distribuidor de aire de arranque	Inspeccionar y limpiar el distribuidor de aire de arranque		
Distribuidor de aire de arranque	Aplicar loctite 242 en las superficies externas de montaje		
Distribuidor de aire de arranque	Aplicar pasta Molykote G en las superficies deslizantes		
Válvula de arranque	Inspeccionar y limpiar la válvula		
Válvula de arranque	Inspeccionar y lubricar el pistón y la junta tórica en la válvula		
Sistema Neumático	Inspeccionar y limpiar las válvulas neumáticas		
Sistema Neumático	Inspeccionar y limpiar el filtro de aire		
Sistema Neumático	Drenar el agua condensada en el sistema neumático		
Sistema Neumático	Inspección VOSO al sistema neumático en funcionamiento		
Observaciones: _____ _____ _____			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.9.3. Rutinas de inspección

Las rutinas de inspección que se deben de realizar en el sistema de aire de carga se presentan en la figura 76.

Figura 76. Rutinas de inspección del sistema de aire de carga

	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>1. DIARIO</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspeccionar la presión en el filtro de aire de carga</li><li>• Inspeccionar la temperatura y la presión del aire de carga</li><li>• Inspeccionar que el tubo de drenaje del enfriador del aire de carga este abierto, sintiendo el flujo de aire cuando esté funcionando</li><li>• Inspeccionar la temperatura del gas de escape</li></ul>		
<b>2. MENSUAL</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vaciar la caja de recepción y drenar el agua condensada de los silenciadores de aire de carga y gas de escape</li><li>• Inspección VOSO de las válvulas del sistema de aire de carga</li><li>• Utilizar un paño para limpiar los filtros del sistema y reemplazar si es necesario</li></ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



## **2.2.10. Mantenimiento del sistema de vapor**

El sistema de vapor es muy importante en el funcionamiento de los motores para iniciar el proceso de generación, así como para mantener a las unidades de generación en estado de espera, ya que genera todo el vapor necesario para los procesos y funcionamiento de la planta.


### **2.2.10.1. Descripción**

El sistema de vapor se utiliza para producir vapor con propósitos de calentamiento en la planta, para la generación de energía eléctrica, la caldera que opera con el cuarto de motores es de marca Cleaver Brooks boiler, modelo CB-600-80, con una capacidad de entrada de 3347000 BTU/hora y una presión máxima de 150 PSI.


### **2.2.10.2. Actividades de mantenimiento**

El componente principal de un sistema de generación de vapor es la caldera y junto a los controles que se tienen actualmente se complementan con las siguientes actividades de mantenimiento que se presentan en la figura 77.

Figura 77. **Actividades de mantenimiento del sistema de vapor**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VAPOR MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA:    /    /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<p><b>1. DIARIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar la temperatura de aportación de agua y gases de escape</li> <li>• Inspeccionar el funcionamiento de los indicadores de nivel ópticos</li> <li>• Inspeccionar el nivel de agua en el tanque de alimentación</li> <li>• Inspeccionar la existencia de fugas/goteras en el sistema de vapor</li> <li>• Limpiar la caldera mediante los sopladores de hollín</li> <li>• Realizar una purga de fondo y de la espuma           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abrir la válvula rápidamente y dejar fluir el agua de quince a veinte segundos</li> <li>○ Extraer la espuma y el posible aceite existente en el nivel de agua</li> </ul> </li> </ul> <p><b>2. SEMANAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar el funcionamiento de termómetros y manómetros</li> <li>• Revisar los filtros de la caldera</li> <li>• Inspeccionar las válvulas de operación de la caldera</li> <li>• Comprobar el funcionamiento automático de la caldera</li> </ul> <p><b>3. SEMESTRAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una inspección VOSO del estado general de la caldera</li> <li>• Comprobar los dispositivos de seguridad de la caldera           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Válvulas de seguridad</li> <li>○ Alarmas de nivel de agua</li> <li>○ Control automático de las bombas</li> </ul> </li> <li>• Comprobar los dispositivos de seguridad de la alimentación           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispositivos de ajuste de la presión del vapor</li> <li>○ Interruptor límite de la presión del vapor</li> <li>○ Dispositivos de seguridad del quemador</li> </ul> </li> <li>• Limpieza manual de la caldera</li> </ul>		
1/2		

Continuación figura 77.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VAPOR MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

- Abrir la llave de purga para drenar el agua de la caldera
- Limpiar los ductos mediante los sopladores de hollin de la caldera

**4. SERVICIO MAYOR**

- Revisión y limpieza del quemador
- Revisión y limpieza de las boquillas (inyector, purga del inyector)
- Revisión y limpieza de electrodos de ignición
- Revisión y limpieza de filtros de combustible
- Revisión del funcionamiento de la bomba de combustible
- Revisión y limpieza del filtro de la bomba
- Revisión y limpieza de fotocelda
- Revisión y limpieza de las columnas de agua
- Limpieza del lado de agua
- Revisión y limpieza de la entrada de agua
- Inspección del refractario, parte trasera, intermedia y horno
- Revisión de las válvulas de purga
- Arranque y pruebas de funcionamiento

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 78 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de vapor.

Figura 78. **Formato de control del mantenimiento del sistema de vapor**

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> Planta Las Palmas Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento del sistema de vapor</b>			
Caldera		Area : Cuarto de motores	
		SÍ	NO
Semanalmente	Revisar el funcionamiento de termómetros y manómetros		
Semanalmente	Revisar filtros de la caldera		
Semanalmente	Revisar las válvulas de operación		
Semanalmente	Comprobar el funcionamiento automático		
Semestral	Realizar inspección VOSO de la caldera		
Semestral	Comprobar los dispositivos de seguridad de la caldera		
Semestral	Comprobar los dispositivos de seguridad de alimentación		
Semestral	Limpieza manual de la caldera		
Sistema Neumático	Inspección VOSO al sistema neumático en funcionamiento		
Observaciones:			

Continuación figura 78.

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CIA., S.C.A.</b> Planta Las Palmas Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento del sistema de vapor</b>			
Caldera		Area : Cuarto de motores	
		SÍ	NO
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de las boquillas		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de electrodos de ignición		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de filtros de combustible		
Servicio Mayor	Revisión del funcionamiento de la bomba de combustible		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza del filtro de la bomba		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de fotocelda		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de las columnas de agua		
Servicio Mayor	Limpieza del lado de agua		
Servicio Mayor	Revisión y limpieza de la entrada de agua		
Servicio Mayor	Inspección del refractario, parte trasera, intermedia y horno		
Servicio Mayor	Revisión de las válvulas de purga		
Servicio Mayor	Arranque y pruebas de funcionamiento		
Observaciones:			
Página 2 de 2			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.10.3. Rutinas de inspección

Para mejorar la vida útil de las unidades de generación de vapor se deben de realizar las siguientes rutinas de inspección que se presentan en la figura 79.

Figura 79. Rutinas de inspección del sistema de vapor

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR</b> <b>MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA: / /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>1. CALDERA</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspeccionar el funcionamiento automático</li><li>• Inspeccionar el funcionamiento correcto del motor</li><li>• Inspección VOSO durante el funcionamiento de la caldera</li></ul>		
<b>2. SOPLADORES DE HOLLÍN</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar el soplado de hollín con la caldera funcionando</li><li>• Abrir la válvula de limpieza de hollín</li><li>• Inspeccionar el funcionamiento de los sopladores de hollín por un periodo de 15 minutos</li><li>• Cerrar la válvula de purgación del hollín</li></ul>		
1/1		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.11. Mantenimiento del sistema de tratamiento de sedimentos**

Estos sistemas están diseñados para eliminar sólidos suspendidos por sedimentación, la velocidad baja del flujo permite que las partículas de sedimentos se hundan, mientras los componentes que tienen menos peso que el agua floten hacia la superficie.

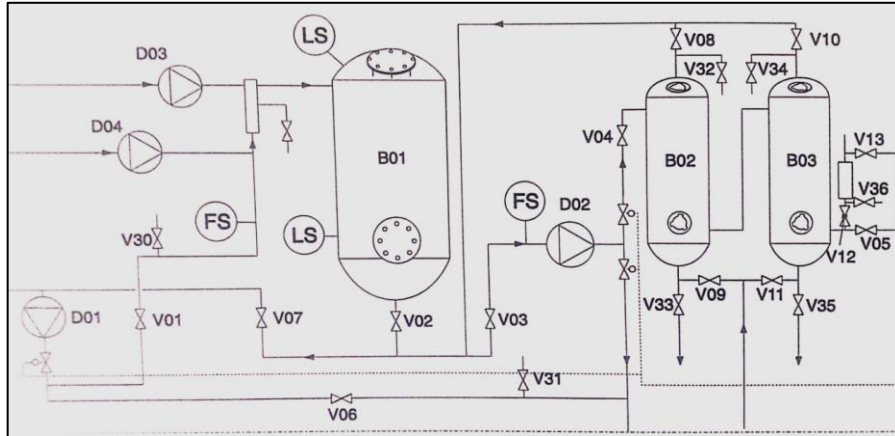
#### **2.2.11.1. Descripción**

El tanque(B01) asentador de agua aceitosa colecta los sedimentos que se encuentran en las separadoras y las separadoras de agua aceitosa reúnen la suciedad en las partes de desagüe. La función principal es separar, filtrar y limpiar las emulsiones de la planta, desde el tanque asentador los sedimentos son enviados a el tanque de tratamientos (B02 y B03) mediante la bomba de transferencia. Por lo que en este tanque de tratamiento la suciedad es tratada y separada del agua.

En la figura 80 se presenta el diagrama del funcionamiento del sistema de tratamiento de sedimentos en donde se tienen las siguientes nomenclaturas:

- V: Válvula
- B: Tanques de sedimentos
- D: Bombas

Figura 80. **Diagrama del sistema de tratamiento de sedimentos**




Fuente: Orazul Energy (2021). *Funcionamiento del sistema de sedimentos.*

### 2.2.11.2. **Actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento que se deben de realizar para el funcionamiento del sistema de sedimentos se presentan en la figura 81.



Figura 81. **Actividades de mantenimiento para el sistema de sedimentos**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE SEDIMENTOS MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


  

1. **DIARIO**
  - Inspeccionar el funcionamiento de todo el sistema
  - Revisar los manómetros del sistema
  - Drenar el agua de los tanques
  - Revisar que no haya fugas o goteras
  - Inspeccionar que el pH es suficiente en el tanque de productos químicos
  - Revisar que hay suficiente producto químico JOWA 54 en el tanque de productos químicos
  
2. **MENSUAL**
  - Inspeccionar los indicadores de caída de presión, si se indica una caída de presión alta
  - Inspeccionar los filtros del sistema
  - Inspeccionar el funcionamiento de válvulas e interruptores del sistema
  - Inspeccionar y limpiar el interruptor de nivel de los tanques
  - Llenar los tanques de agua limpia
  - Limpiar el tubo de muestras de los sensores que contienen aceite
  - Llenar los sensores con agua dulce limpia y revisar que el medidor del contenido de aceite muestre 0 PPM
  
3. **SEMESTRAL**
  - Revisar los controles y alarmas automáticas
  - Inspeccionar los ánodos de zinc de los tanques y reemplazar de ser necesarios
  - Inspeccionar los impulsores de las bombas de sedimentos
  - Revisar los ánodos de zinc en los tanques
  - Inspeccionar el impulsor de la bomba

1/2

Continuación figura 81.

 Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE SEDIMENTOS MOTORES WARTSILA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		FECHA:    /    /

**4. ANUAL**


- Revisar y limpiar los tanques interna y externamente
- Revisar y reparar la pintura del sistema
- Inspección general a todo el sistema
- Cambiar el material del filtro de los tanques y limpiar el interior de los tanques

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 82 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el sistema de sedimentos.

Figura 82. **Formato de control del mantenimiento del sistema de sedimentos**


 <b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> Planta Las Palmas		<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> Planta Las Palmas Mantenimiento preventivo	
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____			
Fecha y hora de finalización del trabajo: _____			
Responsable: Supervisor de mantenimiento		Firma: _____	
Autorizó: Gerente de mantenimiento		Firma: _____	
<b>Mantenimiento del sistema de sedimentos</b>			
Área : Cuarto de motores			
		SÍ	NO
Diariamente	Inspeccionar el funcionamiento del sistema		
Diariamente	Inspeccionar estado de manómetros		
Diariamente	Drenar el agua de los tanques		
Diariamente	Revisar que no existan fugas o goteras		
Diariamente	Inspeccionar que hay suficiente producto químico en el tanque		
Mensual	Inspeccionar los filtros de los tanques		
Mensual	Inspeccionar las válvulas del sistema		
Mensual	Llenar el tanque con agua limpia		
Semestral	Inspeccionar el funcionamiento del panel de control del sistema y alarmas		
Semestral	Revisar los ánodos de zinc de los tanques		
Anualmente	Inspección general de todo el sistema y cambio de material del filtro de los tanques		
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.11.3. Rutinas de Inspección

Las rutinas de inspección que se deben de realizar al sistema de sedimentos se presentan en la figura 83.

Figura 83. Rutinas de inspección del sistema de sedimentos

	<b>RUTINA DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE SEDIMENTOS MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
<b>Encargado:</b>		
<b>Autorizó:</b>		
<b>Observaciones:</b>		

**1. SEMANAL**

- Inspeccionar los niveles del tanque de sedimentos y si existe suciedad
- Revisar el buen funcionamiento de los motores de las bombas, realizar una inspección VOSO
- Revisar la temperatura de los calentadores de los tanques
- Revisar el funcionamiento de las alarmas del sistema de tratamiento de sedimentos

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## **2.2.12. Mantenimiento del Sistema Eléctrico**

El componente eléctrico principal del proceso de generación de energía eléctrica es el transformador principal de la planta, que forma parte de la sub estación.

### **2.2.12.1. Descripción del área de transformadores y subestaciones**


La planta Las Palmas I cuenta con transformadores Pauwels de distribución en baño de aceite y una subestación que funciona para enviar la energía generada a través de líneas de transmisión para su distribución.

El transformador principal de la planta tiene una capacidad de trabajo de 230 KV/13.8 KV, siendo parte de la subestación elevadora de 230 KV, que se encarga de establecer la tensión correcta previo a la transmisión de la energía eléctrica para la distribución por parte de las entidades nacionales encargadas del proceso.

### **2.2.12.2. Actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento que se deben de realizar al sistema eléctrico del cuarto de motores se presentan en la figura 84.

Figura 84. **Actividades de mantenimiento del sistema eléctrico**

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b> <b>MOTORES WARTSILA</b>	OРАЗUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

<b>Encargado:</b>	
<b>Autorizó:</b>	
<b>Observaciones:</b>	


1. **TRANSFORMADORES--MENSUAL**
  - Realizar una inspección externa de los transformadores, revisando ruidos y la temperatura
  - Si el líquido de aceite del transformador se encuentra en nivel bajo, debe añadir aceite
  - Revisar fugas en las válvulas, en la cuba o los pasa tapas
  
2. **TRANSFORMADORES--SEMESTRAL**
  - Revisar el funcionamiento del conmutador con el transformador sin tensión y medir la continuidad de las conexiones internas
  - Controlar el funcionamiento del relé Buchholz, del relé de sobrepresión, de la válvula de sobrepresión y de los termómetros
  
3. **TRANSFORMADORES—CADA CINCO AÑOS**
  - Realizar ensayos indirectos al funcionamiento de los transformadores
  
4. **TRANSFORMADORES-CADA QUINCE AÑOS**
  - Realizar una revisión completa
  
5. **SUBESTACIONES**
  - Limpieza general de:
    - Bushings de alta y baja tensión, revisar fugas de aceite
    - Terminales de alta y baja tensión
    - Cables principales de alta y baja tensión
    - Conexiones a tierra
    - Tanque del transformador, revisar fugas de aceite
    - Mufas de 230 KV
  - Revisión y apriete de:
    - Conectores y terminales de alta y baja tensión, tornillería en general.

1/1


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 85 se presenta el formato de control de las actividades de mantenimiento que deben realizarse para el transformador y subestación.

Figura 85. **Formato de control del mantenimiento a transformador y subestación**

	<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo		
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento              Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema eléctrico de distribución</b>			
Transformador	Ubicación: Frente de cuarto de motores		
	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; text-align: center;">SI</td> <td style="width: 15px; text-align: center;">NO</td> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO		
Mensualmente	Inspección externa del transformador , revisar ruidos y temperatura		
Mensualmente	Añadir aceite si se encuentra con bajo nivel		
Mensualmente	Revisar fugas en las válvulas , cuba y pasatapas		
Semestral	Revisar el funcionamiento del conmutador		
Semestral	Controlar el funcionamiento de los relés, válvula de presión y termómetros		
Cada cinco años	Realizar ensayos indirectos de funcionamiento al transformador		
Cada quince años	Realizar revisión completa		
Observaciones:			

Continuación figura 85.

	<b>ORAZUL ENERGY GUATEMALA Y CÍA., S.C.A.</b> <b>Planta Las Palmas</b> Mantenimiento preventivo		
Fecha y hora de inicio del trabajo: _____ Fecha y hora de finalización del trabajo: _____ Responsable: Supervisor de mantenimiento      Firma: _____ Autorizó: Gerente de mantenimiento      Firma: _____			
<b>Mantenimiento del sistema electrico de distribución</b>			
Subestación	Ubicación: Frente de cuarto		
		SÍ	NO
Servicio Mayor (limpieza)	Bushings de alta y baja tensión, revisar fugas de aceite		
Servicio Mayor (limpieza)	Terminales de alta y baja tensión		
Servicio Mayor (limpieza)	Cables principales de alta y baja tensión		
Servicio Mayor (limpieza)	Conexiones a tierra		
Servicio Mayor (limpieza)	Tanque del transformador, revisar fugas de aceite		
Servicio Mayor (limpieza)	Mufas de 230 KV		
Servicio Mayor (apriete)	Conectores y terminales de alta y baja tensión		
Servicio Mayor (apriete)	Tornillería en general		
Observaciones:			
Página 2 de 2			


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



### 2.2.12.3. Rutinas de Inspección

Se tiene que realizar la rutina de inspección a los pasa tapas de los transformadores, las rutinas se presentan en la figura 86.

Figura 86. Rutinas de inspección del sistema eléctrico

	<b>RUTINAS DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO MOTORES WARTSILA</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /
Encargado:		
Autorizó:		
Observaciones:		

**1. TRANSFORMADORES**

- Sustitución de pasa tapas de alta tensión: no es necesario des encubar el transformador
- Desconecte el transformador del lado de alta y baja tensión
- Vaciar el líquido hasta un nivel justo bajo la tapa
- Aflojar las tuercas de la varilla del anillo de presión, aflojar y quitar
- Retirar las fijaciones sobre la tapa
- Sustituir la porcelana sin soltar la varilla de la pasa tapa
- El montaje de todas las piezas, debe realizarse al inverso de los pasos anteriores
- Añadir aceite hasta un nivel correcto
- Purgar la pasa tapas

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.13. Controles de calidad de sistemas auxiliares**

Es de vital importancia tener bajo monitoreo y control el funcionamiento de los sistemas auxiliares de los motores para el buen funcionamiento de la planta de generación. Por lo que a continuación se describen los controles necesarios para los sistemas auxiliares.

#### **2.2.13.1. Sistema de combustible**

La importancia del combustible en los motores debe de ser tratado con mucho cuidado al utilizarlo, los motores están diseñados para funcionar con combustible denso, con una viscosidad máxima de 55 cSt/100°C y funcionará de manera satisfactoria con mezclas de combustible de menor viscosidad, el sistema de combustible de los motores separa centrífugamente el combustible de partículas de agua y sólidos que pueda llevar antes de enviarlo al tanque de almacenamiento diario, previamente al ser separado debe calentarse.

El control de la viscosidad del combustible es importante, para ello, los motores cuentan con un viscosímetro para mantener la viscosidad correcta del combustible antes de que se inyecte el combustible al sistema interno del motor. Para que los motores Wärtsilä se desarrollen con un funcionamiento continuo, se deben de operar con combustibles de las características que se presentan en la tabla XV.

Tabla XV. **Límites máximos de las características del combustible para los motores Wärtsilä**

<b>Límites máximos de las características del combustible</b>		
Viscosidad	(cSt/100°C)	55
	(cSt/50°C)	730
	(sec.RI/100°F)	7200
Densidad	(g/ml)	1.01
Contenido máximo de agua	(%volumen)	1.0
Agua (antes de ir al motor)	(%volumen)	0.3
Residuos de carbón Conradson	(%peso)	22
Asfáltenos	(%peso)	14
Punto de inflamación cerrado, Pensky-Martens, mínimo	(°C)	60
Punto de obstrucción máximo	(°C)	30

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Microsoft Word.

Para tener un control óptimo del combustible deben de tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Los combustibles con baja viscosidad combinado con uno de alta densidad tienen malas propiedades de ignición.
- Un alto de residuo de carbón puede provocar la formación de depósitos en la cámara de combustión de los motores.
- Si el agua está muy mezclada con el combustible, la energía efectiva del combustible disminuye, lo que indica un aumento de consumo del combustible.

- Un alto nivel de asfaltina podría contribuir a la formación de depósitos en la cámara de combustión y el sistema de escape, también indica que el combustible podría ser difícil de encender y se quema lentamente.
- Un punto bajo de combustión no influye en la combustión, pero puede ser peligroso de manejar y almacenar.
- Si el potencial total de sedimentos es alto, se corre el peligro de la formación de sedimentos y suciedad en los tanques y el sistema de combustible, al igual que la obstrucción de los filtros y el sistema de inyección.

#### **2.2.13.2. Sistema de aceite lubricante**

El aceite lubricante es un componente importante para el funcionamiento de los motores y con ello la calidad es indispensable, por lo que se debe de tomar una muestra de aceite mediante los intervalos de cambio, las muestras deben ser enviadas para que realice un análisis y establecer el estado del aceite lubricante en el motor, ya que con base a los resultados del análisis se puede verificar la presencia en el aceite de varios metales utilizados en el motor, la presencia de estos metales es más notoria después de haber realizado un overhaul al motor.

En la tabla XVI se muestran los elementos más comunes que se pueden encontrar en el análisis del aceite y las partes de las cuales pueden originarse.

Tabla XVI. **Elementos más que se encuentran en un análisis de aceite lubricante**

<b>Elemento</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Origen</b>
Aluminio	Al	Pistones, cojinetes, cajas de sopladores
Bario	Ba	Detergentes aditivos del aceite lubricante, aditivos de refrigerantes y lubricantes
Calcio	Ca	Aditivo utilizado en refrigerantes y lubricantes
Cromo	Cr	Sal derivada de atmósferas marítimas y agua de mar
Hierro	Fe	Cojinetes, revestimientos de rodillo de leva, lubricante de roscas
Plomo	Pb	Cojinetes
Magnesio	Mg	Componentes de aluminio y magnesio proveniente de agua salada
Molibdeno	Mo	Suplementos de antifricción, aditivos de lubricantes
Níquel	Ni	Cigüeñales, eje de leva, engranajes, válvulas
Silicio	Si	Suciedad, polvo de la atmósfera, aditivos de lubricación
Sodio	Na	Aditivos para retardar el enfriamiento, aditivos para el tratamiento de agua
Plata	Ag	Pistones, cojinetes

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Word.

De acuerdo a los resultados de los análisis, la viscosidad no debe de exceder del 25 % del valor orientado a 100 °C, la viscosidad mínima permitida es de 110cSt/40 °C y 11cSt/100 °C. El punto de inflamación mínimo permitido es de 170°C a 150 °C, de lo contrario existe riesgo de explosión en el cárter del motor. El contenido de agua no deberá superar el 0.3 % al 0.5 %, si el contenido de agua es mayor debe de mejorarse el proceso de centrifugado o cambiar de aceite.

Los aceites lubricantes deben contener aditivos que proporcionen buena estabilidad de oxidación, protección contra corrosión, capacidad de llevar carga, neutralizar la combustión ácida y residuos de oxidación y prevenir la formación de depósitos en las partes internas del motor.

Los motores cuentan con separadoras centrifugas para separar el agua y productos insolubles al aceite que se precalienta a una temperatura entre 90-95 °C. para aumentar la eficacia dentro de las separadoras. Constantemente se debe compensar el aceite consumido en los motores añadiendo un máximo del 10 % de aceite nuevo, esto porque la adición de mayores cantidades de aceite puede afectar en el equilibrio del aceite usado, ocasionando la precipitación de insolubles. En las figuras 87, 88 y 89 se muestran los lubricantes aprobados por el fabricante para uso de los motores Wärtsilä.

Figura 87. Aceites lubricantes aprobados para el turbocompresor

Proveedor	Marca	Viscosidad (cSt) a		Indice de viscosidad
		40°C	100°C	
British Petroleum	Energol RC 68	68	8.8	104
	Enersyn TC-S 68	68	8.5	98
Shell	Madrela AP 68	68	8.5	94
Valvoline	Compressor oil 62	90	10.0	92

Proveedor	Marca	Viscosidad (cSt) a		Indice de viscosidad
		40°C	100°C	
Castrol	Aircol SN 68	65	7.7	69
Chevron	Tegra 68	64.6	10.4	149
Elf	Barelf CH 68	69.9	8.9	100
Esso	Synesstic CH 68	65	7.7	67
Kuwait Petroleum	Schumann 68	68	10.3	138
Mobil	Rarus SHC 1026	66.8	10.4	144
Nyco	Nycolube 3060	93	10	85

Fuente: Orazul Energy (2021). *Funcionamiento del sistema de combustible.*

Figura 88. Aceites lubricantes aprobados para motores Wärtsilä

Suministrador	Designación o Marca	Viscosidad	BN	Tipo de comb.
BP	Energol IC-HFX 303	SAE 30	30	A, B, C
	Energol IC-HFX 403	SAE 30	40	A, B, C
	Energol IC-HFX 304	SAE 40	30	A, B, C
	Energol IC-HFX 404	SAE 40	40	A, B, C
	Energol IC-HFX 504	SAE 40	50	A, B, C
Caltex	Delo 3000 Marine SAE 40	SAE 40	30	A, B, C
	Delo 3400 Marine SAE 40	SAE 40	40	A, B, C
	Delo 3550 Marine SAE 40	SAE 40	55	A, B, C
Castrol	MXD 304	SAE 40	30	A, B, C
	MXD 404	SAE 40	40	A, B, C
Chevron	Delo 3000 Marine 40	SAE 40	30	A, B, C
	Delo 3400 Marine 40	SAE 40	40	A, B, C
	Delo 3550 Marine 40	SAE 40	55	A, B, C
Elf Lub Marine	Aurelia 4030	SAE 40	30	A, B, C
	Aurelia XT 4040	SAE 40	40	A, B, C
	Aurelia XT 4055	SAE 40	55	A, B, C
Suministrador	Designación o Marca	Viscosidad	BN	Tipo de comb.
Esso	Exxmar 30TP 40	SAE 40	30	A, B, C
	Exxmar 30TP 40 PLUS	SAE 40	30	A, B, C
	Exxmar 40TP 40	SAE 40	40	A, B, C
	Exxmar 40TP 40 PLUS	SAE 40	40	A, B, C
	Exxmar 50TP 40 PLUS	SAE 40	50	A, B, C
Fina	Stellano S 430	SAE 40	40	A, B, C
	Stellano S 440	SAE 40	40	A, B, C
	Stellano S 455	SAE 40	55	A, B, C
Mobil	Mobilgard 412	SAE 40	15	A
	Mobilgard 424	SAE 40	30	A, B, C
	Mobilgard 430	SAE 40	30	A, B, C
	Mobilgard 440	SAE 40	40	A, B, C
	Mobilgard 442	SAE 40	40	A, B, C
	Mobilgard 50M	SAE 40	50	A, B, C
	Mobilgard SP	SAE 40	50	A, B, C
	Mobilgard SP 55	SAE 40	55	A, B, C
Repsol	Neptuno 3000 SAE 40	SAE 40	30	A, B, C
	Neptuno 4000 SAE 40	SAE 40	40	A, B, C
Shell	Argina T 40	SAE 40	30	A, B, C
	Argina X 40	SAE 40	40	A, B, C
	Argina XL 40	SAE 40	50	A, B, C
Texaco	Taro 30 DP 40	SAE 40	30	A, B, C
	Taro 40 XL 40	SAE 40	40	A, B, C
	Taro 50 XL 40	SAE 40	50	A, B, C

Fuente: Orazul Energy (2021). Funcionamiento del sistema de lubricación.



Figura 89. **Aceite lubricante aprobados para el virador del motor**

Proveedor	Marca	Viscosidad (cSt) a		Indice de viscosidad
		40°C	100°C	
Aceites, viscosidad 400–500 cSt/40°C = ISO VG 460. Ejemplos :				
British Petroleum	Energol GR-XP 460	425	27	88
Elf	Epona Z 460	470	30.3	93
Esso	Spartan EP 460	460	44.9	152
Mobil	Mobilgear 634	437	27.8	96
Shell	Omala Oil 460	460	30.8	97
Texaco	Meropa 460	460	31.6	100

Fuente: Orazul Energy (2021). Funcionamiento del sistema de lubricación.

### 2.2.13.3. Agua refrigerante

La calidad del agua en el sistema de refrigeración de los motores es un factor muy importante ya que muchos de los problemas más frecuentes del agua en trabajos de la planta es la corrosión, por esto es muy importante evitar las incrustaciones u otros depósitos de suciedad en los sistemas, esto debe de ser tratado con aditivos.

La baja calidad del agua y las condiciones de funcionamiento podrían causar alguno de los siguientes defectos:

- Corrosión
- Formación de depósitos de suciedad
- Formación de escamas
- Suciedad biológica

Es importante que al cambiar o añadir un aditivo al sistema de agua refrigerante en el que se ha utilizado agua sin tratar, el sistema completo debe limpiarse químicamente y enjuagado antes de utilizar el agua recién tratada. En la tabla XVII se presentan los aditivos del agua de refrigeración que se pueden utilizar para el sistema de agua de refrigeración.

