



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**

**Mynor Estuardo Cán Ajuchán**

Asesorado por el Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MYNOR ESTUARDO CÁN AJUCHÁN**  
ASESORADO POR EL INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
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:

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica industrial, con fecha de 21 de febrero del 2019.

**Mynor Estuardo Cán Ajuchán**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de abril de 2021.  
REF.EPS.DOC.167.08.2021.

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

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Mynor Estuardo Cán Ajuchán, Registro Académico No. 201314316** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.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”

Una firma manuscrita en tinta que parece ser la de Sindy Massiel Godínez Bautista.

Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SMGB/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de abril de 2021.  
REF.EPS.D.65.08.2021

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

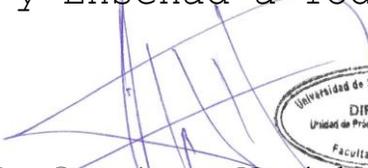
Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Mynor Estuardo Cán Ajuchán** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

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



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

REF.REV.EMI.044.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Estuardo Cán Ajuchán**, 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

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

Guatemala, abril de 2021.  
/mgp



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

REF.DIR.EMI.077.021

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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Estuardo Cán Ajuchán**, aprueba el presente trabajo y solicita 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

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, agosto de 2021.

/mgp

DTG. 380.2021

La Decana 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: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM EN ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Mynor Estuardo Cán Ajuchán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
★

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, agosto 2021

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por las bendiciones recibidas en mi vida y enseñarme que con fe todo es posible.
- Mis padres** Por ser mi apoyo incondicional, protección, sabios consejos y ejemplo de perseverancia a lo largo no solo de mi carrera, sino que de mi vida.
- Mis hermanos** Por estar conmigo en todo momento, ya que no importando la situación sé que cuento con su apoyo.
- Mi familia** Abuelos, tíos y primos por apoyarme y estar al pendiente de cada etapa de mi vida, por ser una fuente de inspiración para llegar a mis metas.
- Mis amigos** A todos aquellos que a lo largo de mi vida han formado parte de mi vida los cuales han formado parte de experiencias positivas o negativas que han formado experiencias únicas que permitieron llegar a este momento tan importante.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y darme la oportunidad de crecer académica, física y psicológicamente con cada una de las experiencias durante todos estos años.
<b>Facultad de ingeniería</b>	Al personal docente y administrativo que con su dedicación y conocimientos comparten sabiduría para crecimiento de todos los estudiantes.
<b>Eco Termo de Centroamérica, S.A.</b>	Por abrir sus puertas para poder desarrollar mi ejercicio profesional supervisado, por el apoyo y conocimiento compartido durante la ejecución del proyecto.
<b>Asesora de EPS</b>	Ingeniera Sindi Godinez, por su paciencia, apoyo y asesoría durante la realización de este trabajo y ejecución del proyecto.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	A cada uno que durante los años de universidad estuvieron presentes como apoyo en las buenas y malas durante cada uno de los cursos y laboratorios ya que sin su apoyo nada de esto sería posible.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XVII
GLOSARIO .....	XIX
RESUMEN .....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. GENERALIDADES DE ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA .....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Misión .....	1
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Estructura organizacional .....	2
1.5.1. Organigrama de la empresa .....	2
1.6. Generalidades del área de mantenimiento .....	6
1.6.1. Descripción.....	6
1.6.2. Objetivos.....	7
1.6.3. Personal .....	7
1.6.4. Descripción de los equipos.....	8
1.6.4.1. Hornos incineradores.....	8
1.6.4.2. Autoclave .....	9
1.6.4.3. Trituradora .....	9
1.6.4.4. <i>Ecosteryl</i> .....	10

2.	FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM.....	11
2.1.	Diagnóstico de la empresa.....	11
2.1.1.	Análisis FODA.....	13
2.1.1.1.	Matriz de estrategias.....	15
2.2.	Diagnóstico del área de mantenimiento.....	16
2.2.1.	Análisis FODA.....	16
2.2.1.1.	Matriz de estrategias.....	18
2.2.2.	Estructura organizacional.....	19
2.2.2.1.	Organigrama.....	19
2.2.2.2.	Personal.....	20
2.2.3.	Procedimiento de mantenimiento.....	22
2.2.3.1.	Mantenimiento correctivo.....	22
2.2.3.2.	Mantenimiento preventivo.....	23
2.2.3.3.	Mantenimiento predictivo.....	23
2.2.3.4.	Diferencias entre el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.....	24
2.3.	Diagnóstico de planta de operaciones.....	24
2.3.1.	Equipos.....	24
2.3.1.1.	Hornos incineradores.....	25
2.3.1.1.1.	Características técnicas.....	26
2.3.1.1.2.	Formatos de registro.....	27
2.3.1.1.3.	Fallos en los equipos.....	29
2.3.1.2.	Autoclave.....	34
2.3.1.2.1.	Características técnicas.....	35
2.3.1.2.2.	Formato de registro.....	35

	2.3.1.2.3.	Fallas en los equipos....	37
2.3.1.3.		Trituradora .....	41
	2.3.1.3.1.	Características técnicas .....	41
	2.3.1.3.2.	Formatos de registro ....	41
	2.3.1.3.3.	Fallas en los equipos....	44
2.3.1.4.		<i>Ecosteryl</i> .....	47
	2.3.1.4.1.	Características técnicas .....	48
	2.3.1.4.2.	Formato de registro .....	49
	2.3.1.4.3.	Fallas en el equipo .....	50
2.3.2.		Identificación de indicadores operativos .....	54
2.3.2.1.		Eficiencia hornos incineradores .....	54
	2.3.2.1.1.	Calidad .....	54
	2.3.2.1.2.	Disponibilidad .....	55
	2.3.2.1.3.	Rendimiento .....	55
	2.3.2.1.4.	OEE equipos .....	55
2.3.2.2.		Eficiencia autoclave .....	56
	2.3.2.2.1.	Calidad .....	56
	2.3.2.2.2.	Disponibilidad .....	56
	2.3.2.2.3.	Rendimiento .....	57
	2.3.2.2.4.	OEE equipo .....	57
2.3.2.3.		Eficiencia de trituradora .....	57
	2.3.2.3.1.	Calidad .....	58
	2.3.2.3.2.	Disponibilidad .....	58
	2.3.2.3.3.	Rendimiento .....	58
	2.3.2.3.4.	OEE equipos .....	59
2.3.2.4.		Eficiencia <i>Ecosteryl</i> .....	59
	2.3.2.4.1.	Calidad .....	59

	2.3.2.4.2.	Disponibilidad.....	60
	2.3.2.4.3.	Rendimiento .....	60
	2.3.2.4.4.	OEE equipo.....	61
2.4.	Diseño e implementación de mantenimiento productivo total (TPM) .....		61
2.4.1.	Localización de los equipos en planta .....		63
2.4.2.	Plan de mantenimiento preventivo de hornos incineradores.....		64
2.4.2.1.	Ficha técnica de horno .....		64
2.4.2.2.	Programación de mantenimiento.....		66
	2.4.2.2.1.	Personal requerido.....	66
	2.4.2.2.2.	Frecuencia de mantenimiento.....	67
	2.4.2.2.3.	Insumos por utilizar .....	68
2.4.2.3.	Instructivo de mantenimiento preventivo de incineradores .....		85
2.4.2.4.	Formatos de inspección hornos incineradores.....		108
2.4.3.	Plan de mantenimiento preventivo de autoclave ...		120
2.4.3.1.	Objetivos del plan de mantenimiento de la autoclave .....		121
2.4.3.2.	Programación de mantenimiento.....		121
	2.4.3.2.1.	Personal requerido.....	121
	2.4.3.2.2.	Frecuencia de mantenimiento.....	123
	2.4.3.2.3.	Insumos por utilizar .....	123
2.4.3.3.	Instructivo de mantenimiento preventivo de autoclave .....		135
2.4.3.4.	Formatos de inspección autoclave .....		147

2.4.4.	Plan de mantenimiento preventivo trituradora .....	152
2.4.4.1.	Objetivos del plan de mantenimiento de la trituradora.....	153
2.4.4.2.	Programación de mantenimiento .....	154
2.4.4.2.1.	Personal requerido .....	154
2.4.4.2.2.	Frecuencia de mantenimiento .....	155
2.4.4.2.3.	Insumos por utilizar ....	155
2.4.4.3.	Instructivo de procedimientos del plan de mantenimiento preventivo .....	162
2.4.4.4.	Formatos de inspección de trituradora .....	170
2.4.5.	Plan de mantenimiento preventivo <i>Ecosteryl</i> .....	173
2.4.5.1.	Objetivos del plan de mantenimiento preventivo de <i>Ecosteryl</i> .....	174
2.4.5.2.	Programación de mantenimiento .....	174
2.4.5.2.1.	Personal requerido .....	174
2.4.5.2.2.	Frecuencia de mantenimiento .....	175
2.4.5.2.3.	Insumos por utilizar ....	176
2.4.5.3.	Instructivo de procedimiento del plan de mantenimiento preventivo.....	183
2.4.5.4.	Formato de inspección <i>Ecosteryl</i> .....	192
2.4.6.	<i>Stock</i> de repuestos para equipos .....	195
2.4.7.	Desarrollo de indicadores operativos.....	197
2.4.7.1.	Eficiencia en hornos incineradores....	197
2.4.7.1.1.	Calidad .....	198
2.4.7.1.2.	Disponibilidad .....	198
2.4.7.1.3.	Rendimiento .....	198

	2.4.7.1.4.	OEE equipos.....	199
	2.4.7.2.	Eficiencia autoclave.....	199
	2.4.7.2.1.	Calidad.....	199
	2.4.7.2.2.	Disponibilidad.....	199
	2.4.7.2.3.	Rendimiento.....	200
	2.4.7.2.4.	OEE equipo.....	200
	2.4.7.3.	Eficiencia trituradora.....	200
	2.4.7.3.1.	Calidad.....	200
	2.4.7.3.2.	Disponibilidad.....	200
	2.4.7.3.3.	Rendimiento.....	201
	2.4.7.3.4.	OEE equipos.....	201
	2.4.7.4.	Eficiencia <i>Ecosteryl</i> .....	201
	2.4.7.4.1.	Calidad.....	201
	2.4.7.4.2.	Disponibilidad.....	202
	2.4.7.4.3.	Rendimiento.....	202
	2.4.7.4.4.	OEE equipo.....	202
	2.4.7.5.	Comparación indicadores.....	202
2.5.		Costo de la propuesta.....	204
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN, DOCUMENTAR LOS PROCESOS DEL ÁREA DE HORNOS.....	207
3.1.		Situación actual del área de operaciones.....	207
3.1.1.		Diagnóstico del área de operaciones.....	208
3.1.1.1.		Análisis FODA.....	208
3.1.2.		Diagnóstico del área de hornos incineradores.....	210
3.1.2.1.		Análisis de cinco razones del proceso de incineración.....	211
3.1.2.2.		Proceso actual de carga de hornos....	213
3.1.2.2.1.		Descripción.....	213

3.1.2.2.2.	Diagrama de operaciones de carga de horno .....	215
3.1.2.2.3.	Identificación de formatos de control de proceso de carga .....	218
3.1.2.3.	Proceso actual de incineración de los desechos.....	219
3.1.2.3.1.	Descripción.....	219
3.1.2.3.2.	Identificación de puntos críticos del proceso de incineración .....	222
3.1.2.4.	Proceso actual de descarga de ceniza del horno incinerador.....	222
3.1.2.4.1.	Descripción.....	223
3.1.2.4.2.	Identificación de puntos críticos del proceso de descarga de ceniza .....	225
3.1.2.5.	Proceso actual de manejo y extracción de ceniza .....	225
3.1.2.5.1.	Descripción.....	226
3.1.2.5.2.	Diagrama de operaciones del manejo de extracción de ceniza .....	227
3.1.2.5.3.	Identificación de formatos de control de	

	manejo y extracción de ceniza.....	229
3.2.	Documentación de proceso de incineración de la empresa ...	230
3.2.1.	Carga de hornos.....	231
3.2.1.1.	Procedimiento de carga de hornos.....	232
3.2.1.2.	Diagrama de operaciones de carga de hornos .....	234
3.2.1.3.	Formato de control para cargas de hornos .....	236
3.2.2.	Incineración .....	237
3.2.2.1.	Procedimiento de incineración .....	237
3.2.2.2.	Diagrama de operaciones de incineración .....	238
3.2.3.	Descarga de ceniza del incinerador .....	240
3.2.3.1.	Procedimientos de incineración.....	240
3.2.3.2.	Diagrama de operaciones del proceso de descarga de ceniza.....	241
3.2.4.	Manejo y extracción de ceniza .....	243
3.2.4.1.	Procedimiento de manejo y extracción de ceniza.....	244
3.2.4.2.	Diagrama de operaciones del manejo y extracción de ceniza .....	244
3.2.4.3.	Formato de control para manejo y extracción de ceniza.....	246
3.3.	Costo de la propuesta .....	247
4.	FASE DE DOCENCIA, PLAN DE CAPACITACIÓN.....	251
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	251

4.1.1.	Análisis de cinco razones de las necesidades de capacitación.....	252
4.2.	Plan de capacitación .....	254
4.3.	Modelo de capacitación .....	257
4.3.1.	Modelo de presentación para capacitación .....	258
4.4.	Evaluación propuesta .....	263
4.4.1.	Resultados de evaluación previa y posterior a la capacitación.....	266
4.5.	Costos de la propuesta.....	267
CONCLUSIONES .....		269
RECOMENDACIONES .....		273
BIBLIOGRAFÍA.....		275



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	3
2.	Organigrama del área de mantenimiento .....	20
3.	Fallas en equipos de incineración .....	33
4.	Fallas de autoclave .....	40
5.	Fallas de trituradora .....	46
6.	Fallas <i>Ecosteryl</i> .....	53
7.	Localización de los equipos en planta.....	63
8.	Resumen OEE equipos.....	204
9.	DOP proceso de carga de horno.....	216
10.	Diagrama de operaciones de incineración .....	221
11.	Diagrama de operaciones de descarga de ceniza .....	224
12.	Carretón usado en extracción .....	226
13.	DOP proceso de manejo y extracción de ceniza.....	228
14.	Control toneles de ceniza.....	229
15.	DOP proceso de carga de horno.....	234
16.	DOP proceso de incineración.....	239
17.	DOP proceso de descarga de ceniza.....	242
18.	Diseño de carretón propuesto .....	243
19.	DOP proceso de manejo y extracción de ceniza.....	245
20.	Capacitación de introducción al mantenimiento preventivo total (TPM) .....	257
21.	Prueba de conocimientos previa y posterior a la capacitación.....	258
22.	Presentación para la capacitación .....	259

23.	Modelo de evaluación .....	264
24.	Grafica de resultados de pruebas .....	266

## TABLAS

I.	FODA.....	15
II.	Matriz de estrategias.....	18
III.	Check-List en los equipos de incineración.....	27
IV.	Fallas eléctricas .....	31
V.	Falla mecánica.....	32
VI.	Formato de registro.....	36
VII.	Fallas eléctricas en autoclave .....	39
VIII.	Falla mecánica en autoclave .....	39
IX.	Falla mecánica en caldera .....	39
X.	Formato de registro del equipo de trituración .....	42
XI.	Fallas eléctricas de la trituradora .....	45
XII.	Fallas mecánicas de la trituradora .....	45
XIII.	Formato de registro de la <i>Ecosteryl</i> .....	49
XIV.	Fallas eléctricas de la <i>Ecosteryl</i> .....	51
XV.	Fallas mecánicas de la <i>Ecosteryl</i> .....	52
XVI.	Equipo 1.....	64
XVII.	Equipo 2.....	65
XVIII.	Programación de mantenimientos mensual en hornos incineradores .....	69
XIX.	Programación de mantenimiento trimestral de hornos incineradores .....	76
XX.	Programación de mantenimiento trimestral de hornos incineradores ...	80
XXI.	Instructivo de mantenimiento preventivo de incineradores .....	85
XXII.	Limpieza de sistema eléctrico de los incineradores .....	87

XXIII.	Servicio de refractario de cámara de combustión de los incineradores.....	88
XXIV.	Servicio al sistema de combustión de los inceneradores .....	91
XXV.	Servicio al sistema de oxigenación de los incineradores .....	93
XXVI.	Servicio al cargador hidráulico de los incineradores .....	95
XXVII.	Servicio de sellos de cilindros hidráulicos del cargador de los incineradores.....	96
XXVIII.	Servicio a la banda de extracción de salida de ceniza de horno de los incineradores .....	98
XXIX.	Servicio a lubricación a bandas de salida de desechos de los incineradores.....	99
XXX.	Cambio de aceite a motorreductores en los incineradores .....	100
XXXI.	Servicio al sistema de enfriamiento de gases de los incineradores.....	101
XXXII.	Servicio al dosificador de cal del sistema de enfriamiento de gases de los incineradores .....	103
XXXIII.	Servicio a turbina de tiro forzado del extractor de gases de los incineradores.....	104
XXXIV.	Servicio a motor de sistema de extracción de gases para los incineradores.....	106
XXXV.	Servicio a filtro de mangas para los incineradores .....	107
XXXVI.	Formato para técnicos del área de mantenimiento de hornos 2 y 3 .....	109
XXXVII.	Formato para personal de mantenimiento de horno incinerador 4 .....	112
XXXVIII.	Formatos para mantenimiento Autónomo hornos incineradores 2 y 3 .....	116
XXXIX.	Formatos para mantenimiento Autónomo hornos incineradores 4 .....	118