Tabla XVII. **Aditivos más comunes para el agua de refrigeración**

<b>Aditivo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Nitrito sódico	-Buena eficacia -Bajo costo	-Inadecuado para enfriadores de aire -Tóxico -Riesgo de corrosión en cantidades bajas
Nitrito y Borato	-No tiene riesgo de corrosión por exceso -Inocuo con la piel	-Tiende a atacar las capas de zinc y soldadura fina -Tóxico
Cromato Sódico	-Buena eficiencia	-Riesgo de corrosión en cantidades bajas -Tóxico con la piel
Silicato Sódico	-No tóxico -Manipulación sin peligro	-Costo alto -Riesgo de corrosión en cantidades bajas
Molibdato sódico	-No tóxico -Manipulación sin peligro	-Costo alto -Aumenta el riesgo de corrosión en cantidades bajas -Puede crear depósitos

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Microsoft Word.

### 2.3. Costo de la propuesta

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo propuesto se tienen los costos que se muestran en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Costo de mantenimiento preventivo para un motor generador de energía eléctrica.**

<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	Mantenimiento a tiempo de funcionamiento			Total (25 años estimado)
	(12K-18K) Hrs. funcionamiento	(12K-18K) Hrs. funcionamiento	(60K-72K) Hrs. funcionamiento	
Costo motor	Q1,390,397.00	Q1,215,028.00	Q2,258,831.00	Q4,864,256.00
Operador del cuarto de motores (Anual)				Q72,000.00
				Q4,936,256.00

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado con Microsoft Word.

El listado del costo de piezas y repuestos para el implemento del plan de mantenimiento preventivo se muestra en el apéndice 1.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL**

#### **3.1. Diagnóstico situacional del área de seguridad industrial**

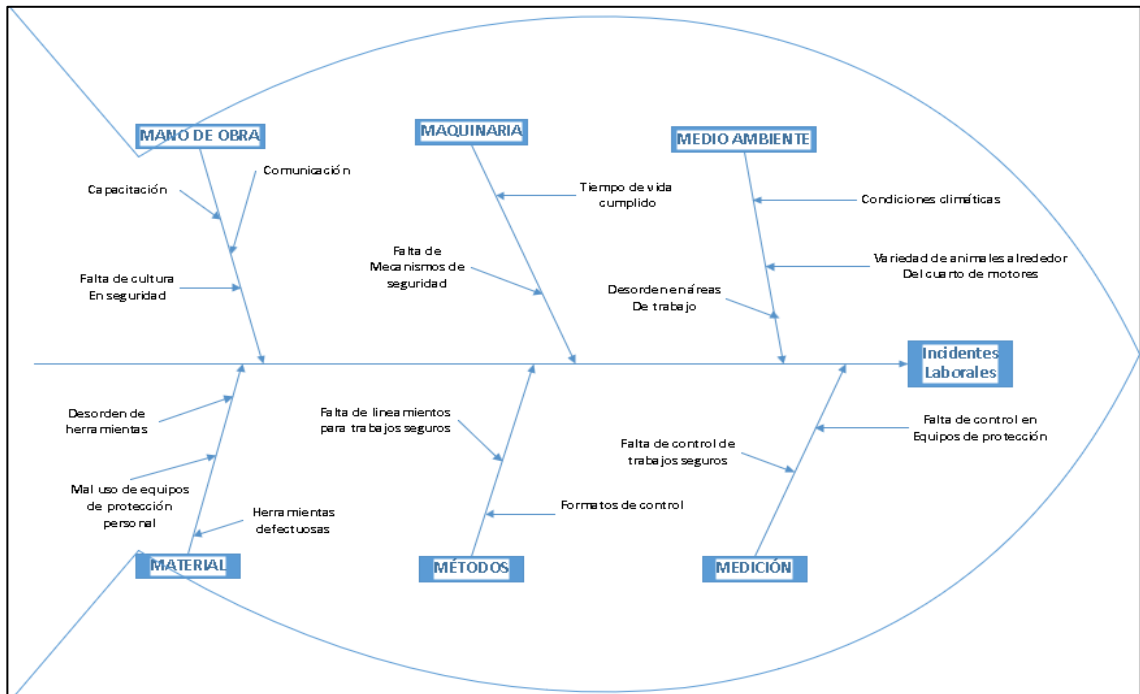
Para el desarrollo del diagnóstico de la situación actual del área de salud y seguridad ocupacional de la planta Las Palmas I, se desarrolló un diagrama causa y efecto ante la problemática de la existencia de posibles condiciones y actos inseguros dentro de la planta que originan incidentes laborales en las diversas áreas y actividades de trabajo. Los hallazgos se presentan a continuación.

- Mano de obra
  - Falta de comunicación entre trabajadores.
  - Falta de conocimiento de temas para la ejecución de actividades operativas.
  - Falta de cultura en materia de salud y seguridad ocupacional.
  
- Material
  - Herramientas e insumos defectuosos de fábrica.
  - Desorden de herramientas e insumos en áreas de trabajo.
  - Equipos de protección inadecuados o uso indebido de los mismos.
  
- Maquinaria

- Falta de mecanismos de seguridad.
- Maquinaria y equipos en funcionamiento que sobrepasan su vida útil.
  
- Métodos
  - Falta de lineamientos para el desarrollo de trabajos de forma segura.
  - Falta de formatos para el monitoreo y seguimiento de trabajos seguros.
  
- Medio Ambiente
  - Variedad de especies animal en el entorno de la planta.
  - Condiciones climáticas excesivas por la ubicación geográfica de la planta.
  - Falta de orden en áreas de trabajo.
  
- Medición
  - Falta de control en las inspecciones de los equipos de protección al trabajador.
  - Falta de controles para la realización de trabajos seguros.

Las causas se clasificación en las seis categorías del diagrama de causa y efecto, como se muestra en la figura 90.

Figura 90. Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Se utilizaron seis criterios para la evaluación y analizar las causas detectadas, los cuales son los siguientes:

- ¿Es un factor que conlleva al problema?
- ¿Ocasiona directamente el problema?
- Si esto es eliminado, ¿Se corrige el problema?
- ¿Tiene una solución factible?
- ¿La solución es medible?
- ¿La solución es de bajo costo?

Para la evaluación de las causas se utilizó el método de ponderación que va de 1 a 3, siendo el número uno el punto más bajo, el número dos el medio y el número tres el más alto. Se realizó la sumatoria y la causa de mayor puntaje indicará la incidencia en el problema, en la tabla XIX se muestra las causas y las ponderaciones de las causas.

Tabla XIX. **Tabla de análisis de causas del diagrama de causa y efecto**

Causas	Solución	Criterios						Total
		Factor	Causa	Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	
<b>Mano de obra</b>	<b>Solución</b>							
Falta de comunicación	Trabajo en equipo	1	1	2	1	2	3	10
Falta de conocimiento	Capacitar	2	2	2	2	1	2	11
Falta de cultura en seguridad	Capacitar	2	2	2	2	2	3	13
<b>Material</b>	<b>Solución</b>							
Desorden de herramientas	Ordenar	1	1	1	2	2	3	10
Herramientas Defectuosas	Cambio de herramienta	1	1	1	2	2	1	8
Mal uso de equipos de protección	Capacitar	2	2	2	1	2	2	11
<b>Maquinaria</b>	<b>Solución</b>							
Falta de mecanismos de seguridad	Aplicar mecanismos de seguridad	1	1	1	1	2	1	7
Vida útil de maquinaria	Preservar la maquinaria	1	1	1	2	3	2	10

Continuación tabla XIX.

<b>Métodos</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Falta de lineamientos de seguridad	Desarrollar lineamientos de seguridad	3	3	3	3	3	3	18
Formatos de control de seguridad	Desarrollar formatos de control	3	2	3	3	3	3	17
<b>Medio Ambiente</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Fauna en el entorno	Protección a las áreas de trabajo	1	1	1	1	1	1	6
Clima	Cuidado de instalaciones	1	1	1	1	1	1	6
Desorden en áreas de trabajo	Ordenas	2	2	2	1	1	3	11
<b>Medición</b>	<b>Solución</b>	<b>Factor</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>	<b>Factible</b>	<b>Medible</b>	<b>Costo</b>	
Falta de control en EPP	Formatos de control	2	2	2	1	2	3	12
Controles de seguridad	Formatos de control	2	2	2	2	2	2	12

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

De la tabla XIX se establece que la causa raíz de los incidentes laborales es la falta de un plan de salud y seguridad ocupacional ajustado a las condiciones y actividades actuales dentro de la planta y así reforzar al área de seguridad y las actividades de la empresa.

### 3.1.1. Salud ocupacional

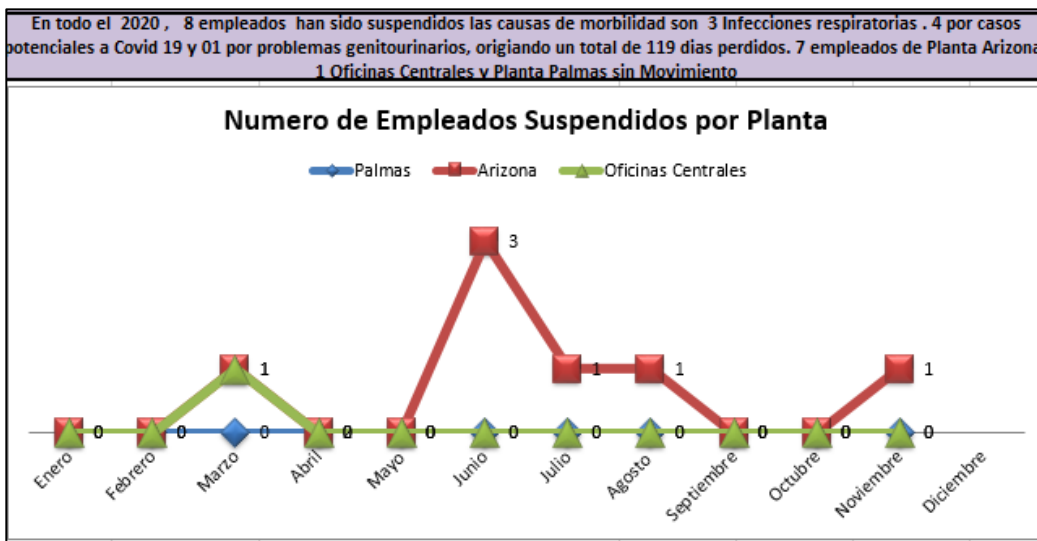
El área de salud ocupacional en la empresa vela por la integridad física y psicológica de todos los trabajadores de Orazul Energy, por lo cual el profesional



en salud de la empresa puede suspender de sus labores a un trabajador cuando por su condición laboral no pueda llevar a cabo sus funciones.

En la figura 91 se muestran las suspensiones médicas para los trabajadores de Orazul Energy Guatemala durante el año 2,020 de acuerdo a diversas causas que evitaban el desarrollo de sus labores de manera óptima.

Figura 91. **Suspensiones médicas de los empleados de Orazul Energy Guatemala en el año 2020**

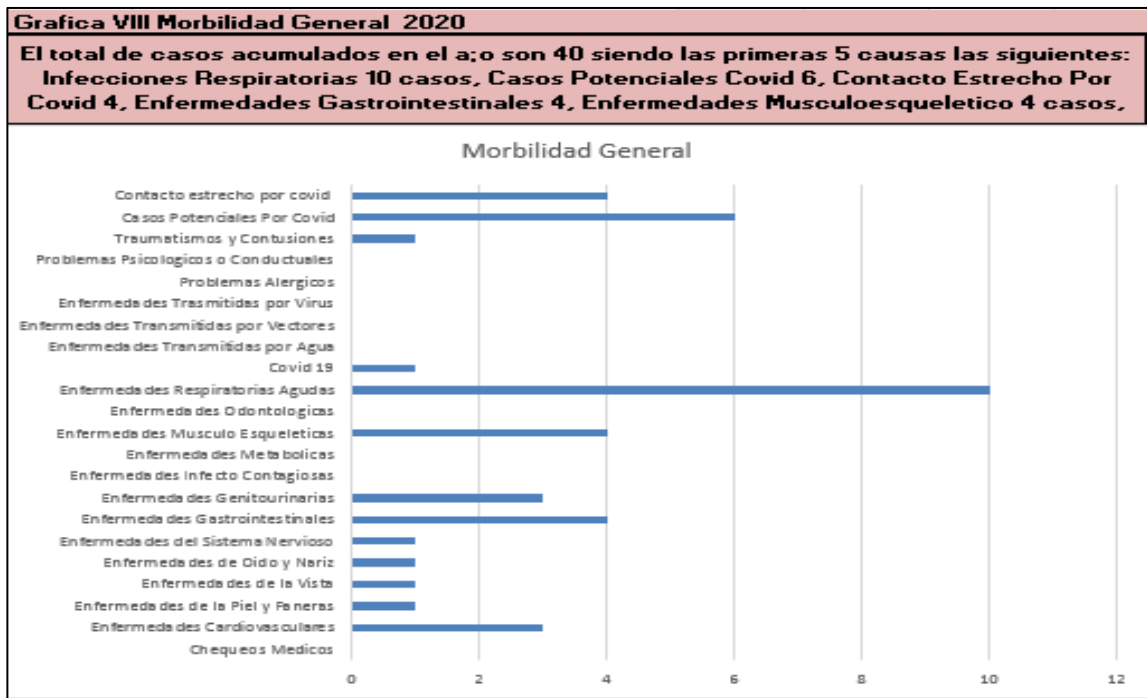


Fuente: Orazul Energy (2021). *Suspensiones de trabajadores.*

Existe una oportunidad de mejora en los formatos de investigación o recopilación de información sobre enfermedades o incidentes que ayuden en el reporte de incidentes y un mayor control en la salud de los trabajadores de la planta.

Orazul Energy es una empresa que prioriza el bienestar de sus trabajadores, de esta manera se enfoca en la seguridad del personal. En la figura 92 se muestran los casos de morbilidad general que se tuvieron durante el año 2020.

Figura 92. **Casos de Morbilidad general en Orazul Energy en el año 2020**



Fuente: Orazul Energy (2021). *Suspensiones de trabajadores.*

Orazul Energy Guatemala es una empresa comprometida con la excelencia en el desarrollo de sus actividades y proyectos, así como con el cuidado de sus trabajadores y el medio ambiente en donde tienen operaciones. Por lo que la empresa tiene establecidas las siguientes políticas:

“En Orazul Energy Guatemala estamos comprometidos a vivir una cultura de cero lesiones, evitar comportamientos riesgosos y abordar a nuestros compañeros y visitantes cuando se encuentran frente a condiciones y actos inseguros” (Orazul Energy, 2021, p. 1).

“Mantenemos un enfoque de prevención a través de la gestión sistemática de los riesgos para mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional de nuestros trabajadores” (Orazul Energy, 2021, p. 1).

“Es fundamental la prevención de contaminación del medio ambiente controlando la generación de desechos, vertimientos y emisiones; preservamos los recursos naturales con un manejo responsable de los mismos. Reafirmando nuestro compromiso con las comunidades en donde realizamos nuestras operaciones” (Orazul Energy, 2021, p. 1).

Para evaluar las condiciones ergonómicas en las que se desempeñan los trabajadores en sus áreas de trabajo, la empresa se apoya en el método de Helsinki que ayuda a identificar y evaluar los factores ergonómicos de los puestos de trabajo, en donde es necesario un formato de evaluación ergonómica que fundamente y refuerce el área de salud ocupacional de la empresa.

El análisis de la ergonomía se desarrolló mediante inspecciones en las áreas de trabajo y de las actividades que realiza el personal operativo y administrativo, en donde se identificaron los riesgos ergonómicos que se presentan en la tabla XX.

Tabla XX. **Causas identificadas de problemas ergonómicos en puestos de trabajo**

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manipulación de cargas pesadas</li> <li>-Posturas corporales fijas e inapropiadas</li> <li style="padding-left: 20px;">-Vibraciones</li> <li style="padding-left: 20px;">-Movimientos repetitivos</li> <li style="padding-left: 20px;">-Factores climáticos</li> <li>-Posturas fijas en áreas de oficina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lumbago</li> <li>-Lesiones musculoesqueléticas</li> <li style="padding-left: 20px;">-Fatiga laboral</li> <li style="padding-left: 20px;">-Trastornos físicos</li> </ul>

Fuente: elaboración propia. Realizado con Microsoft Word.

Se desarrolló una evaluación y análisis de riesgo para las actividades que presenten un riesgo a la salud dentro de la planta, de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y la severidad del daño más probable que pueda producir sobre las personas y el medio ambiente. Para la realización de las evaluaciones de riesgo se trabajó bajo los niveles de severidad del daño potencial que pueda ocasionar el riesgo, los criterios de severidad se muestran en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Niveles de severidad**

<b>Niveles de Severidad</b>	
<b>Salud y Seguridad</b>	
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte o enfermedad o lesión con invalidez permanente.</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesión o enfermedad seria.</li> </ul>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesión o enfermedad leve. Primeros auxilios</li> </ul>
<b>Medioambiente</b>	
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto ambiental importante a largo plazo o permanente.</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño ambiental reversible moderado a importante.</li> </ul>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño ambiental reversible leve a moderado.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001*, realizado en Microsoft Word.

De acuerdo a estos criterios de severidad, se analiza junto a la probabilidad de ocurrencia, que es la mayor o menor posibilidad que se presente un suceso y que pueda suceder de acuerdo a los niveles que se presentan en la tabla XXII. Para una probabilidad baja el número 1, una probabilidad media el número 2 y una probabilidad alta el número 3.

Tabla XXII. **Niveles de probabilidad de ocurrencia de sucesos**

<b>Niveles de la Probabilidad de Ocurrencia</b>	
<b>Alta</b> <b>(3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene controles implementados.</li> <li>• Exposición continua.</li> <li>• Existen varios factores que contribuyen a tener impactos negativos.</li> <li>• Han ocurrido incidentes relacionados al peligro o aspecto identificado.</li> </ul>
<b>Media</b> <b>(2)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene algunos controles implementados y los factores existentes pueden contribuir a tener consecuencias o impactos negativos.</li> <li>• Exposición frecuente.</li> </ul>
<b>Baja</b> <b>(1)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene implementado todos los controles con los que se determina que el riesgo es aceptable.</li> <li>• Exposición ocasional.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001, realizado en Microsoft Word.

Ya contemplados los niveles de probabilidad y severidad, se valora el riesgo, que es evaluar los riesgos que surgen de los peligros, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si los riesgos son aceptables o no, así como se muestra en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Tabla de valoración del riesgo**

<b>Calificación de la Consecuencia / Impacto Ambiental</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>VALORACION</b>
Un 3 o más en cualquiera de las categorías de los niveles de probabilidad	Alta	<b>NO ACEPTABLE</b>
Calificación más alta igual a 2	Media	<b>ACEPTABLE</b>
Calificación más alta igual a 1	Baja	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001*, realizado en Microsoft Word.

La valoración de riesgos se realizó con apoyo del personal de seguridad ocupacional de la planta, en observación e inspección de las actividades que se realizan. Así como se muestra en la tabla XXIV de evaluación de riesgos para la salud.

Tabla XXIV. **Evaluación de riesgos**

<b>RIESGOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE</b>
<b>ÁREA: AGUA DE ENFRIAMIENTO, SISTEMA DE AT Y BT DEL AGUA</b>			
Contacto con químicos	Generación de desechos	Medio	Aceptable
	Contaminación de agua y suelo dentro de la contención	Medio	Aceptable
	Lesiones en piel y ojos por contacto con químicos	Medio	Aceptable
Calor excesivo	Estrés por calor	Medio	Aceptable
Superficies calientes	Lesiones por quemaduras	Medio	Aceptable
Superficies calientes expuestas en el sistema de HT	Ambiente de trabajo caluroso (estrés por calor)	Medio	Aceptable
	Lesiones por quemaduras	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: OFICINAS</b>			
Caída de objetos	Lesiones corporales por caída de objetos	Bajo	Aceptable
Posturas inapropiadas	Lesiones ergonómicas	Medio	Aceptable
	Lesiones musculoesqueléticas	Medio	Aceptable
Uso prolongado de computadora	Lesiones ergonómicas	Medio	Aceptable
	Lesiones en el sentido de la vista	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: BODEGA Y ALMACENAMIENTO</b>			
Almacenamiento y manejo de materiales peligrosos	Explosiones por reacciones químicas	Medio	Aceptable
	Incendio	Medio	Aceptable
	Lesiones en la piel por contacto con químicos corrosivos	Medio	Aceptable

Continuación tabla XXIV.

<b>RIESGOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE</b>
Esfuerzo por levantamiento de materiales	Lesiones en la espalda por levantamiento en posiciones inadecuadas	Medio	Aceptable
Picaduras de Animales o Insectos	Mordedura de animal venenoso	Medio	Aceptable
Subir o bajar materiales de estanterías	Lesiones por caídas de objetos	Medio	Aceptable
	Lesiones por caídas	Medio	Aceptable
Dejar caer materiales o golpearse contra estos	Lesiones en la cabeza	Medio	Aceptable

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

### **3.1.2. Seguridad ocupacional**

Orazul Energy Guatemala tiene registrado en la sección de seguridad e higiene y prevención de accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS a sus monitores y su Comité Bipartito de Seguridad y Salud Ocupacional. En la tabla XXV se muestran los integrantes del comité bipartito de Orazul Energy.



Tabla XXV. **Comité Bipartito de Seguridad y Salud Ocupacional de Orazul Energy**

<b>Sector</b>	<b>Puesto</b>	<b>Cargo en el comité</b>
Empleador	Gerente de Plantas	
Empleador	Gerente de Operaciones	
Empleador	Coordinador en Salud Ocupacional	Coordinador de Comité
Laboral	Supervisor de Operaciones	
Laboral	Operador I	Vocal
Laboral	Operador II	Secretario

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado en Microsoft Word.

Las instalaciones, plataformas de trabajo, espacios abiertos y ambiente en donde se desarrollan las operaciones de Orazul Energy se encuentran en estado óptimo, iluminación y ventilación aceptables, pero son necesarios formatos que ayuden en el control de estos parámetros en las áreas de trabajo.

Se detectaron áreas en las cuales la señalización ya no era legible por lo que es necesaria su señalización nuevamente. Es necesario señalar la puerta de salida del cuarto de motores, el tanque primario de almacenamiento de combustible, el tanque de almacenamiento de agua del sistema contra incendios y la entrada al transformador de la planta. Las áreas detectadas se muestran en la figura 93.

Figura 93. **Áreas detectadas con falta de señalización dentro de la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Las Palmas, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

Se inspeccionaron las herramientas e insumos que se utilizan durante las actividades de la planta y se detectaron los riesgos que existen al operar estas herramientas tales como golpes o cortes por la herramienta, ocasionando lesiones a la integridad física del trabajador, daño a herramientas o equipos e incluso la muerte. En la planta las Palmas se operan el siguiente tipo de herramientas:

- Manuales: entre los riesgos inspeccionados por este tipo de herramientas como alicates, martillos, tijeras o sierras son los golpes en las

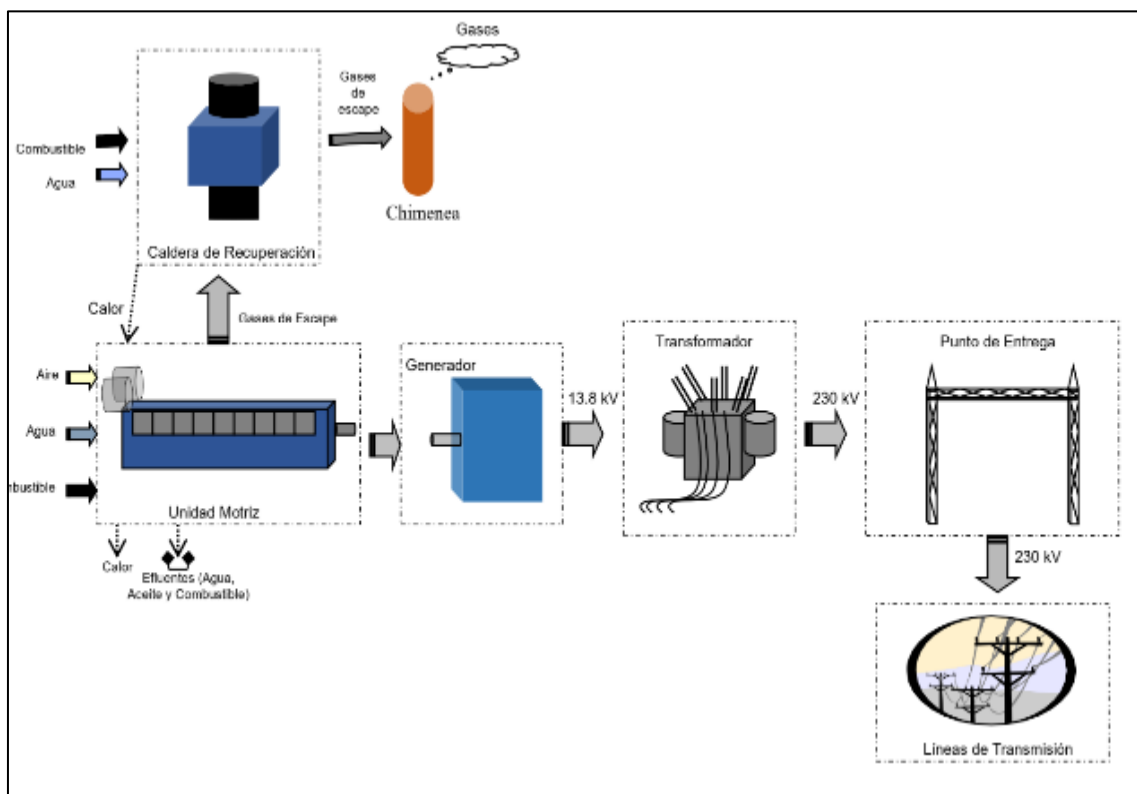
extremidades superiores, heridas cortantes, lesiones en los ojos por partículas, heridas punzantes, por lo que los trabajadores de la planta deben utilizar todo el equipo de protección personal necesario para realizar los trabajos, principalmente el uso de guantes, lentes y casco.

- Eléctricas: entre los riesgos inspeccionados por este tipo de herramientas tales como taladros, pulidoras, sierras o fresadoras son los golpes en las extremidades superiores, heridas cortantes, lesiones en los ojos por partículas, heridas punzantes, por lo que los trabajadores de la planta deben utilizar todo el equipo de protección personal necesario para realizar los trabajos, principalmente el uso de guantes, lentes y casco.
- Neumáticas: las herramientas neumáticas que se tienen en la planta son accionadas con aire comprimido provisto de un compresor de aire y la mayoría de las lesiones con estas herramientas son generadas por golpes, debido al desprendimiento de la manguera de aire o manipulación inadecuada como la pistola de impacto, taladros o trinquetes.
- De combustible: se inspeccionaron herramientas y equipos que funcionan con combustible, tales como compresores, motores, motosierras, podadoras, que deben de manipularse bajo mucho cuidado y con el equipo de protección personal adecuado, así como evitar utilizarlas en lugares cerrados y con calor excesivo ya que pueden ocasionar conatos de incendio.

Las actividades de operación para la generación de energía eléctrica en Orazul Energy inician mediante el programa que elabora y distribuye la AMM a las diversas plantas de generación eléctrica que operan en Guatemala, en el caso

de la planta Las Palmas I se opera de acuerdo a los contratos de Reserva rápida y oferta disponible, por lo que para la generación de energía se tiene el proceso que se presenta en la figura 94.

Figura 94. Descripción gráfica del proceso de generación de energía eléctrica de la planta Las Palmas I



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado en Microsoft Visio.

Para dar inicio de arranque a las unidades generadoras se debe realizar la transferencia de combustible de los tanques de almacenamiento hacia las unidades de generación y sus depósitos de combustible, por lo que se lleva a cabo trabajos de carga y descarga de combustible por parte de los operadores,

estas actividades se inspeccionaron y se detectaron los riesgos asociados que se presentan en la tabla XXVI.

**Tabla XXVI. Riesgos asociados en la actividad de carga y descarga de combustible**

<b>Riesgo asociado</b>	<b>Controles mínimos requeridos</b>
Trabajo en altura	Supervisión de monitor de SSO
Manejo de combustibles	Personal capacitado
Limpieza en áreas de operación	Señalización del área
Estrés Térmico	Hidratación
Generación de desechos	Señalización del área
Levantamiento de cargas pesadas	Supervisión de monitor de SSO
Uso de herramientas mecánicas	Extensiones eléctricas seguras

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

Cuando la AMM dispone del arranque de las unidades generadoras, se arrancan los motores para la generación de energía eléctrica hasta que es entregada en la subestación de la planta, para el arranque de los motores se tienen actividades operativas de parte del operador del cuarto de motores y el supervisor del cuarto de control.

Se brindó apoyo e inspeccionaron todas las actividades operativas dentro de la planta Las Palmas I para la generación de energía eléctrica, por lo que se desarrolló un perfil de riesgos de seguridad en los puestos de trabajo, así como se presenta en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. Perfil de riesgo de seguridad de los puestos de trabajo

<b>Riesgo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Puesto de trabajo</b>
Uso de equipos y herramientas	Mantenimiento, operaciones, oficinas, laboratorios	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente, limpieza
Operación y mantenimiento de equipos de generación	Operaciones, mantenimiento, limpieza, administración	Operadores, Supervisores, limpieza, mecánico, electricista, soldador,
Contaminantes en el aire	Operación, mantenimiento, limpieza, administración	Mecánicos, electricista, operadores, soldadores, supervisores, Gerentes
Espacios Confinados	Mantenimiento, operaciones, limpieza	Mecánicos, electricista, operador, soldador, supervisor, Gerentes
Trabajos en altura	Mantenimiento, operaciones, limpieza	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente
Tránsito vehicular	Transporte	Pilotos, mantenimiento
Uso de equipo de levantamiento de cargas	Mantenimiento	Mecánico, electricista, soldador, supervisor
Equipos eléctricos energizados	Mantenimiento, operaciones	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente
Manejo de químicos	Mantenimiento, operaciones, laboratorio, almacén	Mecánico, electricista, operador, supervisor
Manejo de combustibles	Mantenimiento, operaciones	Mecánico, electricista, operador, supervisor, gerente
Radiaciones ionizantes	Mantenimiento, operaciones	Mecánico, electricista, soldador, operador, supervisor, gerente
Ruido	Mantenimiento, operaciones	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerentes, limpieza
Estrés térmico	Mantenimiento, operaciones	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente
Ergonómico	Mantenimiento, operaciones, administración	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente, personal administrativo
Manejo de residuos y desechos tóxicos	Mantenimiento, operaciones, administración, laboratorio	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente, personal administrativo

Continuación tabla XXVII.

<b>Riesgo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Puesto de trabajo</b>
Emisión de contaminantes	Mantenimiento, operaciones, oficinas, laboratorios	Mecánico, electricista, operador, soldador, supervisor, gerente, limpieza
Uso de gases comprimidos	Mantenimiento, operaciones, laboratorio	Mecánico, electricista, soldador, operador, supervisor, gerente

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

Se desarrolló una evaluación y análisis de riesgo para las actividades de seguridad ocupacional dentro de la planta, de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y la severidad del daño más probable que pueda producir sobre las personas y el medio ambiente, inspeccionando las actividades de los trabajadores y los procedimientos de ejecución. Para la realización de las evaluaciones de riesgo se trabajó bajo los niveles de severidad del daño potencial que pueda ocasionar el riesgo, así como se presenta en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. Niveles de severidad

<b>Niveles de Severidad</b>	
<b>Salud y Seguridad</b>	
<b>Alta</b>	• Muerte o enfermedad o lesión con invalidez permanente.
<b>Media</b>	• Lesión o enfermedad seria.
<b>Baja</b>	• Lesión o enfermedad leve. Primeros auxilios
<b>Medioambiente</b>	
<b>Alta</b>	• Impacto ambiental importante a largo plazo o permanente.
<b>Media</b>	• Daño ambiental reversible moderado a importante.
<b>Baja</b>	• Daño ambiental reversible leve a moderado.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001*, realizado en Microsoft Word.

De acuerdo a estos criterios de severidad, se analiza junto a la probabilidad de ocurrencia, que es la mayor o menor posibilidad que se presente un suceso y que pueda suceder de acuerdo a los niveles que se presentan en la tabla XXIX.

Para una probabilidad baja el número 1, una probabilidad media el número 2 y una probabilidad alta el número 3.

Tabla XXIX. **Niveles de probabilidad de ocurrencia de sucesos**

<b>Niveles de la Probabilidad de Ocurrencia</b>	
<b>Alta (3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se tiene controles implementados.</li> <li>• Exposición continua.</li> <li>• Existen varios factores que contribuyen a tener impactos negativos.</li> <li>• Han ocurrido incidentes relacionados al peligro o aspecto identificado.</li> </ul>
<b>Media (2)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene algunos controles implementados y los factores existentes pueden contribuir a tener consecuencias o impactos negativos.</li> <li>• Exposición frecuente.</li> </ul>
<b>Baja (1)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene implementado todos los controles con los que se determina que el riesgo es aceptable.</li> <li>• Exposición ocasional.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001*, realizado en Microsoft Word.

Ya contemplados los niveles de probabilidad y severidad, se valora el riesgo, que es evaluar los riesgos que surgen de los peligros, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si los riesgos son aceptables o no, así como se detalla en la tabla XXX.



Tabla XXX. **Tabla de valoración del riesgo**

<b>Calificación de la Consecuencia / Impacto Ambiental</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>VALORACION</b>
Un 3 o más en cualquiera de las categorías de los niveles de probabilidad	Alta	<b>NO ACEPTABLE</b>
Calificación más alta igual a 2	Media	<b>ACEPTABLE</b>
Calificación más alta igual a 1	Baja	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001*, realizado en Microsoft Word.

La valoración de riesgos se realizó con apoyo del personal de seguridad ocupacional de la planta, en observación e inspección de las actividades. Así como se muestra la evaluación de riesgos en la tabla XXXI.

Tabla XXXI. Evaluación de riesgos

RIESGOS	CONSECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO	ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE
<b>ÁREA: RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE Y ACEITE</b>			
Tránsito Vehicular	Lesiones por atropellamiento	Medio	Aceptable
Espacios Confinados	Daños a la salud del personal.	Medio	Aceptable
	Explosión por presencia de gases.	Alto	No Aceptable
Superficies Calientes	Emisión de vapores inflamables	Alto	No Aceptable
Trabajo en altura	Muerte por caídas y resbalones	Alto	No Aceptable
Alta presión por cierre de válvulas	Generación de desechos	Medio	Aceptable
	Contaminación por fuga en sellos mecánicos y empaquetaduras	Medio	Aceptable
	Quemaduras del personal debido a las fugas	Medio	Aceptable
Daño a la cisterna por presión negativa durante la descarga.	Daño al camión	Alto	No Aceptable
	Generación de desechos	Medio	Aceptable
Ruido por funcionamiento de las bombas	Daño a los oídos	Medio	Aceptable
Operación de Equipo Eléctrico	Fuego eléctrico	Alto	Aceptable
	Lesiones personales	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: CHIMENEAS Y GASES DE ESCAPE</b>			
Espacios Confinados	Lesiones en el sistema respiratorio	Medio	Aceptable
	Caídas y resbalones	Medio	Aceptable
Alta temperatura	Estrés por calor	Medio	Aceptable
	Quemaduras por contacto con superficies calientes	Medio	Aceptable

Continuación tabla XXXI.

<b>RIESGOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE</b>
Corrosión	Fuga de gases de escape a alturas en las que el personal puede tener contacto.	Medio	Aceptable
	Daño de Equipo	Medio	Aceptable
Trabajo en altura	Lesiones por caídas	Alto	No Aceptable
	Fatalidad por caída	Alto	No Aceptable
Sobre velocidad de la turbina	Destrucción de la turbina	Medio	Aceptable
	Lesiones al personal	Medio	Aceptable
	Fuga de gases de escape dentro del cuarto de motores	Medio	Aceptable
	Daño al equipo	Medio	Aceptable
	Fuego	Medio	Aceptable
	Contaminación del suelo dentro de contención por fuga de aceite lubricante.	Medio	Aceptable
	Generación de desechos	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: MANTENIMIENTO TANQUES DE ALMACENAMIENTO</b>			
Espacios Confinados	Lesiones en el sistema respiratorio	Medio	Aceptable
	Lesiones por caídas y resbalones	Medio	Aceptable
Mantenimiento de pozos	Picaduras de insectos y animales peligrosos	Medio	Aceptable
	Lesiones por caídas de objetos	Medio	Aceptable
Mantenimiento eléctrico	Picaduras de insectos y animales peligrosos	Medio	Aceptable
	Lesiones por choques eléctricos	Medio	Aceptable
Toma de Muestras	Picaduras de insectos y animales peligrosos	Medio	Aceptable
Químicos	Lesiones en la piel	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: AIRE - AIRE DE ARRANQUE</b>			
Alta presión en el sistema de aire de arranque	Ruptura de tuberías	Medio	Aceptable
	Lesiones al personal por exposición partículas a alta velocidad	Medio	Aceptable

Continuación tabla XXXI.

<b>RIESGOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE</b>
Mantenimiento preventivo de compresor	Lesiones por golpes	Medio	Aceptable
Alta presión en el sistema de aire de instrumentos	Lesiones al personal por exposición a partículas a alta velocidad	Medio	Aceptable
<b>ÁREA: TALLER DE MANTENIMIENTO</b>			
Generación de desechos	Desechos químicos	Medio	Aceptable
Lavado químico de partes mecánicas	Lesiones en el sistema respiratorio por exposición a vapores químicos.	Medio	Aceptable
	Incendio	Medio	Aceptable
	Lesiones en la piel y ojos por contacto con químicos	Medio	Aceptable
Levantamiento de cargas	Lesiones por caída de objetos pesados	Medio	Aceptable
Reparación de equipo eléctrico	Lesiones por choques eléctricos	Medio	Aceptable
Uso de esmeril y pulidora	Lesiones en los ojos por partículas en el aire	Medio	Aceptable
	Incendio	Medio	Aceptable
Uso de equipo de corte de soldadura eléctrica	Incendio	Medio	Aceptable
	Lesiones por quemaduras	Medio	Aceptable
	Lesiones en los ojos por exposición a rayos de soldadura	Medio	Aceptable
Uso de la maquinaria eléctrica y mantenimiento	Lesiones a extremidades por uso incorrecto de herramientas	Medio	Aceptable
Uso de prensa hidráulica	Lesiones por partículas proyectadas a gran velocidad por ruptura de partes metálicas	Medio	Aceptable


Continuación tabla XXXI.

RIESGOS	CONSECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO	ACEPTABLE/ NO ACEPTABLE
<b>ÁREA: CUARTO DE MOTORES</b>			
Entrada a Espacios Confinados	Fuego	Medio	Aceptable
	Lesiones en el sistema respiratorio	Medio	Aceptable
Mantenimiento eléctrico a paneles	Choques eléctricos	Medio	Aceptable
Químicos corrosivos	Lesiones en la piel por contacto con químicos corrosivos	Medio	Aceptable
Esfuerzo por trabajo mecánico	Lesiones en la espalda	Medio	Aceptable
	Lesiones en las extremidades	Medio	Aceptable
	Daños en la espalda	Medio	Aceptable
Generación de desechos	Desechos de trapos aceitosos	Medio	Aceptable
Líquidos combustibles	Daños al equipo	Medio	Aceptable
	Lesiones por quemaduras	Medio	Aceptable
	Fuego	Medio	Aceptable
Ruido	Daños al sistema nervioso por estrés	Medio	Aceptable
	Daños al sistema auditivo	Medio	Aceptable
Superficies calientes	Lesiones por quemaduras	Medio	Aceptable
Superficies resbalosas e irregulares	Lesiones por caídas	Medio	Aceptable
Temperatura del ambiente	Estrés por calor	Medio	Aceptable
	Deshidratación	Medio	Aceptable
Uso del montacargas en el interior del cuarto de motores	Incendio	Medio	Aceptable
	Bloqueo de vías de acceso en caso de emergencia	Medio	Aceptable
	Daño a equipo	Medio	Aceptable
	Atropellamiento de personas	Medio	Aceptable

Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

En la figura 95 se presenta el reporte de un conato de incendio que se tuvo dentro de las instalaciones de Orazul Energy, por lo que es necesario el reforzamiento a las acciones de respuesta y precauciones que se deben de tener ante este tipo de emergencias.

Figura 95. **Registro de reporte de conato de incendio dentro de las plantas de Orazul Energy**

<b>Instalación donde sucedió:</b> <u>Área Aledaña a Estación de Bombeo</u>
<b>Descripción completa del Casi incidente:</b> Estando en turno en la ganita de la Estación de Bombeo, el agente de seguridad sintió olor a humo, al observar el lugar, vio que el humo provenía de la maleza seca que ahí había, justo en ese momento empezó a generarse pequeñas llamas ante lo cual abrió la válvula del chorro de agua y empezó a rociar agua con la manguera jardinera que se encuentra conectada a este chorro. Estando en este proceso de combatir el conato de incendio cuando se presentaron personas de la Terminal de carbón <u>Repimex</u> quienes apoyaron con extintores de polvo químico seco y una cisterna de agua. Punto relevante de esta investigación es que el conato de incendio se dio en área que no es propiedad de Orazul Energy, sino que de la Terminal de carbón <u>Repimex</u> .
<b>Posibles consecuencias:</b> La probabilidad de que pudiera haber colapso de nuestra tubería de combustible por alta temperatura derivada por el calor de un posible incendio forestal era bastante baja, debido a que el área donde está ubicada la tubería y equipos está a una buena distancia de la superficie afectada y adicional se pudo apreciar un adecuado chapeo en el área de los equipos y tubería.
<b>Anexos:</b> 

Fuente: Orazul Energy (2021). *Reporte de incidentes*.

En la figura 96 se presente un incidente del operador del cuarto de motores al momento de realizar actividades operativas con el apoyo de herramienta, en el cual tuvo consecuencias físicas para el operador, por lo que es necesario el reforzamiento para el control del buen estado de las herramientas e insumos, así como los procedimientos de seguridad para realizar trabajos seguros.

Figura 96. **Registro de reporte de incidente de actividades operativas dentro del cuarto de motores**

<p><b>DESCRIPCIÓN BREVE:</b></p> <p><u>DIA 2 DE FEBRERO DEL 2019.</u></p> <p>El mecánico operador realizaba la tarea de aflojar los tornillos que sujetan el Damper de vibración del motor que se encuentra en proceso de Overhaul, para esta tarea utilizan el equipo multiplicador de torque multi torque y un ratchet de ¾ el cual al completar un ciclo de vuelta, activa un seguro para regresar el ratchet a su posición inicial y seguir aflojando tornillos, el mecánico tuvo la sensación de que el seguro se activó por lo que quito fuerza de la palanca del ratchet provocando que este regresara bruscamente e impactara en su pómulo izquierdo.</p> <p><b>EVENTO:</b></p> <p>11:00 AM El mecánico operador trabaja en equipo con el asistente de mecánico asignándose ciclos de destorqueado de 3 a 4 tornillos por la fuerza que hay que aplicar.</p> <p>11:00 AM El mecánico operador reinicia la tarea de aflojar los tornillos luego de un receso y al aflojar el primer tornillo es donde sucede el evento.</p> <p>11:00 El asistente de mecánico al presenciar el evento auxilia a el mecánico operador llevándolo a la clinica médica para ser atendido por el doctor que se encontraba en la planta.</p> <p>11:30 AM El doctor atiende a el mecánico operador y luego informa al supervisor de Medio Ambiente, Salud y Seguridad.</p> <p>11:40 AM El supervisor de Medio Ambiente, Salud y Seguridad, luego de ver el estado y hablar con el mecánico operador, procede a informar a gerente de planta.</p> <p><b>ENTREVISTA:</b></p> <p>El mecánico operador indica que luego de haber tomado un receso, se dirige nuevamente al cuarto de motores para seguir aflojando los tornillos que sujetan el damper de vibración del motor , al empezar a aflojar el primer tornillo en su primera vuelta sintió que el multitorque había accionado el seguro por lo que quito fuerza en su brazo provocando que el ratchet regresara e impactara en el pómulo izquierdo de su cara, el mecánico operador tenia colocados sus lentes de seguridad y ellos sufrieron el primer impacto.</p>
--

Fuente: Orazul Energy (2021). *Reporte de incidentes.*

En la figura 97 se presenta el incidente de la caída del operador del cuarto de motores al no evaluar los riesgos y el equipo necesario para la realización de sus actividades durante la inspección de los motores.

Figura 97. **Registro de reporte de incidente de actividades operativas dentro del cuarto de motores**

<p><b>1. DATOS GENERALES DEL INCIDENTE O CASI INCIDENTE</b></p> <p><b>1.1. LUGAR DEL INCIDENTE O CASI INCIDENTE:</b> Estribo de inyector del cilindro B-7, cuarto de motores.</p> <p><b>1.2. FECHA:</b> Miércoles 21 de noviembre del 2018.</p> <p><b>1.3. HORA:</b> 17:30 p.m.</p> <p><b>1.4. EQUIPO INVESTIGADOR:</b> Supervisor de salud y seguridad</p> <p><b>1.5. CLASIFICACIÓN:</b> Primeros Auxilios</p> <p><b>2. DESCRIPCIÓN DE LO OCURRIDO:</b> Para corregir fugas de combustible en motor, el mecánico de mantenimiento de turno estaba desmontando el inyector del cilindro B-7, en el momento de extraer el inyector junto con el extractor perdió el equilibrio y cayó al piso de parrillas del segundo nivel de los motores. La caída le provocó molestias al caminar en la pierna izquierda y un poco de inflamación en su tobillo izquierdo.</p> <p><b>3. CAUSA(S) RAÍZ:</b></p> <p>a) Dificultad en el desempeño humano, específicamente en la Dirección del Trabajo, ya que en el punto de Preparación del trabajo se necesita mejorar las condiciones para realizar las tareas de una manera segura.</p> <p>b) Dificultad en el desempeño humano, específicamente en la Dirección del Trabajo, ya que en el punto de Supervisión Durante el Trabajo se necesitan que los trabajos de mantenimiento sean supervisados siempre, aun cuando solo este el supervisor de Operaciones de turno.</p> <p><b>4. ACCIONES CORRECTIVAS</b></p> <p>a.1) Evaluar que estas tareas sean realizadas siempre con ayuda de equipos que ayuden a que la persona realice el menor esfuerzo físico posible.</p>
---

Fuente: Orazul Energy (2021). *Reporte de incidentes.*

Con base al análisis de las condiciones de operación actual de la planta Las Palmas I, se tiene una oportunidad de mejora y reforzamiento al área de salud y seguridad ocupacional mediante un plan de salud y seguridad ocupacional que se ajuste a las actividades y operaciones de la planta, que eviten



y prevengan incidentes y resguarden la integridad física de todos los trabajadores.

### **3.2. Plan de salud y seguridad ocupacional**

El plan de salud y seguridad ocupacional que se propone es un refuerzo al área de seguridad ocupacional de la planta, que cumpla con el objetivo de cuidar y preservar la salud física y psicológica de los trabajadores de Orazul Energy, obteniendo así mejores resultados en el desarrollo de actividades, de esta manera permitir acercarse a la excelencia industrial y ética que la empresa busca en sus operaciones.

#### **3.2.1. Objetivos**

Los objetivos del plan de salud y seguridad ocupacional están enfocados en consolidar una cultura personal de todos los trabajadores al cuidado propia y el de sus compañeros de trabajo, para ello se tienen los siguientes objetivos en materia de salud y seguridad ocupacional:

- Consolidar una cultura de seguridad orientada a cero lesiones de trabajadores, enfocada en la implementación de los estándares de comportamiento en la planta de Orazul Energy Guatemala.
- Proveer conocimientos en temas de seguridad y desarrollar habilidades que permitan realizar las actividades operativas y administrativas de forma segura, para mantener un alto desempeño con seguridad en el trabajo.

### **3.2.2. Personal**


Junto al comité bipartito de salud y seguridad ocupacional que se tiene registrado actualmente y los monitores de seguridad industrial, se propone un equipo de respuesta a emergencias quienes velarán por la integridad física de los trabajadores de la planta Las Palmas al ocurrir una emergencia de cualquier índole.

Los integrantes del equipo de respuesta a emergencias cumplirán con los siguientes lineamientos durante una emergencia:

- El gerente de planta: será el líder de la toma de decisiones y responsabilidades durante una emergencia.
- El supervisor de seguridad: realizará una inspección constante del cumplimiento de los lineamientos de seguridad para la realización de trabajos seguros dentro de la planta, así como la inducción para todo el personal subcontratado y nuevos trabajadores, entre otras actividades.
- El equipo de respuesta a emergencias: será el encargado de coordinar actividades para guardar la integridad física de todos los trabajadores expuestos a un peligro dentro de la planta Las Palmas I.
- Líder del equipo de respuesta a emergencias: dirigirá al equipo de respuesta a emergencia y coordina las actividades de respuesta.
- Brigada de respuesta a emergencia: será un equipo conformado por trabajadores de operaciones y mantenimiento con el propósito de responder a las emergencias que puedan presentarse dentro de la planta.
- Personal de apoyo: serán todas las personas ajenas a Orazul Energy que apoyen en una emergencia, ya sean bomberos, agentes policíacos, entre otros.

El equipo de respuesta a emergencia debe realizar las actividades y funciones que se presentan en la figura 98.

Figura 98. **Funciones del equipo de respuesta a emergencias**


	<b>FUNCIONES DEL EQUIPO DE RESPUESTA A EMERGENCIAS</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones y funciones que tiene el equipo de respuesta a emergencias para proteger la integridad física de los trabajadores de la empresa, ante una emergencia dentro de las instalaciones de la planta Las Palmas de Orazul Energy.

1. **GERENTE DE PLANTA**
  - Liderar la respuesta a la emergencia
  - Mantener la comunicación con altos mandos de Orazul Energy Guatemala sobre el desarrollo de la respuesta a la emergencia
  - Comandar todas las operaciones desde el momento que se haga presente en las instalaciones
2. **LÍDER DE RESPUESTA A EMERGENCIAS**
  - Ser el comandante de la emergencia para dirigir el equipo de respuesta a emergencias
  - Establecer el puesto de comando de la emergencia
  - Ser el contacto de coordinación de las acciones de respuesta con el Gerente de Planta
  - Tomar las decisiones en campo sobre las acciones de respuesta a realizar
  - Velar por la seguridad de los miembros del equipo de respuesta a emergencias
  - Realizar el reporte de todas las acciones ejecutadas durante la respuesta a las emergencias
3. **SUPERVISOR DE SEGURIDAD DE LA PLANTA**
  - Dar apoyo al líder de respuesta a emergencias y supervisar la seguridad de las actividades durante la emergencia
  - Tomar nota de todo aquello que sirva para que el Gerente de Plantas y el líder de repuesta a emergencias tomen decisiones relacionadas a la emergencia
  - Tomar nota y llevar registro de las oportunidades de mejora de todas las acciones que se identifiquen durante la emergencia, para hacer las recomendaciones durante el desarrollo de la emergencia y para poder realizar los cambios en futuras respuestas
4. **LÍDER DE LA BRIGADA DE RESPUESTA A EMERGENCIAS**
  - Coordinar con el líder del equipo de respuesta a emergencias
  - la respuesta a la emergencia
  - Ejecutar las instrucciones de respuesta a emergencias que reciba de parte del lider del equipo de respuesta a emergencias
  - Evaluar la condición de la emergencia para planificar la respuesta de emergencia

1/2

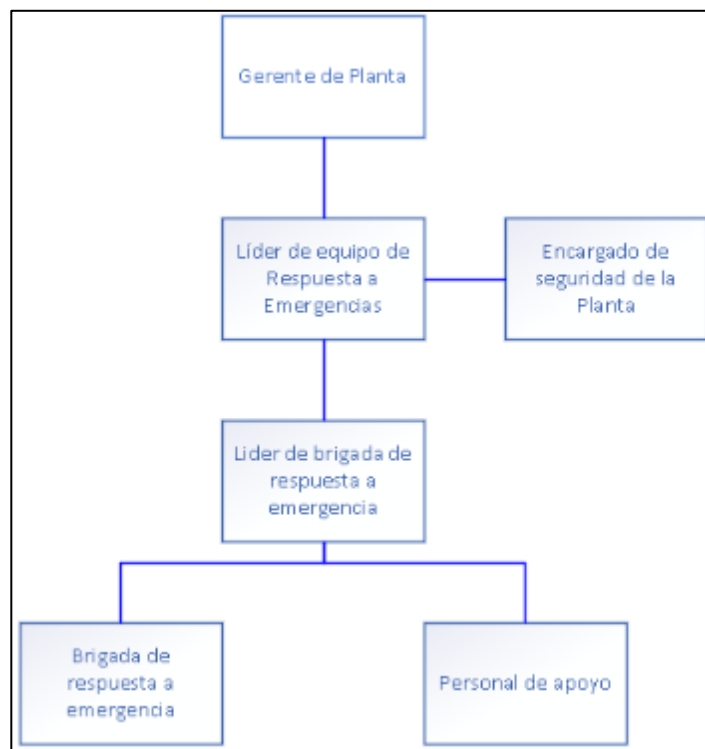
Continuación figura 98.

	<b>FUNCIONES DEL EQUIPO DE RESPUESTA A EMERGENCIAS</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigir a la brigada en la respuesta a la emergencia</li> <li>• Velar por la seguridad de los miembros de la brigada de respuesta a emergencias y el personal de apoyo durante la respuesta a la emergencia</li> <li>• Ser el enlace entre el líder del equipo de respuesta a emergencias y la brigada de respuesta a emergencias</li> <li>• Comunicarse todos los días con los miembros de la brigada de respuesta a emergencias al iniciar el turno de trabajo</li> </ul>		
<p><b>5. BRIGADA DE RESPUESTA A EMERGENCIAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar por su seguridad y la del personal de apoyo</li> <li>• Seguir las instrucciones del líder de la brigada de respuesta a emergencias durante la respuesta a la emergencia</li> <li>• Asegurar el área de la emergencia</li> <li>• Verificar que el personal no esencial haya sido evacuado</li> <li>• Organizar al personal de apoyo para las diferentes acciones de respuesta que se realicen durante las emergencias</li> </ul>		
<p><b>6. BRIGADISTAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar por su seguridad y la de los demás brigadistas</li> <li>• Reportarse de inmediato al líder de la brigada de respuesta a emergencias durante una emergencia.</li> <li>• Seguir las instrucciones del líder de la brigada de respuesta a emergencias durante la respuesta a emergencias.</li> <li>• Mantenerse en contacto con el líder de la brigada de respuesta a emergencias durante la respuesta a emergencias.</li> <li>• Reportar cualquier condición insegura de los equipos de respuesta a emergencias.</li> <li>• Utilizar el equipo de protección personal necesario para participar en la respuesta a emergencias</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 99 se presenta el organigrama del equipo de respuesta a emergencias que se propone para el área de salud y seguridad industrial de la planta Las Palmas I.

Figura 99. **Organigrama del equipo de respuesta a emergencias para la planta Las Palmas I.**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Orazul Energy, realizado en Microsoft Visio.

### 3.2.3. Salud ocupacional


Para el cuidado de la integridad física y salud de los trabajadores de la planta Las Palmas I es importante seguir lineamientos que refuercen el área de

salud y seguridad industrial de la empresa, esto para garantizar el desarrollo de actividades de manera efectiva.

#### **3.2.3.1. Orden e higiene en área laboral**

Para mantener un orden e higiene en las áreas de trabajo dentro de las instalaciones de la planta Las Palmas I se deben de seguir los lineamientos que se presentan en la figura 100.

Figura 100. Lineamientos de orden e higiene en las áreas de trabajo


	<b>LINEAMIENTOS DE ORDEN E HIGIENE EN ÁREAS DE TRABAJO</b>	Orazul Energy
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones y lineamientos que se deben de seguir para mantener un área de trabajo ordenada y limpia de partículas que dañen la salud de los trabajadores de Orazul Energy.

- 1. ORDEN Y LIMPIEZA GENERAL EN EL ÁREA DE TRABAJO**
  - Mantener las áreas de trabajo individuales/grupales en orden, limpias y libres de peligros
  - Eliminar adecuadamente las sobras y materiales desechables en intervalos frecuentes y regulares o al finalizar cada turno de trabajo
  - Mantener los corredores y las superficies de trabajo libres de aceite, grasa, agua, hielo, y otros materiales deslizantes
  - Identificar, cubrir o marcar cables o cordones temporales que atraviesen las áreas de trabajo
  - Eliminar los riesgos por tropiezos
  - Conservar los desechos en recipientes aprobados y adecuadamente clasificados.
  - Conservar los trapos aceitosos en un recipiente cubierto de metal
  - Proteger los objetos cortantes antes de desecharlos
  - Utilizar una iluminación adecuada para llevar a cabo el trabajo en forma segura
- 2. ORDEN Y LIMPIEZA EN OFICINA**
  - Limpiar los derrames de inmediato
  - Marcar los pisos húmedos con señales de advertencia hasta que el área se seque
  - Mantener los cables de electricidad, de teléfono, y los cordones fuera de las entradas y otras áreas donde pudieran quedar atrapados al abrir o cerrar la puerta
  - Donde sea posible, almacenar objetos grandes y pesados en los estantes inferiores y los objetos más livianos en los estantes superiores. Al almacenar los elementos en estantes superiores, ubicarlos de manera que no se puedan caer
  - Mantener todas las patas de la silla sobre el piso mientras se encuentra sentado

142

Continuación figura 100.

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>LINEAMIENTOS DE ORDEN E HIGIENE EN ÁREAS DE TRABAJO</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No correr en los vestíbulos o al subir o bajar escaleras. Utilizar siempre barandillas protectoras donde se tengan instaladas</li> <li>• Nunca utilizar equipos eléctricos con las manos mojadas</li> <li>• Limitar el uso de elementos combustibles a un nivel mínimo</li> <li>• Al movilizar objetos pesados o abultados, debe sacar el contenido de los mismos</li> <li>• Al finalizar cada día o turno laboral debe desconectar la energía eléctrica de dispositivos pequeños (Ej. cafeteras, microondas, etc.)</li> <li>• Sacar de servicio, desconectar, o reparar todos los equipos eléctricos defectuosos o en mal funcionamiento</li> <li>• No utilizar más enchufes para los que esté diseñado el tomacorriente.</li> <li>• No pararse en sillas, escritorios o mesa</li> <li>• No utilizar cortadores de papel a menos que los dispositivos de seguridad se encuentren en su lugar; no deje el filo hacia arriba</li> <li>• Antes de movilizar muebles de oficina, debe sacar el contenido de los mismos</li> <li>• En las áreas de oficinas, controle los alimentos mientras se cocinan en microondas y en hornos tostadores.</li> </ul>		
2/2		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



En la figura 101 se presenta el formato de inspección de condiciones de higiene de las áreas de trabajo dentro de la planta Las Palmas I.

Figura 101. **Formato de inspección de condiciones de higiene ocupacional en áreas de trabajo**


<b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas		<b>CHECK LIST PARA INSPECCIÓN DE CONDICIONES DE HIGIENE OCUACIONAL</b>		<b>PLANTA LAS PALMAS I GUATEMALA</b>
<b>FECHA:</b> _____		<b>ÁREA:</b> _____		
<b>Nº</b>	<b>CONTAMINANTES QUÍMICOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Los químicos utilizados para la limpieza cuentan con sus MSDS respectivas			
2	Los empleados encargados de labores de limpieza cuentan con EPP apropiado para evitar el contacto directo con los productos químicos utilizados			
3	Los envases o contenedores de productos químicos cuentan con su respectiva identificación			
<b>Nº</b>	<b>CONTAMINANTES FÍSICOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	El nivel de ruido en la zona es moderado			
2	Las condiciones de la temperatura ambiente son aceptables			
<b>Nº</b>	<b>CONTAMINANTES BIOLÓGICOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Las condiciones de limpieza de los servicios sanitarios son aceptables			
2	Las condiciones de limpieza del área de comer son aceptables			
4	Los recipientes para basura se encuentran debidamente tapados			
5	Las condiciones de limpieza de las zonas de trabajo son aceptables			
<b>Nº</b>	<b>ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE TRABAJO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Las condiciones de luminosidad en el área de trabajo son las adecuadas			
2	Existen lámparas que puedan generar deslumbramiento en la superficie de trabajo del usuario			
3	La estación de trabajo es ajustable a personas de diferentes compleción física			
4	Los materiales de trabajo se encuentran frente al trabajador de manera que eviten esfuerzos o contorsiones innecesarios			
<b>OBSERVACIONES</b>				
_____				
_____				
_____				
_____				
<b>RESPONSABLE</b>		<b>NOMBRE:</b>		
		<b>FIRMA:</b>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.3.2. Almacenamiento de materiales

Es muy importante garantizar el manejo y almacenamiento adecuado para los materiales que se reciben para el funcionamiento de la planta, así como establecer los requisitos para proteger a los trabajadores y a los equipos durante el manejo, almacenamiento y uso de materiales. Por lo que deben de realizar las actividades que se presentan en la figura 102.