XL.	Ficha técnica de autoclave .....	120
XLI.	Programación de mantenimiento preventivo mensual de autoclave .....	124
XLII.	Programación de mantenimiento preventivo trimestral autoclave.....	127
XLIII.	Programación de mantenimiento preventivo semestral autoclave.....	130
XLIV.	Programación de mantenimiento preventivo anual de autoclave.....	132
XLV.	Instructivo de mantenimiento preventivo de autoclave .....	135
XLVI.	Pintura al interior de la cámara de esterilización para autoclave .....	137
XLVII.	Servicio a sellos de cilindros hidráulicos para autoclave .....	138
XLVIII.	Servicio a la bomba hidráulica para autoclave.....	140
XLIX.	Servicio de filtros red de distribución de vapor para autoclave .....	142
L.	Servicio a compresor de aire, cambio de aceite para autoclave .....	143
LI.	Servicio del filtro de aire del compresor para autoclave.....	145
LII.	Servicio de ajuste de correas para autoclave .....	146
LIII.	Formato para técnicos del área de mantenimiento de autoclave.....	148
LIV.	Formato para técnicos de mantenimiento de caldera .....	149
LV.	Formato para mantenimiento operativo de autoclave .....	150
LVI.	Formato para mantenimiento operativo de caldera.....	151
LVII.	Ficha técnica de la trituradora.....	153
LVIII.	Programación de mantenimiento preventivo mensual de trituradora .....	156
LIX.	Programación de mantenimiento preventivo trimestral de trituradora .....	158
LX.	Programación de mantenimiento preventivo anual de trituradora.....	160
LXI.	Instructivo de mantenimiento de trituradora.....	162
LXII.	Ajuste y calibración de clutch de la trituradora.....	164
LXIII.	Cambio de cuchillas de la trituradora.....	165
LXIV.	Servicio a la bomba hidráulica de la trituradora .....	167

LXV.	Servicio a cilindros hidráulicos cambio de sellos hidráulicos de la trituradora.....	169
LXVI.	Formato para técnicos del área de mantenimiento de trituradora .....	171
LXVII.	Formato para mantenimiento operativo para trituradora .....	172
LXVIII.	Ficha técnica del <i>Ecosteryl</i> .....	173
LXIX.	Programación de mantenimiento preventivo semanal de <i>Ecosteryl</i> .....	177
LXX.	Programación de mantenimiento preventivo mensual de <i>Ecosteryl</i> .....	179
LXXI.	Programación de mantenimiento preventivo trimestral a <i>Ecosteryl</i> .....	180
LXXII.	Programación de mantenimiento preventivo semestral de <i>Ecosteryl</i> .....	182
LXXIII.	Instructivo de mantenimiento de <i>Ecosteryl</i> .....	183
LXXIV.	Revisión del tornillo de transferencia del <i>Ecosteryl</i> .....	185
LXXV.	Limpieza de la trituradora de <i>Ecosteryl</i> .....	186
LXXVI.	Revisión de cables de cabestrante de carga <i>Ecosteryl</i> .....	188
LXXVII.	Limpieza de la tolva de mantenimiento de temperatura <i>Ecosteryl</i> .....	189
LXXVIII.	Inspección túnel de transferencia de <i>Ecosteryl</i> .....	190
LXXIX.	Revisión y cambio de filtros de <i>Ecosteryl</i> .....	191
LXXX.	Formato para técnicos del área de mantenimiento de <i>Ecosteryl</i> .....	192
LXXXI.	Formato para mantenimiento operativo de <i>Ecosteryl</i> .....	194
LXXXII.	<i>Stock</i> de repuestos para equipos.....	196
LXXXIII.	Comparativa de indicadores.....	203
LXXXIV.	Costo de la propuesta .....	204
LXXXV.	Resumen de costos.....	205
LXXXVI.	Matriz de estrategias .....	210
LXXXVII.	Proceso de carga de horno incinerador .....	214
LXXXVIII.	Formatos de control de proceso de carga.....	218

LXXXIX.	Proceso de incineración.....	220
XC.	Proceso de descarga de ceniza.....	223
XCI.	Proceso de manejo y extracción de ceniza.....	226
XCII.	Proceso de carga de horno incinerador .....	233
XCIII.	Formato de control para cargas de hornos .....	236
XCIV.	Proceso de incineración.....	238
XCV.	Proceso de descarga de ceniza.....	241
XCVI.	Proceso de manejo y extracción de ceniza.....	244
XCVII.	Control para manejo y extracción de ceniza .....	246
XCVIII.	Mano de obra.....	247
XCIX.	Para el cálculo de los costos se consideran los siguientes aspectos .....	247
C.	Método actual .....	247
CI.	Método propuesto .....	248
CII.	Costo del carretón propuesto.....	248
CIII.	Costo de mano de obra por cambio de procedimientos.....	249
CIV.	Resultados de pruebas .....	266
CV.	Duración de capacitación.....	267
CVI.	Costo por hora .....	267
CVII.	Costo total.....	268

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>BHP</b>	<i>Boiler Horsepower</i>
<b>HP</b>	Caballo de fuerza
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>°C</b>	Grados Centígrados
<b>kg/h</b>	Kilogramo sobre hora
<b>Lb</b>	Libras
<b>Lts</b>	Litros
<b>MBTU/HR</b>	Mega <i>British Thermal Unit</i> sobre horas
<b>”</b>	Pulgada



## GLOSARIO

<b>Desechos hospitalarios</b>	Residuos sólidos líquidos o gaseosos producidos por un ente generador relacionado a servicios de salud los cuales de no ser tratados adecuadamente pueden ser dañinos para la salud.
<b>Desechos industriales</b>	Todo tipo de residuos de alta o baja peligrosidad producidos por actividades productivas en las industrias.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Hidráulica</b>	Rama de la física que analiza.
<b>Incinerador</b>	Equipo utilizado para el tratamiento de desechos hospitalarios e industriales por medio la combustión de materiales a temperaturas elevadas.
<b>Soldadura industrial</b>	Proceso de unión de dos metales derritiendo los metales y agregando un material de relleno derretido hasta unir las distintas piezas.
<b>Supervisor</b>	Persona encargada de la coordinación de operarios en cada uno de los equipos de la planta de tratamiento de desechos.

**TPM**

Mantenimiento Productivo Total.

## RESUMEN

El encargado de mantener en correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones en una industria es el departamento de mantenimiento; sus funciones no solo se basan en reparación de fallos sino en el seguimiento y prevención de averías en las distintas secciones de los equipos identificando condiciones que estén afectando a los equipos y sus componentes.

Esta labor es amplia en todo el proceso de planificación y programación de actividades; el coordinador del área de mantenimiento será el encargado de velar porque los equipos trabajen adecuadamente minimizando costos, planificar un plan de mantenimiento adecuado a las condiciones de trabajo y garantizar que se tenga un *stock* adecuado de repuestos en planta.

Como toda industria que busca llegar a una competitividad de nivel mundial es necesario que cada una de las áreas de la empresa estén trabajando en la misma dirección y el mantenimiento productivo total TPM es una herramienta que con sus diferentes enfoques permite ayudar al área de mantenimiento en conseguir aumentar su efectividad en planta. Uno de los principales enfoques son el mantenimiento autónomo en donde se busca que un operario conozca su equipo y que pueda realizar tareas fáciles de limpieza, lubricación y diagnóstico en los equipos brindando mejores condiciones para que los técnicos puedan atender las necesidades de los equipos según una jerarquía o priorización acorde a las condiciones o importancia de los equipos brindando un mejor servicio a las diferentes áreas de la empresa.

Por medio del programa de ejercicio profesional supervisado (EPS) se desarrolla un plan adecuado que permita el inicio de la implementación de TPM disminuyendo paros no planeado por fallas en los equipos por un inadecuado mantenimiento preventivo en los equipos.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar e implementar un sistema de mantenimiento productivo total TPM en Eco termo de Centroamérica, S.A:

## Específicos

1. Desarrollar el diagnóstico del estado actual del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado por parte del personal de mantenimiento de la empresa.
2. Realizar un mapeo general de los equipos, identificando los puntos críticos y riesgos que posean cada uno de los equipos. Estableciendo una jerarquización de mantenimiento.
3. Elaborar un sistema de homologación de procedimientos adecuados que nos permitan la estandarización de los mantenimientos elaborados.
4. Plantear un sistema de gestión de mantenimiento preventivo que coordine y sincronice las tareas de mantenimiento de los diferentes equipos de planta que permitan la reducción de tiempos muertos causadas por averías de los equipos.

5. Diseñar e implementar un sistema de evaluación de rendimiento del área de mantenimiento por medio de la implementación de indicadores de eficiencia global de los equipos.
6. Documentar los procedimientos del área de hornos, y proponer una solución que permita la mitigación de la propagación de ceniza producida durante su extracción y manejo.
7. Proponer un plan de capacitación adecuado a las diferentes necesidades percibidas durante el desarrollo del proyecto permitiendo involucrar en el proceso de mantenimiento de los equipos al diferente personal de la empresa.

## INTRODUCCIÓN

Eco Termo de Centroamérica, S.A., a la vanguardia de la tecnología, cuenta con equipos especiales para el tratamiento de desechos de origen hospitalario o industrial, brindando solución integral a través de asesoría, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos.

Eco Termo de Centroamérica. S.A. en busca de mejora continua en sus procesos busca diseñar e implementar el mantenimiento productivo total TPM en el área de mantenimiento, esto como apoyo a las necesidades actuales de los equipos para poder garantizar que trabajen en condiciones adecuadas y reduciendo los fallos en los equipos.

Debidos a los requerimientos del área de operaciones de la empresa y mejorar la competitividad de los procesos se busca tener un apropiado programa de mantenimiento preventivo en los equipos seleccionados y se pretende implementar en un corto lapso la disminución de fallos en los equipos.

De esta manera se podrá mejorar la disponibilidad y rendimiento de los equipos de tratamiento de los desechos, por ello se obtendrá una disminución de los costos de operación, esto se logrará por medio de la inclusión de todo el personal de la empresa, tanto administrativo y operativo, para esto será necesario la implementación de mantenimiento operativo por medio de capacitaciones continuas, haciendo de esta manera que los operarios disminuyan fallos en la manipulación de los equipos así como la identificación de fallos previo a que ocurran paros inesperados en cada uno de los equipos.



# **1. GENERALIDADES DE ECO TERMO DE CENTROAMÉRICA**

## **1.1. Descripción**

Eco Termo de Centroamérica, S.A. es una empresa que ofrece el servicio de manejo profesional de los desechos de origen industrial o bio-infeccioso. brindando una solución integral por medio de asesoría, capacitación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. Disminuyendo el impacto al ambiente que representan este tipo de desechos. Empleando tecnologías que garantizan la preservación y cuidado del medio ambiente en cada uno de los distintos procesos realizados.

## **1.2. Visión**

“Ser una empresa reconocida a nivel nacional por la excelencia en el servicio a sus clientes, utilizando siempre la mejor tecnología y a la vanguardia en el tratamiento de desechos, promoviendo desarrollo y beneficios a Guatemala”.<sup>1</sup>

## **1.3. Misión**

“Somos una empresa líder que trabaja diariamente para brindar soluciones integrales a través de asesoría, capacitación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos bio infecciosos e industriales de forma profesional, ética y responsable”.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ECOTERMO. *Código de ética*. <https://ecotermo.com.gt/quienes-somos/>.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

## **1.4. Objetivos**

El objetivo principal de Eco Termo de Centroamérica, S.A. es ofrecer servicios profesionales de manejo de desechos hospitalario e industriales utilizando la más alta tecnología.

Brindar una solución integral al tratamiento de los desechos ofreciendo servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos hospitalarios e industriales.<sup>3</sup>

## **1.5. Estructura organizacional**

En Eco Termo de Centroamérica S.A. se tiene una estructura funcional, está dividida por departamentos dedicados a funciones específicas, se tiene una comunicación directa entre jefe y colaborador.

Las decisiones son tomadas con mayor facilidad y rapidez ya que la responsabilidad recae sobre los encargados de cada una de las áreas agilizando los tiempos de respuesta.

### **1.5.1. Organigrama de la empresa**

A continuación, en la figura 1 se presenta el organigrama de la empresa.

---

<sup>3</sup> ECOTERMO. *Código de ética*. <https://ecotermino.com.gt/quienes-somos/>.



- Director general: es encargado de coordinar y controlar las actividades de la empresa tiene como función principal la transmisión de información y toma decisiones acordes a las necesidades de la empresa.
- Gerente general: es el encargado de coordinar y planificar estratégicamente las actividades de la empresa.
- Gerente de planta: es en encargado de alcanzar los objetivos operaciones, controlando y coordinando con las áreas que componen la planta de operaciones.
- Gerente de talento humano es el responsable del aseguramiento que los empleados se ajusten a las necesidades de cada una de las diferentes áreas.
- Coordinador de mantenimiento: encargado de la planificación y coordinación de personal y materiales necesarios para la realización de tareas de mantenimiento correctivo o preventivo.
- Coordinador de logística: es el encargado de garantizar una adecuada recolección y transporte de los desechos para optimizar el proceso del área de operaciones.
- Coordinador de bodega: el encargado de planificación y coordinación de un oportuno despacho de los desechos almacenados para su oportuno tratamiento.

- Coordinador de salud y seguridad ocupacional: es el encargado de planificar actividades de prevención de accidentes, capacitar y coordinar lo relacionado a seguridad de los empleados.
- Coordinador de operaciones es encargado de dirigir el correcto desarrollo de actividades operativas de la planta de tratamiento, es encargado de la planificación y desarrollo de las actividades de planta.
- Coordinador de ventas: es el encargado de dar seguimiento y cumplimiento de los objetivos de venta de servicios de tratamientos de desechos.
- Coordinador de facturación: es el encargado de formalizar la compra de los servicios de tratamiento de desechos según las políticas de la empresa.
- Coordinador de contabilidad: persona encargada de planificar las actividades del área de contabilidad, mantener actualizados los registros para llevar un control adecuado de la situación financiera de la empresa.
- Asistentes: son los encargados de brindar apoyo a los coordinadores según su área de trabajo.
- Auxiliares de mantenimiento: son los técnicos del área de mantenimiento encargados de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e infraestructura de la empresa.
- Operarios: son los encargados del proceso de tratamiento de los desechos ingresados a planta.

- Monitor de seguridad industrial: personal encargado de velar por la integridad de los colaboradores de la empresa identificar y proponer mejoras a situaciones peligrosas.
- Pilotos: personal encargado de la recolección y traslado de los desechos desde la ubicación de los clientes hacia la planta de la empresa.

## **1.6. Generalidades del área de mantenimiento**

El área de mantenimiento se encuentra definida como la encargada de la preservación de infraestructura, equipos y vehículos de recolección de producto a nivel nacional.

### **1.6.1. Descripción**

El área de mantenimiento de la empresa se encuentra dividido acorde a sus actividades siendo equipos, infraestructura y flotilla de camiones, las tres principales de la empresa. El coordinador de mantenimiento de equipos e infraestructura es el encargado de garantizar el correcto funcionamiento de cada uno de los distintos equipos de la planta de tratamiento de desechos, y a su vez la infraestructura de la planta. Los principales equipos para tratamiento de desechos son Hornos incineradores, autoclave, trituradora y *Ecosteryl*, por medio de los cuales es posible dar un apropiado tratamiento y esterilización a los desechos para su disposición final.

El correcto funcionamiento de los equipos es fundamental para las operaciones de la empresa por lo que es necesario es establecer tiempos adecuados para el mantenimiento preventivo y la disminución de fallas en los equipos. Por ello, el área cuenta con personal que cuenta con diferentes

disciplinas o especialidades que permiten la reparación de las distintas eventualidades ocurridas en los equipos.

### **1.6.2. Objetivos**

Mantener en óptimas condiciones los equipos conforme a las especificaciones de los fabricantes para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en planta.

- Mejorar la eficiencia de los mantenimientos preventivos.
- Aumentar la disponibilidad de los equipos garantizando un 85 %.
- Dar seguimiento a las acciones reportadas por parte las listas de inspección de los equipos.
- Desarrollar y ejecutar el plan de mantenimiento mensual.

### **1.6.3. Personal**

El área de mantenimiento cuenta con personal técnico que posee diferentes especialidades que garantizan la solución de las distintas situaciones que surgen en planta.

Por ello, los colaboradores del área de mantenimiento cuentan con especialidades como lo son:

- Soldadura.
- Mecánica General.
- Albañil.
- Mecánica Hidráulica y neumática.
- Jardinería.

- Mecánica automotriz.
- Pintura.

Se cuenta con un total de nueve técnicos para el área de mantenimiento de equipos o infraestructura los cuales poseen una o más especialidades para desarrollar en plata.

#### **1.6.4. Descripción de los equipos**

En planta se cuentan con diferentes equipos para el tratamiento de los desechos recolectados para lo cual se emplean hornos incineradores, autoclave, trituradora y *Ecosteryl*.

##### **1.6.4.1. Hornos incineradores**

Equipo empleado para el tratamiento de desechos de origen hospitalario e industrial, consiste en el tratamiento de los desechos por incineración a altas temperaturas, proceso que permite una reducción de volumen de hasta un 95 % y su peso. Tiene un alto grado de efectividad y es apropiado para todo tipo de desechos, estos equipos no producen contaminantes como dioxinas o furanos gracias a su diseño y ciclos de tratamiento de desechos a distintas temperaturas.