Figura 102. **Actividades para el almacenamiento de materiales**


	<b>LINEAMIENTOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones a realizarse para el buen almacenamiento de materiales e insumos dentro de las instalaciones de Orazul Energy

1. **PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**
  - Utilizar los siguientes equipos de protección personal al realizar la manipulación de algún material, repuesto o producto químico, según sea aplicable: casco, lentes, protección respiratoria, zapatos de seguridad y ropa para trabajo
  - Ante algún incidente relacionado con la salud y seguridad realizar el reporte de incidentes al responsable de seguridad ocupacional
  - Seguir las recomendaciones de manejo y almacenamiento proporcionadas por el proveedor / fabricante en las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS)
2. **IDENTIFICACIÓN Y/O ETIQUETADO**
  - Recibido el material, repuesto o químico en la planta, se emite identificación y/o etiqueta adhiriéndola de la mejor manera, para futuras referencias
  - Adicionalmente para el caso de aceites y químicos identificar el producto con el rombo de seguridad de la NFPA
3. **UBICACIÓN DE MATERIALES, REPUESTOS O QUÍMICOS**
  - La maniobra a realizar para la recepción del producto, dependerá del tipo de material, del peso, del tipo de embalaje (caja, bolsa, tarima, etc.) y de la ubicación dentro del almacenamiento
  - Verificar el peso que soportan los estantes
  - Distribuir los materiales pesados en la parte inferior de los estantes y los livianos en las divisiones superiores
  - Al momento de levantar objetos pesados, mantener la espalda recta, encoger las piernas al nivel más bajo posible sosteniendo el material y levantar el peso gradualmente enderezando las piernas
  - Cuando el peso del material supera 50 kilogramos y si por sus características el producto no puede ser manipulado por una persona, debe solicitar ayuda a un compañero, teniendo siempre presente la forma correcta de levantar objetos
  - Si se requiere utilizar una escalera, carretilla o un montacargas, verificar las condiciones del mismo antes de realizar la maniobra
  - Disponer los residuos de empaque de los materiales en los cilindros respectivos de desechos
  - Mantener el orden y limpieza en el almacenamiento de materiales
  - Si se utilizan estanterías deben ir ancladas a la pared, piso o entre ellas
  - Los pasillos entre estanterías no deben ser inferiores a un metro

1/2

Continuación figura 102.

	<b>LINEAMIENTOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

**4. MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

- Verificar en la MSDS las recomendaciones especiales para la manipulación del producto
- Verificar el requerimiento de equipos de protección personal a utilizar para su manipulación
- La ubicación de los químicos o aceites debe realizarse considerando el grado de reactividad entre los diferentes materiales, de ser necesario consultar al encargado de seguridad ocupacional o gerente de planta
- Identificar el producto químico con el rombo de la NFPA. Verificar en la MSDS el grado de reactividad, inflamabilidad, daños a la salud y consideraciones especiales
- Al momento de utilizar químicos en cantidades menores, se debe de etiquetar con el rombo de la NFPA todos los envases entregados en el lugar de almacenamiento

**5. MATERIAL DELICADO**

- Dentro de estos productos se consideran los repuestos especiales como circuitos eléctricos y electrónicos, tipos de empaquetaduras, y tintas para impresores entre otros. Para el caso de repuestos eléctricos, tintas, deberán ubicarse en el almacén ventilado y así evitar posibles daños antes de utilizarlos
- Al momento de recibir cilindros de gases comprimidos se verifica que todos cuenten con capuchón o su tapa de seguridad, estos se almacenan en zonas ventiladas y asegurados para evitar caídas

**6. MEDIO AMBIENTE**

- Los residuos generados durante la manipulación y almacenamiento de materiales y/o repuestos se deben desechar de una manera adecuada cuidando el medio ambiente


2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.3.2.1. Manejo y almacenamiento de productos inflamables y combustibles**

La planta Las Palmas al ser una central térmica que funciona con bunker y diésel, corre peligros de incendio, explosión y exposición a vapores y humos tóxicos por lo que deben de cumplir con los siguientes lineamientos de seguridad que proporcionan información y establecen los requisitos para proteger a los trabajadores y los equipos durante el manejo, almacenamiento y uso de líquidos inflamables y combustibles, para ello deben de seguirse los lineamientos que se presentan en la figura 103.

Figura 103. **Lineamientos para el almacenamiento de productos inflamables y combustibles**

	<b>LINEAMIENTOS DE ALMACENAMIENTOS DE PRODUCTOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones a realizarse para el buen almacenamiento de productos inflamables y combustibles dentro de las instalaciones de Orazul Energy

- 1. LINEAMIENTOS PARA PREVENCIÓN DE INCENDIOS**
  - Mantener las áreas de operación libres de materiales inflamables y combustibles
  - No tener fuentes de ignición de cualquier tipo en las áreas en donde son almacenados los líquidos inflamables o combustibles o en donde los vapores provenientes de dichos almacenamientos podrán entrar en espacios cerrados
  - Utilizar las fuentes de iluminación eléctrica y los equipos a prueba de explosión apropiados en las áreas de almacenamiento de los materiales inflamables o combustibles, para evitar exceso de calor
  - Proporcionar los equipos de extinción de incendios apropiados para la cantidad y tipo de materiales inflamables o combustibles en áreas de almacenamiento
  - Asegurar que todos los trabajos de mantenimiento realizados en las áreas que contienen líquidos inflamables o combustibles son realizados utilizando un permiso de trabajo
- 2. ALMACENAMIENTO Y USO**
  - Asegurar que todos los líquidos inflamables o combustibles son almacenados en:
    - Cantidades limitadas alejadas a distancias seguras de los compresores, cuarto de motores y de otras fuentes de ignición
    - Proporcionar la ventilación adecuada para evitar la acumulación de vapores inflamables a niveles peligrosos en todas las áreas
    - No utilizar combustibles líquidos inflamables para propósitos de limpieza
    - Proteger las áreas de almacenamiento de los líquidos inflamables o combustibles de los daños de colisiones de los vehículos, de los montacargas y de otros equipos móviles
- 3. DERRAMES**
  - Limpiar inmediatamente los derrames de líquidos combustibles o inflamables. Eliminar los materiales de la limpieza en los depósitos designados para los desechos
- 4. ALMACENAMIENTO EXTERIOR**
  - Limpiar inmediatamente los derrames de líquidos combustibles o inflamables. Eliminar los materiales de la limpieza en los depósitos designados para los desechos

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.3.3. Manipulación de cargas

Para el cuidado físico de los trabajadores de la planta Las Palmas I y evitar lesiones ergonómicas que afecten a mediano o largo plazo al operador en el desarrollo de sus actividades es necesario no exceder los límites máximos de cargas individual que se presentan en la tabla XXXII.


Tabla XXXII. **Límites máximos de manipulación manual de carga para los trabajadores**

<b>Descripción</b>	<b>Peso (Kilogramos)</b>
Hombres de 16 a menos de 18 años	15
Hombres de 18 a 21 años	20
Mujeres de 16 a menos de 18 años	10
Mujeres de 18 a 21 años	15
Hombres adultos	55

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus *Reformas Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional*, realizado en Microsoft Word.

En la figura 104 se presentan los lineamientos que se deben de seguir para la manipulación correcta de cargas.

Figura 104. **Lineamientos para la manipulación de cargas**

	<b>LINEAMIENTOS PARA MANIPULACIÓN DE CARGAS</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones a realizarse para la manipulación correcta de cargas y evitar lesiones ergonómicas y físicas a los trabajadores de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA MANIPULACIÓN DE CARGAS**

- Apoyar los pies firmemente manteniendo el equilibrio
- Separar los pies aproximadamente cincuenta centímetros y con el pie derecho hacia adelante
- Doblar la cadera y las rodillas para sostener la carga
- Mantener la espalda recta y hacer el esfuerzo con las piernas para levantarse
- Al momento de levantar objetos pesados, mantener la espalda recta, encoger las piernas al nivel más bajo posible sosteniendo el material y levantar el peso gradualmente enderezando las piernas
- Cuando el peso del material supera 50 kilogramos y si por sus características el producto no puede ser manipulado por una persona, debe solicitar ayuda a un compañero, teniendo siempre presente la forma de levantar objetos como se menciona en la última indicación del párrafo anterior
- Si se requiere utilizar una escalera, carretilla o una monta carga, verificar las condiciones del mismo antes de realizar la maniobra
- Utilizar guantes que protejan sus manos de acuerdo a la carga a manipular (caliente, cortante, etc.)
- Cuidar sus manos de posibles atrapamientos que puedan dañar sus dedos
- Utilizar zapatos de seguridad, botas con punta de acero y suela antideslizante
- Vigilar su camino y observar su entorno para no tropezar o cruzarse con algún compañero de trabajo y así evitar un accidente

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.3.4. Ergonomía y trabajo en oficina**

Para evitar los problemas ergonómicos que incluyen lesiones, enfermedades, condiciones y síndromes, se deben de evitar los siguientes factores de riesgo en el lugar de trabajo, ya que incrementa las posibilidades de desarrollar una lesión o malestar:


- Movimientos repetitivos, forzados o prolongados
- Levantar cargas muy pesadas o con frecuencia
- Empujar, jalar o acarrear objetos pesados
- Trabajar con dificultades para manejar los objetos
- Posturas fijas o forzadas al trabajar
- Estrés por contacto
- Vibración localizada o de todo el cuerpo
- Temperaturas frías
- Mala iluminación
- Ruido
- Evaluación Ergonómica

Se propone el formato para una evaluación ergonómica para los trabajadores, como parte del análisis previo a la asignación de un puesto de trabajo o nuevas operaciones en un área determinada.


Con esta evaluación ergonómica se aborda la identificación de los factores de riesgo ergonómicos en el lugar de trabajo, de tal manera que los métodos para controlar, reducir o eliminar los riesgos ergonómicos de las diferentes áreas puedan ser identificados y corregidos, para ello se desarrolló un formato, el cual se presenta en la en la figura 105.



Figura 105. Formato para evaluación ergonómica

		<b>EVALUACIÓN ERGONÓMICA</b> <b>ORAZUL ENERGY</b>							
<b>NOMBRE PERSONA EVALUADA</b>		<b>EDAD</b>		<b>ALTURA</b>		<b>PESO</b>			
<b>PUESTO DESEMPEÑADO</b>		<b>TIEMPO EN EL PUESTO</b>							
<b>ANTECEDENTES DE SALUD</b>		<b>ACTIVIDAD FÍSICA</b>							
<b>EVALUADOR</b>		<b>FECHA</b>							


  

N°	MEDICIONES	MEDIDA EN METROS	REFERENCIA
1	Altura de piso a rodillas sentado (a)		
2	Altura de piso a cabeza-sentado (a)		
3	Distancia del monitor a la vista		
4	Ancho de escritorio		
5	Distancia de profundidad pies a pared		
6	Altura del monitor		
7	Distancia de profundidad rodilla a pared		
8	Altura de piso a codo-sentado (a)		
9	Distancia del monitor a la vista		
10	Distancia de rodilla a escritorio		
11	Altura de piso a escritorio		
12	Largo de escritorio		




  

N°	TEST DE COMODIDAD GENERAL	Por favor señale en esta escala su estado de comodidad en este momento (marque con una x).									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Extremadamente incómodo (a)										
2	Indiferente										
3	Extremadamente cómodo										

<b>REFERENCIAS:</b> 1.- Cuello / Nuca 2.- Hombro derecho 3.- Hombro izq. 4.- Espalda. Parte alta-media. 5.- Espalda zona lumbar 6.- Glúteos 7.- Muslos 8.- Corvas 9.- Piernas 10.- Pies 11.- Brazo derecho 12.- Brazo izquierdo 13.- Antebrazo derecho 14.- Antebrazo izquierdo		
---	--	---


Continuación figura 105.

Orazul Energy Planta Las Palmas		EVALUACIÓN ERGONÓMICA ORAZUL ENERGY			
Nº	TEST DE DOLOR EN PARTES DEL CUERPO	Por favor indique en las casillas las zonas del cuerpo en las que sienta incomodidad, molestias o dolor. Las casillas superiores indican dolor o molestia acusada. Las inferiores, incomodidad o molestias leves. Empiece por favor por las zonas con molestias más acusadas.			
1	Dolor o molestias fuertes				<b>REFERENCIAS:</b> 1.- Cuello / Nuca 2.- Hombro derecho 3.- Hombro Izq. 4.- Espalda. Parte alta-media. 5.- Espalda zona lumbar 6.- Glúteos 7.- Muslos 8.-Corvas 9.- Piernas 10.- Pies 11.- Brazo derecho 12.- Brazo izquierdo 13.- Antebrazo derecho 14.- Antebrazo izquierdo
2					
3					
4	Dolor o molestia regular				
5					
6					
7					
8	Molestias Leves o ligeras				
Nº	DESCRIPCIÓN DE DOLOR DE ACUERDO AL TEST	Por favor describir brevemente la molestia o dolor.			
Nº	TEST DE JUICIOS SUBJETIVOS	Por favor para cumplir con esta parte de la evaluación, acomódese en la silla con la espalda apoyada en el respaldo.			
	ASIENTO DE SILLA- REALACION ALTURA	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
1	Es demasiado alto				
2	No apoyo totalmente la planta de los pies al suelo				
3	La altura es correcta				
4	Demasiado bajo				
5	Los muslos apenas rozan el asiento cuando las piernas están verticales.				
Nº	ASIENTO DE SILLA- REALACION ANCHURA	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
1	Demasiado ancho (me cuesta salir de la silla por los lados)				
2	Anchura correcta				
3	Demasiado estrecho (Las caderas sobresalen de la silla lateralmente)				
Nº	ASIENTO DE SILLA- REALACION PROFUNDIDAD	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
1	Demasiado profunda (El borde del asiento presiona en las corvas-piernas cuando trato de apoyar la espalda en el respaldo.				
2	Profundidad correcta				
3	Demasiado corta (Los muslos sobresalen mucho por encima del asiento)				

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En la figura 106 se muestran los lineamientos a seguir para el desarrollo de controles ergonómicos luego de realizada una evaluación ergonómica en la que se detecten problemas o lesiones en el trabajador.

Figura 106. **Lineamientos para el desarrollo de controles ergonómicos**


	<b>LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE CONTROLES ERGONÓMICOS</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de contemplar para el desarrollo de controles ergonómicos luego de una evaluación ergonómica que ha detectado problemas en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

- 1. ESTACIONES DE TRABAJO**
  - Hacer que las estaciones de trabajo sean ajustables para permitir que tanto las personas de gran tamaño como las pequeñas se encuentren cómodas y obtengan los materiales fácilmente al alcance de la mano
  - Ubicar todos los materiales frente al trabajador para evitar que tenga que estar haciendo esfuerzos para alcanzarlos
  - Proporcionar suficiente espacio para hacer el trabajo.
  - Evitar las cargas estáticas y las posturas de trabajo fijas.
  - Proporcionar sillas ajustables y bien diseñadas
  - Posibilitar que los trabajadores alternen entre estar sentados y estar de pie para tomarse tiempos de estiramiento
  
- 2. TAREAS CON MANOS**
  - Reducir el número de movimientos repetitivos por turno
  - Tomar descansos con frecuencia
  - Mantener la muñeca en posición neutra
  - Reducir la fuerza o presión sobre la muñeca y las manos.
  - Evitar el trabajo repetitivo que requiera tener que estirar el brazo por completo
  - Proteger las manos del calor, del frío y de las vibraciones
  
- 3. INDICACIONES DE POSTURAS PARA TRABAJO DE OFICINA**
  - Utilizar una buena silla y sentarse con la espalda contra el respaldo.
  - Colocar la parte superior del monitor por encima de los ojos.
  - Utilizar un protector contra reflejos en el monitor.
  - Colocar el monitor al alcance del brazo.
  - Colocar los pies sobre el piso o sobre un descanso para pies.
  - Utilizar un soporte para documentos.
  - Colocar las muñecas planas y rectas.
  - Mantener los brazos y codos cerca del cuerpo.
  - Centrar el monitor y el teclado frente a usted.
  - Mantener las muñecas en posición neutral.
  - Usar una superficie de trabajo estable.
  - Tomarse descansos cortos y frecuentes.

1/2

Continuación figura 106.

 Orazul Energy Planta Las Palmas	LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE CONTROLES ERGONÓMICOS	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE MANTENIMIENTO
		FECHA: / /

**4. REPORTES DE ACTIVIDADES INADECUADAS ERGONÓMICAMENTE**

- Alentar a los trabajadores para que reporten las actividades de trabajo que puedan resultar en una lesión o una enfermedad de tipo ergonómica.
- Realizar una evaluación ergonómica para determinar la causa potencial de las afecciones de problemas que presenten los trabajadores.

**5. REGISTROS**

- Conservar el historial de las lesiones o enfermedades ergonómicas y su tratamiento al problema en los expedientes del área de seguridad ocupacional de la planta para tener futuras referencias
- Conservar las copias de todas las evaluaciones ergonómicas y las acciones tomadas para atender los riesgos ergonómicos

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.


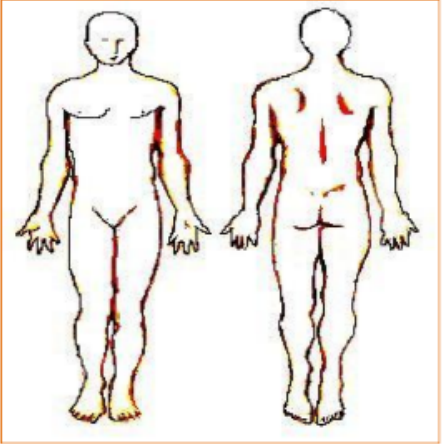
### **3.2.3.5. Enfermedades y lesiones laborales**

La finalidad principal de la salud y seguridad ocupacional es cuidar la salud y prevenir enfermedades o lesiones a cualquier plazo de tiempo para los trabajadores, esto a raíz de las tareas y operaciones que realizan dentro de las instalaciones de Orazul Energy y el medio ambiente en el que se encuentran. Conforme al Acuerdo No. 1401 del Instituto Guatemalteco De Seguridad Social, las enfermedades profesionales o laborales se clasifican de la siguiente manera:

- Enfermedades por ambiente de trabajo: mala iluminación, temperatura impropia, enfermedades por congelación, higropatías, enfermedades por presión atmosférica, baripatías, ruido, trastornos de olfato.
- Enfermedades por material de trabajo: intoxicaciones, hidrocarburos en general, saturados, aldehídos, amino derivados.
- Enfermedades por infección profesional: enfermedades infecciosas, enfermedades parasitarias, alergosis profesionales.
- Neumoconiosis.
- Dermatitis profesionales: por factores físicos, químicos, productos biológicos, neuro dermatitis, radiaciones ionizantes, enfermedades de anexos cutáneos, acariasis o zoonosis.
- Enfermedades por agresivos químicos.
- Neoplasias relacionadas con el trabajo: por agentes físicos o agentes químicos.

Si se produce una enfermedad o lesión laboral dentro de las instalaciones de la Planta Las Palmas I, debe de realizarse una investigación del origen de la misma, esto para poder implementar las medidas preventivas necesarias para evitar que suceda nuevamente. En la figura 107 se muestra el formato para la investigación de enfermedades o lesiones laborales.

Figura 107. Formato de investigación de enfermedad o lesión laboral

	<b>SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b> <b>FORMATO DE INVESTIGACIÓN DE POSIBLE ENFERMEDAD O LESIÓN OCUPACIONAL</b>	PLANTA LAS PALMAS I ÁREA DE SALUD OCUPACIONAL		
ORAZUL ENERGY <input type="checkbox"/> Contratista <input type="checkbox"/>				
Fecha y día de la semana:	Hora que ocurrió suceso:	Teléfono:	Sexo	Edad:
Nombre completo:				
Puesto de trabajo:		Área de trabajo a la que pertenece:		Tiempo en la empresa:
Supervisor inmediato:		Lugar o puesto donde ocurrió el suceso	En caso de urgencia médica, comunicarse con:	
• Describa la situación actual _____ _____ _____ _____ _____				
Descripción médica de la condición que presenta el trabajador				
• Descripción de la(s) lesión(es) y/o síntomas que presenta el trabajador				
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____				
				

Continuación figura 107.

Detalle	<u>Marque con X</u>	Describa
Lesión Invalidante		
Lesión No Invalidante		
Muerte		
Consciente		
Inconsciente		
Número de Trabajadores Afectados		
Días de Suspensión Clínica de Personal		
Días de Suspensión IGSS		

Continuación figura 107.

- Entrevista al trabajador (Adjuntar al final de esta entrevista fotografías u observaciones de ser necesario)

Entrevista al trabajador

Entrevista a trabajadores involucrados o afectados

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



### **3.2.3.6. Manejo de desechos sólidos**

Es importante para Orazul Energy Guatemala mantener la responsabilidad y cuidado del medio ambiente, así como la salud de los trabajadores, para ello se debe realizar un correcto manejo de los desechos y residuos, desde la generación hasta su disposición final, para evitar riesgos a la salud e impactos negativos al medio ambiente, con la aportación activa de todos los trabajadores de la planta que deben seguir los siguientes lineamientos:

- Manipulación de residuos o desechos: durante la realización de las actividades todo el personal que genera residuos procederá a recolectar, separar y clasificar los residuos en los diferentes recolectores ubicados en las instalaciones; algunos residuos de características especiales serán separados y enviados directamente al almacén de residuos peligrosos.
- Almacenamiento temporal de residuos: para todo el personal se debe de disponer de recipientes de basura asignados en las distintas áreas de trabajo, tanto para actividades operativas como administrativas para que depositen los desechos generados.

Diariamente el personal de limpieza debe realizar actividades de recoger los recipientes de basura de las distintas áreas de trabajo y llevarlos al lugar temporal asignado dentro de la planta, para su posterior extracción de los desechos de la planta por parte del servicio municipal que se encarga del desecho final. De esta manera se vela también por la integridad física de los trabajadores de la planta, al evitar contacto con desechos peligrosos para la salud. Para un mejor control de los desechos y mantener un orden e higiene en las áreas de trabajo, así como la prevención de enfermedades, se propone la

clasificación de colores para los depósitos de desechos, la cual se presenta en la figura 108.

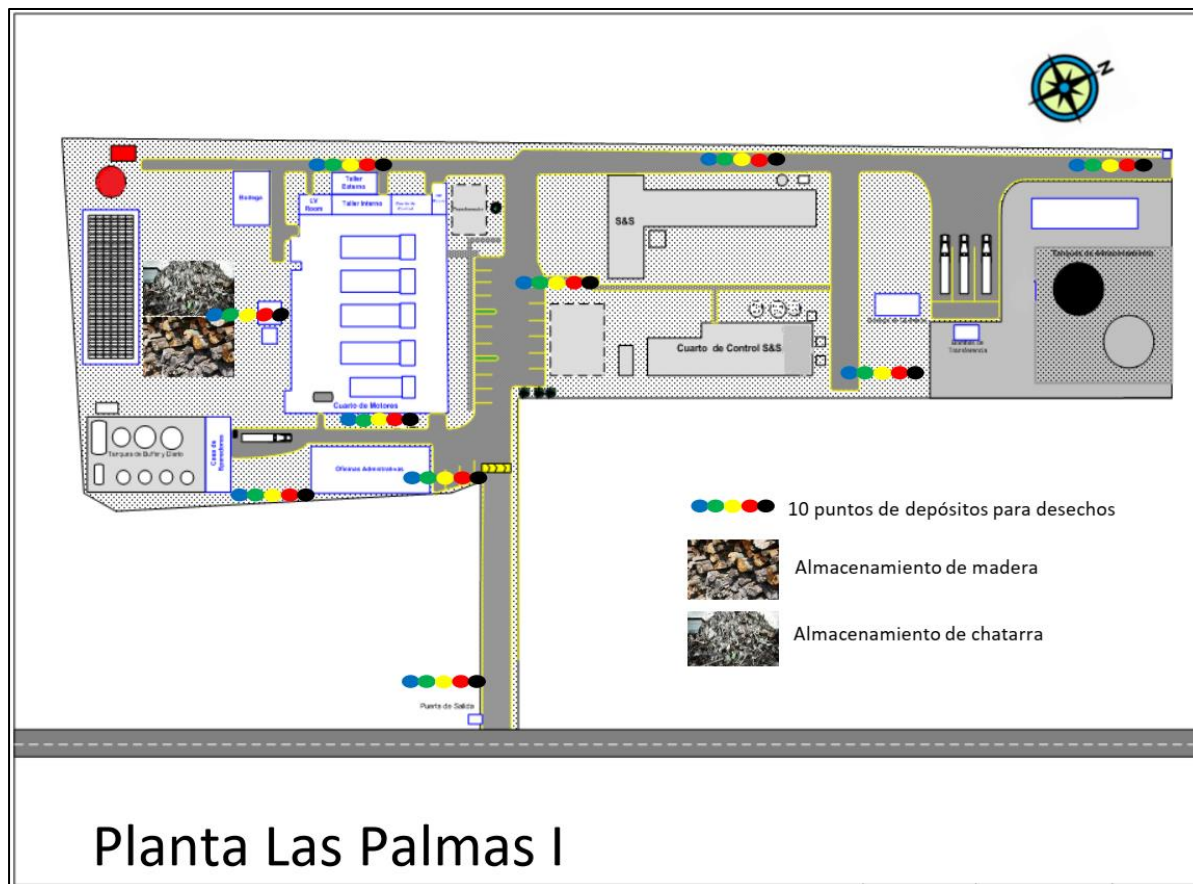
Figura 108. Clasificación de colores para depósitos de desechos sólidos



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

En la figura 109 se presenta los puntos de depósitos para desechos para la planta Las Palmas I.

Figura 109. **Mapa de puntos para almacenamiento de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

### 3.2.4. Seguridad ocupacional

Para el cuidado de la integridad física de los trabajadores de la planta Las Palmas I es importante seguir lineamientos que refuercen el área de salud y seguridad industrial de la empresa, esto para garantizar el desarrollo de actividades de manera efectiva.

### **3.2.4.1. Condiciones de seguridad industrial**

Para lograr realizar de forma segura las actividades operativas dentro de la planta se debe tener un entorno seguro con condiciones de salud y seguridad ocupacional que faciliten a los trabajadores sus operaciones, para lograr esto se deben tomar en cuenta los siguientes entornos:

- Condiciones inseguras: se refiere a todas las causas técnicas, falla en materiales, instalaciones, normativa o diseño de un proceso de trabajo.
- Acto inseguro: son las relacionadas con el factor del trabajador, comportamientos imprudentes o criterios de trabajo que producen un riesgo.

Para contrarrestar los riesgos del trabajo se debe cumplir con los parámetros de iluminación, ruido y un área de trabajo ordenado e higiénico, por lo que es importante la capacitación del personal y cumplir con los lineamientos de salud y seguridad ocupacional de esta propuesta.

#### **3.2.4.1.1. Iluminación**

Para tener buena claridad en áreas de trabajo se debe evitar que la iluminación natural origine sombras que dificulten a los trabajadores realizar sus actividades, se debe dar mantenimiento a fuentes de iluminación natural dentro de la planta y en zonas de trabajo que carezcan de ella se debe emplear iluminación artificial.

Las luces de emergencia dentro de la planta deben funcionar correctamente y ser capaces de mantenerse encendidas durante noventa

minutos. En la figura 110 se muestran los parámetros de intensidad de iluminación que deben de cumplirse en las áreas de trabajo.

Figura 110. **Parámetros de intensidad de iluminación**


Zona de Trabajo	Exigencia visual	Nivel mínimo de Luxes en las áreas de trabajo
<b>FÁBRICAS</b>		
Áreas de tránsito y Pasillos	Baja	100-150
Tanques y Bombas	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Escaleras y Pasamanos	Media	150-200
Sala de Calderas y Cuartos de Control	Media	150-200
Bandas transportadoras	Media	150-200
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Bancos de trabajo y Lineas de Producción	Alta	200-500
Empaque de Productos	Alta	200-500
Áreas de Carga	Alta	200-500
Control de Calidad	Alta	500-1000
Laboratorios	Alta	500-1000
<b>OFICINAS</b>		
Escaleras y Pasillos	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Recepción y Sala de Reuniones	Media	200-500
Bodegas de Materiales	Media	200-500
Trabajo de Oficinistas	Alta	500-1000
Redacción	Alta	1,500-2,000
Archivo	Alta	1,500-2,000
<b>BODEGAS Y TALLERES</b>		
Baños	Baja	100-150
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Trabajo, Inspección y selección de producto	Alta	1,500-2,000
Trabajo mecánico o manual	Alta	1,500-2,000

Fuente: Acuerdo Gubernativo No. 229-2014 y sus reformas (2021) *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional*.

Para controlar la correcta iluminación artificial dentro de la planta y áreas de trabajo, debe monitorearse constantemente los luxes en las áreas y reportar

si existen lámparas quemadas o que dejen de funcionar., para ello se propone un formato de control y monitoreo para las luminarias de la planta Las Palmas I, el cual se presenta en la figura 111.

Figura 111. Formato de monitoreo de luxes de iluminación en áreas de trabajo de la planta Las Palmas I

 Planta Las Palmas I		MONITOREO DE PARÁMETROS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL				PLANTA LAS PALMAS I		
Fecha:		Realizado por:		Trimestral		GUATEMALA ILUMINACIÓN		
ILUMINACIÓN	PUNTO DE MEDICIÓN	PARAMETRO	LÍMITE/MÍNIMO	MEDICIÓN lux	OBSERVACIONES			
		Oficinas		500 lux				
		Bodega área de descarga de materiales		200 lux				
		Bodega área de estanterías		200 lux				
		Cuarto de Control		500 lux				
		Cuarto de motores nivel superior motor		350 lux				
		Cuarto de Motores nivel inferior motor		350 lux				
		Cuarto de motores	Nivel de Iluminación en Lux	350 lux				
		Cuarto de motores Generadores		350 lux				
		Área de Separadoras		200 lux				
		Área de Taller		350 lux				
		Área De Caldera Auxiliar		350 lux				
		Áreas abiertas		50 lux				
	Cuarto Eléctrico Bajo Voltaje		350 lux					
	Cuartos Eléctrico Mediano Voltaje		350 lux					
						Firma		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


#### **3.2.4.1.2. Ruido**

Es importante monitorear y manejar los niveles de ruido para proteger el sentido del oído de los trabajadores, por lo que se deben determinar los niveles de exposición a los ruidos interiores y exteriores en las áreas de trabajo.

Se deben de utilizar protectores auditivos cuando se trabaja en áreas en donde los niveles exceden 85 dBa. Se tiene que monitorear y asegurar que los protectores auditivos disminuyen la exposición del ruido. Para ello se deben de seguir los lineamientos que se muestran en la figura 112.



Figura 112. **Lineamientos para el control del ruido y conservación del oído**

	<b>LINEAMIENTOS PARA EL CONTROL DEL RUIDO Y CONSERVACIÓN DEL OÍDO</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de contemplar para el desarrollo de controles del ruido y conservación del oído del personal de Orazul Energy.

- 1. SUPERVISOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**
  - Asegurar que sean llevadas a cabo las inspecciones de medición del nivel del ruido más allá de las líneas de la propiedad y de las áreas operativas
  - Asegurar que sean llevadas a cabo las evaluaciones para determinar si pueden ser implementados los controles de ingeniería o los controles administrativos para poner término o para reducir la exposición a los ruidos del medio ambiente y de los empleados
  - Asegurar que sean proporcionadas las pruebas audio métricas para los empleados expuestos a los ruidos
  - Asegurar que estén disponibles para los empleados y los visitantes los dispositivos para protección auditiva apropiados
  - Asegurar que los empleados estén capacitados y entrenados en la conservación del oído, especialmente en los dispositivos de protección auditiva disponibles, las medidas de ingeniería que se utilizan, y los peligros de la exposición a altos niveles de ruido
  - Asegurar que sean identificadas las áreas de alto ruido y que se coloquen los letreros apropiados advirtiendo a los empleados que es requerido el uso de la protección auditiva.
  - Asegurar que los empleados que trabajan en las áreas de alto ruido utilizan la protección auditiva apropiada.
- 2. TRABAJADOR**
  - Usar protección auditiva en las áreas de alto ruido y/o cuando el trabajo que se está realizando genere ruido.

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 113 se muestra el formato para el monitoreo y registro de los niveles de ruido en las áreas de trabajo de la planta Las Palmas I.

Figura 113. **Formato de monitoreo del nivel de ruido en las áreas de trabajo de la planta Las Palmas I**

Orazul Energy Planta Las Palmas		MONITOREO DE PARÁMETROS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL				PLANTA LAS PALMAS I GUATEMALA RUIDO	
Planta :	Las Palmas I	Realizado por:		Semestral			
Fecha :		Frecuencia de medición		MEDICION		OBSERVACIONES	
<b>ELEMENTO</b>	<b>PUNTO DE MEDICION</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>LIMITE MINIMO</b>				
<b>RUIDO</b>	Oficinas						
	Bodega área de descarga de materiales						
	Bodega área de estanterías						
	Cuarto de Control						
	Cuarto de motores nivel superior motor						
	Cuarto de Motores nivel inferior motor						
	Cuarto de motores		Nivel sonoro continuo equivalente en decibeles	<b>&lt;85 dBA</b>			
	Cuarto de motores Generadores		medidos en la escala A ( Leq dBA)				
	Área de Separadoras						
	Área de Taller						
Área de Caldera Auxiliar							
Áreas abiertas							
Cuarto Eléctrico Bajo Voltaje							
Cuartos Eléctrico Mediano Voltaje							
							Firma


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.2.4.2. Seguridad con andamios**

Cuando se utilizan andamios dentro de la planta para actividades operativas, se debe tener mucho cuidado ya que existen peligros de caídas de objetos, muertes o lesiones debido a caídas. Por lo que es importante antes de realizar operaciones sobre andamios, contar con el permiso de trabajos en altura.

Por lo tanto, se deben de seguir los lineamientos que se presentan en la figura 114, esto para asegurar la ejecución de trabajos bajo condiciones de seguridad y velar por el bienestar de los trabajadores de la planta.

Figura 114. Lineamientos para el uso de andamios

	<b>LINEAMIENTOS PARA EL USO DE ANDAMIOS</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para el desarrollo de actividades con uso de andamios y velar por la integridad física del personal de Orazul Energy

**1. SEGURIDAD CON ANDAMIOS**


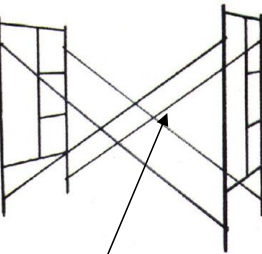
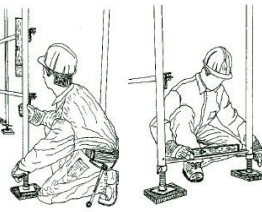
- Utilizar todos los sistemas de andamios manufacturados de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes
- No se permite alterar ninguna pieza del andamiaje por medio de soldadura, corte con soplete, corte, perforación o doblado
- No intercambiar las partes ni las secciones de los andamios de metal de fabricantes diferentes
- Cuando lo permita el espacio, las plataformas de los andamios tienen que utilizar y estar equipados con pasamanos estándar de 1 metro de altura asegurados fuertemente
- Asegurarse de que las precauciones siguientes son tomadas cuando se utilicen andamios con pisos:
  - Extienda los tablones por lo menos 0.15 m, pero no más de 0.45 m, por encima de los soportes laterales
  - Asegurar los tablones al marco para evitar que se estén moviendo
  - No trabajar desde una plataforma que tenga un ancho menor a dos tablones
  - No extender los tablones más de 0.35 m, desde el frente del área de trabajo a menos que se hayan instalado pasamanos de protección o se utilicen los sistemas de protección contra caídas
- Armar los andamios a nivel y sobre una base firme
- Asegurar los andamios con arrostramientos, tanto diagonales como cruzados
- Los andamios que son tres veces más altos que la dimensión más pequeña de su base, deberán asegurarse a la superficie del área de trabajo o a una estructura sólida
- Verificar que los rieles medios se encuentren en su posición y bien anclados
- Establecer el uso de protección contra caídas y verificar todo el entorno del trabajo
- Contar con la supervisión y permisos de trabajos correspondientes, así como el formato de inspección de andamios

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 115 se muestra el formato para el control e inspección de andamios dentro de la planta Las Palmas I.

Figura 115. Formato para inspección de andamios


		<b>CHECK LIST PARA INSPECCIÓN DE ANDAMIOS</b>			<b>PLANTA LAS PALMAS I</b>	
					<b>ÁREA DE SALUD OCUPACIONAL</b>	
					<b>ANDAMIOS</b>	
FECHA: _____ ÁREA: _____		ÁREA: _____				
Nº		DESCRIPCIÓN	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
1	 <b>ARROSTRAMIENTO</b>	Esta preparado en el lugar indicado				
2		El andamio esta nivelado				
3		Se encuentran en buenas condiciones las piezas del andamio				
4		Esta completo el arrostamiento cruzado/lateral				
5		Si el andamio es tres veces mas alto que la dimensión más pequeña de su base, esta asegurado a la estructura				
6		Los tablonen encajan plenamente sobre el andamio				
7		Se extienden los tablonen del andamio no más de 45 cms.				
8		Están en su sitio los pasamanos (1 metro de altura)				
9		Están en posición los rieles medios				
10		¿Existe alguna de las partes del andamio que no sea compatible al mismo y que haya sido adaptada sustituyendo la original?				
11		¿Están en buenas condiciones todas las partes en general del andamio o existe alguna otra condición que ponga en riesgo el trabajo a realizar?				
12		Se ha verificado toda la superficie de trabajo				
13		Se ha establecido protección contra caídas				
<b>OBSERVACIONES</b> _____ _____ _____ _____						
RESPONSABLE		NOMBRE:				
		FIRMA:				

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.2.4.3. Equipos de protección personal**

Para realizar actividades dentro de las instalaciones de Orazul Energy es obligatorio el uso de equipo de protección personal, ya que protegen contra los peligros de productos químicos tóxicos, ruido, superficies calientes o frías, caídas, entre otros, evitando así lesiones y/o enfermedades laborales. Por lo que es necesario seguir los lineamientos que se presentan en la figura 116.

Figura 116. **Lineamientos para el equipo de protección personal**

	<b>LINEAMIENTOS PARA USO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA:     /     /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para el uso del equipo de protección personal dentro de las áreas de trabajo de Orazul Energy


1. **SUPERVISOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**
  - Asegurar que están disponibles los equipos de protección personal (EPP) apropiados y que son utilizados correctamente por parte de los empleados de la instalación.
  - Asegurar que los empleados están capacitados y entrenados en los requisitos, el uso, el cuidado y las limitaciones de los equipos de protección personal (EPP).
  - Realizar las inspecciones de los equipos de protección personal a los trabajadores
2. **TRABAJADOR**
  - Usar los equipos de protección personal (EPP) apropiados según sea requerido y asegurar que los equipos de protección personal (EPP) son inspeccionados, limpiados y mantenidos.
  - Informar a su supervisor si los equipos de protección personal (EPP) que se le han asignado requieren reparación o reemplazo.
  - Los trabajadores de la planta tienen que asegurarse que la joyería, las prendas de vestir o el pelo no representan ningún peligro mientras están trabajando
  - No utilizar joyería o prendas de vestir que puedan ser atrapadas en la maquinaria o los equipos y ocasionar lesiones o daños
  - El pelo largo que podría quedar atrapado en los equipos deberá ser controlado utilizando redes para el pelo o trenzas para mantenerlo de tal forma que no se vuelva un riesgo

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 117 se muestra el formato de inspección de los equipos de protección personal.

Figura 117. Formato de inspección a equipos de protección personal

		<b>CHECK LIST DE INSPECCIÓN A EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>										<b>PLANTA LAS PALMAS I</b>					
												<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
<b>ÁREA DE TRABAJO:</b>												<b>DIA:</b>					
<b>NOMBRE DE SUPERVISOR:</b>												<b>HORA:</b>					
<b>EPP INSPECCIONADO A PERSONAL DE:</b>		<b>OFICINAS</b>	<b>M. MECÁNICO</b>		<b>M. ELÉCTRICO</b>		<b>OPERACIONES</b>		<b>LABORATORIO</b>		<b>LIMPIEZA</b>						
<p>1.-<b>Casco:</b> Arnés de casco completo y en buen estado, sin rajaduras o desgaste en cualquier parte donde ajuste el arnés u orejeras                  2.-<b>Protección Auditiva:</b> Completas, sin rajaduras, abolladuras, libre de pintura o descoloramiento.                  3.-<b>Lentes:</b> Sin rayones, rajaduras y deformaciones.                  4.-<b>Uniforme:</b> Completo y en buenas condiciones de uso, pantalón y camisa de manga larga                  5.-<b>Zapatos:</b> En buenas condiciones de uso (sin rajaduras y desgaste excesivo)</p>																	
No	Nombre de trabajador	Casco		Protección Auditiva				Lentes Claros		Lentes Oscuros		Guantes de trabajo		Uniforme		Zapatos	
		Bien	Mal	OREJERAS		TAPONES		Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
<b>NOTA:</b> Si alguno de los equipos inspeccionados se encuentra defectuoso, debe ser reemplazado inmediatamente por el supervisor del área de trabajo										<b>PERSONA QUE REALIZO LA INSPECCIÓN:</b>							
										<b>FIRMA:</b>							

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



#### **3.2.4.3.1. Protección para cara y ojos**

Es importante que cada trabajador que se encuentre en un área de peligro para los ojos o cara utilice la protección apropiada, por lo que se deben cumplir con los siguientes lineamientos generales para la protección visual dentro de la planta:

- Deben utilizarse medidas de protección visual que cumplan con los criterios aceptables de normas como ANSI Z87.1 y CSA Z94.3.
- Cualquier persona que entre a talleres de mantenimiento, cuarto de motores o área de peligro para los ojos tiene que utilizar la protección para los ojos.
- Las gafas protectoras sin ventilación se deben utilizar donde se encuentre presente un riesgo de salpicadura o exposición química.
- Cuando se utilicen cubiertas para el rostro, se deben utilizar lentes de seguridad con cubiertas laterales por debajo de la cubierta para el rostro.
- Los soldadores deben utilizar protección visual y cubierta para el rostro adecuado para el tipo de soldadura o corte a trabajar.

#### **3.2.4.3.2. Protección para la cabeza**

La protección para la cabeza se debe utilizar siempre que los trabajadores se encuentren expuestos a lesiones por objetos en caída, por lo que es obligatorio el uso de casco dentro del cuarto de motores, talleres de mantenimiento, espacios confinados, trabajos en altura.

Por lo tanto, se deben de seguir los siguientes lineamientos para la protección de la cabeza:

- La protección para la cabeza se debe utilizar cada vez que el trabajador se encuentre expuestos a lesiones por caída de objetos u otro peligro relacionado.
- Los cascos de seguridad o los cascos convencionales que se utilicen dentro de la planta deben cumplir o exceder criterios aceptables de la normativa ANSI Z89.1.
- Donde pudieran existir peligros eléctricos, los cascos de seguridad deben ser en su totalidad no conductores, tales como en el área de transformadores, generadores, paneles eléctricos y máquinas energizadas.
- Almacenar los cascos en un lugar limpio y seco, lejos de toda posibilidad de estar expuestos a daños físicos, mal uso o calor.

#### **3.2.4.3.3. Protección para los pies**

La protección para las extremidades inferiores, en su defecto las botas o calzado de seguridad es muy importante dentro de la planta ya que existe riesgo de caída de materiales pesados, por lo que debe ser obligatorio el uso de calzado de seguridad para el ingreso a las instalaciones de Orazul Energy.

En las instalaciones de la planta debe de utilizarse calzado de seguridad con suela antideslizante y que cumpla con los criterios de normas como ISO 20345 y ANSI Z42. Cuando se expongan a riesgos eléctricos como áreas de transformadores y paneles eléctricos deben de utilizarse calzado dieléctrico.

#### **3.2.4.3.4. Protección para las manos**

Utilizar protección para las manos siempre que se manipulen herramientas, cargas, materiales o productos químicos que presenten un riesgo que puedan lastimar a los trabajadores, por lo que se deben seguir los siguientes lineamientos dentro de las instalaciones de Orazul Energy:

- Usar guantes de neopreno o nitrilo al manejar productos químicos, trabajar con riesgos biológicos o con materiales que están a temperaturas extremas (fríos o calientes).
- Usar guantes de Kevlar o cuero, al manejar materiales o herramientas punzo-cortantes en el cuarto de motores o talleres de mantenimiento.
- No utilizar guantes cuando se trabaja en equipos modeladores rotativos tales como fresas, esmeriladoras, tornos o prensas taladradoras, ya que, por experiencias contadas por trabajadores y gerentes, se ha demostrado que los guantes pueden engancharse en estos equipos haciendo que la mano quede atrapada, ocasionando accidentes o lesiones a las personas.

#### **3.2.4.3.5. Protección para el cuerpo**

Es obligatorio en Orazul Energy utilizar pantalón de lona y camisa de manga larga, esto para evitar contacto de la piel con cualquier riesgo biológico o físico de los que se presentan dentro de la planta, por lo que se deben de cumplir con los siguientes lineamientos:

- Utilizar pantalón de lona y camisa de lona manga larga dentro del cuarto de motores y talleres de mantenimiento de la planta Las Palmas.
- Usar ropa de trabajo resistente a las llamas en acciones de respuesta a emergencias.

- El equipo de los brigadistas debe de cumplir con los criterios que establece la NFPA para poder ser utilizados.


#### **3.2.4.4. Actividades operativas**

Se proponen lineamientos para las actividades de operación de montacargas y herramientas, con la finalidad de proteger al trabajador y la preservación de todos los activos de la planta Las Palmas I.

##### **3.2.4.4.1. Montacargas**

El uso de montacargas ayuda mucho al realizar las actividades operativas dentro de la planta, para mover, remolcar, subir o bajar variedad de objetos pesados, por ello es importante seguir los lineamientos que se presentan en la figura 118 para la operación segura de montacargas y otros tipos de vehículos para el levantamiento de cargas.

Figura 118. Lineamientos para el uso de montacargas

	<b>LINEAMIENTOS PARA EL USO DE MONTACARGAS</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para el manejo y uso del montacargas dentro de las áreas de trabajo de Orazul Energy

**1. USO DE MONTACARGAS**

- Los montacargas nuevos deben cumplir con los requerimientos de diseño y construcción del estándar de seguridad para camiones industriales con potencia. El vehículo debe tener una etiqueta o alguna otra marca indicando tal aprobación
- Se prohíbe cualquier modificación o adición que puedan afectar la capacidad u operación segura de un montacargas
- Solo se permite la operación de un montacargas a los trabajadores debidamente entrenados y autorizados., se debe preparar una lista con el nombre de estos trabajadores la que debe ser aprobada por el Gerente de Plantas
- Los montacargas deben mantenerse limpios, libres de basura, exceso de aceite y grasa
- Los montacargas deben mantenerse en buen estado. Nunca deberán ser operados cuando existen defectos u otras condiciones que afecten con la seguridad del vehículo y del trabajador
- Se debe respetar todos los límites de velocidad de la planta
- No se permite que nadie viaje en las cuchillas de un montacargas
- No se permite que viaje más de una persona (el conductor) en un montacargas
- Están prohibidas las bromas de mal gusto y el manejo indebido de los montacargas o vehículos pesados
- Se deben manejar únicamente cargas que se encuentren dentro de la capacidad de los montacargas o vehículos pesados
- Los montacargas deben ser inspeccionados al finalizar cada turno, al menos una vez por semana
- Los operadores deben utilizar los cinturones de seguridad cuando operen un montacargas
- No se deberá llenar el tanque de combustible mientras el motor está en marcha y debe evitarse cualquier derrame.
- Todos los montacargas deben portar una etiqueta que muestre el peso de la unidad y su capacidad de carga

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 119 se muestra el formato para el control del uso de montacargas.

Figura 119. Formato para inspección del montacargas


	CHEK LIST DE INSPECCIÓN DE MONTACARGAS	PLANTA LAS PALMAS I MONTACARGAS
<b>INSPECCIÓN SEMANAL DE MONTACARGAS</b>		
Montacargas No. _____ Fecha: _____ Realizada por: _____		
<b>Inspeccionar los siguientes aspectos</b>	<b>OK</b>	<b>Observaciones</b>
1. Conexión de la batería		
2. Carga de la batería		
3. Frenos –servicio y freno de asiento		
4. Luces – delanteras, traseras y de emergencia		
5. Bocina		
6. Líquido de dirección hidráulica		
7. Llantas		
8. Controles hidráulicos/fluidos		
9. Aceite del motor		
10. Refrigerante del motor		
11. Cualquier daño que pueda afectar la operación segura.		
12. Extintor		
13. Capacidad de carga visible		
Observaciones y explicaciones adicionales o sugerencias _____ _____		
Firma del operador _____		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.4.4.2. Herramientas

Para el uso y manejo de herramientas manuales, neumáticas, eléctricas, de combustible y presión que se tienen dentro de la planta, deben de seguirse los lineamientos generales para el uso de herramientas que se presentan en la figura 120.

Figura 120. Lineamientos generales para el uso de herramientas

	<b>LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL USO DE HERRAMIENTAS</b>	ORAZUL ENERGY
		PLANTA LAS PALMAS
		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para el manejo y uso general de herramientas dentro de las áreas de trabajo de Orazul Energy




- REQUISITOS GENERALES**
  - Antes de trabajar con los equipos o las herramientas, asegurar que los peligros asociados con el trabajo hayan sido contemplados, y que se hayan tomado las precauciones para minimizar los riesgos
  - Utilizar las herramientas únicamente para los propósitos con el que fueron diseñadas
  - Asegurar que los mangos de madera estén libres de grietas y astillas de madera, y que estén ajustados fuertemente en la herramienta.
  - Asegure que todas las limas planas de mano tienen que tener mangos de protección
- USO Y OPERACIÓN**
  - Cuando se trabaja sobre superficies inclinadas, elevadas o con rejillas, amarre las herramientas para evitar que ellas se caigan hacia un nivel inferior y lastimen a alguien
  - Asegurar de manera apropiada cualquier pieza de trabajo de tal manera que las dos manos estén libres para controlar la herramienta
  - Cuando una herramienta se encuentre sostenida por un trabajador y golpeada por otro, utilice una persona para que sostenga y que sea adecuada. No coloque sus manos directamente sobre la herramienta que está siendo golpeada
  - Almacenar las herramientas de manera apropiada para evitar daños o degradación de las mismas
- INSPECCIÓN, REPARACIÓN Y LIMPIEZA**
  - Asegurar que solamente personas calificadas afilan, ajustan y reparan las herramientas que lo necesiten
  - Asegurar que las herramientas sean inspeccionadas
  - Antes y después de cada uso, y que sean limpiadas según sea necesario
  - Por lo menos de manera trimestral, identificar los defectos y asegurar que las herramientas funcionan perfectamente.
  - Asegurar que las herramientas modificadas hechas para adaptarse a aplicaciones especiales dentro de la planta sean revisadas por parte del área de Ingeniería y el área de seguridad industrial de la planta Las Palmas.

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 121 se presenta el formato para la inspección de herramientas.

Figura 121. Formato para inspección de herramientas

Orazul Energy Planta Las Palmas		CHECK LIST PARA INSPECCIÓN DE HERRAMIENTAS			PLANTA LAS PALMAS I
					INSPECCIÓN DE HERRAMIENTAS
FECHA: _____					
ÁREA : _____					
Nº	HERRAMIENTAS MANUALES	DETALLE	SI	NO	OBSERVACIONES
1		Los mangos de las herramientas son de fábrica			
2		Los mangos tiene astillas, rajaduras, etc.			
3		Los mangos están flojos			
4		Las herramientas se encuentran libre de aceites o grasa			
6		Las llaves de boca fija tienen las quijadas y mecanismo en buen estado			
7		El dentado de las quijadas esta en buenas condiciones			
8		Se han añadido elementos no propios de la herramienta			
9		Las herramientas de impacto (punzones, cincéles, Etc). se encuentran deformadas			
HERRAMIENTAS DE MANO OPERADAS A CORRIENTE					
Nº	HERRAMIENTAS DE MANO OPERADAS A CORRIENTE	DETALLE	SI	NO	OBSERVACIONES
1		Los cordones de las herramientas se encuentran en buenas condiciones			
2		Las herramientas eléctricas cuentan con aislamiento			
3		Las extensiones eléctricas son de fábrica y no presentan daños que dejen expuestos los cables			
HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS E HIDRÁULICAS					
Nº	HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS E HIDRÁULICAS	DETALLE	SI	NO	OBSERVACIONES
1		La manguera de aire se encuentra asegurada por medio de abrazaderas para evitar latigasos			
2		Las abrazaderas se encuentran en buenas condiciones y debidamente ajustadas			
3		Se utiliza unicamente aire comprimido para la operación de las herramientas Neumáticas			
4					
5		Las mangueras de las herramientas hidráulicas presentan fugas			
HERRAMIENTAS DE CORTE Y ESMERILADO					
Nº	HERRAMIENTAS DE CORTE Y ESMERILADO	DETALLES	SI	NO	OBSERVACIONES
1		Las herramientas cuentan con su guarda de protección respectiva y no han sido alteradas			
2		La zona de ubicación de la herramienta cuenta con señalización de seguridad			
3		La limpieza de la máquina es aceptable			
OBSERVACIONES					
_____					
_____					
_____					
_____					
RESPONSABLE		NOMBRE:			
		FIRMA:			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



### **3.2.4.5. Informe de incidentes**

Es importante que ante todo incidente o accidente que puedan suceder durante las operaciones dentro de la planta Las Palmas I, sean informados por los trabajadores a los encargados de seguridad industrial o jefe inmediato, esto para la respuesta inmediata y la implementación de acciones pertinentes, por lo que para la comunicación de incidentes se deben de seguir los siguientes lineamientos:

- Comunique todo incidente de salud y seguridad ocupacional al supervisor del área inmediatamente.
- En caso de ocurrir un incidente de salud y seguridad tome las medidas necesarias para limitar el daño y estabilizar la situación sin comprometer su salud o seguridad personal y la de los demás trabajadores.
- Conserve la escena del incidente hasta que se pueda documentar una evidencia.
- Los supervisores y encargado de seguridad de la planta deben informar de inmediato todo incidente de salud y seguridad al gerente de plantas y al grupo de gerentes.
- Los encargados de seguridad de la planta deben comenzar con la investigación del incidente dentro de las 24 horas de ocurrido.


En la figura 122 se muestra el formato para el informe de incidentes.



### **3.2.5. Instrucciones para trabajos seguros**

Para ejecutar trabajos dentro de la planta se establecen las precauciones necesarias en la planificación de los trabajos a ser realizados por los trabajadores, por lo que se deben de realizarse con la autorización del trabajo que contiene la información y especificaciones a seguir para un trabajo seguro, de estas actividades se exceptúan las maniobras de operación normales realizadas en los puestos de trabajo. Para la emisión de un permiso de trabajo se deben de seguir los lineamientos que se muestran en la figura 123.

Figura 123. **Lineamientos para la gestión de un permiso de trabajo**

	<b>LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE PERMISOS DE TRABAJO</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para la gestión de un permiso de trabajo dentro de las instalaciones de Orazul Energy

**1. ESTACIONES DE TRABAJO**

- El personal de operaciones o el encargado de seguridad industrial emiten todos los permisos de trabajo y tienen que anotar en el permiso cualquier instrucción o precaución especial en el momento
- Los trabajadores de manera individual al igual que el encargado de seguridad industrial, no podrán emitir un permiso para ellas mismas
- Los trabajadores de mantenimiento podrán requerir estar presentes y/o firmar el permiso de trabajo en el momento de la emisión. El personal de mantenimiento tiene que revisar el permiso y las condiciones, así como la ubicación del trabajo, antes de que el permiso sea emitido
- Los permisos son válidos únicamente para un turno, un máximo de 12 horas, y el permiso expira cuando cambia el personal trabajando en la jornada laboral
- Los permisos podrán ser revalidados por el supervisor del área o el encargado de seguridad industrial en el cambio de turno por un máximo de otras 12 horas, únicamente si todas las condiciones del permiso fueron revisadas y permanecen siendo las mismas
- Si el trabajo continúa durante un tercer turno, tiene que ser emitido un nuevo permiso. Los permisos expirados tienen que ser devueltos al supervisor del área o el encargado de seguridad industrial de la planta
- Los trabajadores no deben realizar trabajos bajo condiciones inseguras o en violación de las condiciones que se especifiquen en el permiso de trabajo
- Si se desarrolla o existe la sospecha de una condición insegura, suspenda el trabajo, corrija la condición y contacte al supervisor del área y al encargado de seguridad industrial de la planta para solucionar la situación
- El permiso podrá ser cancelado por el encargado de seguridad industrial de la planta si se falta a los lineamientos anteriores y se emitirá hasta la previa autorización nuevamente


1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.5.1. Trabajo estándar

Un trabajo estándar o trabajo en frío son los que no generan calor, en donde el entorno es completamente seguro, para la ejecución de un trabajo estándar se deben de seguir los lineamientos que se muestran en la figura 124.

Figura 124. Lineamientos para la ejecución de un trabajo estándar

 <b>Orazul Energy</b> <small>Planta Las Palmas</small>	<b>LINEAMIENTOS PARA REALIZAR UN TRABAJO ESTÁNDAR</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		FECHA: / /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para la ejecución de un trabajo estándar dentro de las instalaciones de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJO ESTANDAR**

- Se consideran trabajos estándar las siguientes actividades
  - Limpieza en áreas de producción
  - Servicios de mantenimiento en los motores
  - Trabajos de desinstalación de equipos y tubería
  - Trabajos de aislamiento de superficies calientes
  - Trabajos de excavación menores a 1.2 m
  - Reemplazo de empaquetaduras
  - Instalación de tubería o acoples roscados
  - Instalación de bridas ciegas
  - Vaciado de concreto
  - Trabajo de Albañilería
  - Trabajo en sistemas electrificados activados
  - Levantar o izar pesos de más de 10 toneladas
- El supervisor de operaciones o el encargado de seguridad industrial de la planta tienen que verificar que las condiciones requeridas en el permiso están completas y que todas las partes requeridas han firmado el permiso
- Estas condiciones podrán incluir la despresurización y limpieza de los equipos, la terminación del bloqueo, rotulación y las pruebas de los indicadores de gases combustibles, y que el área de trabajo esté segura
- El permiso tiene que ser aprobado por el encargado de seguridad industrial de la planta antes de que pueda ser iniciado el trabajo. El supervisor de operaciones podrá obtener la aprobación del permiso en el campo del encargado de seguridad industrial por medio del teléfono o radio en algunas ocasiones
- Coloque de manera visible el permiso en el sitio de trabajo dentro de una cubierta plástica de protección adjunta al equipo al que se le está dando servicio o está siendo reparado

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.5.2. Bloqueo y etiquetado

Para poder realizar actividades de mantenimiento y relacionadas con equipos energizados, es obligatorio el bloqueo y etiquetado para el control de la energía peligrosa de estos sistemas o equipos, con la colocación de un dispositivo de bloqueo y de etiquetado, estos indican que se encuentran en mantenimiento o que han sido sacados de servicio de forma permanente.

De acuerdo al área y personal que se distribuye para las diversas operaciones dentro de la planta, se deben identificar con el color de candado que se presenta en la tabla XXXIII.


Tabla XXXIII. **Tabla de colores de candados para bloqueo y etiquetado**

<b>Especificación de Área</b>	<b>Color del candado</b>
Operaciones	Rojo
Equipo en prueba	Blanco
Bloqueo permanente	Azul
Mantenimiento mecánico	Verde
Electricistas e instrumentistas	Amarillo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para la ejecución de un bloqueo y etiquetado seguro, se deben de seguir los lineamientos que se presentan en la figura 125.