Presenta distintas ventajas adicionales a la reducción de peso y volumen como lo es su alta disponibilidad y procesamiento continuo. Requiere una baja demanda de espacio en vertederos y los residuos del proceso de tratamiento son inertes e irreconocibles.

#### **1.6.4.2. Autoclave**

Tecnología que consiste en un recipiente metálico con cierre hermético el cual permite la esterilización de desechos hospitalarios no patológicos por medio de la utilización de vapor a altas presiones y temperaturas.

Este equipo inactiva todos los virus y bacterias empleando vapor como agente esterilizador, siendo la acción conjunta del vapor a altas presiones y temperaturas que permite la destrucción de los microorganismos. Esto funciona con un proceso de pre-vacío que permite el aumento de la eficiencia del proceso eliminando el aire contenido dentro del autoclave antes de iniciar con el proceso de inyección del vapor, esto agiliza el proceso mejorando la eficiencia del proceso de esterilización. Los residuos procesados deben de pasar por un proceso de trituración antes de la disposición final de los residuos.

#### **1.6.4.3. Trituradora**

Equipo utilizado para la disminución del volumen de los desechos hospitalarios o industriales según sea la necesidad, este proceso el desecho triturado en este equipo proviene del proceso de esterilización del autoclave y materiales industriales que no representen peligro.

El proceso de carga de este equipo es automático hacia la tolva del equipo, posee una prensa hidráulica que permite la compresión gradual de los desechos para que sean triturados por los ejes dentados del equipo. Este proceso proporciona una disminución de volumen de hasta un 80 % y estos son irreconocibles y se encuentran listos para su disposición final.

#### **1.6.4.4. *Ecosteryl***

Equipo especializado en el tratamiento de residuos hospitalarios, utiliza un proceso automático que permite la destrucción y tratamiento de los diferentes tipos de desechos, esto se desarrolla en sus tres etapas las cuales son trituración, homogenización y tratamiento. La trituración consiste en la reducción de desechos a un tamaño inferior a los 20 mm. La homogenización se obtiene por medio de un agitador posicionado en la tolva bajo la trituradora el cual proporciona un movimiento constante a los residuos triturados antes de su tratamiento. El tratamiento es realizado por medio de microondas el cual consiste en hacer pasar los residuos por medio de un tornillo de transferencia el cual conduce los materiales a lo largo de unidades de microondas que aumentan la temperatura de los residuos con lo que se inicia el proceso de esterilización, estos desechos son depositados en una tolva que mantiene la temperatura de los desechos a 100 % en un periodo aproximado de una hora antes de su extracción.

Este equipo posee grandes características como lo son no producir ningún tipo de emisión, este equipo no utiliza combustibles para su operación, no tiene emisiones de humos, químicos o vapores, ni se desea agua en ninguna parte del proceso. Adicional este proceso tiene una efectividad de desinfección del 99,9999 %.

Brinda una reducción de volumen de aproximadamente 80 % del volumen inicial y sus residuos son completamente irreconocibles y listos para su disposición final.

## **2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM**

### **2.1. Diagnóstico de la empresa**

La planta de tratamientos de desechos de Eco Termo de Centroamérica, S.A. se encarga de proporcionar un tratamiento adecuado a los diferentes tipos de desechos recolectados ya sean de origen hospitalario o industrial. Para esto emplean diferentes equipos especiales como lo son hornos incineradores, autoclave, trituradora y equipo de tratamiento por microondas.

Tomando como fuente primaria de información a operarios y técnicos, quienes están en contacto directo con los equipos de planta por medio de entrevistas estructuradas y no estructuradas basado en la información proporcionada se llegó a la conclusión que los operarios tienen un bajo conocimiento del funcionamiento de los equipos y no se encuentran familiarizados con los diferentes componentes que estos poseen.

Los equipos tienen distintos tipos de paros a causa de diferentes factores, en su mayoría por causa de fallos en los equipos, estos representan paros parciales o totales de los equipos.

Por parte del personal de mantenimiento se identifican distintos factores como la falta de comunicación, diferencias en el tipo de mantenimiento aplicado por los distintos técnicos, fallos en la manipulación de los equipos, entre muchos

otros factores que terminan focalizándose en la falla de los equipos durante su operación.

Estos fallos no solo representan pérdidas económicas por paro de los equipos, sino que a su vez representan riesgos tanto para operarios como para el personal de mantenimiento, ya que los equipos trabajan a altas temperaturas por lo que es necesario el uso de equipo de protección especial para altas temperaturas o bien tener un tiempo adecuado de enfriamiento para poder realizar las tareas de reparación.

Por medio de observación directa y con ayuda de instrumentos de medición se determina que superficies del equipo pueden superar los 150°C durante la operación del equipo, por lo que resulta de gran importancia el disminuir los fallos durante el tiempo de operación de los equipos de esta manera mejorar la eficiencia de éstos y evitar posibles lesiones tanto al personal operativo y técnico de la empresa.

En reuniones y entrevistas a personal administrativo de mantenimiento se identifica que no se tiene un control adecuado de los equipos y del mantenimiento que a estos se les aplica. Falta un plan de mantenimiento definido para los equipos y las necesidades que estos poseen, el mantenimiento preventivo se focaliza en determinadas áreas del equipo descuidando otros componentes. Debido a estas necesidades se busca la creación de un plan de mantenimiento adecuado para los equipos principales de la planta de tratamiento.

### **2.1.1. Análisis FODA**

Por medio de grupos de trabajo se establecen las características más importantes para el análisis FODA, por medio de observación directa en la empresa se establecen los diferentes ítems de este análisis.

#### Fortalezas

- Trabajo en equipo en las distintas áreas de la empresa.
- Proceso altamente competitivo en el mercado.
- Búsqueda de mejora constante en el servicio al cliente.
- Personal constantemente capacitado en temas de seguridad y protocolo de manejo de desechos.
- Colaboradores motivados al cumplimiento de protocolos y metas (incentivos por cumplimiento).
- Flotilla de camiones con capacidad de cobertura a nivel nacional para brindar el servicio de tratamiento de desechos.
- Crecimiento constante, busca la excelencia en cada uno de sus procesos de tratamiento de desecho.
- Baja resistencia al cambio por parte del personal.

#### Oportunidades

- Sector industrial y hospitalario en constante crecimiento.
- Gran parte del sector industrial aun no cuenta con servicio de tratamiento de sus desechos.
- Nuevas tecnologías para el tratamiento de desechos que disminuyen el impacto ambiental y aumento de la capacidad de procesamiento.
- Gran cantidad de materiales reciclables que podrían aprovecharse.

- Capacidad de generación eléctrica como resultado del proceso de incineración.
- Pocos competidores en el ramo de tratamiento de desechos.
- Posibilidad a usar nuevos canales de comunicación que permitan dar a conocer más los servicios de la empresa.
- Introducir procesos de tratamiento para desechos que actualmente no se pueden procesar.

### Debilidades

- Limitado conocimiento de los servicios de la empresa.
- Alta rotación del personal del área operativa.
- Falta de comunicación entre colaboradores y gerencia.
- Constantes paros en los equipos.
- Poca inversión en investigación del mercado.
- Procesos operativos y administrativos con deficiencias.
- Altos costos en el mantenimiento.
- Operadores con poco conocimiento técnico del uso y funcionamiento de los equipos de tratamiento de desecho.
- No se cuenta con un programa de mantenimiento adecuado dentro del área.

### Amenazas

- Costo de combustibles variables según condiciones internacionales.
- Escasez de mano de obra calificada para el proceso de la empresa.
- Ingreso de nuevas empresas que brinden servicios de tratamiento de desechos.
- Servicios tercerizados con deficiencias en su desempeño.

- Daños a la infraestructura vial pueden afectar el desplazamiento de las rutas de transporte de desechos.
- Cambios legales que imposibiliten el uso de alguna tecnología de tratamiento de desechos.

### 2.1.1.1. Matriz de estrategias

A continuación, en la tabla I se presenta la matriz de estrategias.

Tabla I. FODA

<p style="text-align: center;"><b>Estrategia FO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la participación de Ecotermo en el sector industrial, aprovechando la cobertura a nivel nacional.</li> <li>• Introducir nueva tecnología que permita el aprovechamiento desechos reciclables.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Estrategia DO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir nueva tecnología de tratamiento de desechos con mayor eficiencia y menor impacto ambiental.</li> <li>• Elaborar campañas publicitarias con los servicios y protocolos de manipulación y tratamiento de desechos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Estrategia FA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la eficiencia del proceso de recolección, para disminuir el costo de recolección de desechos.</li> <li>• Diseñar un plan de capacitación por área de trabajo para nuevos empleados.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Estrategia DA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un sistema de mantenimiento adecuado para los equipos.</li> <li>• Introducir nuevos proveedores con mejor servicio y abastecimiento de repuestos.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

## **2.2. Diagnóstico del área de mantenimiento**

Por medio de la observación directa en el área de mantenimiento se identifican los principales puntos del análisis FODA. Se desarrollan entrevistas a técnicos del área de mantenimiento que permiten la comprensión y análisis de la información recolectada.

### **2.2.1. Análisis FODA**

#### Fortalezas

- Personal con experiencia y conocimientos en áreas estratégicas de los equipos. Permiten un tiempo bajo de respuesta ante emergencia de los equipos
- Iniciativa por parte del personal de mantenimiento.
- Baja rotación de personal de mantenimiento.
- Alta gerencia comprometida con la mejora continua en las diferentes áreas de la empresa.
- Se tiene una diversidad de especialidades entre los distintos colaboradores del área de mantenimiento.
- Personal de mantenimiento con deseo de mejorar sus labores.

#### Oportunidades

- Obtener servicios de empresas especializadas en temas de mantenimiento a equipos específicos.
- Buscar nuevos proveedores que brinden un mejor servicio en la disponibilidad y tiempos de entrega de repuestos e insumos.

- Contratar servicios de capacitación tercerizado para los colaboradores del área para mejorar sus competencias técnicas para beneficio de la empresa.
- Adquirir mejores herramientas o equipos de diagnóstico que faciliten la detección de fallas.
- Implementación de software especializado en mantenimiento.

#### Debilidades

- Desorden del área de trabajo.
- Falta de comunicación efectiva.
- Falta de definición de procedimientos de mantenimiento.
- No se cuenta con un control adecuado de los equipos
- Falta de programación de actividades, se olvidan solicitudes, revisiones o reparaciones a los equipos, lo que repercute a fallos mayores.
- Retrasos en ejecución de proyectos de mejora o implementación por falta de presupuesto asignado mensualmente.
- Falta de seguimiento a mantenimiento realizado a equipos y fallas que estos poseen.
- Técnicos no cuentan con herramientas para la elaboración de tareas asignadas.
- Retrasos en las solicitudes de repuestos e insumos para la elaboración de tareas de mantenimiento.
- Presupuesto de mantenimiento limitado.

#### Amenazas

- Retraso por parte de proveedores en tiempos de entrega de insumos y repuestos, alteran planificación de mantenimiento.

- Disminución del presupuesto de mantenimiento.
- Aumento en los precios de los repuestos e insumos.
- Aumento en la demanda del servicio de tratamiento no permita realizar los mantenimientos adecuadamente.
- Perdida de personal clave del área de mantenimiento.
- Factores ambientales pueden dañar los equipos.

### 2.2.1.1. Matriz de estrategias

A continuación, se presenta en la tabla II la matriz de estrategias.

Tabla II. Matriz de estrategias

<p style="text-align: center;"><b>Estrategia FO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar al personal de mantenimiento en nuevas habilidades para mejorar los resultados del mantenimiento.</li> <li>• Obtener nuevos equipos de diagnóstico y capacitar al personal para su uso.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Estrategia DO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar servicios especializados para mejorar el control y seguimiento en equipos específicos.</li> <li>• Implementar un software especializado en mantenimiento para mejorar el seguimiento de los equipos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Estrategia FA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renegociar términos de tiempos de entrega de repuestos.</li> <li>• Realizar alianzas estratégicas para mejorar la disponibilidad de repuestos.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Estrategia DA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un plan de mantenimiento que permita disminuir fallos en equipos y mejorar el abastecimiento de insumos y repuestos,</li> <li>• Mejorar las condiciones laborales, herramientas del personal de mantenimiento que faciliten y mejoren las tareas de mantenimiento.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

## **2.2.2. Estructura organizacional**

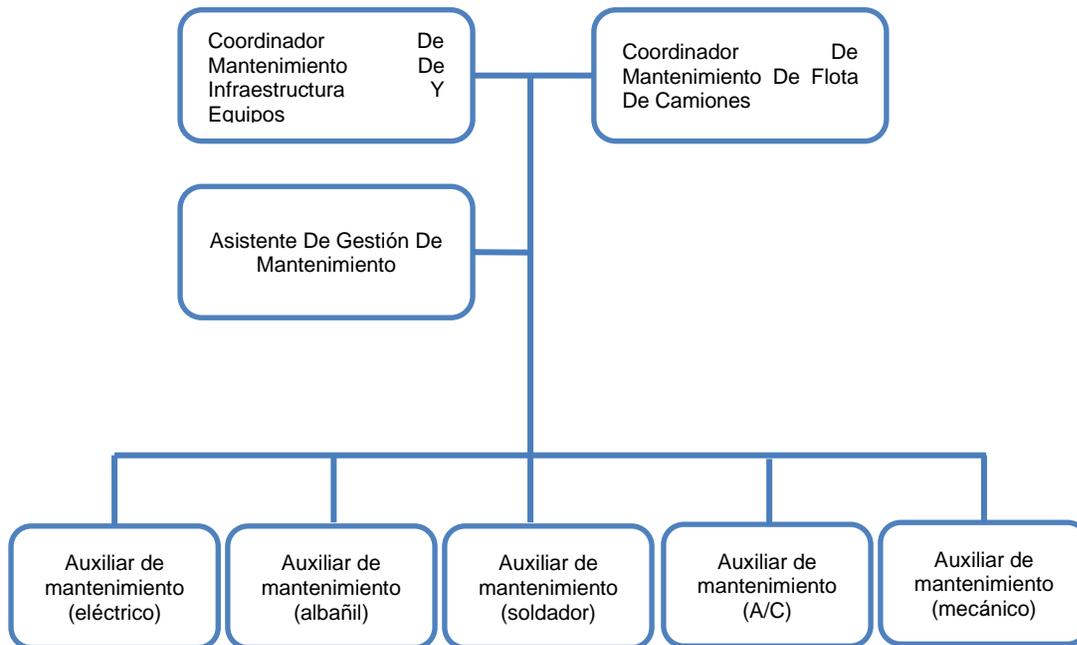
El área de mantenimiento tiene una estructura organizacional del tipo funcional cada uno de los técnicos tienen especialidades conforme las cuales se les asignan las tareas ya sea individuales o grupales dependiendo de la necesidad de esta.

La figura del asistente de mantenimiento es el encargado de la digitalización de las actividades desarrolladas, registrando y garantizando el seguimiento de las tareas asignadas a los técnicos por parte del coordinador.

### **2.2.2.1. Organigrama**

El organigrama del área de mantenimiento se caracteriza por visualizarse de una manera vertical representando datos generales, partiendo de las coordinaciones enfocadas al mantenimiento hasta los técnicos del área.

Figura 2. **Organigrama del área de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### **2.2.2.2. Personal**

El personal del departamento de mantenimiento de la empresa cuenta con distintas especialidades que permiten abarcar las diferentes necesidades que surgen en los equipos, para lo cual se cuenta con las siguientes especialidades:

- Soldadura.
- Hidráulica.
- Neumática.
- Mecánica industrial.
- Albañilería.

- Aire acondicionado.
- Mecánico automotriz.

La coordinación del personal de mantenimiento se da por parte de coordinación de mantenimiento de infraestructura y equipos o flota según sea la necesidad de los trabajos a desarrollar.

Cada una de las actividades desarrolladas por los técnicos es reportada al asistente en gestión de mantenimiento por medio del reporte diario de actividades de mantenimiento, el cual son registradas en la jornada laboral para ingresar a la base de datos de la empresa.

Actualmente los hallazgos encontrados durante inspecciones o reportes por parte de operaciones se realizan de manera verbal para su programación y reparación, de forma que se logre mantener un flujo constante de comunicación entre técnico y coordinador, a manera de poder agilizar el proceso de comunicación entre colaboradores.

El personal de mantenimiento deberá portar con equipo de protección básico el cual es obligatorio para la elaboración de sus tareas, este equipo se compone de:

- Botas industriales con punta de acero.
- Casco.
- Guates con palma de nitrilo.
- Mascarilla doble filtro.
- Lentes de seguridad.

### **2.2.3. Procedimiento de mantenimiento**

El área de mantenimiento de la empresa es la encargada de contemplar las actividades que ayuden a la preservación de los equipos manteniendo la disponibilidad y confiabilidad de estos. También es la encargada de los proyectos de infraestructura tanto en mejoras como en reparaciones, sin dejar de considerar las tareas y reparaciones de mantenimiento que poseen los vehículos de transporte de la empresa.

Las tareas del área de mantenimiento son establecidas por el coordinador quien es el encargado de la distribución de tareas y supervisión de su ejecución, en conjunto con su asistente. Por ello, se cuenta con un grupo de colaboradores que puedan desarrollar las distintas tareas que surjan en planta.