Figura 125. Lineamientos para realizar un bloqueo y etiquetado

	<b>LINEAMIENTOS PARA REALIZAR UN BLOQUEO Y ETIQUETADO</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /     /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para realizar un bloqueo y etiquetado de maquinaria y equipos en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA REALIZAR UN BLOQUEO Y ETIQUETADO**

- No se debe iniciar ningún trabajo de mantenimiento, sin que se verifique que se han controlado todas las energías peligrosas, mediante la colocación de dispositivos de bloqueo con su respectiva etiqueta
- Se debe asegurar que el candado que se utiliza para el control de la energía peligrosa, identifica al solicitante del bloqueo y en base al color identifica al área que corresponde, esta identificación le dará facilidad para ponerse en contacto con el responsable. Cada candado debe contar con su propia identificación
- La etiqueta que debe acompañar al dispositivo de bloqueo debe tener señalizado la condición de peligro “No Operar” con su respectivo número de identificación
- No retirar dispositivos de bloqueo y etiquetado que han sido colocados por otro trabajador
- No retirar su candado de seguridad hasta que haya cerrado su permiso de trabajo
- Nunca debe de retirarse de la planta sin haber cerrado su permiso de trabajo y haber retirado su candado de bloqueo y etiquetado
- No deben existir candados o tarjetas con numeraciones repetidas
- Reportar al supervisor de área de turno, si algún dispositivo de bloqueo y etiquetado está deteriorado o no se cuenta con algún dispositivo
- Para la liberación de la energía peligrosa debe asegurarse que los siguientes aspectos son cubiertos
- Asegurar que todas las piezas móviles se hayan detenido
- Desconectar la tensión en resortes o bloquea el movimiento de partes activadas por sistema de resortes
- Bloquear o asegurar aquellas partes que puedan caerse, debido a la gravedad
- Verificar que no exista voltaje previo a realizar cualquier maniobra sobre líneas o equipos eléctricos y que los interruptores están en off y han sido bloqueados
- Instalar los contactos a tierra, tierras temporales en caso de trabajos en línea y tableros de baja o mediana tensión
- Asegurar que no haya nadie en los lugares de peligro y luego proceder a verificar, realizando lecturas de voltajes, presiones o temperaturas en los medidores por medio de equipos como multímetro, cámara termográfica

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.5.3. Trabajo con calor**


Cualquier trabajo susceptible de producir un poco de calor o chispa que pueda convertirse en una fuente de ignición con la presencia de un material o fluido inflamable, se considera como un trabajo en caliente o trabajo con calor y dentro de las actividades de la planta se tienen las siguientes:

- Soldadura eléctrica y autógena
- Soplete u otros cortes térmicos con metales
- Esmerilado en un área en donde pueda haber presencia de gases o líquidos combustibles
- Trabajos con llama abierta
- Trabajo en área de riesgos de explosión
- Limpieza a presión a base de solventes y pintado a presión
- Pintado con pintura a base de solvente
- Instalación de acoples de tubería a base de solventes
- Trabajo en áreas de almacenamiento de materiales inflamables o combustibles
- Carga y descarga de combustibles
- Instalaciones eléctricas y su reparación
- Instalación y reparación de instrumentos

En la figura 126 se presentan los lineamientos a seguir para la ejecución de trabajos con calor.



Figura 126. **Lineamientos para la ejecución de trabajos con calor**

	<b>LINEAMIENTOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CALOR</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para realizar trabajos con calor en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA REALIZAR TRABAJOS CON CALOR**

- Movilizar el trabajo, de ser posible, a un área segura donde no exista riesgo de incendio. Cuando esto no puede llevarse a cabo, se debe emitir el permiso para trabajos en caliente y cumplir con los siguientes lineamientos:
- Se requiere el permiso para trabajos en caliente para la finalidad de desempeñar tareas temporales que impliquen llamas, o produzcan calor o chispas.
- Antes de realizar trabajos de soldadura o corte, evalúe y proteja el área de trabajo de elementos combustibles
- Antes de utilizar el permiso para trabajos en caliente, familiarícese y comprenda los requisitos y riesgos que presenta el trabajo a realizar y su entorno
- Asigne una vigilancia contra incendios con un adecuado extintor de incendios para las tareas de soldadura y corte en el área laboral con materiales combustibles o donde las chispas de fuego no se pongan en contacto con el área de trabajo
- Asegúrese de que la persona a la que se asignó la vigilancia contra incendios está capacitada para responder ante una situación de emergencia
- Al finalizar el permiso, devuélvalo a la ubicación adecuada
- Verifique el área de trabajo y retire del lugar de trabajo cualquier material combustible.
- Realice una prueba para verificar la atmósfera por la presencia de gases inflamables, mediante una inspección en el área del trabajo
- Utilice pantallas para soldar cada vez que otras personas puedan quedar expuestas a tareas de soldadura o corte
- Mantenga las áreas de trabajos de soldadura, corte y amolado, limpias y libres de basura, trapos, y otros elementos combustibles
- Mientras se lleva a cabo cualquier trabajo en caliente, use vestimenta apropiada para proteger la piel expuesta de llamas, posibles chispas, calor o superficies calientes
- En caso de presentarse condiciones extremas, use mangas de cuero, delantales y capas de soldadura


1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### **3.2.5.4. Trabajo en altura**

Los trabajos en altura dentro de la planta son todas las operaciones que se realizan sobre una altura de 1.80 m del suelo o en las que es indispensable utilizar un elemento de seguridad para evitar caídas a un distinto nivel, para poder realizar el trabajo correspondiente se deben de seguir los lineamientos que se presentan en la figura 127.

Figura 127. **Lineamientos para ejecución de trabajos en altura**

	<b>LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /     /


Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para la ejecución de trabajos en altura en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURA**

- Asegurar que los trabajadores que van a realizar trabajos en altura utilicen siempre su equipo de protección personal requerido, el cual debe ser verificado en forma periódica
- Asegurar que se utilice sólo equipos industriales y herramientas aprobados por el área de seguridad ocupacional
- Asegurar que los trabajadores involucrados en la preparación, monitoreo y ejecución de trabajos en altura esté debidamente capacitados y entrenados para la ejecución de las maniobras
- Evaluar los peligros y consecuencias de los trabajos en altura cercanos a líneas o equipos energizados para que se implementen los controles necesarios
- Asegurar que los trabajadores conozcan los peligros, riesgos y precauciones antes de iniciar los trabajos
- Para las actividades de montaje o desmontaje de andamios, sistemas de detención contra caídas se deberá de realizar los protocolos para trabajos con andamios
- Si los trabajos que se desarrollan en altura en áreas externas se ven afectados por lluvias o vientos, estos deben ser suspendidos y se podrán reanudar cuando las condiciones climáticas sean favorables y seguras, además se debe de verificar que todas las partes de los andamios se encuentren completamente secas
- Si para realizar algún trabajo se necesita retirar temporalmente un dispositivo de protección contra caídas (redes, barandas, etc.), será obligatorio el uso de cinturón o arnés de seguridad

1/2

Continuación figura 127

 <b>Orazul Energy</b> Planta Las Palmas	<b>LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURA</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>
		<b>FECHA:</b> /     /

**2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- Casco de seguridad
- Guantes: antideslizantes en caso de trabajos mecánicos, flexibles de alta resistencia a la abrasión, eléctricos según el voltaje donde se trabajará si así se requiere
- Zapatos de seguridad: Dieléctricos con suela antideslizante y punta de acero
- Arnés de cuerpo completo, ergonómico y para ser utilizado con línea de vida. El arnés debe ser inspeccionado cada vez que se ocupe y verificar su correcto estado
- Líneas de seguridad, eslingas y ganchos: se usan para asegurarse desde un punto de seguridad a un punto de anclaje fijo, horizontal o vertical, las columnas, vigas y postes son consideradas puntos seguros para fijar
- Evitar usar tuberías de diámetro pequeño y cualquier parte de un sistema eléctrico para engancharse
- No se permite la conexión de más de dos trabajadores a un punto de anclaje fijo
- Utilizar mosquetón
- Gafas de seguridad: Deben proteger los ojos de impactos y rayos ultravioleta
- Protección auditiva: Si es necesaria

2/2

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.


### **3.2.5.5. Trabajo en espacios confinados**

Para que un lugar sea reconocido como un espacio confinado, debe de cumplir con las siguientes características:

- Un espacio cerrado en donde sea difícil entrar o salir rápidamente
- Un espacio cerrado en donde la ventilación sea limitada
- Un espacio cerrado que no esté diseñado para ser habitado por seres humanos
- Una excavación mayor 1.2 m de profundidad
- Un espacio cerrado donde haya contenido algún producto tóxico, inflamable o combustible. Estos espacios incluyen bóvedas subterráneas, tanques, depósitos de almacenamiento, pozos de acceso, túneles, calderas, alcantarillas, zanjas y ductos

Para poder ejecutar trabajos seguros en espacios confinados se deben de seguir los lineamientos que se presentan en la figura 128.

Figura 128. **Lineamientos para la ejecución de trabajos en espacios confinados**

	<b>LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para la ejecución de trabajos en espacios confinados en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS**


- Identificación y señalización de espacios confinados
- Colocar las cintas de protección, delimitar con letreros apropiados para que los trabajadores sean advertidos y permanezcan fuera del área
- Limpiar y purgar el lugar de sustancias peligrosas, combustibles e inflamables
- Realizar una prueba de gases y verificar que el contenido de oxígeno se encuentra entre 19.5 % y 23.5%
- Inspeccionar el espacio confinado para determinar los peligros presentes antes de ingresar
- Llene el check list de control del personal autorizado a un espacio confinado
- No utilizar equipos de combustión interna, cilindros de gas comprimido o calentadores dentro de un espacio confinado
- Utilizar el equipo de protección personal adecuado para todo tipo de trabajos a realizar dentro del espacio confinado
- Si es necesario la ventilación de un espacio confinado, utilice ventiladores dentro del lugar hasta que ya sea posible continuar con los trabajos con normalidad
- Un trabajador debe quedarse vigilando fuera del espacio confinado con radio para estar en comunicación con el resto de trabajadores de la planta por cualquier incidente que pueda suceder

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 129 se muestra el formato de control para la ejecución de trabajos en espacios confinados.

Figura 129. **Formato de control del personal autorizado a espacios confinados**

		<b>CHECK LIST PARA CONTROL DE INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS</b>			<b>PLANTA LAS PALMAS I</b>		
					<b>ESPACIO CONFINADO</b>		
<b>ESPACIO CONFINADO:</b>					<b>FECHA</b>		
<b>NOMBRE DE GUARDIA DE SEG.</b>					<b>No. PERMISO</b>		
N°	NOMBRE DE PERSONAL AUTORIZADO A INGRESAR	HORA DE INGRESO	HORA DE SALIDA	MEDICIÓN ATMOSFÉRICA			
				Dióxido de carbono CO2	Ácido Sulfidrico H2S	Oxígeno O2	Limite de explosividad <10%LEL
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
9.							
10.							

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.5.6. Trabajos con electricidad**


Dentro de la planta para cualquier trabajo de instalación y mantenimiento que se realicen en equipos eléctricos, ya sea que estén energizados o desenergizados y que los riesgos pueden ser controlados con las condiciones que conlleva la ejecución de un trabajo seguro, se tienen las siguientes actividades con sistemas eléctricos:

- Mantenimiento preventivo de paneles eléctricos
- Trabajos de mantenimiento de transformadores en la sub estación
- Cambio y reparación de lámparas
- Mantenimiento de instrumentos
- Conexión o desconexión de motores eléctricos

En la figura 130 se presentan los lineamientos a seguir para la ejecución de trabajos con electricidad dentro de la planta Las Palmas I.



Figura 130. **Lineamientos para la ejecución de trabajos con electricidad**

	<b>LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON ELECTRICIDAD</b>	<b>ORAZUL ENERGY</b>
		<b>PLANTA LAS PALMAS</b>
		<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
		<b>FECHA:</b> /    /

Los siguientes lineamientos establecen las acciones que se deben de seguir para la ejecución de trabajos con electricidad en las áreas de trabajo para el personal de Orazul Energy

**1. LINEAMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON ELECTRICIDAD**

- Se deben utilizar bien todos los equipos de protección personal
- Use siempre cascos y gafas de seguridad
- Antes del uso diario, inspeccione que los equipos de protección eléctrica no tengan defectos visibles
- Controle la fecha de fábrica de los guantes de goma, mangas, capas y manguera para líneas eléctricas al momento de utilizarlos
- Pruebe llenando de aire los guantes antes de utilizarlos, para verificar que no tenga orificios o rajaduras
- No utilice el equipo si se excedió la fecha de inspección o vencimiento
- Si se descubre un defecto durante la inspección de equipos de seguridad personal, equipos de protección eléctrica o herramientas eléctricas en línea, se debe marcar el equipo como defectuoso y no se debe utilizar
- Se debe usar calzado dieléctrico mientras se está a nivel o bajo el nivel del suelo siempre que exista el riesgo de pisar o tocar cables de alto voltaje. Se debe usar calzado dieléctrico para:
  - Mientras se manejan conductores caídos mientras se trabaja en el suelo
  - Mientras se opera el control de interruptores, desconexiones o cualquier dispositivo energizado a más de 600V
  - Mientras se instalan o se cambian fusibles en cortes de tierra desde el suelo con una vara aislante o con un bastón operativo
  - Mientras se trabaja alrededor de un equipo móvil dentro de una subestación
  - Mientras se explora, se resuelven problemas o mientras se caminan en áreas eléctricas
- Inspeccione visualmente los zapatos dieléctricos a diario y cámbielos si están gastados o defectuosos

1/1

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.6. Registros**

Para la ejecución de trabajos seguros de acuerdo a la especialidad de cada uno de ellos, es obligatorio contar con el permiso de trabajo para poder ejecutar las actividades, así como guardar un registro de todo lo realizado, para ello a continuación se muestran los permisos de trabajo para cada uno de los diferentes tipos de trabajo seguros dentro de la planta Las Palmas.

#### **3.2.6.1. Permiso de trabajo estándar**

En la figura 131 se muestra el formato del permiso de trabajo estándar que se debe aplicar para las diversas actividades.



Continuación figura 131.

Autorización		
<b>APROBADO POR:</b> He revisado este permiso de trabajo y considero que cumple con los requisitos exigidos para desarrollar el trabajo de forma segura <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
<b>SUPERVISOR DE TURNO:</b> He verificado personalmente el área de trabajo y las medidas de seguridad tomadas para la realización y considero que se puede realizar el trabajo en forma segura. <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO		
TRABAJO TERMINADO	TRABAJO ACEPTADO	PERMISO ACTUALIZADO <input type="checkbox"/> CANCELADO <input type="checkbox"/> SUSPENDIDO <input type="checkbox"/>
Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____ Razón: _____ Continúa con permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____	Nombre de la persona que aprueba: _____	Nombre del supervisor de turno: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____


Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



### 3.2.6.3. Permiso de trabajo con calor

En la figura 133 se muestra el formato del permiso de trabajo con calor que debe de utilizarse para actividades que se realicen con calor.

Figura 133. Permiso de trabajo con calor

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>PERMISO PARA TRABAJO CON CALOR</b>	<b>ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>
<b>SOLICITANTE</b>		
Fecha de Solicitud: día _____ mes _____ año _____		Hora: _____
Orden de trabajo No. _____		Permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____		Firma: _____
Cargo del solicitante: _____		
Personal:	Trabajador <input type="checkbox"/>	Contratista <input type="checkbox"/>
Descripción del trabajo a realizar: _____		
Lugar de ejecución del trabajo: _____		
No. de personas participantes en el trabajo: _____		
Duración estimada del trabajo: _____		
Es un espacio confinado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Nota: Si la respuesta es "SI" solicite un permiso de ingreso a espacio confinado		
Requiere bloqueo y etiquetado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Nota: Si la respuesta es "SI" verifique la instalación del bloqueo y etiquetado		
<b>TIPO DE TRABAJO A REALIZAR</b>		
Soldadura <input type="checkbox"/>	Trabajo con llama <input type="checkbox"/>	Instalación o mantenimiento de equipos <input type="checkbox"/>
Corte <input type="checkbox"/>	Trabajo a presión <input type="checkbox"/>	Pintura u otros <input type="checkbox"/>
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL REQUERIDO</b>		
Careta de soldadura <input type="checkbox"/>	Lentes de seguridad <input type="checkbox"/>	
Protección auditiva <input type="checkbox"/>	Botas de seguridad <input type="checkbox"/>	
Guantes de seguridad <input type="checkbox"/>	Delantal químico <input type="checkbox"/>	
Mascarilla <input type="checkbox"/>	Traje químico <input type="checkbox"/>	
Protección contra caídas <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	
<b>REQUISITOS :</b>		
1. Se ha desconectado, despresurizado y limpiado la tubería de los equipos	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
2. Se han inspeccionado los riesgos para este trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El personal que realiza el trabajo se encuentra capacitado para la ejecución de operaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Conocen los trabajadores el procedimiento para el trabajo a realizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se dispone de extintor o equipos contra incendios cerca del lugar de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Se tiene un plan de rescate para los trabajadores en caso de accidente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El encargado de seguridad a verificado que se cumplan las medidas de protección antes de realizar el trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Se ha verificado que existe señalización en el área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Se ha verificado que existe delimitación del área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Hay suficiente iluminación en el área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. El área de trabajo se encuentra libre de condiciones que pueden afectar la seguridad del personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>INSTRUCCIONES Y/O RECOMENDACIONES</b>		

Continuación figura 133.


Autorización		
<b>APROBADO POR:</b> He revisado este permiso de trabajo y considero que cumple con los requisitos exigidos para desarrollar el trabajo de forma segura <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
<b>SUPERVISOR DE TURNO:</b> He verificado personalmente el área de trabajo y las medidas de seguridad tomadas para la realización y considero que se puede realizar el trabajo en forma segura. <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO		
<b>TRABAJO TERMINADO</b>	<b>TRABAJO ACEPTADO</b>	<b>PERMISO ACTUALIZADO</b> <input type="checkbox"/> <b>CANCELADO</b> <input type="checkbox"/> <b>SUSPENDIDO</b> <input type="checkbox"/>
Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____ Razón: _____ Continúa con permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____	Nombre de la persona que aprueba: _____	Nombre del supervisor de turno: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.6.4. Permiso de trabajo en altura

En la figura 134 se muestra el formato del permiso de trabajo en altura que deben de utilizarse cuando se realicen actividades arriba de 1.80 m de altura.

Figura 134. Permiso de trabajo en altura

		PERMISO PARA TRABAJO EN ALTURA		ÁREA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	
<b>SOLICITANTE</b>					
Fecha de Solicitud: día ____ mes ____ año ____			Hora: _____		
Orden de trabajo No. _____			Permiso No. _____		
Nombre del solicitante: _____			Firma: _____		
Cargo del solicitante: _____					
Personal:		Trabajador <input type="checkbox"/>		Contratista <input type="checkbox"/>	
Descripción del trabajo a realizar: _____					
Lugar de ejecución del trabajo: _____					
No. de personas participantes en el trabajo: _____					
Duración estimada del trabajo: _____					
Es un espacio confinado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
Nota: Si la respuesta es "SI" solicite un permiso de ingreso a espacio confinado					
Requiere bloqueo y etiquetado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
Nota: Si la respuesta es "SI" verifique la instalación del bloqueo y etiquetado					
<b>HERRAMIENTAS REQUERIDAS</b>					
Escalera de extensión <input type="checkbox"/>		Escalera de tijera <input type="checkbox"/>		Andamio <input type="checkbox"/>	
Plataforma <input type="checkbox"/>		Plataforma elevadora <input type="checkbox"/>		Montacargas con canasta de Seguridad <input type="checkbox"/>	
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL REQUERIDO</b>					
Casco de seguridad <input type="checkbox"/>		Lentes de seguridad <input type="checkbox"/>			
Protección auditiva <input type="checkbox"/>		Botas de seguridad <input type="checkbox"/>			
Guantes de seguridad <input type="checkbox"/>		Arnés de seguridad <input type="checkbox"/>			
Mascarilla <input type="checkbox"/>		Línea de vida con absorvedor de impacto <input type="checkbox"/>			
Línea de vida <input type="checkbox"/>		Línea de vida sin absorvedor de impacto <input type="checkbox"/>			
<b>REQUISITOS :</b>					
1. Se han inspeccionado los equipos para un trabajo seguro en alturas				SI	NO
2. Se han inspeccionado los riesgos para este trabajo				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El personal que realiza el trabajo cuenta con entrenamiento de trabajo en altura				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Conocen los trabajadores el procedimiento aprobado para el trabajo a realizar				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se han revisado los puntos de anclaje a utilizar				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Se tiene un plan de rescate para los trabajadores en caso de accidente				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El encargado de seguridad a verificado que se cumplan las medidas de protección antes de realizar el trabajo				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Se ha verificado que existe señalización en el área de trabajo				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Se ha verificado que existe delimitación del área de trabajo				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Hay suficiente iluminación en el área de trabajo				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. El área de trabajo se encuentra libre de condiciones que pueden afectar la seguridad del personal				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>INSTRUCCIONES Y/O RECOMENDACIONES</b>					



Continuación figura 134.


Autorización		
<b>APROBADO POR:</b> He revisado este permiso de trabajo y considero que cumple con los requisitos exigidos para desarrollar el trabajo de forma segura Nombre: _____ Firma: _____ Fecha: ____/____/____ Hora: _____		
<b>SUPERVISOR DE TURNO:</b> He verificado personalmente el área de trabajo y las medidas de seguridad tomadas para la realización y considero que se puede realizar el trabajo en forma segura. Nombre: _____ Firma: _____ Fecha: ____/____/____ Hora: _____		
CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO		
TRABAJO TERMINADO	TRABAJO ACEPTADO	PERMISO ACTUALIZADO <input type="checkbox"/> CANCELADO <input type="checkbox"/> SUSPENDIDO <input type="checkbox"/>
Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____ Razón: _____ Continúa con permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____	Nombre de la persona que aprueba: _____	Nombre del supervisor de turno: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 3.2.6.5. Permiso de trabajo en espacios confinados

En la figura 135 se detalla el formato del permiso de trabajo en espacios confinados que deben de utilizar en lugares de difícil acceso para los trabajadores.

Figura 135. Permiso de trabajo en espacios confinados

 Orazul Energy Planta Las Palmas	<b>PERMISO PARA TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO</b>	ÁREA DE SALUDA Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
<b>SOLICITANTE</b>		
Fecha de Solicitud: día _____ mes _____ año _____		Hora: _____
Orden de trabajo No. _____		Permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____		Firma: _____
Cargo del solicitante: _____		
Personal:	Trabajador <input type="checkbox"/>	Contratista <input type="checkbox"/>
Descripción del trabajo a realizar: _____		
Lugar de ejecución del trabajo: _____		
No. de personas participantes en el trabajo: _____		
Duración estimada del trabajo: _____		
Requiere de otros tipos de trabajo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Nota: Si la respuesta es "SI" solicite los permisos correspondientes		
Requiere bloqueo y etiquetado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Nota: Si la respuesta es "SI" verifique la instalación del bloqueo y etiquetado		
<b>TIPO DE TRABAJO A REALIZAR</b>		
Limpieza <input type="checkbox"/>	Instalacion o Desinstalacion <input type="checkbox"/>	Inspección <input type="checkbox"/>
Mantenimiento <input type="checkbox"/>	Trabajo con calor <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL REQUERIDO</b>		
Casco de seguridad <input type="checkbox"/>	Lentes de seguridad <input type="checkbox"/>	
Protección auditiva <input type="checkbox"/>	Botas de seguridad <input type="checkbox"/>	
Guantes de seguridad <input type="checkbox"/>	Delantal químico <input type="checkbox"/>	
Mascarilla <input type="checkbox"/>	Traje químico <input type="checkbox"/>	
Protección contra caídas <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	
<b>REQUISITOS:</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. Se ha asignado a una persona de vigilancia en la entrada del espacio confinado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Se han inspeccionado los riesgos para este trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El personal que realiza el trabajo se encuentra capacitado para la ejecución de operaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Conocen los trabajadores el procedimiento para el trabajo a realizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se han desenergizado los equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Se tiene un plan de rescate para los trabajadores en caso de accidente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El encargado de seguridad a verificado que se cumplan las medidas de protección antes de realizar el trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Se ha verificado que existe señalización en el área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Se ha verificado que existe delimitación del área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Hay suficiente iluminación en el área de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Se ha realizado la medición de oxígeno y prueba de gases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. El área de trabajo se encuentra libre de condiciones que pueden afectar la seguridad del personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>INSTRUCCIONES Y/O RECOMENDACIONES ESPECIALES</b>		

Continuación figura 135.

Autorización		
<b>APROBADO POR:</b> He revisado este permiso de trabajo y considero que cumple con los requisitos exigidos para desarrollar el trabajo de forma segura <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
<b>SUPERVISOR DE TURNO:</b> He verificado personalmente el área de trabajo y las medidas de seguridad tomadas para la realización y considero que se puede realizar el trabajo en forma segura. <b>Nombre:</b> _____ <b>Firma:</b> _____ <b>Fecha:</b> ____/____/____ <b>Hora:</b> _____		
CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO		
TRABAJO TERMINADO	TRABAJO ACEPTADO	PERMISO ACTUALIZADO <input type="checkbox"/> CANCELADO <input type="checkbox"/> SUSPENDIDO <input type="checkbox"/>
Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____	Fecha: _____ Hora: _____ Razón: _____ Continúa con permiso No. _____
Nombre del solicitante: _____	Nombre de la persona que aprueba: _____	Nombre del supervisor de turno: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.7. Plan de respuesta**

Es necesario disponer de indicaciones para dirigir la respuesta inmediata del personal de la planta, para así responder de manera adecuada ante una emergencia que se presenta en las instalaciones de la planta Las Palmas.

#### **3.2.7.1. A emergencias**

Es indispensable que ante toda situación de peligro y emergencia dentro de la planta se cuenten con los lineamientos básicos para actuar en respuesta a la emergencia inmediata, para salvar la vida de los trabajadores de la planta y activos de la empresa, para ello se necesita la intervención del equipo de respuesta a emergencias quienes se encargaran de comandar y gestionar las actividades de respuesta.

Ante los escenarios de emergencias que se pueden presentar dentro de la planta Las Palmas I, se debe de tener constante comunicación entre todo el equipo de respuesta a emergencias, los supervisores y gerentes de turno, para la toma de decisiones correctas.

Durante una emergencia se debe de salvaguardar la seguridad física de todos los trabajadores de la planta Las Palmas y para ello se deben de seguir los siguientes lineamientos:

- Cerrar los portones de ingreso y salida a la planta hasta que el líder del equipo de respuesta a emergencias autorice el restablecimiento de las actividades normales.

- Dar ingreso y facilitar la entrada a instituciones de socorro que se haya requerido, tales como: Cruz Roja, Cuerpo de Bomberos Municipales o Voluntarios y Policía Nacional Civil.
- Dirigir de forma segura a las instituciones de servicio hasta donde les indique el líder del equipo de respuesta a emergencias.
- No permitir que nadie salga de las instalaciones sin autorización del líder del equipo de respuesta a emergencias a excepción de los vehículos de la compañía o de las entidades de socorro que transporten lesionados.
- No permitir el ingreso de ninguna persona a menos que el líder del equipo de respuesta a emergencias lo haya autorizado.
- Los encargados de evacuación de área solicitarán al supervisor de turno presentarse en los puntos de reunión con el registro de ingreso y salida para apoyar en la contabilización del personal que se encuentra dentro de la planta.

En la figura 136 se muestra el flujograma de acciones a seguir para poder controlar toda emergencia dentro de la planta Las Palmas I.



del incendio, en la tabla XXXIV se muestra la clasificación de los tipos de incendios que se pueden originar.

Tabla XXXIV. **Tipos de incendios**

<b>Tipo de Incendio</b>	<b>Materiales</b>	<b>Ubicación</b>
<b>Tipo "A"</b>	Madera de embalaje de repuestos, grama y hojas secas, trapos aceitosos, ropa de paca	Área de almacenamiento de desechos, bodega de materiales y áreas de limpieza.
<b>Tipo "B"</b>	Líquidos combustibles: diésel, bunker, lodos aceitosos y químicos de limpieza base solvente	Área de tanques, cuarto de motores, casa de separadoras, cuarto de caldera auxiliar, rack de carga y descarga de combustible, carga de lodos, bodega de químicos y área de taller
<b>Tipo "C"</b>	Paneles eléctricos, cableado, generadores, motores eléctricos y transformadores	Cuartos eléctricos, cuarto de motores, casa de separadoras, cuarto de caldera auxiliar.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Con base a la información sobre el tipo de incendio que se presenta dentro de la planta, se debe de encender la alarma contra incendios durante un tiempo mínimo de dos minutos para asegurarse de que todos los trabajadores se enteren de la emergencia y se realicen las operaciones de comunicación, evacuación de y todas las acciones necesarias para controlar la emergencia, en la tabla XXXV se muestra el tipo de alerta para la alarma de incendio.

Tabla XXXV. **Señales de alerta contra incendios**

<b>Emergencia</b>	<b>Evacuación</b>	<b>Comunicación</b>	<b>Señal de alerta</b>
Operación Normal	No hay Evacuación	Radio, teléfono y comunicación verbal directa	Blanco Operación Normal
Fuego Incipiente	No hay Evacuación	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa	Alerta Amarilla, fuego que es controlado rápidamente en el que se mantendrá la alerta hasta garantizar que no se volverá a reiniciar nuevamente
Fuego	No hay Evacuación	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa	Alerta Naranja, fuego tarda unos minutos en ser controlado sin la intervención de la brigada contra incendios y se mantendrá la alerta hasta garantizar que no se volverá a reiniciar nuevamente
Incendio	Evacuación de todo el personal no indispensable a la emergencia	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa	Alerta Roja, fuego que puede prolongarse o no en el tiempo, pero es necesario activar la brigada contra incendios y se mantendrá la alerta hasta garantizar que no se volverá a reiniciar nuevamente

Fuente: elaboración propia, realizado con datos de CONRED *Norma de Reducción de Desastres Numero Dos*, realizado con Microsoft Word.

Para combatir una emergencia contra incendios es indispensable para la brigada de respuesta y el personal de apoyo el uso del equipo de protección personal adecuado frente a las líneas de ataque, por lo que para los trabajadores que estarán al frente de las líneas de ataque contra incendios deben de utilizar los siguientes equipos:

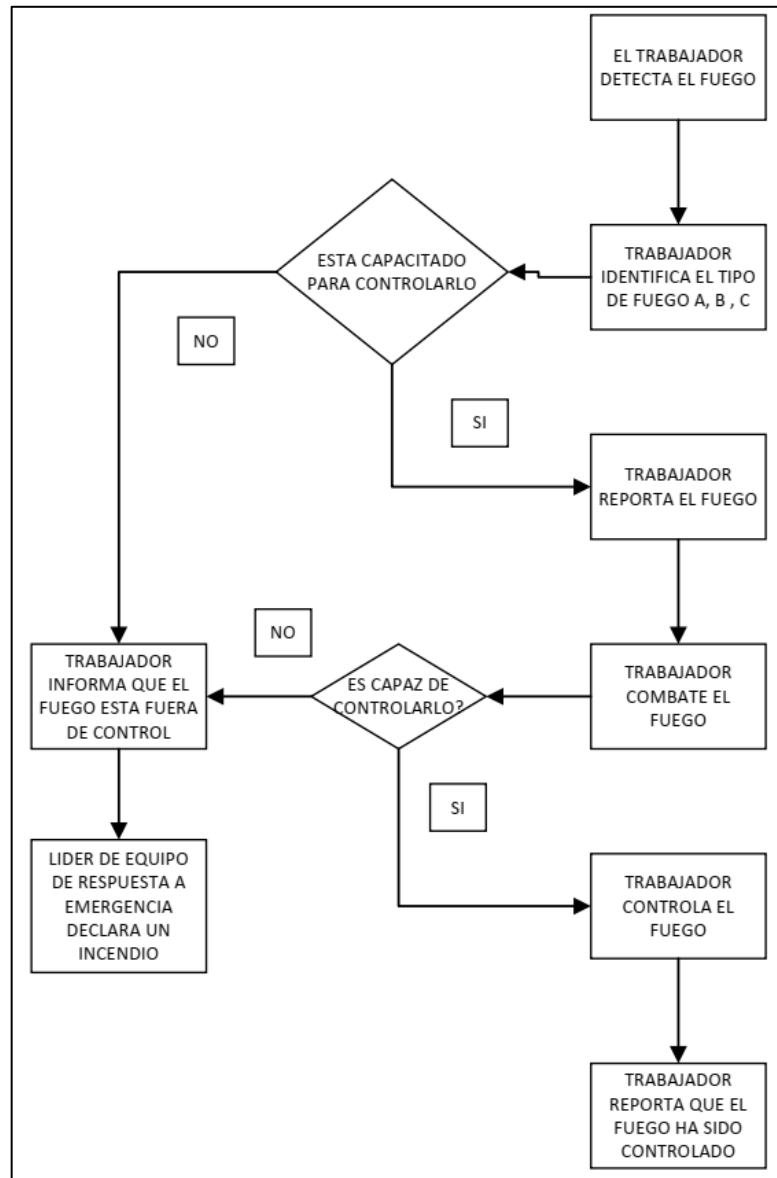
- Monja de Nomex para protección del pelo y la cara
- Casco con careta protectora



- Camisa de Nomex
- Guantes de cuero
- Pantalón de Nomex
- Botas de hule contra incendio
- Equipo de protección respiratoria, para humo en áreas abiertas
- Equipo de protección respiratoria de uso para áreas cerradas o de gran concentración de humos o vapores tóxicos

En la figura 137 se presenta el flujograma de acciones ante una emergencia de fuego incipiente.

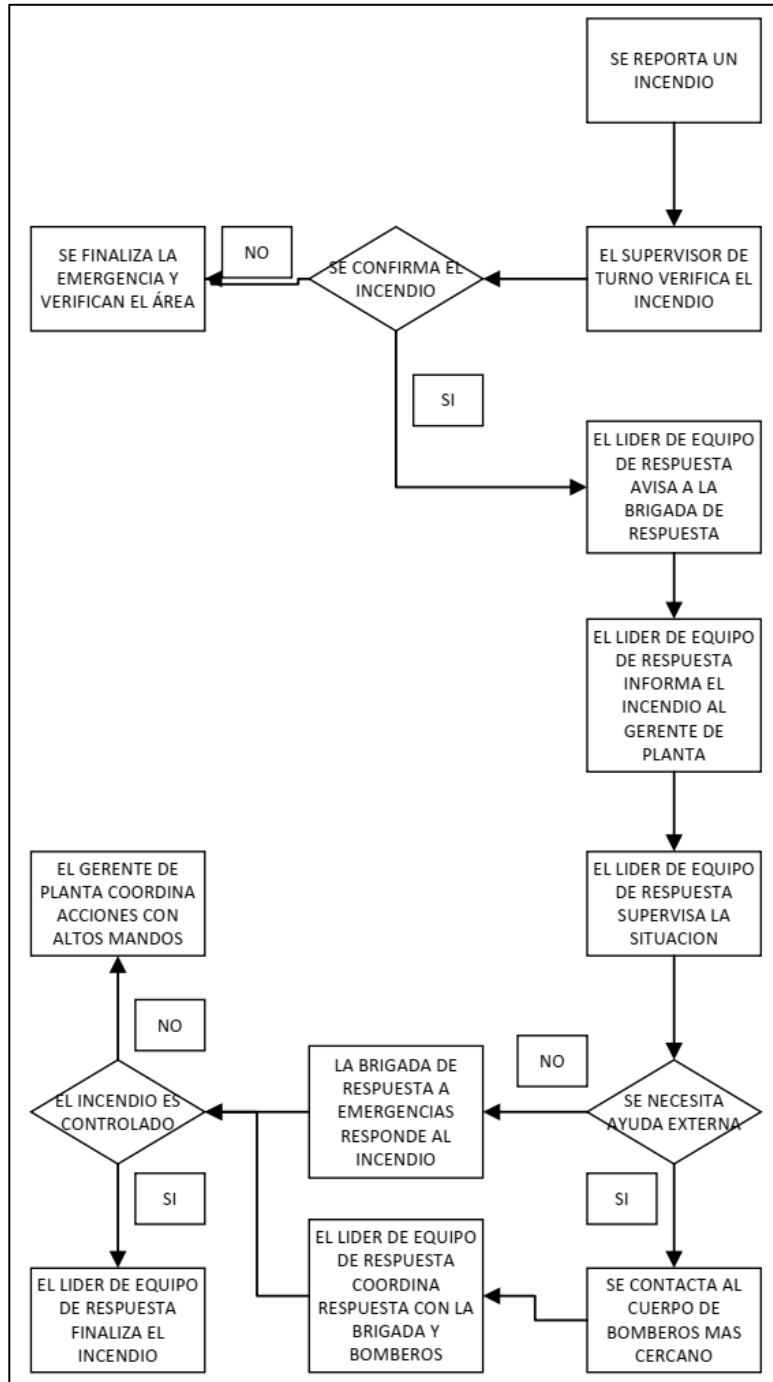
Figura 137. **Flujograma de respuesta a fuego incipiente**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

En la figura 138 se muestra el flujograma de acciones ante una emergencia de incendio.

Figura 138. **Flujograma de respuesta contra incendio**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

La planta Las Palmas I cuenta con hidrantes de agua cercanos a las áreas de posibles fuegos e incendios, junto a cada hidrante se encuentra una caja con mangueras para combatir incendios, la planta tiene un tanque de almacenamiento de agua con capacidad de almacenamiento de 129,000 galones, y dentro de todas las áreas de la planta se tienen identificados y ubicados extintores y equipos de espuma para combatir fuegos incipientes. De acuerdo al tipo de fuego se tiene un tipo de extintor los cuales se especifican en la tabla XXXVI.

**Tabla XXXVI. Tipos de extintores contra fuego**

<b>Tipo de extintor</b>	<b>Tipo de fuego</b>
AB	A y B
BC	B y C
ABC	A, B y C

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.2.7.3. Derrame de materiales**

En la planta Las Palmas I existen diversos materiales que pueden ser contaminantes para los trabajadores y el medio ambiente, que representan un peligro potencial para las distintas áreas de la planta ante el derrame de combustible, aceite o químicos utilizados, los tipos de derrames de material y en que partes de la planta pueden provocarse se presentan en la tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Tipos de derrame de materiales**

<b>Tipo de derrame</b>	<b>Materiales</b>	<b>Ubicación</b>
Contaminación de suelos	Combustibles, químicos, cenizas o caliza	Área de Tanques, bodega de químicos
Contaminación de agua	Líquidos combustibles, diésel, bunker, lodos aceitosos, químicos de limpieza	Agua de lluvia en área de tanques, agua de lluvia en bodega de químicos

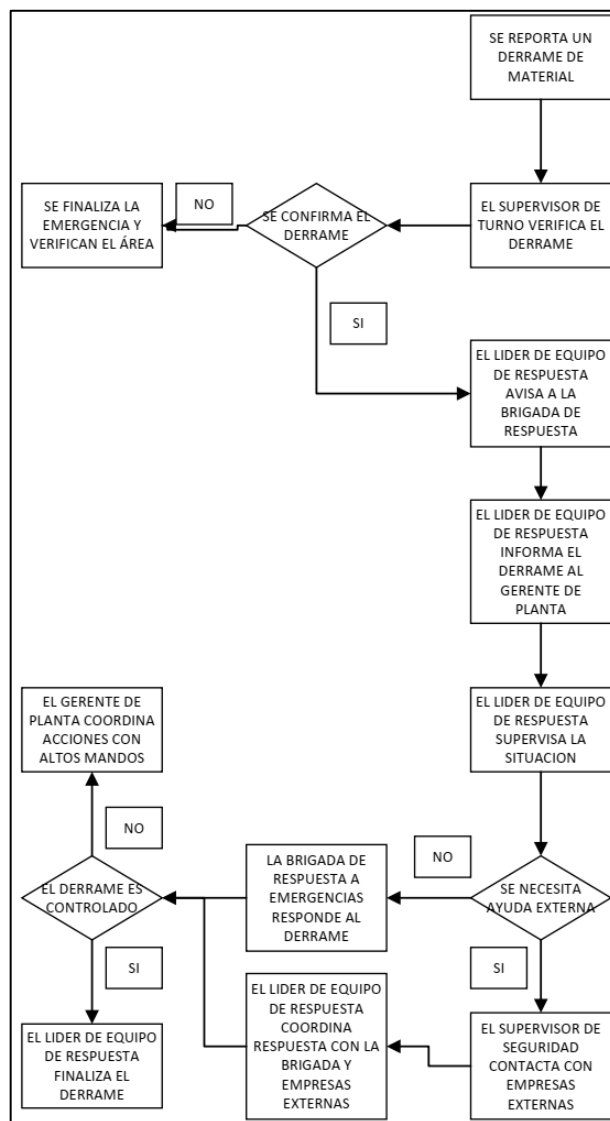
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En el área de carga y descarga de combustibles son las áreas que reciben la mayor parte de materiales peligrosos, líquidos combustibles o productos derivados del petróleo, tienen contenciones de concreto, de ser necesario una contención adicional se tienen que seguir estos lineamientos:

- Bloquear drenajes y zanjas hasta que las operaciones de descarga han sido completadas.
- Construir contenciones con materiales absorbentes alrededor de las áreas de carga o descarga.
- El trabajador debe estar presente todo el tiempo mientras se realicen las operaciones de carga o descarga de los materiales.
- Todas las áreas debajo de las cisternas deben ser inspeccionadas para ver si no hay fugas después de cargar o descargar los materiales. Durante la transferencia de líquidos inflamables, el camión y el equipo deben estar apagados.

En la figura 139 se muestra el flujograma de acciones de respuesta antes una emergencia de derrame de materiales peligrosos en las instalaciones de la planta Las Palmas I.

Figura 139. **Flujograma de respuesta contra derrame de materiales peligrosos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

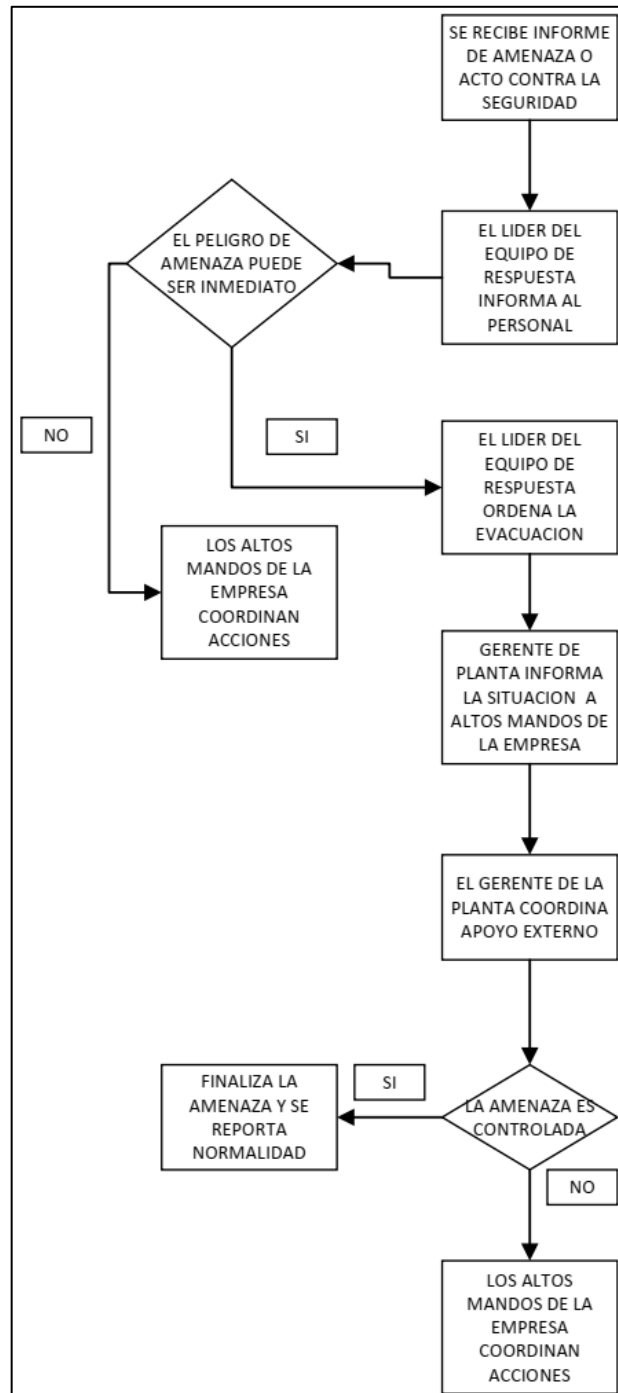
#### **3.2.7.4. Vandalismo**

Orazul Energy Guatemala cuenta las 24 horas del día con una empresa contratista que presta servicio de seguridad física para las instalaciones dentro de la planta y en las entradas, además cuenta con malla de seguridad en todo el perímetro de la planta, pero al encontrarse ubicada en una zona poca concurrida por personas existe el peligro de vandalismo o actos de delincuencia, por lo que la emergencia se inicia desde el momento en que se recibe o se verifica de una amenaza que puede causar daño a los trabajadores y personas dentro de la planta, ante esta situación deben de seguirse las siguientes indicaciones :

- Los trabajadores reportan inmediatamente la amenaza o el acto contra la seguridad física de la planta.
- Se debe asegurar de no quedar expuesto a la amenaza con un seguimiento discreto.
- Se debe informar al gerente de la planta sobre la amenaza para coordinar acciones de ayuda externa.
- La brigada de respuesta a emergencias debe evacuar al personal no esencial a la emergencia a un lugar seguro alejado de la amenaza.

En la figura 140 se muestra el flujograma de acciones de respuesta a la emergencia de vandalismo.

Figura 140. **Flujograma de respuesta a emergencia de vandalismo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.



### 3.2.7.5. Desastres naturales

La ubicación de la planta Las Palmas es un área que durante la época de invierno es muy común la lluvia fuerte y ráfagas de aire, de igual manera existe la amenaza de cualquier desastre natural que expone a las instalaciones de la planta y a los trabajadores. Ante la emergencia ante algún desastre natural de clima o terremoto se deben de establecer las señales de alarma que se muestran en la tabla XXXVIII.

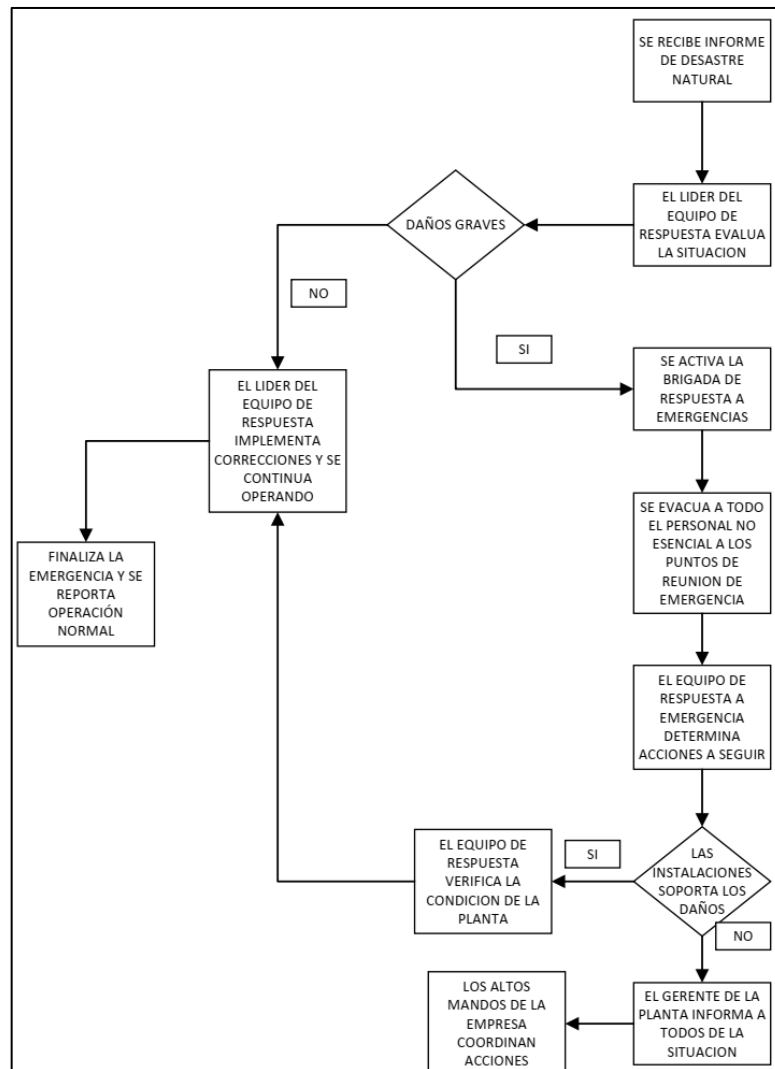
Tabla XXXVIII. **Señales de alarma ante emergencia de desastre natural**

<b>INCENDIO</b>			
<b>Emergencia</b>	<b>Evacuación</b>	<b>Comunicación</b>	<b>Señal de alerta</b>
Operación Normal	No hay Evacuación	Radio, teléfono y comunicación verbal directa, vía correo	Blanco Operación Normal
Huracán, temblor 3.5-5.4 Escala de Richter	No hay Evacuación	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa, vía correo	Alerta Amarilla, indicación de preparativos, alarma de acuerdo a CONRED
Huracán, inundación, Terremoto 5.5-6.9 escala de Richter	Evacuación	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa, vía correo	Alerta Naranja, indicación de evacuación del personal no indispensable a la emergencia, alarma de acuerdo a CONRED
Huracán, inundación, Terremoto 7 o mayor en la escala de Richter	Evacuación	Alarma contra incendios, radio, teléfono y comunicación verbal directa, vía correo	Alerta Roja, paro de la planta, las condiciones climáticas no permiten operar de forma segura y evacuación del personal, alarma de acuerdo a CONRED

Fuente: elaboración propia, realizado con datos obtenidos de CONRED *Norma de Reducción de Desastres Numero Dos*, realizado con Microsoft Word.

Ante toda emergencia de origen natural que ponga en peligro a los trabajadores y las instalaciones de la planta Las Palmas I se debe de seguir el flujograma de acciones de respuesta a emergencias de desastre natural que se presenta en la figura 141.

Figura 141. **Flujograma de respuesta ante emergencia de desastre natural**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

### **3.2.8. Rutas de evacuación**

Durante una emergencia en la planta si el líder del equipo de respuesta a emergencia considera que es necesario la evacuación del personal no esencial a la emergencia, se deben de llevar a cabo las siguientes acciones de evacuación:

- Evacuar al personal no esencial a la emergencia.
- Caminar de forma breve y ordenada siguiendo toda la señalización de las vías de evacuación y salidas de emergencia hacia los puntos de reunión de la planta.
- Verificar que todo el personal a evacuar se encuentra en el punto de reunión.
- El líder del equipo de respuesta a emergencias indica si el personal debe ser evacuado fuera de la planta o a un área alejada de la emergencia dentro de la planta.
- El personal evacuado solo puede regresar a sus puestos de trabajo si lo autoriza el líder del equipo de respuesta a emergencias.

Para la evacuación de los trabajadores es importante la señalización de las rutas de evacuación por lo que en la figura 142 se muestra la señalización de las vías de evacuación dentro de la planta Las Palmas I.

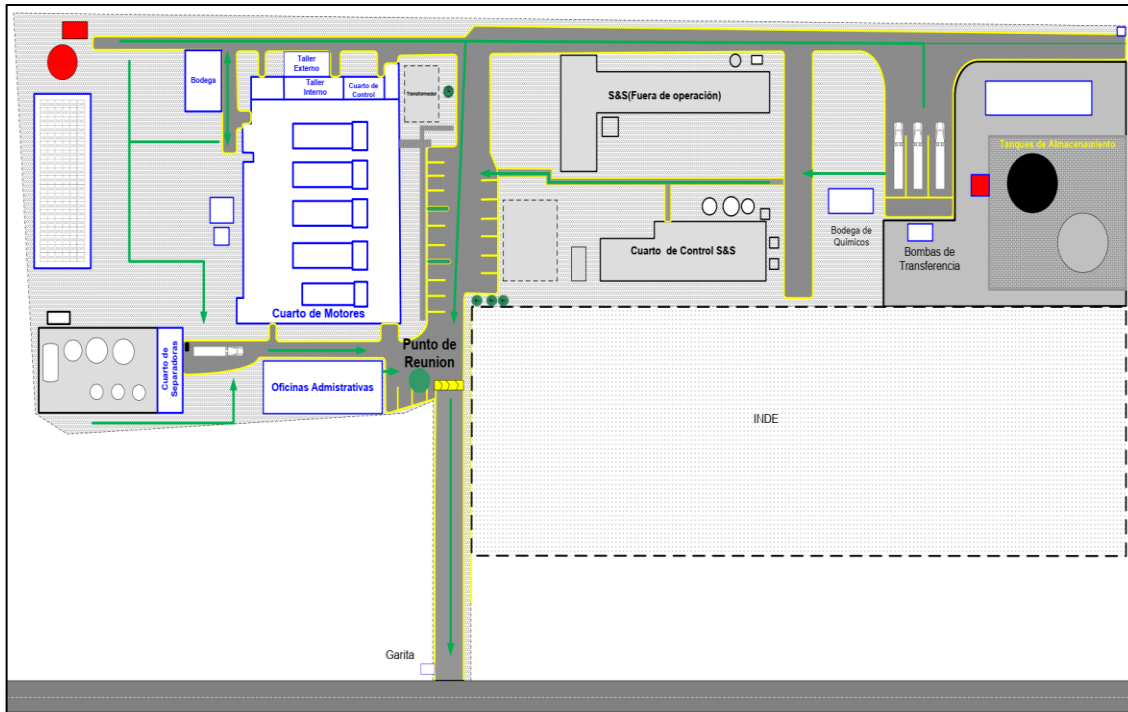
Figura 142. Señalización de evacuación



Fuente: Norma de Reducción de Desastres Numero Dos. (2021).

En la figura 143 se muestra las rutas de evacuación en las instalaciones de la planta Las Palmas I ante una evacuación necesaria.

Figura 143. Rutas de evacuación y punto de reunión en Las Palmas I






Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

### 3.2.9. Señalización

La planta Las Palmas tiene tubería que transporta diversos fluidos , estas deben de ser identificadas para que los trabajadores sepan del material con el que están trabajando y así poder utilizar el equipo de protección personal adecuado y las precauciones necesarias para la realización de las distintas operaciones, las tuberías pueden ser identificadas completamente con el color adecuado para el fluido u otra forma es colocar un anillo del color adecuado en cada extremo de la tubería y el centro . Los colores para las tuberías de acuerdo al fluido con el que trabaja deben ser identificadas como se muestra en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Código de colores para las tuberías**

Fluido	Identificación	Color
Agua	Verde	
Electricidad	Gris	
Aceites vegetales, animales, minerales, combustibles e inflamables	Café	
Gases inertes e inflamables	Amarillo	
Ácidos	Anaranjado	
Álcalis	Morado	
Aire comprimido	Azul	
Aguas negras	Negro	
Agua contra incendios	Rojo	
Vapor de Agua	Blanco	

Fuente: elaboración propia, realizado con datos de CONRED *Norma de Reducción de Desastres Numero Dos*, realizado con Microsoft Word.

Se debe colocar señalización en las áreas detectadas en las cuales ya no es legible, estas áreas son las siguiente:

- Puertas de salida del cuarto de motores de la Planta Las Palmas I
- Tanque primario de almacenamiento de combustible del cuarto de motores
- Tanque de almacenamiento de agua del sistema contra incendios
- Transformador del cuarto de motores de la planta Las Palmas I

En la tabla XL se muestra la ubicación, material, dimensiones y tipo de señales que deben de ir en las áreas donde no son legibles.

Tabla XL. **Señalización de seguridad**

<b>Tipo de señal</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Material</b>	<b>Dimensiones</b>
Uso obligatorio de equipo de protección personal	Salida del cuarto de motores de la planta Las Palmas I	Acrílico 5mm en vinyl	15 x 20 pulgadas
Espacio confinado	Tanque de almacenamiento de combustible del cuarto de motores	Acrílico 5mm en vinyl	15 x 15 pulgadas
Espacio confinado	Tanque de almacenamiento de agua del sistema contra incendios	Acrílico 5mm en vinyl	15 x 15 pulgadas
Peligro Alto Voltaje	Entrada al transformador principal del cuarto de motores de la planta Las Palmas I	Acrílico 5mm en vinyl	15 x 15 pulgadas

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.3. Costo de la propuesta**

Para la implementación de la propuesta del plan de salud y seguridad ocupacional en la planta Las Palmas I, se tienen los costos que se presentan en la tabla XLI, los cuales se estiman de manera anual.

Tabla XLI. **Costo para el plan de salud y seguridad ocupacional**

<b>Consumibles y materiales</b>	<b>Total</b>
EPP (guante de seguridad para diferentes usos, protección respiratoria, protección contra caídas, cascos, lentes de seguridad, protección auditiva etc.)	Q30,000.00
Vestimenta de Seguridad (uniformes para los trabajadores y zapatos de seguridad)	Q20,000.00
Artículos de salud (Medicamentos para botiquines y sueros rehidratantes)	Q10,000.00
Inspección y mantenimiento de equipos contra incendios	Q20,00.00
Señalización	Q1,000.00
Materiales de oficina (Hojas, grapas, sellos, etc.)	Q5,500.00
<b>Total</b>	<b>Q86,500.00</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.





## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

Para la identificación de las necesidades de capacitación, se realizaron entrevistas no estructuradas con los gerentes de la planta Las Palmas, personal operativo, se tomó en cuenta el perfil de riesgos para los puestos de trabajo que se presenta en la tabla XXVII, esto para establecer los criterios de conocimientos preventivos que deben de tener los trabajadores para realizar sus actividades.


Se desarrolló una encuesta a los operadores del cuarto de motores, para recopilar información sobre las actividades que realizan, la cual se presenta en la figura 144.

Figura 144. **Formato para la detección de necesidad de capacitación**

Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de mecánica industrial

Facultad de Ingeniería



**Formato para Detección de Necesidades de Capacitación**

El presente documento tiene por objetivo recopilar información de las actividades operativas que se realizan en la Planta Las Palmas y detectar las oportunidades de mejora en cuanto a formación y capacitación para el personal de la planta.

Puesto: \_\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_


- ¿Cuánto tiempo lleva operando en su puesto de trabajo?
- ¿Ha recibido capacitaciones por parte de la empresa? Mencione algunos temas que se le han impartido
- Que conocimientos considera que debe de tener la persona que ejerce su cargo dentro de la empresa
- Sobre qué temas le gustaría recibir reforzamiento para sus actividades laborales
- Mencione actividades que se le dificulten realizar en su trabajo por falta de conocimiento o experiencia

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la figura 145 se muestra el resultado de las encuestas realizadas al personal de la planta Las Palmas I. Se realizó una encuesta electrónica para los trabajadores que no se encontraban de turno en la planta.

Figura 145. **Resultados del diagnóstico de necesidades de capacitación**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Escuela de mecánica industrial  
 Facultad de Ingeniería



**Documento de apoyo para Detección de Necesidades de Capacitación**

El presente documento tiene por objetivo recopilar información de las actividades operativas que se realizan en la Planta Las Palmas y detectar las oportunidades de mejora en cuanto a formación y capacitación para el personal de la planta.


Puesto: Operador cuarto de control  
 Área: Cuarto de Control Las Palmas I

- ¿Cuánto tiempo lleva operando en su puesto de trabajo?  
8 años
- ¿Ha recibido capacitaciones por parte de la empresa? Mencione algunos temas que se le han impartido  
Ergonomía, Informe de Incidentes, manejo de montacargas, seguridad de herramientas
- Que conocimientos considera que debe tener la persona que ejerce su cargo dentro de la empresa
  - Acciones correctivas y preventivas de equipos
  - Uso de herramientas - Equipos de protección personal
  - Permisos de trabajo - Bloqueo y etiquetado, etc.
- Sobre qué temas le gustaría recibir reforzamiento para sus actividades laborales
  - Trabajo en equipo - Especialización en funcionamiento de maquinaria.
  - Trabajos en altura - Espacios Confinados
- Mencione actividades que se le dificulten realizar en su trabajo por falta de conocimiento o experiencia
  - Seguridad con trabajos de electricidad
  - Identificación de peligros.



Continuación figura 145.

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Escuela de mecánica industrial  
Facultad de Ingeniería



**Formato para Detección de Necesidades de Capacitación**

El presente documento tiene por objetivo recopilar información de las actividades operativas que se realizan en la Planta Las Palmas y detectar las oportunidades de mejora en cuanto a formación y capacitación para el personal de la planta.