Estas tareas programadas son comúnmente retrasadas por paros en los equipos ocurridos por fallas en el sistema, por ello, se cuentan con diferentes tipos de mantenimientos desarrollados en los cuales están:

#### **2.2.3.1. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento es aplicado frecuentemente en planta ya que los equipos fallan frecuentemente durante la operación de los equipos, formando retraso por micro-paros o paros prolongados durante la operación. Principalmente los paros son causados por elementos eléctricos como contactores, sensores de fin de carrera. Adicionalmente se visualizan distintos fallos en los sistemas hidráulicos del equipo

### **2.2.3.2. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es aplicado a los equipos de manera periódica en los diferentes equipos. Debido al tipo de equipos utilizados en planta para la elaboración del mantenimiento preventivo es necesario de grandes tiempos de preparación de los mismos, ya que trabajan a altas temperaturas como lo son los incineradores que cuentan con dos cámaras de combustión una que trabaja a temperaturas de 1 300 °C y otra a 800 °C estos requieren de varios días de enfriamiento empleando un mínimo de 48 horas para el proceso de enfriamiento.

Los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos se enfocan en aspectos como refractario, limpieza de tableros y quemadores de los incineradores.

En equipos como la caldera se realiza mantenimiento preventivo realizado de manera tercerizada para garantizar el correcto funcionamiento del equipo. En el equipo de tratamiento por microondas se cuenta con mantenimiento semanal en el cual se realiza la limpieza de secciones clave del equipo ya que debido al proceso de tratamiento de desechos se incrustan partes de material en distintas secciones del equipo.

### **2.2.3.3. Mantenimiento predictivo**

Este mantenimiento es de baja utilización en planta, se tienen revisiones periódicas en el sistema de tierra física de los equipos para garantizar la protección de los sistemas eléctricos ante una sobrecarga del sistema.

#### **2.2.3.4. Diferencias entre el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo**

El mantenimiento preventivo se enfoca en la implementación de medidas preventivas de fallas, estableciendo medidas o frecuencias de mantenimiento que permitan garantizar los fallos en los equipos. A diferencia del mantenimiento correctivo que se enfoca en analizar la falla cuando está ya ocurrió para poder corregirla rápidamente ya sea por un ajuste o reemplazo de una pieza. El mantenimiento predictivo a diferencia del preventivo es que analiza las fallas ocurridas e intenta predecir futuras fallas con ayuda de estudios a los equipos como estudios termográficos, análisis de aceite, rayos x, entre otros. Con la finalidad de alargar al máximo la vida útil de los repuestos de los equipos.

### **2.3. Diagnóstico de planta de operaciones**

Por medio de observación directa en la planta de tratamiento de desechos de la empresa se recolecto información por medio de formularios para registrar los fallos en equipos, métodos como VOSO (ver, oír, sentir, oler), entrevistas a operarios, supervisores y coordinadores para la recolección de información.

Por medio de formatos de registro para analizar el estado y diferentes secciones de los equipos. Investigación acerca de los procesos de tratamiento, los equipos usados.

#### **2.3.1. Equipos**

Eco Termo de Centroamérica cuenta con distintos equipos de tratamiento acorde a los tipos de desechos que se recolectan para su tratamiento. Los equipos principales son hornos incineradores, Autoclave, Trituradora, *Ecosteryl*.

### **2.3.1.1. Hornos incineradores**

Es un equipo compuesto por dos cámaras de combustión por medio de la que se incineran los diferentes tipos de desechos no importando su origen. Los gases generados por la cámara de combustión pasan a la segunda cámara de combustión en la cual se termina el proceso de incineración, en esta cámara todo aquel material que puede ser incinerado se quema convirtiéndose en gases y sus remanentes permanecen dentro de las cámaras en forma de ceniza.

Los incineradores cuentan con quemadores aptos para trabajo pesado en ambas cámaras los cuales funcionan con gas licuado de petróleo (GLP), accionados por medio de un controlador de llama electrónico, que automatiza el proceso encendido de quemadores.

Un horno incinerador está formado por una estructura en perfiles de acero, de alta resistencia, en la parte exterior, pero en la parte interna de estos poseen un recubrimiento de materiales aislantes, para lo cual se utiliza cemento refractario que como característica principal es la resistencia a las altas temperaturas como también la resistencia a la fricción producida por golpes o desechos, entre otras.

Los hornos incineradores poseen un sistema de tratamiento de gases que garantiza que estos sean expulsados por el proceso de incineración, que se encuentren sin partículas contaminantes. Para lo cual cuenta con un sistema de tratamiento de acides y un sistema de filtrado por medio de filtros de mangas los cuales se encargan de la captación aerodinámica de las partículas arrastradas por los gases de combustión por medio de tejidos y medios porosos estructurados en tejidos tipo fieltro.

Cuenta con un sistema de carga de desechos de tipo volteo con accionamientos hidráulicos y descarga de ceniza con accionamientos neumáticos. Cada uno de estos activados a distancia por medio del panel de control.

#### **2.3.1.1.1. Características técnicas**

Se tienen tres diferentes tipos de hornos incineradores funcionales en planta los cuales tienen capacidades de 500 kg/h, 285 kg/h y 200 kg/h con cámaras de combustión con lamina de ¼" de grosor en la parte externa, ladrillo refractario de 4 ½" y cobertura de cemento refractario de 1" con resistencia a la fricción y altas temperaturas.

Horno incinerador que posee dos cámaras de combustión conectadas entre sí para la destrucción adecuada de los desechos hospitalarios e industriales; la cámara de combustión alcanza temperaturas de 800 °C mientras que la cámara de postcombustión alcanza temperaturas de 1 300 °C. Con retención de gases de combustión de 2 segundos en cámara de postcombustión.

Quemadores controlados electrónicamente, que funcionan por medio de gas licuado de petróleo (GLP) ubicados en ambas cámaras de combustión, estos son encendidos por medio de arco eléctrico proporcionado por un transformador de ignición de 120 a 6 000 voltios. Controlados por medio de detección ultravioleta, poseen ventiladores de oxigenación forzada en cada uno de los quemadores.

Accionamientos hidráulicos por medio de bomba de 3 HP y tubería de 3/8" con tanque de 10 galones de lubricante, por medio del cual se accionan los dispositivos de carga de desechos y el empujador de ceniza del equipo.

### 2.3.1.1.2. Formatos de registro

- Para la inspección de los equipos de incineración se emplean el siguiente Check-List en los equipos de incineración.

Tabla III. Check-List en los equipos de incineración

 <b>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</b>	<b>CHECK-LIST HORNO 2 Y 3</b>	EMISIÓN: Febrero/2018
		VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Febrero/ 2020
<b>PROCESO: MANTENIMIENTO</b>		<b>CÓDIGO: H01</b>

FECHA: \_\_\_\_\_ HORNO: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MALO	OBSERVACIONES
<b>SISTEMA DE COMBUSTIÓN</b>			
TERMOCUPLA CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
CABLEADO ELÉCTRICO TERMOCUPLA CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
TERMOCUPLA CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
CABLEADO ELÉCTRICO TERMOCUPLA CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
CANDELA CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
CANDELA CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
FOTOCELDA CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
FOTOCELDA CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
MOTOR CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
MOTOR CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
REVISIÓN DE QUEMADORES			
TRANSFORMADOR DE QUEMADORES CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
TRANSFORMADOR DE QUEMADORES CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
CABLEADO DE TRANSFORMADOR A CANDELA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
CABLEADO DE TRANSFORMADOR A CANDELA DE CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
<b>CÁMARAS DE COMBUSTIÓN</b>			
REFRACTARIO CÁMARA DE COMBUSTIÓN			
REFRACTARIO CÁMARA DE POST-COMBUSTIÓN			
CARRETÓN DE CENIZA			
TENEDOR			
ESTRUCTURA DE BASE GIRATORIA PARA TENEDORES			
CHUMACERAS EN BASE GIRATORIA PARA TENEDORES			
ESTRUCTURA DE CORTINA			
ESTRUCTURA DE EMPUJADOR DE DESECHOS			
ESTRUCTURA DE EMPUJADOR DE CENIZA			
RODAMIENTOS DEL EMPUJADOR DE CENIZA			
RIEL DEL EMPUJADOR DE CENIZA			
RODAMIENTOS DEL EVACUADOR DE CENIZA HORNO 3			
ESTRUCTURA DEL EVACUADOR DE CENIZA			
ESTRUCTURA DE TOLVA PARA DESECHOS			
ESTRUCTURA DEL MUELLE DE CARGA			
<b>SISTEMA HIDRÁULICO GENERAL</b>			
PANEL DE CONTROL HIDRÁULICO			
NIVEL DE ACEITE			
FILTRO DE ACEITE			
CUERPO DE ELECTROVÁLVULAS			
BOBINA DE ELECTROVÁLVULAS			
BOMBA HIDRÁULICA			
DEPÓSITO DE ACEITE			
MANGUERAS DEL MANDO HIDRÁULICO			
MANÓMETROS			
<b>SISTEMA HIDRÁULICO EMPUJADOR DE CENIZA</b>			
MANGUERAS DEL HIDRÁULICO			
FUGAS EN EL CILINDRO HIDRÁULICO			
LIMIT SWITCH			
CABLEADO DE LIMIT SWITCH			
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH			
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS			

Continuación de la tabla III.

SISTEMA HIDRÁULICO GENERAL			
PANEL DE CONTROL HIDRÁULICO			
NIVEL DE ACEITE			
FILTRO DE ACEITE			
CUERPO DE ELECTROVÁLVULAS			
BOBINA DE ELECTROVÁLVULAS			
BOMBA HIDRÁULICA			
DEPÓSITO DE ACEITE			
MANGUERAS DEL MANDO HIDRÁULICO			
MANÓMETROS			
SISTEMA HIDRÁULICO EMPUJADOR DE CENIZA			
MANGUERAS DEL HIDRÁULICO			
FUGAS EN EL CILINDRO HIDRÁULICO			
LIMIT SWITCH			
CABLEADO DE LIMIT SWITCH			
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH			
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS			
SISTEMA HIDRÁULICO EMPUJADOR DE DESECHOS			
MANGUERAS DEL HIDRÁULICO			
FUGAS EN EL CILINDRO HIDRÁULICO			
LIMIT SWITCH			
VARILLA DE EMPUJADOR DE DESECHOS HORNO 2			
CABLEADO DE LIMIT SWITCH			
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH			
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS			
SISTEMA HIDRÁULICO DE CORTINA			
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS			
FUGAS EN LOS CILINDROS HIDRÁULICOS			
LIMIT SWITCH			
CABLEADO DE LIMIT SWITCH			
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH			
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS			
SISTEMA NEUMÁTICO CENICEROS			
ESTADO DE LAS MANGUERAS SISTEMA NEUMÁTICO			
ESTADO DE ELECTROVÁLVULA 5/2			
FUGAS EN EL CILINDRO NEUMÁTICO			
VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA COMPUERTA			
TABLERO ELÉCTRICO			
ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE CONTROLES DE TEMPERATURA			
ESTADO DE SELECTORES DEL TABLERO			
ESTADO DE PULSADORES DEL TABLERO			
TABLERO ELÉCTRICO LIMPIO			
RUIDOS EXTRAÑOS DE CONTACTORES			
CONTROLES DE LLAMA			
SEÑALIZACIÓN DE COMPONENTE ELECTRICOS, SELECTORES Y PULSADORES			
ENFRIADOR DE GASES			
TERMOCUPLA DE ENTRADA DE ENFRIADOR DE GASES			
TERMOCUPLA DE SALIDA DE ENFRIADOR DE GASES			
FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE AGUA			
FUNCIONAMIENTO DE ROCIADORES			
ESTADO DE MANÓMETROS			
FUGAS DE AIRE			
FUGAS DE AGUA			
ESTADO DE LAS LLAVES DE AGUA			
ESTADO DE LLAVES DE AIRE			
FILTRO DE MANGAS			
ESTADO DEL DIAFRAGMA DE LAS VALVULAS			
ESTADO DE LAS FLAUTAS			
FUGAS DE AIRE			
VERIFICACIÓN DE LA TARJETA PRINCIPAL			
VERIFICACIÓN DE TUBERÍA DE VACÍO			
VERIFICACIÓN DEL SELECTOR			
FUNCIONAMIENTO DE EXCLUSAS			
FUNCIONAMIENTO DEL TORNILLO SIN FIN			
ESTADO DE TUBERÍA DEL TORNILLO SIN FIN			
FUNCIONAMIENTO DE FAJAS DEL TIRO FORZADO			
ESTADO LAS DE CHUMACERAS			
FUNCIONAMIENTO DE MOTOR			
VERIFICACIÓN DE TURBINA DEL MOTOR			
VERIFICACIÓN DE BASE DEL MOTOR			

FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

SUPERVISOR

Continuación de la tabla III.

- Anverso del formato

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS		<b>Control de Fallas de Equipos</b>			EMISIÓN: Junio/2017 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Junio/2024 CÓDIGO: F01				
					PROCESO: OPERACIONES				
HORNO 2		HORNO 3		ECOSTERYL		AUTOCLAVE		TRITURADORA	
Fecha	Mes	Hora	Descripción del problema	Atención Mantenimiento					
				¿Apoyo Mantenimiento?	Hora inicio	Hora final	Causa		

F. \_\_\_\_\_  
 Nombre  
 Proceso  
 Responsable del documento

- Reverso del formato

Tiempo parado por Mantenimiento (horas)	Tiempo total parado (horas)	¿Cómo se resolvió?	Responsable de Ecosteryl	Supervisor en Turno

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### 2.3.1.1.3. Fallos en los equipos

En los hornos incineradores que se encuentran actualmente en planta se encuentran distintos tipos de fallas que surgen en distintos puntos del equipo, cada uno de estos pueden ser debido a causas naturales debido a la antigüedad,

deficiencia en el mantenimiento, aspectos ambientales, como lo puede ser el cambio brusco en las temperaturas o bien humedad del entorno en que se encuentra trabajando.

En Eco Termo de Centroamérica, S.A. se analizaron las diferentes fallas que se presentaron por lo que fue posible determinar las principales causas de las cuales ocurren fallas en los equipos, una de estas es debido al paso del tiempo los incineradores han pedido parte de automatización, modificaciones no controladas, y principalmente la falta de un mantenimiento preventivo adecuado.

- Clasificación de fallas

En los equipos incineradores se tienen diferentes tipos de fallas que pueden ocurrir y se agruparan en los siguientes tipos:

- Fallas eléctricas: este tipo de falla puede presentarse en secciones como lo son los tableros de control del equipo. Cada uno de los incineradores tiene su gabinete central de mando por medio del cual se accionan diferentes secciones del equipo. Este tipo de fallas suele surgir por parte de componentes como lo son contactores, guardamotors, transformadores, fusibles, selectores, pulsadores, entre otros. Lo que para su identificación será necesario utilizar equipo con capacidad de medición de voltajes, amperajes o continuidad eléctrica con la finalidad de identificar la falla que se produjo.
- Fallas mecánicas: ocurridas por las distintas piezas que se encuentran en movimiento ocurren principalmente en motores, ventiladores, los quemadores, entre otros. Considerando falla mecánica la suciedad de los componentes que impide su correcto

funcionamiento, así como fugas en el sistema de combustible o piezas del equipo dañadas. Regularmente se tienen fallos en los equipos como quemadores del equipo esto ocurre por diversas causas como lo son desalineamientos de bujías de ignición, suciedad en el cañón del quemador o fallas en el procedimiento de encendido por parte de los operadores. Asimismo, el sistema hidráulico del equipo y sus secciones móviles.

- Fallas más comunes en los equipos

Las fallas más comunes ocurrida en los hornos incineradores son las siguientes:

- Eléctricas: se originan en los componentes de accionamiento de los incineradores en las cuales tenemos:

Tabla IV. **Fallas eléctricas**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Contactores quemados	4
Pulsadores dañados	2
Falsas medidas de temperatura	6
Sensores de fin de carrera no detectados	5
Fallos en las bobinas de electroválvulas	4

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

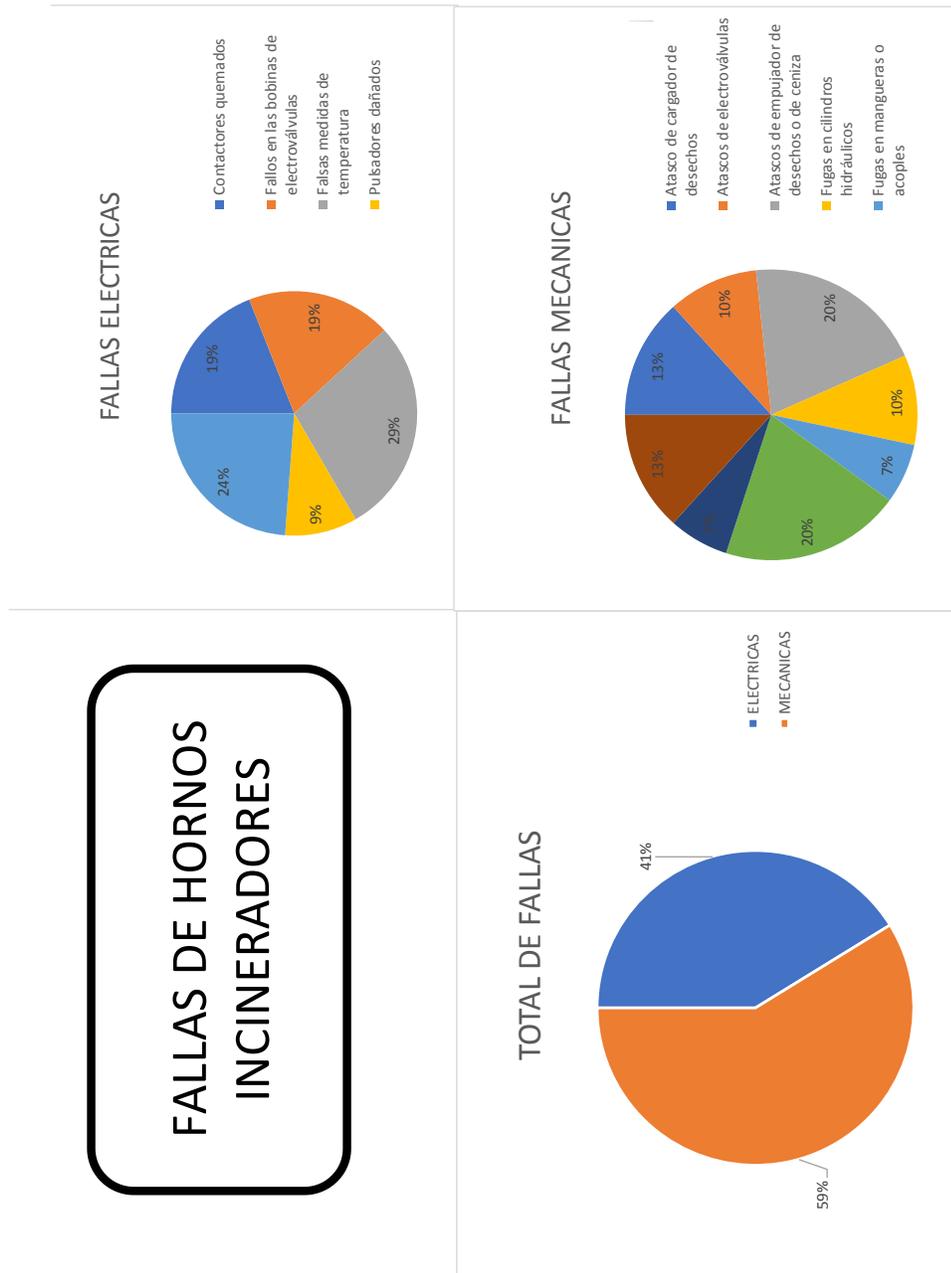
- Mecánicas: este tipo de fallos son reportados en secciones que se encuentran en constante movimiento y fricción, considerando que este equipo opera a temperaturas superiores a las ambientales, el desgaste de las piezas es mayor a lo convención.

Tabla V. **Falla mecánica**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Quemador no enciende	6
Atasco de cargador de desechos	4
Atascos de empujador de desechos o de ceniza	6
Sistema de oxigenación dañados	2
Soldaduras quebradas en compuertas	4
Fugas en cilindros hidráulicos	3
Fugas en mangueras o acoples	2
Atascos de electroválvulas	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Figura 3. Fallas en equipos de incineración



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **2.3.1.2. Autoclave**

Equipo utilizado para la esterilización de materiales empleando vapor a alta presión para poder realizar una reacción que permite la esterilización de los materiales ingresados al equipo. Este se emplea para tratamiento de desecho hospitalario que no sean de origen patológico. Consiste en la eliminación de agentes infecciosos presentes en los materiales que necesiten tratamiento. Posee un ciclo de operación de aproximadamente 60 minutos a una temperatura de 140 °C por carga.

Este equipo funciona por un sistema de pre vacío que consiste en un sistema que tiene la función de sacar el aire de la cámara de esterilización, ya que por medio de este proceso tiene la ventaja que utilizan un menor tiempo durante el proceso de esterilización. Además, la de succionar el aire por medio de un sistema de vacío introduciendo vapor en repetidas ocasiones y de una manera rápida para así forzar la salida del aire de la cámara de combustión.

Considerando que el aire existente en la cámara de esterilización es removido por medio de inyección directamente de vapor. Se logra eliminar el 99 % del aire del interior de la cámara con lo que se alcanzan condiciones adecuadas para la esterilización, la temperatura y la presión se mantienen durante un periodo controlado de tiempo para lograr la esterilización de los materiales dentro de la cámara de esterilización.

El vapor empleado para el Autoclave es suministrado por medio de una caldera que genera vapor a presión de 15 a 300 PSI de vapor saturado el cual mantiene la temperatura y la presión dentro de la cámara de esterilización con lo que se logra la esterilización de los desechos.

Esto es posible ya que usando vapor saturado en la esterilización se genera una gran humedad y calor el cual logra la eliminación de todo microorganismo, incluyendo las esporas bacterianas.

#### **2.3.1.2.1. Características técnicas**

Equipo para la esterilización de materiales por medio de vapor saturado a altas presiones, tiene un ciclo de funcionamiento de 680 kg/h. de la marca BONDTECH.

Cuenta con un sistema de pre vacío de alta eficiencia, así como también un sistema de post vacío, cuenta con un aislamiento térmico exterior de fibra de vidrio que posee una capa de 2" con una cubierta de protección de aluminio.

Con suministro de vapor externo por medio de una caldera de alta eficiencia del tipo Piro-tubular de tres pasos de la serie espalda mojada (Wet back), funcionamiento por medio de gas licuado de petróleo (GLP) con capacidad de 30 a 1 500 Boiler Horsepower (BHP), 1004-50213 MBTU/HR. Generando vapor a 300 PSI y agua caliente a 60 PSI.

#### **2.3.1.2.2. Formato de registro**

A continuación, se presenta el formato de registro del *check-list* del horno y autoclave.

Tabla VI. Formato de registro

 <b>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</b>	<b>CHECK-LIST HORNO AUTOCLAVE Y</b>	EMISIÓN: Febrero/2018 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Febrero/ 2020
		PROCESO: MANTENIMIENTO

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

EQUIPO	BUENO	MALO	DESCRIPCIÓN
<b>CALDERA</b>			
ESTADO DE LA BUJÍA			
ESTADO DE LA CANDELA			
FOTOCELDA LIMPIA			
ESTADO DEL MOTOR			
ESTADO DE LA BOMBA #1			
ESTADO DE LA BOMBA #2			
REVISIÓN DE BOMBA DE TANQUE DE DEPÓSITO DE AGUA			
CANTIDAD DE QUÍMICOS DE LA CALDERA			
<b>AUTOCLAVE</b>			
ESTADO PANEL DE CONTROL			
ESTADO DE LAS TRAMPAS			
ESTADO DEL COMPRESOR			
TUBERÍA			
ESTADO DE EMPAQUES DE LA PUERTA			
ESTADO DE HIDRÁULICO			
ESTADO DEL ELEVADOR			
ESTADO DE SEGURO AUTOMÁTICO			
ESTADO DE CARRETONES (ENGRASADO, LLANTAS, ESTRUCTURA)			
ESTADO DE COMPRESOR			
ESTADO DE LAS LLAVES DE PASO			
<b>TRITURADORA</b>			
ESTADO DE LAS CUCHILLAS			
ESTADO DE LA ESTRUCTURA			
ESTADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO			
COJINETES ENGRASADOS			
CLUTCH AJUSTADO			
ESTADO DEL SENSOR DEL CLUTCH			
REVISIÓN DE MANGUERAS HIDRÁULICAS			
ESTADO DE CILINDROS HIDRÁULICOS			

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DE COORDINADOR DE  
 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA AUX. MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**SUPERVISOR**

Continuación de la tabla VI.

- Anverso del formato

			<b>Control de Fallas de Equipos</b>		EMISIÓN: Junio/2017 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Junio/2024 CÓDIGO: F01		
PROCESO: OPERACIONES							
HORNO 2		HORNO 3		ECOSTERYL	AUTOCLAVE		TRITURADORA
Fecha	Mes	Hora	Descripción del problema	Atención Mantenimiento			
				¿Apoyo Mantenimiento?	Hora inicio	Hora final	Causa

F. \_\_\_\_\_  
 Nombre  
 Proceso  
 Responsable del documento

- Reverso del formato

Tiempo parado por Mantenimiento (horas)	Tiempo total parado (horas)	¿Cómo se resolvió?	Responsable de Ecosteryl	Supervisor en Turno

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### 2.3.1.2.3. Fallas en los equipos

El Autoclave es un equipo que debido a su función y condiciones de trabajo posee diferentes aspectos importantes que se deben visualizar para evitar fallos o complicaciones en el momento de su operación, este equipo trabaja a presión y a altas temperaturas por lo que es necesario el tener un cuidado adecuado de este equipo.

Debido a las condiciones de trabajo que posee este equipo se tienen fallos causados por la humedad y altas temperaturas del equipo.

- Fallas en los equipos
  - Fallas eléctricas: estas fallas surgen en los sistemas de control del equipo en componentes eléctricos como lo son contactores, electroválvulas, selectores, entre otros. Se enfoca en todo tipo de falla que tengan origen eléctrico que dañen directa o indirectamente al equipo.
  - Fallas mecánicas: estas ocurren en las secciones móviles del equipo, así como en secciones que interrumpen su funcionamiento o tiempo de operación como lo es la rampa de ingreso de productos o secciones móviles del equipo, filtros de la red de distribución de vapor, entre otros.

Se realizan la separación entre este tipo de fallas considerando que cada una de estas fallas pueden estar relacionadas surgiendo una a partir de la otra.

- Fallas comunes en los equipos
  - Fallas eléctricas: este tipo de fallas son de baja recurrencia en este equipo, es posible que ocurran debido a distintas circunstancias como lo es la humedad del área o condiciones externas.

Tabla VII. **Fallas eléctricas en Autoclave**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Contactores dañados	2
Selectores dañados	1
Falsas medidas de temperatura	1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

- Fallas mecánicas: las fallas mecánicas que ocurren en este equipo surgen principalmente en elementos móviles del equipo, como puede ser la rampa hidráulica de la compuerta de carga del equipo, la compuerta o instalaciones del equipo.

Tabla VIII. **Falla mecánica en Autoclave**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Descompostura de rampa de carga de desechos	3
Fugas de vapor en el cierre hermético del equipo	4
Atascos de compuerta	3
Suciedad en filtros de purga	4

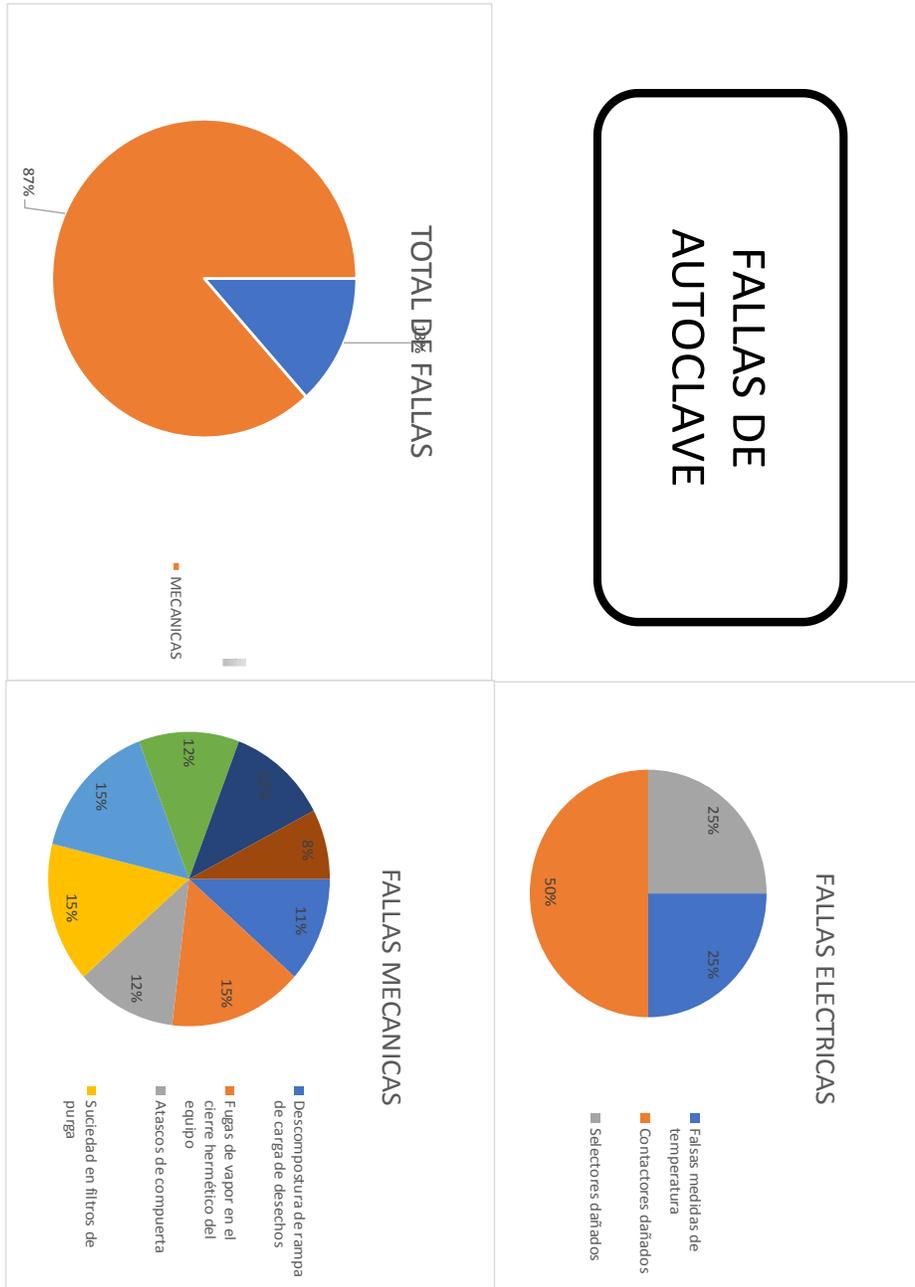
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Tabla IX. **Falla mecánica en Caldera**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Fallos del quemador	4
Fugas en tuberías de agua	3
Fugas de presión en compuertas de caldera	3
Descomposturas en bombas de distribución de agua	2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Figura 4. Fallas de Autoclave



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

### **2.3.1.3. Trituradora**

Equipo empleado para la destrucción de residuos hospitalarios esterilizados e industriales, con el objetivo de disminuir el volumen de estos. Esto se realiza por medio de una trituradora de cilindros dentados, por medio de los cuales se realiza la reducción de tamaño de los productos.

Está constituida por hileras de dientes que se encuentran posicionados de forma intercalada que permite el corte de los productos de manera uniforme, con el propósito de reducir en pequeños trozos de un material reduciendo su tamaño original.

#### **2.3.1.3.1. Características técnicas**

Equipo de trituración marca BONDTECH que cuenta con dos ejes de corte de forma hexagonal que trabajan a contra rotación para atrapar los desplazamientos de los materiales y procesar más rápidamente. Cuenta con 48 cuchillas para el procesamiento de los materiales.

Los ejes de trituración se accionan por medio de un motor de 60 HP, trifásico conectado a un sistema de reducción de velocidad. Cuenta con cargador hidráulico de productos con carretón intercambiable para mayor facilidad en la carga.

#### **2.3.1.3.2. Formatos de registro**

A continuación, en la tabla X se presenta el formato de registro del equipo de trituración.

Tabla X. Formato de registro del equipo de trituración

 <b>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</b>	<b>CHECK-LIST</b> <b>TRITURADORA</b>	EMISIÓN: Febrero/2018 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Febrero/ 2020
		CÓDIGO: TR01
PROCESO: MANTENIMIENTO		

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

EQUIPO	BUENO	MALO	DESCRIPCIÓN
<b>CALDERA</b>			
ESTADO DE LA BUJÍA			
ESTADO DE LA CANDELA			
FOTOCELDA LIMPIA			
ESTADO DEL MOTOR			
ESTADO DE LA BOMBA #1			
ESTADO DE LA BOMBA #2			
REVISIÓN DE BOMBA DE TANQUE DE DEPÓSITO DE AGUA			
CANTIDAD DE QUÍMICOS DE LA CALDERA			
<b>AUTOCLAVE</b>			
ESTADO PANEL DE CONTROL			
ESTADO DE LAS TRAMPAS			
ESTADO DEL COMPRESOR			
TUBERÍA			
ESTADO DE EMPAQUES DE LA PUERTA			
ESTADO DE HIDRÁULICO			
ESTADO DEL ELEVADOR			
ESTADO DE SEGURO AUTOMÁTICO			
ESTADO DE CARRETONES (ENGRASADO, LLANTAS, ESTRUCTURA)			
ESTADO DE COMPRESOR			
ESTADO DE LAS LLAVES DE PASO			
<b>TRITURADORA</b>			
ESTADO DE LAS CUCHILLAS			
ESTADO DE LA ESTRUCTURA			
ESTADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO			
COJINETES ENGRASADOS			
CLUTCH AJUSTADO			
ESTADO DEL SENSOR DEL CLUTCH			
REVISIÓN DE MANGUERAS HIDRÁULICAS			
ESTADO DE CILINDROS HIDRÁULICOS			

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DE COORDINADOR DE  
 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
 FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR

Continuación de la tabla X.