Puesto: *Supervisor cuarto de control*  
Área: *Cuarto de control Las Palmas 1*

- ¿Cuánto tiempo lleva operando en su puesto de trabajo?  
*7 años*
- ¿Ha recibido capacitaciones por parte de la empresa? Mencione algunos temas que se le han impartido *Sí, manejo de montacargas Equipos de protección personal, combate contra incendios.*
- Que conocimientos considera que debe de tener la persona que ejerce su cargo dentro de la empresa  
*Mantenimiento de equipos, uso de herramientas industrial.*
- Sobre qué temas le gustaría recibir reforzamiento para sus actividades laborales *Trabajo en equipo, trabajos en altura Respuesta a emergencias, Ergonomía.*
- Mencione actividades que se le dificulten realizar en su trabajo por falta de conocimiento o experiencia  
*- Trabajos eléctricos  
- Trabajos en espacio confinado.*

Continuación figura 145.

<p>Nombre</p> <p>3 respuestas</p> <p>Santiago Farfán Solares</p> <p>Félix González</p> <p>Wilfredo</p>
<p>¿Cuáles considera que son los equipos o maquinaria prioritarios para su mantenimiento dentro del proceso de generación eléctrica?</p> <p>3 respuestas</p> <p>Compresores de aire de arranque y de instrumentos, planta de emergencia, unidades de sistemas contra incendios, bombas federal de HFO y unidades booster.</p> <p>Aire comprimido, equipos de combustible, sistemas eléctricos, instrumentación.</p> <p>Motores separadoras de HFO Y LFO Booster bombas feeder caldera auxiliar</p>
<p>Mencione 5 fallas o inconvenientes mas comunes en los equipos, maquinaria o sistemas .</p> <p>3 respuestas</p> <p>Falla en sellos mecánicos, juntas (bellows) de aceite y de agua, fuga o fallas en bombas de inyección.</p> <p>Falla en compresor, sellos mecánicos en sistema de bombeo, solenoides, fugas, vibración.</p> <p>Fugas de aceite fugas de agua alarmas en separadoras fugas de combustible por sellos mecanicos fallas de sensores picop magneticos</p>

### Continuación figura 145.

Considera que existe margen de mejora en el funcionamiento óptimo en ciertos equipos con la aplicación de mantenimiento preventivo o predictivo, mencione un ejemplo.

3 respuestas

Compresores de aire de arranque

Si, en la caldera si se mejorará la forma de abrirla para limpiar los tubos en el flujo de gases mejoraría el tiempo que está fuera la caldera antes que sea por correctivo.

Lubricacion en las bombas de inyeccion de los motores

Brevemente, relacionado a sus actividades laborales, mencione sobre que temas le gustaría recibir mas información que refuerce su desempeño diario.

3 respuestas

Charlas de trabajo en equipo.

Funcionamiento de las separadoras

Tener mas conocimiento en tema de lazo de control de todos los equipos

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Con base en la información obtenida, las entrevistas no estructuradas y considerando la información del perfil de riesgos para los puestos de trabajo que se presenta en la tabla XXVII, se lograron identificar los siguientes temas necesarios en las actividades la planta Las Palmas I.

- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos
- Uso y cuidado de herramientas y equipos
- Manejo y almacenamiento de combustibles e inflamables
- Ergonomía

- Respuesta a emergencias
- Trabajo en equipo
- Equipos de protección personal
- Trabajos con calor
- Espacios confinados
- Trabajos en altura
- Liderazgo
- Seguridad con la electricidad

#### **4.2. Plan de capacitación**

La planificación de los temas del plan de capacitación se presenta a continuación:

- Operación y mantenimiento de maquinaria
  - Objetivo: reforzar los conocimientos de operación de la maquinaria y equipos de la planta y actualizar técnicas de mantenimiento.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal eléctrico, mecánico, operador, soldador y supervisores de la planta. Los subtemas de la capacitación son peligros operacionales, equipos para levantamiento de cargas, técnicas de mantenimiento, nuevas tecnologías y nuevas maquinarias, funcionamiento de maquinaria en centrales térmicas. Los responsables de impartir los temas serán los gerentes de la empresa. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un



software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes uno y las últimas dos semanas del mes doce.

- Uso de herramientas y equipos
  - Objetivo: instruir a los trabajadores para el uso correcto y la preservación de tecnologías y equipos que ayuden a mejorar la calidad de los procesos de la planta.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador y supervisores de la planta. Los subtemas de la capacitación son seguridad con el uso de herramientas, mecanismos de protección de los equipos, preservación de activos, identificación de riesgos y uso correcto de herramientas y equipos. Los responsables de impartir los temas serán los gerentes de la empresa. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las últimas dos semanas del mes uno y las primeras dos semanas del mes doce.
  
- Espacios confinados
  - Objetivo: capacitar de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios a los trabajadores para la ejecución de forma segura de trabajos en espacios confinados

- Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores y gerentes de la planta. Los subtemas de la capacitación son identificación de peligros en espacios confinados, ingreso y egreso a los espacios confinados, prueba de gases en espacios confinados, equipos de protección personal en espacios confinados. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes dos y las últimas dos semanas del mes once.
- Trabajos en altura
  - Objetivo: capacitar de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios a los trabajadores para la ejecución de forma segura de trabajos en altura
  - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores y gerentes de la planta. Los subtemas de la capacitación son identificación de peligros en trabajos con altura, lineamientos para realizar trabajos en altura, equipos de protección personal para trabajos en altura. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una

duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las últimas dos semanas del mes dos y las primeras dos semanas del mes once.

- Manejo de combustibles e inflamables
  - Objetivo: instruir de conocimientos a los trabajadores para el manejo y almacenamiento correcto de fluidos inflamables y combustibles.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador y supervisores de la planta. Los subtemas de la capacitación son seguridad con el uso de fluidos inflamables, almacenamiento y manejo correcto de fluidos inflamables, equipos de protección personal para manejo de fluidos inflamables, uso de equipos contra incendios, prevención de derrames, manejo de desechos. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes tres y las últimas dos semanas del mes diez.

- Ergonomía
  - Objetivo: reducir las lesiones y enfermedades musculoesqueléticas, instruyendo de buenas prácticas ergonómicas a los trabajadores en las distintas áreas de trabajo de la planta.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores, gerentes y personal administrativo de la planta. Los subtemas de la capacitación son identificación de peligros ergonómicos, enfermedades laborales, buenas prácticas ergonómicas, manipulación de cargas. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las últimas dos semanas del mes tres y las primeras dos semanas del mes diez.
  
- Respuesta a emergencias
  - Objetivo: preparar al personal de la planta para dar respuesta a las distintas emergencias que puedan ocasionar dentro de las instalaciones de la empresa.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores, gerentes y personal administrativo de la planta. Los subtemas de la capacitación son tipos de emergencias,

planes de respuesta a emergencias, funciones del personal durante una emergencia, combate contra incendios, evacuaciones. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes cuatro y las últimas dos semanas del mes nueve.

- Recurso humano
  - Objetivo: dotar al trabajador de conocimientos, habilidades y aptitudes que mejoren su desempeño en el trabajo y su entorno laboral.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores, gerentes y personal administrativo de la planta. Los subtemas de la capacitación son cultura de seguridad en el trabajo, habilidades de comunicación, liderazgo, ética profesional, trabajo en equipo, primeros auxilios. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las últimas dos semanas del mes cuatro y las primeras dos semanas del mes nueve.

- Equipos de protección personal
  - Objetivo: crear una cultura de prevención en materia de salud y seguridad y la importancia del uso y manejo de los equipos de protección personal.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores, gerentes y personal administrativo de la planta. Los subtemas de la capacitación son cultura de seguridad en el trabajo, tipos de equipos de protección personal, uso correcto de equipos de protección personal, uso y cuidado de los equipos de protección personal. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes cinco y las últimas dos semanas del mes ocho.
  
- Trabajos con calor
  - Objetivo: instruir de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios a los trabajadores para la ejecución de forma segura de trabajos con calor.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador,

supervisores y gerentes de la planta. Los subtemas de la capacitación son identificación de peligros de trabajos con calor, lineamientos para realizar trabajos con calor, equipos de protección personal para trabajos con calor, respuesta a emergencias de trabajos con calor. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las últimas dos semanas del mes cinco y las primeras dos semanas del mes ocho.

- Seguridad con la electricidad
  - Objetivo: instruir de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios a los trabajadores para la ejecución de forma segura trabajos con electricidad.
    - Esta capacitación tipo conferencia de trabajo está dirigida al personal mecánico, eléctrico, operador, soldador, supervisores y gerentes de la planta. Los subtemas de la capacitación son identificación de peligros de trabajos con electricidad, lineamientos para realizar trabajos con electricidad, equipos de protección personal para trabajos con electricidad, respuesta a emergencias para trabajos con electricidad, mecanismos de protección con la electricidad. El personal encargado de impartir la capacitación será el supervisor de salud y seguridad industrial y el gerente de

mantenimiento eléctrico. Las capacitaciones tendrán una duración de dos horas y se impartirán en la sala de capacitaciones de la planta. Se utilizará diapositivas de un software de presentación. Debe impartirse las primeras dos semanas del mes seis y las últimas dos semanas del mes siete.

En la figura 146 se presenta el plan de capacitación anual.



Figura 146. Plan de capacitación anual

Orazul Energy Planta Las Palmas		PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN																								
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre													
<b>Tema de capacitación</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Personal a quien va dirigido</b>	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	Reforzar los conocimientos de operación de la maquinaria de la planta y actualizar técnicas de mantenimiento	Operador, Supervisor, Mecánico, Electricista, Soldador																								
Uso de herramientas y equipos	Mejorar el uso correcto de tecnologías que ayuden a mejorar la calidad de los procesos de la planta.	Operador, Supervisor, Mecánico, Electricista, Soldador																								
Espacios Confinados	Instruir de los conocimientos teóricos y prácticos para la ejecución de forma segura de trabajos en espacios confinados	Mecánico, Electricista, Operador, Soldador, Supervisor, Gerente																								
Trabajos en altura	Instruir de los conocimientos teóricos y prácticos para la ejecución de forma segura de trabajos en altura	Mecánico, Electricista, Operador, Soldador, Supervisor, Gerente																								
Manejo de combustibles e inflamables	Dotar de conocimientos para el manejo y almacenamiento correcto de fluidos inflamables	Operador, Supervisor, Mecánico, Electricista, Soldador																								
Ergonomía	Reducir las lesiones y enfermedades musculoesqueléticas, dotando de buenas prácticas ergonomicas	Mecánico, Electricista, Operador Soldador, Supervisor, Gerente, Personal administrativo																								
Respuesta a emergencias	Preparar al personal para dar respuesta a las distintas emergencias que puedan ocasionar dentro de la planta.	Mecánico, Electricista, Operador Soldador, Supervisor, Gerente, Personal administrativo																								
Recurso Humano	Dotar al trabajador de conocimientos, habilidades y aptitudes que mejoren su desempeño en el trabajo y su entorno	Mecánico, Electricista, Operador Soldador, Supervisor, Gerente, Personal administrativo																								
Equipos de protección personal	Crear una cultura de prevención en materia de seguridad y la importancia del uso y manejo de los equipos de protección personal	Mecánico, Electricista, Operador Soldador, Supervisor, Gerente, Personal administrativo																								
Trabajos con calor	Instruir de los conocimientos teóricos y prácticos para la ejecución de forma segura trabajos con calor	Mecánico, Electricista, Operador, Soldador, Supervisor, Gerente																								
Seguridad con la electricidad	Instruir de los conocimientos teóricos y prácticos para la ejecución de forma segura trabajos con	Mecánico, Electricista, Operador, Soldador, Supervisor, Gerente																								

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 4.3. Resultado de la capacitación

Durante el desarrollo del programa de EPS se realizaron las siguientes capacitaciones:

- Factor humano: esta capacitación se realizó el día dos de noviembre en la sala de capacitaciones de las oficinas administrativas de la planta Las Palmas I, se impartieron los subtemas de liderazgo, trabajo en equipo, ergonomía y equipos de protección personal, asistió el operador del cuarto de motores, el supervisor de cuarto de control y la encargada de limpieza de la planta Las Palmas I. La capacitación tuvo una duración de dos horas y se utilizaron diapositivas y material audio visual para impartir la capacitación. En la figura 147 se muestra la fotografía de la capacitación.

Figura 147. **Fotografía de la capacitación de factor humano realizada en la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Las Palmas, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

En la figura 148 se muestra parte del material de *power point* utilizado para impartir la capacitación.

Figura 148. **Material de la capacitación de factor humano realizada en la planta Las Palmas I**

**Reaccionando a una Emergencia**

- No dude
- Active la alarma
- Siga su Plan de Acción de Emergencias
- Realice las tareas especiales
- Puesto de comando central de incidentes
- Comunicaciones de emergencia

**El EPP le Protege**

- Cascos
- Gafas de seguridad, gafas protectoras y caretas
- Orejeras y tapones para los oídos
- Respiradores
- Guantes
- Botas, zapatos y protectores

**Señales y Síntomas de los Desórdenes Músculo Esqueléticos**

- Fatiga o dolor muscular
- Entumecimiento, rigidez ,hormigueo
- Deformidad, hinchazón, calambres
- Pérdida de función o color
- Pérdida gradual de movimientos
- Pérdida gradual de fuerza

**Valores, Creencias, Actitudes y Comportamientos**

- **Actitudes**
  - La seguridad es para los débiles, es aburrida
  - Hacemos con seguridad porque somos obligados
  - Hacemos con seguridad porque queremos
- **Comportamientos**
  - ¿Nos arriesgamos?
  - ¿Cuidamos de nuestra propia seguridad?
  - ¿Cuidamos de nuestra seguridad y de la de los otros?

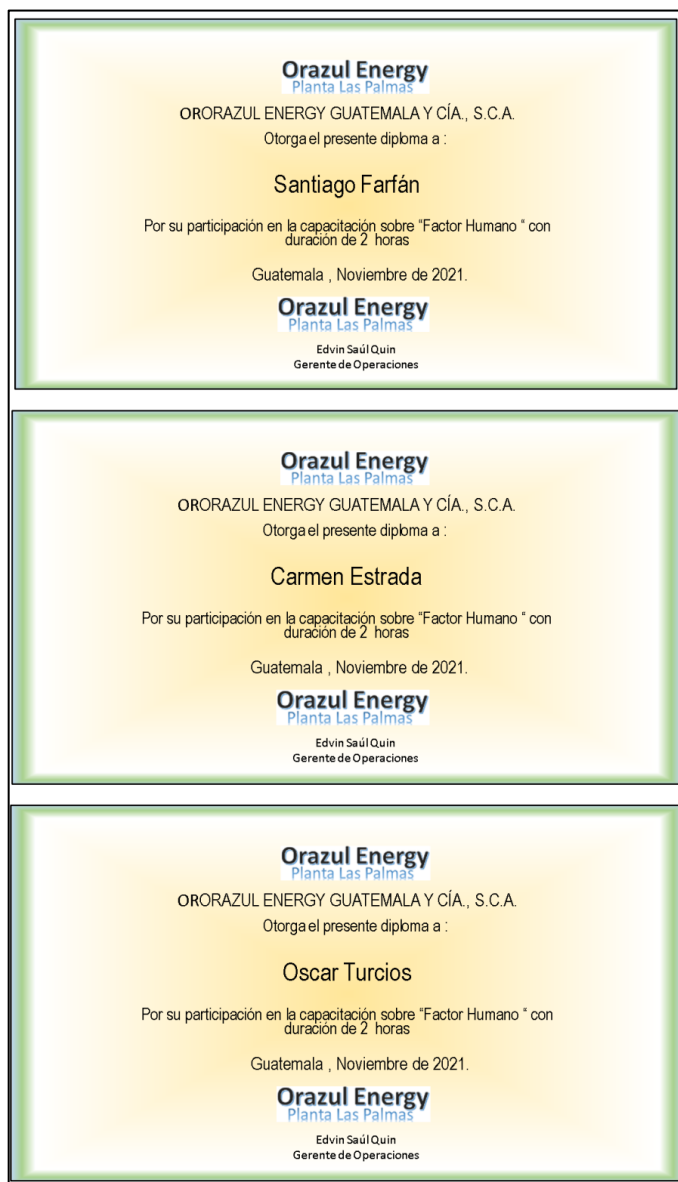
**CONTROL DEL ESTRÉS**

- Ajuste la estación de trabajo y las tareas para lograr comodidad
- Organícese
- Tome descansos
- Relaje su cuerpo
- Mantenga una actitud positiva.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

En la figura 149 se muestra el diploma digital entregado a los participantes de la capacitación de factor humano.

Figura 149. **Fotografía de diplomas digitales para los participantes de la capacitación de factor humano**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

- Trabajos con calor: esta capacitación se realizó el día tres de noviembre en la sala de capacitaciones de las oficinas administrativas de la planta Las Palmas I, se impartieron los subtemas de identificación de peligros de trabajos con calor, lineamientos para realizar trabajos con calor, equipos de protección personal para trabajos con calor, respuesta a emergencias de trabajos con calor y combate contra incendios, asistió el operador del cuarto de motores y el supervisor de cuarto de control de la planta Las Palmas I. La capacitación tuvo una duración de dos horas y se utilizaron diapositivas y material audio visual para impartir la capacitación. En la figura 150 se muestra la realización de la capacitación.

Figura 150. **Fotografía de la capacitación de trabajos con calor realizada en la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Las Palmas, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.

En la figura 151 se muestra parte del material utilizado para impartir la segunda capacitación en la planta Las Palmas I.

Figura 151. **Material de la capacitación de trabajos con calor realizada en la planta Las Palmas I**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

En la figura 152 se muestra el diploma digital entregado a los participantes de la capacitación de trabajos con calor.

Figura 152. **Fotografía de diplomas digitales para los participantes de la capacitación de trabajos con calor**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.



- Se realizó una práctica de combate contra incendios por parte del área de salud y seguridad ocupacional, en la cual se brindó apoyo impartiendo los temas del uso de extintores y clases de fuego. Esta actividad se realizó el cinco de noviembre, se realizó en las instalaciones de la planta las Palmas I y asistió el personal de seguridad de la empresa. En la figura 153 se muestra una fotografía de la actividad realizada.

**Figura 153. Fotografía de práctica de combate contra incendios en la planta Las Palmas I**



Fuente: [Fotografía de Ever Roberto Ramírez Chávez]. (Planta Las Palmas, Escuintla. 2021).  
Colección particular. Guatemala.



#### 4.4. Costo de la propuesta

En la tabla XLII se muestra el costo de la propuesta del plan de capacitación para los trabajadores de la empresa Orazul Energy Guatemala.

Tabla XLII. Costo del plan de capacitación

<b>Tema de capacitación</b>	<b>Costo del tema de capacitación</b>
Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	Q600.00
Uso de herramientas y equipos	Q450.00
Espacios Confinados	Q400.00
Trabajos en altura	Q800.00
Manejo de combustibles e inflamables	Q650.00
Ergonomía	Q250.00
Emergencias	Q500.00
Factor Humano	Q450.00
Equipos de protección personal	Q850.00
Trabajos con calor	Q750.00
Seguridad con la electricidad	Q600.00
<b>Total</b>	<b>Q5,760.00</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## CONCLUSIONES

1. El área de mantenimiento es muy importante para mantener la disponibilidad del servicio de generación de energía eléctrica en la empresa, por lo que es vital la detección de oportunidades de mejora en los procesos que se tienen en la planta Las Palmas I.
2. Para las actividades que se realizan dentro de la planta es importante la planificación, por lo que es fundamental contar con las personas idóneas para la ejecución y control de las actividades de mantenimiento que generen la excelencia operacional de la empresa.
3. Es importante el desarrollo de procedimientos y actividades de mantenimiento que se ajusten a las condiciones en las que se encuentra operando la planta, logrando la preservación, la vida útil y eficiencia de los equipos y activos de la planta.
4. La ejecución de rutinas de inspección nos permite el hallazgo de oportunidades de mejora en todos los procesos de la empresa, para así lograr un control de parámetros y actividades que contribuyan a la preservación de la planta.
5. Cumplir con los tiempos de frecuencia en la ejecución de las actividades de mantenimiento es fundamental para satisfacer la demanda creciente de generación de energía eléctrica de manera responsable y ética para que la empresa siga siendo reconocida por su excelencia a nivel mundial.

6. Es importante el cumplimiento de los lineamientos y procedimientos en materia de salud y seguridad ocupacional que se establecen en la empresa, asegurando la ejecución de trabajos seguros para el bienestar físico y psicológico de todos los trabajadores de la planta Las Palmas I.
  
7. Es fundamental la actualización técnica e intelectual de los trabajadores, por lo que es importante la capacitación persistente en todas las áreas de trabajo en donde se realicen actividades dentro de la planta Las Palmas I. De esta manera la empresa seguirá contando con un recurso humano de primer nivel.

## RECOMENDACIONES

1. Al gerente de mantenimiento debe ajustar los procedimientos y técnicas de mantenimiento de acuerdo a las operaciones y equipos con los que se realizan todos los procesos de operación en la generación de energía eléctrica.
2. El gerente de mantenimiento debe distribuir de manera óptima las cargas de actividades de mantenimiento preventivas que se necesitan ejecutar, realizando una distribución equitativa de acuerdo a las capacidades y especializaciones que tenga cada trabajador.
3. El supervisor de planta debe velar por el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo, así como su registro en los formatos de control que se tienen en el plan de mantenimiento preventivo.
4. El gerente de mantenimiento debe mantener un enfoque constante de hallazgos de oportunidades de mejora en todos los equipos y procesos en la generación de energía eléctrica.
5. El operador del cuarto de motores y el supervisor del cuarto de control, deben monitorear y controlar los parámetros indispensables para el funcionamiento de la planta, realizando las pruebas y análisis necesarios de los materiales que se tienen en el plan de mantenimiento preventivo.
6. El supervisor de salud y seguridad ocupacional debe inspeccionar y controlar de manera prioritaria el cumplimiento de todos los lineamientos

y requisitos de salud y seguridad dentro de la planta en el desarrollo de todas las actividades.

7. Es importante la actualización de conocimientos y técnicas para todas las actividades que se desarrollan dentro de la empresa e incentivar a los trabajadores al aporte en la detección de necesidades de capacitación que se requieren en sus puestos de trabajo.

## REFERENCIAS

1. Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 033-2016, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. 05 de febrero de 2016.
2. Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía. *Norma Técnica Guatemalteca Administración de riesgos y metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos ocupacionales*. Guatemala. 36p.
3. CONTRERAS CASTILLO, Rita Del Carmen, *Desarrollo del capital humano en las organizaciones*. México: Red Tercer Milenio S.C., 2012.
4. Coordinadora nacional para la reducción de desastres CONRED. *Manual de uso para la norma de reducción de desastres numero dos - NRD2-*. Guatemala. 48p.
5. CORTÉS DÍAZ, José María. *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. 9a ed. Madrid: Tébar Flores, 2006.842 p.
6. Cruz Q (2007). *Diseño de manuales de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico y de seguridad e higiene industrial utilizado en GESUR*. (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

7. DÍAZ ARELLANO, Javier. *Salud en el trabajo y seguridad industrial*. 1a ed. México: Alfaomega, 2013. 241 p.
8. GARCIA GARRIDO, Santiago. *Renovetec Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial Ingeniería de mantenimiento*. 1a. Ed. Editorial Renovetec 2012. 10p.
9. Gonzáles B. (2012). *Diseño e implementación de plan de lubricación a maquinaria y equipo de generación eléctrica Planta Las Palmas II, Duke Energy*. (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
10. MÁRQUEZ MEDRANO, José Ángel. *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales*. 1a. Ed. México: Grupo Editorial Patria ,2017. 305 p.
11. Norma Técnica Guatemalteca NTG 13001, Administración de Riesgos y metodología para la identificación de peligros y evaluaciones de riesgos ocupacionales.
12. PARRA MARQUEZ, Carlos Alberto / Adolfo CRESPO. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de activos*. Sevilla: Ingeman, 2012.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Costo de repuestos necesarios para el plan de mantenimientos preventivos

		Precio	(12K-18K) Hrs. funcionamiento		(24K-36K) Hrs. funcionamiento		(60K-72K) Hrs. funcionamiento	
			Unidades	Valor	Unidades	Valor	Unidades	Valor
Bloque del motor y cigüeñal	Carcasa superior	Q4,125.00	8	Q33,000.00	0	Q0.00	8	Q33,000.00
	Carcasa inferior	Q4,125.00	8	Q33,000.00	0	Q0.00	8	Q33,000.00
	Gobernador	Q35,550.00	1	Q35,550.00	0	Q0.00	1	Q35,550.00
	Camisa de cilindros	Q125,250.00	0	Q0.00	0	Q0.00	8	Q1,002,000.00
	Anillo	Q1,875.00	18	Q33,750.00	0	Q0.00	18	Q33,750.00
	Junta Tórica	Q315.00	36	Q11,340.00	36	Q11,340.00	36	Q11,340.00
	Cojinetes	Q7,500.00	4	Q30,000.00	4	Q30,000.00	4	Q30,000.00
	Carcasa de cojinetes	Q3,750.00	2	Q7,500.00	2	Q7,500.00	2	Q7,500.00
	Casquillos rodamiento	Q5,250.00	20	Q105,000.00	0	Q0.00	0	Q0.00
	Rodamiento de engranaje	Q5,000.00	0	Q0.00	4	Q20,000.00	0	Q0.00
	Juntas de manguera	Q115.00	15	Q1,725.00	15	Q1,725.00	15	Q1,725.00
	Bielas	Corona de pistón	Q42,250.00	0	Q0.00	8	Q338,000.00	0
Anillos de pistón y sujecion		Q28,125.00	3	Q84,375.00	2	Q56,250.00	3	Q84,375.00
Faldon de pistón		Q52,500.00	5	Q262,500.00	0	Q0.00	5	Q262,500.00
Juntas tóricas		Q125.00	18	Q2,250.00	0	Q0.00	18	Q2,250.00
Culatas	Guia de válvulas	Q925.00	36	Q33,300.00	0	Q0.00	72	Q66,600.00
	Anillos de asiento	Q3,937.00	36	Q141,732.00	18	Q70,866.00	24	Q94,488.00
	Válvulas de entrada	Q3,187.00	24	Q76,488.00	24	Q76,488.00	24	Q76,488.00
	Resorte de valvula	Q412.00	4	Q1,648.00	4	Q1,648.00	4	Q1,648.00
	Válvulas de escape	Q4,525.00	36	Q162,900.00	36	Q162,900.00	36	Q162,900.00
	Rotocap	Q2,985.00		Q0.00		Q0.00		Q0.00
	Anillos de sellado	Q1,500.00	18	Q27,000.00	18	Q27,000.00	18	Q27,000.00



Continuación apéndice 1.

Cojinetes y eje de levas	Cojinetes de empuje	Q860.00	2	Q1,720.00	4	Q3,440.00	2	Q1,720.00
	balancines	Q910.00	18	Q16,380.00	36	Q32,760.00	18	Q16,380.00
	Rodamientos	Q3,375.00	2	Q6,750.00	0	Q0.00	2	Q6,750.00
	Casquillo de rodamiento	Q1,675.00	1	Q1,675.00	0	Q0.00	1	Q1,675.00
Enfriamiento	Enfriadores de aire	Q75,000.00	0	Q0.00	1	Q75,000.00	0	Q0.00
	Fuelle	Q7,312.00	0	Q0.00	2	Q14,624.00	0	Q0.00
	Elementos del sistema	Q15,750.00	1	Q15,750.00	1	Q15,750.00	1	Q15,750.00
Combustible	Anillos	Q2,625.00	8	Q21,000.00	0	Q0.00	8	Q21,000.00
	Conectores	Q712.00	8	Q5,696.00	0	Q0.00	8	Q5,696.00
	Sellos	Q35.00	8	Q280.00	0	Q0.00	8	Q280.00
	Funda de control	Q2,625.00	0	Q0.00	1	Q2,625.00	0	Q0.00
	Elementos bombas	Q13,250.00	1	Q13,250.00	1	Q13,250.00	1	Q13,250.00
	Rodillo	Q1,684.00	4	Q6,736.00	4	Q6,736.00	4	Q6,736.00
Inyectores	Válvulas de inyección	Q8,625.00	4	Q34,500.00	8	Q69,000.00	4	Q34,500.00
	Conexiones de presión	Q2,437.00	6	Q14,622.00	6	Q14,622.00	0	Q0.00
	Boquillas	Q1,987.00	18	Q35,766.00	18	Q35,766.00	18	Q35,766.00
Lubricación	Sellos	Q75.00	2	Q150.00	2	Q150.00	2	Q150.00
	Rotores	Q9,000.00	1	Q9,000.00		Q0.00	1	Q9,000.00
	Junta de bomba	Q1,762.00	0	Q0.00	2	Q3,524.00	0	Q0.00
	Anillos	Q1,575.00	4	Q6,300.00	4	Q6,300.00	4	Q6,300.00
	Conectores	Q712.00	4	Q2,848.00	4	Q2,848.00	4	Q2,848.00
	Elementos de bombas	Q13,250.00	1	Q13,250.00	1	Q13,250.00	1	Q13,250.00
	Bombas de agua	Q11,216.00	1	Q11,216.00	1	Q11,216.00	1	Q11,216.00
Aire de arranque	Q15,000.00	1	Q15,000.00	1	Q15,000.00	1	Q15,000.00	
Instrumentación	Transmisor	Q15,625.00	1	Q15,625.00	1	Q15,625.00	1	Q15,625.00
	Sensores de temperatura	Q8,250.00	2	Q16,500.00	2	Q16,500.00	2	Q16,500.00
	Sensores y transductores de nivel	Q7,725.00	2	Q15,450.00	2	Q15,450.00	2	Q15,450.00
	Termómetros	Q375.00	1	Q375.00	1	Q375.00	1	Q375.00
	Instrumentos varios	Q2,500.00	1	Q2,500.00	1	Q2,500.00	1	Q2,500.00
	Mantenimiento Caldera	Q25,000.00	1	Q25,000.00	1	Q25,000.00	1	Q25,000.00
				Q1,390,397.00		Q1,215,028.00		Q2,258,831.00
							Total =	Q4,864,256.00

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.