- Anverso del formato

		<b>Control de Fallas de Equipos</b>			EMISIÓN: Junio/2017 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Junio/2024 CÓDIGO: F01				
PROCESO: OPERACIONES									
HORNO 2		HORNO 3		ECOSTERYL		AUTOCLAVE		TRITURADORA	
Fecha	Mes	Hora	Descripción del problema	Atención Mantenimiento					
				¿Apoyo Mantenimiento?	Hora inicio	Hora final	Causa		

F. \_\_\_\_\_  
 Nombre  
 Proceso  
 Responsable del documento

- Reverso del formato

Tiempo parado por Mantenimiento (horas)	Tiempo total parado (horas)	¿Cómo se resolvió?	Responsable de Ecosteryl	Supervisor en Turno

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### **2.3.1.3.3. Fallas en los equipos**

Equipo con procesamiento automatizado se tienen distintos tipos de fallas que surgen por diversas razones principalmente del entorno de trabajo, considerando que se trata de un equipo automatizado, se consideran fallas eléctricas en sus componentes de funcionamiento. Así como también daños en la sección de las cuchillas de triturado ya que con el uso y procesamiento de distintos materiales estas tienden a perder su filo y por lo tanto la eficiencia del equipo. Por ello, la gran importancia de su revisión y mantenimiento para poder garantizar su correcto funcionamiento durante el tiempo de operación.

- Clasificación de las fallas
  - Fallas eléctricas: este tipo de fallas originadas al sistema de control del equipo surgen principalmente en contactores dañados, Interruptores termoelectrónicos dañados, entre otros. Que se originan por la vida útil del componente, así como la humedad del área producida por los materiales triturados en este equipo.
  - Fallas mecánicas: estas surgen por el desgaste de las piezas móviles, como los motores de las bombas hidráulicas, sistema hidráulico del equipo considerando las fugas en mangueras o cilindros hidráulicos. Entre otros, en la cual se pueden apreciar daños componentes auxiliares del equipo como lo son los carretones de carga, los cuales están sujetos a daños en sus rodos ya que estos están expuestos no solo a humedades, sino que a altas temperaturas.

- Fallas comunes en los equipos
  - Fallas eléctricas: las fallas que surgen en este equipo de manera común siendo de origen eléctrico son:

Tabla XI. **Fallas eléctricas de la trituradora**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Contactores dañados	3
Selectores dañados	2
Interruptores termoelectrónicos dañados	1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

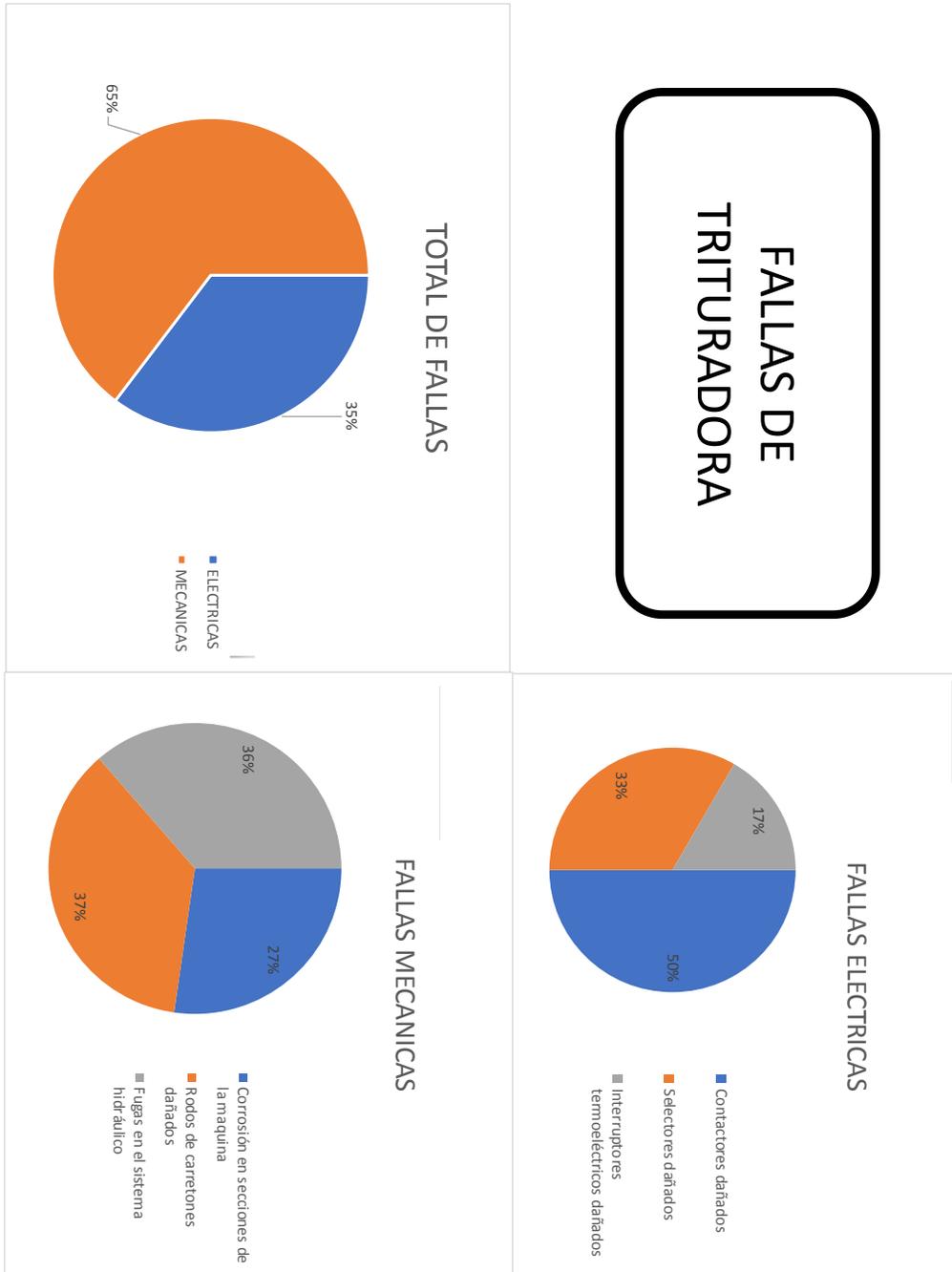
- Fallas mecánicas: las fallas mecánicas que ocurren en este equipo surgen principalmente en elementos móviles del equipo o componentes auxiliares a este.

Tabla XII. **Fallas mecánicas de la trituradora**

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Corrosión en secciones de la maquina	3
Rodos de carretones dañados	4
Fugas en el sistema hidráulico	4

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Figura 5. Fallas de trituradora



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### **2.3.1.4. *Ecosteryl***

Es un equipo de última tecnología diseñado para el tratamiento de todo tipo de desechos médicos como lo son; residuos clínicos, de laboratorio, desechos líquidos, sólidos, cortopunzantes y muchos más. Cada uno de estos diferentes desechos es posible esterilizarlos con este equipo. El tiempo de procesamiento de este equipo es aproximadamente de 1 hora para realizar la esterilización de los desechos.

El proceso de este equipo se divide en tres etapas de gran importancia, cada una en secuencia automática manipulada por el mando central del equipo. Las etapas son las siguientes:

- Trituración: este equipo cuenta con un sistema de trituración de alta eficiencia el cual garantiza la destrucción de los desechos hospitalarios hasta llegar a un tamaño inferior a los 20 mm. En esta sección únicamente se realiza la reducción del volumen de los desechos para una homogenización de lo ingresado al equipo. La carga hacia el sistema de trituración es completamente automatizada.
- Homogenización: al finalizar con el proceso de trituración los desechos ya que están con un tamaño adecuado para el tratamiento son homogenizados en una tolva la cual posee un sistema de mezclado esto se ubicada en la parte inferior de la trituradora.
- Esterilización: este proceso consiste en elevar la temperatura de los residuos tratados hasta una temperatura de 100 °C lo cual se consigue transportando el desecho con la ayuda de un tornillo sin fin el cual posee a lo largo de su recorrido un novedoso sistema de microondas que elevan

la temperatura de los residuos y los depositan en una tolva donde se mantiene la temperatura en un promedio de una hora hasta que se encuentran correctamente esterilizados.

Al finalizar con el proceso de esterilización los residuos correctamente tratados son almacenados y transportados a un relleno sanitario para su disposición final.

#### **2.3.1.4.1. Características técnicas**

Equipo completamente automatizado que fácilmente es controlado por un solo operario, permite operaciones continuas y de alta precisión con un sistema de carga de los desechos automática y con monitoreo a distancia.

Sistema de trituración de cuatro ejes giratorios que permiten una rápida reducción del tamaño de los residuos con un sistema de colado para garantizar el tamaño adecuado de los residuos para su tratamiento. Este posee un sistema antibloqueo en su procesamiento.

Tipo de proceso continuo, con capacidad de procesamiento de 250 a 300 kg/h. el cual tiene un tratamiento con tecnología de pre-triturado y desinfección por microondas. El cual reduce el volumen de los desechos en un 80 %.

No genera emisiones, humos o vapores ya que no se utiliza agua ni que quema ningún tipo de combustible en todo el proceso de tratamiento por lo que es un equipo amigable con el medio ambiente.

### 2.3.1.4.2. Formato de registro

A continuación, en la tabla XIII se presenta el formato de registro de la *Ecosteryl*.

Tabla XIII. Formato de registro de la *Ecosteryl*

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>CHECK-LIST ECOSTERYL</b>	EMISIÓN: Marzo/2018 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Marzo/2022
		PROCESO: MANTENIMIENTO CÓDIGO: ECO01

FECHA: \_\_\_\_\_ RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

ELEMENTO MÁQUINA	PUNTOS A REVISAR	SI	NO	OBSERVACIONES
GENERAL	1. CONTROL DAÑOS EXTERNOS			
GENERAL	2. CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN			
	2.1 INTERRUPTOR PRINCIPAL EN EL TABLERO DE MANDO			
	2.2 LOS 6 FRENOS DE EMERGENCIA			
	2.3 BARRERA FOTOELÉCTRICA A LA ENTRADA DE LA PLATAFORMA			
	2.4 LOS 2 TOPES DE FIN DE RECORRIDO EN EL EXTREMO DE LA PLATAFORMA DE CARGA			
	2.5 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SOBRE LA PUERTA DE LA TOLVA BAJO LA TRITURADORA			
	2.6 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SOBRE CADA TRAMPILLA Y CADA CUBIERTA DE ACCESO A LA CUBA DE MANTENIMIENTO			
	2.7 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SOBRE LA PUERTA CENTRAL DE CADA CAJÓN DE MICROONDAS			
	2.8 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SOBRE CADA PUERTA DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN Y DE LOS CAJONES DE MICROONDAS			
	2.9 CUBIERTAS DE LOS VENTILADORES DE LOS MOTORES			
	2.9.1 MOTOR PLATAFORMA DE CARGA			
	2.9.2 MOTOR DEL GRUPO HIDRÁULICO			
	2.9.3 MOTOR TRITURADORA 1 Y 2			
2.9.4 MOTOR AGITADOR DE LA TOLVA BAJO TRITURADORA				
2.9.5 MOTOR TORNILLO DE TRASLADO				
2.9.6 MOTOR AGITADOR DE LA CUBA DE MANTENIMIENTO				
2.9.7 MOTOR DE TORNILLO DE EXTRACCIÓN				
2.9.8 MOTOR DEL TRANSPORTADOR DE SALIDA				
2.10 LAS DOS REJILLAS DE PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA DE CARGA				
GENERAL Y TRITURADORA	3. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN COMPLETA DE LA MÁQUINA AL FINAL DE LA JORNADA CON LA AYUDA DE UN LIMPIADOR DE ALTA PRESIÓN			
	3.1 VERIFICAR QUE LOS DIENTES DE LA TRITURADORA ESTÉN LIMPIOS			
	3.2 LIMPIAR LA CUBIERTA Y LA TOLVA			
	3.3 LIMPIAR LAS PAREDES DE LA TOLVA			
	3.4 SONDAS DE NIVEL DESPEJADAS			
	3.5 VENTANILLAS LIMPIAS			
	3.6 REJILLA DE LA TRITURADORA LIMPIA Y NO OBSTRUIDA			
	3.7 LIMPIEZA DEL TORNILLO DE TRASLADO			
	3.8 ROCIAR DURANTE UN MINUTO EL INTERIOR DEL TUBO MICROONDAS			
3.9 LIMPIAR LA PARTE SUPERIOR DE LAS PAREDES DE LA TOLVA DE MANTENIMIENTO				
TRITURADORA	4. CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN Y AÑADIR SI ES NECESARIO DE LA TRITURADORA			
MICROONDAS	5. ASEGURARSE DEL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS FRENOS DE EMERGENCIA Y DE LOS SENSORES DE CONTROL DE LOS CÁRTERES, DE LAS PUERTAS Y DE LAS CUBIERTAS DEL MICROONDAS			
	6. LIMPIEZA EXTERIOR DE LOS BLOQUES DE MICROONDAS Y DE LAS CAVIDADES (REALIZAR CON LA MÁQUINA APAGADA)			
	7. VERIFICAR EL ESTADO DE LOS TUBOS DE TEFLÓN Y ABRASADERAS			
TOLVAS DE MANTENIMIENTO	8. COMPROBAR LA IMPERMEABILIDAD DEL EJE AGITADOR			
	9. LIMPIEZA COMPLETA DEL EJE AGITADOR CON AYUDA DE UNA SIERRA DE MANO			
	10. LIMPIEZA DE LAS PAREDES DE LA TOLVA DE MANTENIMIENTO			
TABLEROS	11. LIMPIAR FILTROS DE LAS PUERTAS			
ELEVADOR	12. ENGRASE DE POLEAS EN EL ELEVADOR DE CONTENEDORES.			
	13. VERIFICACIÓN DEL CABLE DEL ELEVADOR (ESTADO Y TENSIÓN)			

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE COORDINADOR DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

Continuación de la tabla XIII.

- Anverso del formato

<b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS		<b>Control de Fallas de Equipos</b>		EMISIÓN: Junio/2017 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Junio/2024 CÓDIGO: F01		
PROCESO:OPERACIONES						
HORNO2	HORNO 3	ECOSTERYL	AUTOCLAVE	TRITURADORA		
Fecha	Mes	Hora	Descripción del problema	Atención Mantenimiento		
				¿Apoyo Mantenimiento?	Hora inicio	Hora final

F. \_\_\_\_\_  
Nombre  
Proceso  
Responsable del documento

- Reverso del formato

Tiempo parado por Mantenimiento (horas)	Tiempo total parado (horas)	¿Cómo se resolvió?	Responsable de Ecosteryl	Supervisor en Turno

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### 2.3.1.4.3. Fallas en el equipo

Equipo con bajo costo de mantenimiento, con secciones de seguridad y fácil acceso para limpieza e inspecciones del equipo. En planta este equipo presenta distintos tipos puntos que requieren de atención en distintas secciones del equipo.

- Clasificación de fallas
  - Fallas eléctricas: este equipo tiene distintos tipos de fallos de origen eléctrico, basado en que el equipo automatizado posee una gran cantidad de componentes eléctricos que pueden llegar a fallar como en lo son en el caso de los sensores guarda niveles, relés, sensores de proximidad, iluminación, sensores de seguridad. Por ello es de gran importancia que el técnico se encuentre familiarizado con todo tipo de componentes eléctricos.
  - Fallas mecánicas: ocurren en las secciones móviles del equipo cada una de estas puede fallar por distintas razones, ya que este equipo posee una gran cantidad de secciones móviles para su operación.
  
- Fallas más comunes en el equipo
  - Fallas eléctricas: este tipo de fallas se tienen con mayor frecuencia en puntos de control del equipo por razones como humedad, fallos de corriente de proveedor, entre otros. Las de mayor frecuencia son:

Tabla XIV. **Fallas eléctricas de la *Ecosteryl***

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Relés quemados	2
Componentes sobrecalentados	5
Des calibración de sensores guarda nivel	2
Falla en sensores de fin de carrera	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

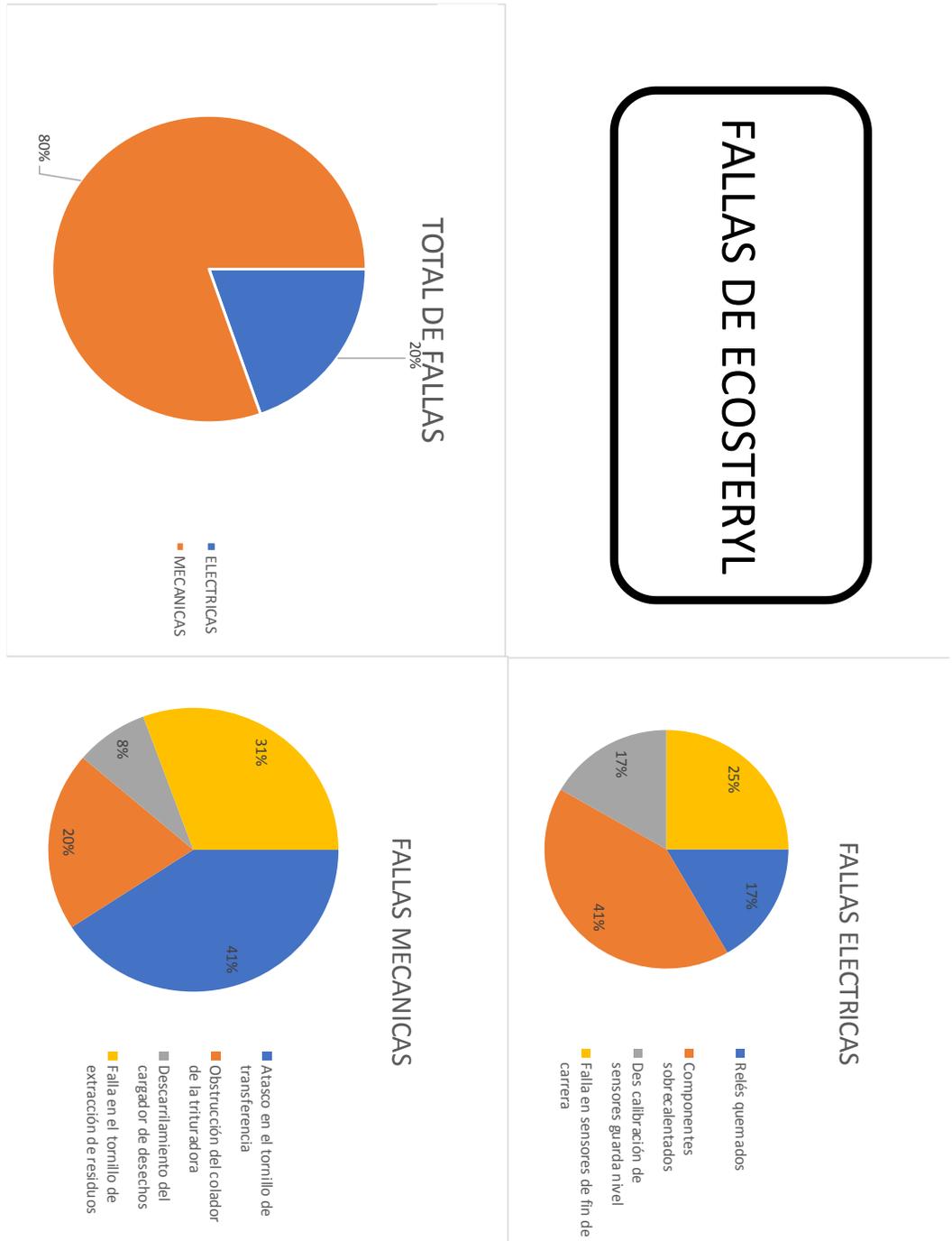
- Fallas mecánicas: este tipo de fallas se tienen en distintos puntos móviles del equipo en algunos casos las fallas se encuentran relacionadas lo que causa fallas en distintos puntos del equipo, las fallas más comunes son:

Tabla XV. **Fallas mecánicas de la *Ecosteryl***

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
Atasco en el tornillo de transferencia	20
Obstrucción del colador de la trituradora	10
Descarrilamiento del cargador de desechos	4
Falla en el tornillo de extracción de residuos	15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Figura 6. **Fallas Ecosteryl**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

## **2.3.2. Identificación de indicadores operativos**

Durante el proceso de implementación de TPM es necesario poder cuantificar el avance que se tiene durante su implementación. TPM indica que debemos medir la eficiencia de los equipos para y para medir la eficiencia se deben monitorear la calidad del proceso, la disponibilidad de los equipos y el rendimiento de los equipos en operación.

### **2.3.2.1. Eficiencia hornos incineradores**

La eficiencia de trabajo de los equipos tiene una gran relevancia ya que de esta manera se obtiene la condición en la cual operan los equipos y las necesidades que estos poseen para poder iniciar con un proceso de mejora continua la cual sea cuantificable y visible.

#### **2.3.2.1.1. Calidad**

El concepto de calidad en el proceso desarrollado en Eco Termo evalúa que los residuos producto del proceso de esterilización (cenizas) sean estériles e irreconocibles.

Ya que los desechos que ingresan al equipo de incineración son completamente destruidos y convertidos en ceniza con lo que son irreconocibles se considera que tiene un 100 % de la calidad de los requerimientos del tratamiento.

### 2.3.2.1.2. Disponibilidad

Esta relación porcentual representa la eficacia del tiempo en que los equipos de incineración operan continuamente en un rango de tiempo. Por ello se calculan los valores al mes de octubre del 2018.

La disponibilidad de los equipos de incineración son los siguientes:

$$\text{Disponibilidad } H_2 = \frac{56,25 \text{ h}}{64,40 \text{ h}} = 0,87 = 87 \%$$

$$\text{Disponibilidad } H_3 = \frac{58,60 \text{ h}}{64,60 \text{ h}} = 0,90 = 90 \%$$

### 2.3.2.1.3. Rendimiento

Relación porcentual entre el procesamiento real obtenido por los equipos y la cantidad de material que puede procesar el equipo según especificaciones del fabricante.

$$\text{Rendimiento}_{h2} = \frac{151,21 \text{ Kg}}{183,54 \text{ Kg}} = 0,82 = 82 \%$$

$$\text{Rendimiento}_{h3} = \frac{234,75 \text{ Kg}}{323,00 \text{ Kg}} = 0,72 = 72 \%$$

### 2.3.2.1.4. OEE equipos

La eficiencia global de equipos será de importancia, ya que, relaciona los indicadores de calidad, rendimiento y disponibilidad para determinar el estado real de los equipos

$$OEE_{H2} = 1 * 0,87 * 0,82 = 0,71 = 71 \%$$

$$OEE_{H3} = 1 * 0,90 * 0,72 = 0,65 = 65 \%$$

### **2.3.2.2. Eficiencia autoclave**

Equipo utilizado de manera intermitente, se emplea acorde a la demanda del mercado o necesidades de los productos.

#### **2.3.2.2.1. Calidad**

La calidad del proceso de esterilización se analiza por medio indicadores biológicos los cuales son muestras de esporas bacterianas de gran resistencia contenidos en un tubo el cual cambia de color acorde a la calidad del proceso. Esta prueba se realiza en cada carga colocando un indicador en la parte central de la carga y así obtener un mejor resultado del proceso de esterilización. Se considerará una calidad del 100 % del proceso de esterilización considerando que la prueba arroja resultados visuales.

#### **2.3.2.2.2. Disponibilidad**

Relación porcentual entre el tiempo que se posee disponible el equipo para operar en condiciones normales y la cantidad de tiempo efectivo que posee, este equipo se encuentra disponible para operación en todo momento, pero es coordinado según la demanda y necesidades de los desechos.

$$\text{Disponibilidad}_{AU} = \frac{54,8 \text{ h}}{56,25 \text{ h}} = 0,97 = 97 \%$$

#### **2.3.2.2.3. Rendimiento**

Es el parámetro de aprovechamiento de la capacidad de procesamiento del equipo, por ello se considera la cantidad de productos a tratar según programación, por ello el rendimiento se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento}_{\text{AU}} = \frac{2,69 \text{ T}}{2,75 \text{ T}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.3.2.2.4. OEE equipo**

Indicador que representa la eficiencia global del equipo de esterilización por vapor, nos presenta un dato real del funcionamiento del equipo, nos proporciona información de gran utilidad para el mejoramiento continuo de la productividad de estos equipos para lo cual es necesario la utilización de los tres indicadores anteriores que dan como resultado:

$$\text{OEE}_{\text{Au}} = 1 * 0,97 * 0,98 = 0,95 = 95 \%$$

#### **2.3.2.3. Eficiencia de trituradora**

Equipo empleado para la reducción de volumen de producto previamente esterilizado en autoclave, este equipo tritura todo el producto ingresado a la tolva de carga para su destrucción y que los productos no sean reconocibles en el vertedero.

#### **2.3.2.3.1. Calidad**

La calidad del proceso de trituración consiste en la reducción de volumen de los residuos para su disposición final, la finalidad de este proceso es dejar los residuos irreconocibles y con una reducción de volumen. Por ello se considera que la calidad del producto es de 100 % ya que los productos triturados son previamente esterilizados, para garantizar la trituración total de los productos se realizan varias pasadas del producto.

#### **2.3.2.3.2. Disponibilidad**

Este parámetro hace referencia al porcentaje de tiempo que se encuentra disponible un equipo para su operación, este equipo trabaja en combinación con la autoclave ya que el producto ingresado a la trituradora debe estar previamente esterilizado tomando en cuenta que la función de este equipo es reducción de volumen y hacer que los desechos sean irreconocibles.

$$\text{Disponibilidad}_{Tr} = \frac{54,9 \text{ h}}{56,25 \text{ h}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.3.2.3.3. Rendimiento**

Hace énfasis al correcto aprovechamiento de la capacidad productiva del equipo en el tiempo que se tiene programado para su operación. Su importancia surge para la identificación de rendimiento que se tiene ya sea por paros pequeños durante el proceso operativo o bien la velocidad o capacidad del equipo disminuida a causa de fallos mecánicos.

$$\text{Rendimiento}_{Tr} = \frac{2,69 \text{ T}}{2,75 \text{ T}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.3.2.3.4. OEE equipos**

Este indicador representa la eficiencia general que posee este equipo, indica el dato real de suficiencia en operación, este equipo depende de procesos alternos como lo es la autoclave, tratamiento de aerosoles por ello la operación se realiza de manera intermitente y para su cálculo se emplean los datos antes calculados siendo:

$$\text{OEE}_{Tr} = 1 * 0,98 * 0,98 = 0,96 = 96 \%$$

#### **2.3.2.4. Eficiencia *Ecosteryl***

Equipo utilizado para la esterilización de desechos hospitalarios que no sean de origen patológico, este es un equipo completamente automatizado en su proceso y es de gran importancia la medición del grado de eficiencia que está obteniendo el equipo por ello se analizan los siguientes factores:

##### **2.3.2.4.1. Calidad**

El resultado de este equipo se basa en distintas características como lo es la esterilización y la trituración de los productos ya que se trata de un proceso en serie y automatizado los desechos salen del proceso estériles y triturados con una reducción de volumen de hasta 80 %, el proceso de esterilización se realiza enviando una muestra del producto procesado a pruebas de laboratorio.

#### **2.3.2.4.2. Disponibilidad**

Parámetro que representa el tiempo que se tiene el equipo en condiciones adecuadas para su operación, este parámetro analiza el tiempo que se tiene contemplado para producción, analizando paros o micro paros que disminuyen el rendimiento total del equipo. La disponibilidad se calcula descontando el tiempo que se considera para mantenimientos preventivos y el tiempo que se tiene contemplado para su operación siendo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operado}}{\text{Tiempo disponible planificado}}$$

NOTA: equipo parado por reparaciones en etapa inicial del proyecto.

#### **2.3.2.4.3. Rendimiento**

Este parámetro analiza la relación existente entre la capacidad nominal del equipo y el procesamiento obtenido ya que se enfoca en el correcto aprovechamiento de la capacidad producida del equipo programando para operar. Para esto es necesario relacionar estas la capacidad nominal y la producción real de la manera siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad de procesamiento nominal}}{\text{Procesamiento real}}$$

NOTA: equipo parado por reparaciones en etapa inicial del proyecto

#### **2.3.2.4.4. OEE equipo**

Este parámetro relaciona los tres indicadores anteriores considerando que este equipo trabaja de manera automatizada este valor nos representa un factor clave de mejora desde el punto de vista técnico tanto de operador como de técnico del área de mantenimiento y se calcula relacionando lo siguiente:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

#### **2.4. Diseño e implementación de mantenimiento productivo total (TPM)**

Para el diseño de implementación del mantenimiento productivo total en Eco Termo de Centroamérica, S.A. se realizan la propuesta de mejora en el proceso de mantenimiento y áreas de trabajo asignadas, así como el mejoramiento y elaboración de formatos para llevar a cabo un adecuado mantenimiento preventivo, aprovechando el conocimiento de los equipos de los operadores que manipulan cada uno de los equipos para lo cual se estableció la siguiente metodología:

- Inspecciones visuales, toma de datos de tipos de tareas realizadas por los técnicos del área de mantenimiento en los distintos equipos, esto con la finalidad de identificar los procesos desarrollados y proponer mejoras en las tareas desarrolladas, aumentando la cantidad de tareas programadas para los técnicos dándole un adecuado seguimiento a cada una de las secciones de los equipos.
- Investigación de los equipos existentes en planta, los equipos empleados para el tratamiento de los desechos no son de uso común en las industrias

del país por lo que la parte investigativa fue de gran beneficio para el desarrollo de las propuestas desarrolladas.

- Diseño y mejoramiento de formatos de seguimiento, como lo son check-list para el área de mantenimiento y área de operaciones, que permitan la temprana identificación de componentes o secciones dañadas del equipo, esto es de gran utilidad para la disminución de fallos y paros de los equipos debido a un mal o inexistente mantenimiento.
- Desarrollo de manuales de mantenimiento preventivo para los equipos analizados considerando actividades desarrolladas actualmente durante los mantenimientos preventivos y acciones que se deberían realizar en los equipos identificando el personal necesario para la realización de las tareas.

El TPM es de gran importancia en cualquier sector industrial y es de gran apoyo en el área de mantenimiento, se tienen diferentes herramientas que nos permiten mejorar el proceso productivo, pero no para el área de mantenimiento; actualmente el área de mantenimiento de la empresa realiza mantenimiento preventivo en algunas secciones de los equipos descuidando otras ocasionando que estas fallen por falta de supervisión y mantenimiento. Esto genera pérdidas de tiempo productivo por actividades de mantenimiento y riesgos tanto para los operadores que manipulan los equipos como para los técnicos de mantenimiento ya que estos trabajan a altas temperaturas provocando que en emergencias deban trabajar en el equipo caliente de ser posible o esperar a que este enfríe para poder iniciar con las reparaciones.

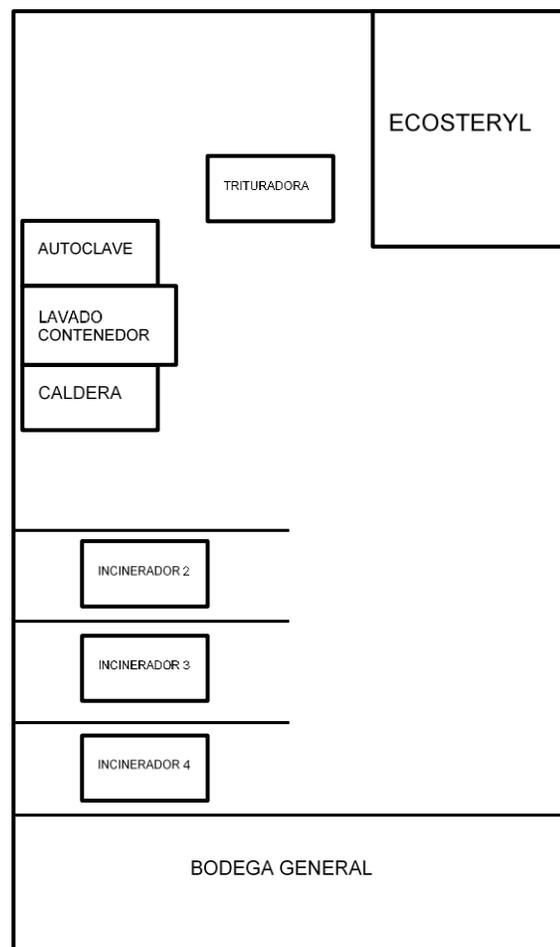
El mantenimiento operativo que propone el TPM ayudará a darle seguimiento y realizar tareas sencillas que puede desarrollar fácilmente un

operario con poca capacitación para enfocar la fuerza del área de mantenimiento en actividades de carácter prioritario o mantenimiento preventivo sin descuidar los equipos y evitando retrasos en la programación de producción.

#### 2.4.1. Localización de los equipos en planta

En la figura 7 se presenta la localización de los equipos en planta.

Figura 7. Localización de los equipos en planta



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

## 2.4.2. Plan de mantenimiento preventivo de hornos incineradores

A continuación, se desglosan el conjunto de tareas de mantenimiento programado agrupadas según frecuencia que se deben realizar de manera mensual, trimestral o anual según las necesidades de los componentes de los equipos. Se programan las tareas y los técnicos que deben desarrollar las tareas en los distintos equipos de incineración.

### 2.4.2.1. Ficha técnica de horno

En las tablas XVI y XVII se presentan las fichas técnicas de los equipos 1 y 2.

Tabla XVI. **Equipo 1**

<b>DATOS GENERALES</b>			Fotografía del equipo:
Equipo	Incinerador	Código: HI2	
Marca:	TKF		
Modelo	HI-125-P		
Ubicación	área de horno 2		
Sección	Incineración		
Año adquisición			
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
Temperatura de operación	Interna	Externa	
Cámara primaria	800 °C	70 °C	
Cámara secundaria	1 300 °C	135 °C	

Continuación de la tabla XVI.

Tipo de carga: Accionamiento hidráulico	Bomba hidráulica de 3HP
Carga por accionamiento hidráulico manipulado por medio de eléctrico controlado por electroválvulas 4/3 con retorno por muelle en posición neutra el cual manipula la sección de carga de tolva, apertura de compuerta de carga y empujador de desechos a cámara de combustión. Y tanque de 10 galones.	
Tipo de descarga	Compuerta accionada por medios neumáticos
Combustible:	Gas licuado de petróleo (GLP)
Capacidad de procesamiento	285 kg/h
Tipo de proceso:	continuo
Control de temperatura cámara de combustión	Tipo K
Control de temperatura cámara de postcombustión	Tipo R
Quemadores a gas combustión	1 de 750 000 BTU/Hr.
Quemadores a gas postcombustión	1 de 5 000 000 BTU/Hr
Accionamiento electrónico, encendido por medio de arco eléctrico a 6 000V y controlado por detección ultravioleta.	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XVII. **Equipo 2**

DATOS GENERALES			Fotografía del equipo:	
Equipo	Incinerador	Código: HI3		
Marca:	TKF			
Modelo	HI-225-p			
Ubicación	área de horno 3			
Sección	Incineración			
Año adquisición				
Datos del Equipo				
Temperatura de operación		Interna	Externa	

Continuación de la tabla XVII.

Cámara primaria	800 °C	70 °C
Cámara secundaria	1 300 °C	135 °C
Tipo de carga: Accionamiento hidráulico		
		Bomba hidráulica de 3HP
Carga por accionamiento hidráulico manipulado por medio de eléctrico controlado por electroválvulas 4/3 con retorno por muelle en posición neutra el cual manipula la sección de carga de tolva, apertura de compuerta de carga y empujador de desechos a cámara de combustión.		
Tipo de descarga		
		Compuerta accionada por medios neumáticos
Combustible:		
		Gas licuado de petróleo (GLP)
Capacidad de procesamiento		
		500 kg/h
tipo de proceso:		
		continuo
Control de temperatura cámara de combustión		
		Tipo K
Control de temperatura cámara de postcombustión		
		Tipo R
Quemadores a gas combustión		
		1 de 300 000 BTU/Hr
Quemadores a gas postcombustión		
		1 de 8 000 000 BTU/Hr.
Accionamiento electrónico, encendido por medio de arco eléctrico a 6 000V y controlado por detección ultravioleta.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### **2.4.2.2. Programación de mantenimiento**

En el desarrollo de la programación de mantenimiento se necesitan distintos factores esenciales para tener éxito en su ejecución estos factores son: el personal requerido la frecuencia y los insumos necesarios para su ejecución

##### **2.4.2.2.1. Personal requerido**

Es necesario de personal con diferentes especialidades de acuerdo con las diferentes secciones del equipo, las especialidades son las siguientes:

- Albañil: personal requerido en las cámaras de combustión, considerando que se trata de la aplicación de material refractario, en diferentes técnicas según sea la necesidad, estas pueden ser fundición, muros de ladrillo o repellado de paredes con refractario. Serán necesarios de 2 a 3 acorde al daño que posee el refractario en la cámara de combustión.
- Mecánico con conocimientos hidráulico: es necesario en el cargador del equipo ya que funciona por accionamientos hidráulicos, controlados por electroválvulas accionadas por selectores desde el panel de control. Será necesario de 2 mecánicos en tareas de mantenimiento.
- Eléctrico industrial: personal con conocimiento de todo tipo de componentes como contactores, pulsadores, selectores, motores, variadores de frecuencia, entre otros. Ya que por medio de estos se controlan las diferentes secciones del equipo. Será necesario de un eléctrico industrial para realizar las tareas de mantenimiento eléctrico.
- Soldador: personal con especialidad en soldadura eléctrica y oxiacetilénica. Debido a las condiciones de trabajo de este equipo es necesario realizar reparaciones estructurales en diversas ocasiones. Será necesario de un soldador el cual deberá contar con un ayudante por ser trabajos de alta temperatura.

#### **2.4.2.2.2. Frecuencia de mantenimiento**

Se establecen tres distintas frecuencias de mantenimiento para el área de hornos incineradores las cuales son:

- Cada tres semanas: se enfoca en las secciones que sufren mayor daño por las operaciones como lo son cámaras de combustión, sistema eléctrico, sistema hidráulico con tareas de limpieza, lubricación y revisión necesarias para una correcta operación.
- Trimestral: se programa en semana de paro del equipo y se cubren necesidades de menor frecuencia en las distintas áreas de los equipos de incineración.
- Semestral: tareas de gran importancia que requieren de un mayor lapso para desarrollar que permitirán garantizar y alargar la vida útil de los componentes como motores de ventiladores, secciones del sistema hidráulico, entre otros.

Cada una de las tareas según frecuencia serán descritas en la tabla de programación de mantenimiento según su frecuencia de aplicación.

#### **2.4.2.2.3. Insumos por utilizar**

Insumos por utilizar son variables según las necesidades que se encuentren en el campo, principalmente se emplea el uso de químicos para limpieza como lo es aflójalo todo (lubricante multipropósito dieléctrico), *ElectroSafe*. Otros insumos como wipe, lija, entre otros. Observe tabla de programación de mantenimiento de hornos incineradores.

Tabla XVIII. Programación de mantenimientos mensual en hornos incineradores

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento		
<b>PLANEADO MENSUALMENTE</b>				
Tareas por realizar		Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>CAMARA DE COMBUSTIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractario                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reparación del refractario, zonas de las cámaras que se encuentren dañadas o en mal estado.</li> </ul> </li> <li>• Termocupla                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si emite señal para marcaje de temperatura</li> <li>○ Limpieza del cuerpo de la termocupla</li> </ul> </li> <li>• Ductos de oxigenación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Que no se encuentren obstruidos.</li> <li>○ que no se hayan sellado al momento de una reparación de este.</li> </ul> </li> </ul>		Alta	2 albañiles (8 horas)	Sacos de refractario 1 hoja Lija Wipe
		Media/Alta	1 eléctrico (20 min)	
		Alta	2 albañiles	

Continuación de la tabla XVIII.

<p><b>QUEMADORES CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpo del quemador <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inspección, estado del cuerpo.</li> <li>○ Descarbonización del cuerpo del quemador</li> <li>○ Revisión de corrosión, deformaciones del cañón.</li> </ul> </li> <li>• Bujías <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza del cuerpo de la bujía</li> <li>○ Limpieza del electrodo de ignición</li> <li>○ Deformación del electrodo de ignición</li> <li>○ Alineación del electrodo.</li> </ul> </li> <li>• Fotocelda <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza del cuerpo de fotocelda</li> <li>○ Limpieza de la lente de fotocelda</li> <li>○ Limpieza del visor de la fotocelda</li> <li>○ Revisión de señal emitida por este componente.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 mecánico (1.5 horas)</p> <p>1 mecánico (1.1 horas)</p> <p>1 mecánico (0.2 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lija</li> <li>• 1.5 litros de ElectroSafe</li> <li>• Wipe</li> <li>• Aflojalo todo WD-40</li> </ul>
<p><b>GABINETES ELÉCTRICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes eléctricos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza interior del gabinete.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Alta</p>	<p>1 eléctrico (1.5 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.5 litros de ElectroSafe</li> <li>• Wipe</li> </ul>

Continuación de la tabla XVIII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inspección de estado de forro aislante de los cables.</li> <li>○ Inspección de componentes quemados o síntomas de sobrecalentamiento.</li> <li>○ Limpieza general del gabinete.</li> <li>○ Revisión de empaques de puertas de gabinetes.</li> </ul>			
<p><b>CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractorio             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estado del refractorio</li> <li>○ Identificación de zonas de la cámara que se encuentren dañadas o en mal estado.</li> <li>○ Cambio de refractorio dañado</li> <li>○ Limpieza de ceniza o suciedad acumulada en la cámara.</li> </ul> </li> <li>• Termocupla             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si emite señal para marcaje de temperatura</li> <li>○ Limpieza del cuerpo de la termocupla</li> </ul> </li> </ul>	Alta	2 albañiles (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacos refractorio</li> <li>• 1 hoja Lija</li> <li>• Wipe</li> </ul> <p>de</p>
	Media	1 técnico (0.5 horas)	

Continuación de la tabla XVIII.

<p><b>CARGADOR HIDRÁULICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones electroválvulas             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de aislante de cables de electroválvulas</li> <li>○ Limpieza de conexiones</li> <li>○ Ajuste de conexiones de bobina de electroválvulas.</li> <li>○ Ajuste de tuerca de bobinas de electroválvula.</li> </ul> </li> <li>• Conexiones de tubería             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de mangueras de hidráulico</li> <li>○ Revisión de fuga en uniones o acoples</li> <li>○ Inspección de golpes o deformaciones en la tubería.</li> </ul> </li> <li>• Cilindros hidráulicos             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de fugas en los cilindros. (Cilindro embolo)</li> <li>○ Revisión de fugas en conexión de mangueras.</li> <li>○ Limpieza en juntas o acoples del cilindro.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpia contactos</li> <li>• Wipe</li> </ul>
	<p>Media/Alta</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	
	<p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	

Continuación de la tabla XVIII.

<p><b>ELEMENTOS MÓVILES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamientos de empujador de desechos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza y lubricación de rodamientos de empujador de desechos.</li> </ul> </li> <li>• Contenedor de carga de desechos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza y Lubricación de bisagras de cargador de desechos.</li> </ul> </li> <li>• Computa de cargador de desechos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza de grasa contaminada</li> <li>○ Lubricación de cojinetes</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/baja</p> <p>Media/baja</p> <p>Media/baja</p>	<p>1 técnico (0.3 horas)</p> <p>1 técnico (0.3 horas)</p> <p>1 técnico (0.4 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito.</li> <li>• Afióalo todo WD-40</li> </ul>
<p><b>EXTRACTOR Y BANDA DE SALIDA DE CENIZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinetes de extractor cenizas (Bajo el horno).               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza de los eslabones</li> <li>○ Lubricación de la cadena</li> </ul> </li> <li>• Cadena de extractor de ceniza.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza de banda de extractor de ceniza</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/alta</p> <p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p> <p>1 técnico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito.</li> <li>• Afióalo todo WD-40</li> </ul>

Continuación de la tabla XVIII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de estado de banda</li> <li>• Banda de salida             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza de lubricante contaminado de los rodamientos</li> <li>○ Lubricación de los rodamientos</li> </ul> </li> </ul>	Media	(0.5 horas)	
<p>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de agua             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de fugas en sellos mecánicos</li> </ul> </li> <li>• Manómetros             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de manómetros de presión de agua.</li> <li>○ Revisión de manómetro de presión de aire.</li> </ul> </li> <li>• Tuberías             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de fuga en tuberías.</li> <li>○ Revisión de uniones roscadas.</li> </ul> </li> </ul>	Alta Media	1 técnico (0.2 horas)  1 técnico (0.25horas)	
<p>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de tableros</li> </ul>	Media	1 técnico (0.5 horas)	

Continuación de la tabla XVIII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inspección al tablero en búsqueda de daños visibles, piezas flojas o sueltas.</li> <li>○ Libertad de movimiento de piezas móviles</li> <li>● Sonda lectora de PH             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza del electrodo de la sonda</li> <li>○ Revisión de cableado en buen estado</li> </ul> </li> <li>● Tornillo de dosificación de cal.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lubricación</li> <li>○ Revisión de estado de conexiones</li> <li>○ Revisión de cableado de motorreductor.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p> <p>Media</p>	<p>1 técnico (0.4 horas)</p> <p>1 técnico (1 hora)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grasa multipropósito.</li> <li>● Wipe</li> <li>● Aflójalo todo</li> </ul>
<p>SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Motor             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lubricación de rodamientos</li> <li>○ Revisión de tensión de poleas</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Observaciones:</b></p>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (0.7 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grasa multipropósito.</li> <li>● Aflójalo todo WD-40</li> <li>● Wipe</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XIX.

**Programación de mantenimiento trimestral de hornos incineradores**

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento		
<b>PLANEADO TRIMESTRALMENTE</b>				
<b>Tareas por realizar</b>		Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>CAMARA DE COMBUSTIÓN</b> Necesidades de mantenimiento mensuales adicionalmente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de ductos de oxigenación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eliminar partículas adheridas en los ductos de oxigenación.</li> </ul> </li> <li>• Elementos móviles                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revision de soldadura de compuertas y elementos móviles</li> </ul> </li> </ul>		Media	1 técnico (2 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electroodos</li> </ul>
<b>QUEMADORES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de oxigenación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revision y limpieza de dâmpers</li> </ul> </li> </ul>		Media/Alta	1 técnico (1 hora)	
		Media	2 mecánico (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ElectroSafe</li> </ul>

Continuación de la tabla XIX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>o Limpieza de turbina del sistema de oxigenación</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflojalo todo</li> </ul>
<p><b>CARGADOR HIDRÁULICO</b></p> <p>Realice el mantenimiento mensual programado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones electroválvulas             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisión y apriete de bornes de conexión</li> </ul> </li> <li>• Conexiones de tubería             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisión y apriete de mangueras hidráulicas</li> </ul> </li> <li>• Cilindros hidráulicos             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisión de estado y limpieza de embolo del cilindro.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p> <p>Media/Alta</p> <p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p> <p>1 técnico (0.5 horas)</p> <p>1 técnico (0.5 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wipe</li> <li>• Limpia contactos</li> </ul>
<p><b>ELEMENTOS MÓVILES</b></p> <p>Realice el mantenimiento mensual programado adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de soldaduras de los elementos móviles             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Limpieza y revisión de uniones soldadas, debe buscar fisuras o deformaciones en uniones.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>1 técnico (0.3 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Electrodo</li> <li>• Wipe</li> </ul>

Continuación de la tabla XIX.

<p><b>EXTRACTOR Y BANDA DE SALIDA DE CENIZA</b>  Realice el mantenimiento mensual adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de paletas de extractor y banda de salida <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisar puntos de unión, identificar desgaste o corrosión en tornillos.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>2 técnicos (4 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lija</li> <li>• ElectroSafe</li> </ul>
<p><b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE GASES</b>  Realice el mantenimiento mensual, adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de aspersores <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desmontaje y limpieza de boquillas de aspersión.</li> <li>○ Revisión de estado de aspersores</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>2 técnicos (2 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Wipe</li> </ul>
<p><b>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL</b>  Realice el mantenimiento mensual, adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del tanque de dosificador <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vaciado y limpieza del tanque de tratamiento de gases.</li> </ul> </li> <li>• Tornillo de dosificación de cal.</li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (2 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito</li> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• wipe</li> </ul>

Continuación de la tabla XIX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desmontaje y revisión del tornillo de dosificación de cal.</li> </ul>	Media	1 técnico (2 horas)	
<p>SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbina             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión, limpieza de material adherido a turbina del extractor.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Observaciones:</b></p>	Media	1 técnico (3 horas)	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XX.

**Programación de mantenimiento trimestral de hornos incineradores**

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento	
<b>PLANEADO SEMESTRAL O ANUALMENTE</b>			
	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio a motores de oxigenación principal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desmontaje de sistema de oxigenación</li> <li>○ Desmontaje de turbina de oxigenación</li> <li>○ Servicio a motor eléctrico de sistema de oxigenación.</li> </ul> </li> </ul>	Media	1 mecánico (1.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ElectroSafe</li> <li>• Limpia contactos</li> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Grasa multipropósito</li> </ul>
<b>QUEMADORES CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio a motores de oxigenación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desmontaje de sistema de oxigenación</li> <li>○ Desmontaje de turbina de oxigenación</li> </ul> </li> </ul>	Media	1 mecánico (1.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ElectroSafe</li> </ul>

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Servicio a motor eléctrico de sistema de oxigenación.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpia contactos</li> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Grasa multipropósito</li> </ul>
<p><b>GABINETES ELÉCTRICOS</b>  Realice el mantenimiento mensual y adicionalmente realice:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verificar si existe corrosión, desgaste o daño en derivaciones no importando si son rígidas o flexibles.</li> <li>○ Pruebas de doblarlos o torcerlos para verificar el estado de las derivaciones flexibles.</li> <li>○ Limpieza de acumulación de suciedad o sustancias pegajosas en derivaciones.</li> </ul> </li> <li>• Enclavamientos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Compruebe si se encuentran en buen estado</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Baja</p> <p>1 eléctrico (1 horas)</p> <p>1 técnico (0.5 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ElectroSafe</li> <li>• Wipe</li> </ul>

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Comprobar si se encuentran ajustados según el fabricante</li> <li>• Empaquetaduras y cierres de gabinetes             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Observar si se rotas o dañadas, para evitar que impidan el cierre hermético del tablero.</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja	1 técnico (0.5 horas)	
<p><b>CARGADOR HIDRÁULICO</b> Realice el mantenimiento mensual programado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de sellos a los cilindros hidráulicos.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio de sellos de tapadera del cilindro</li> <li>○ Cambio de sellos de embolo</li> </ul> </li> </ul>	Media	1 técnico (1.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kit de empaques para cilindros.</li> <li>• Aflójalo todo</li> <li>• Wipe</li> </ul>
<p><b>ELEMENTOS MÓVILES</b> Realice el mantenimiento mensual programado adicionalmente debe:</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo</li> <li>• Wipe</li> </ul>

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio a motorreductores             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio de aceite a cajas de motorreductores.</li> <li>○ Revisión de conexiones de motor</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Alta</p>	<p>2 técnico (2 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito.</li> </ul>
<p><b>EXTRACTOR Y BANDA DE SALIDA DE CENIZA</b></p> <p>Realice el mantenimiento mensual adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cadenas             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisar puntos de unión de cadenas</li> <li>○ Revisión de sprockets</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Alta</p>	<p>2 técnicos (2 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Wipe</li> <li>• Grasa multipropósito.</li> </ul>
<p><b>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL</b></p> <p>Realice el mantenimiento mensual, adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio a motorreductor             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio de aceite de motorreductor</li> <li>○ Inspección al motor</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (2 horas)</p>	

Continuación de la tabla XX.

<p>SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de turbina             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Servicio a motor, limpieza interna y Revisión de cojinetes y aislamiento de embobinado.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (5 horas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflojalo todo</li> <li>• Wipe</li> <li>• Limpia contactos</li> </ul>
<p><b>Observaciones:</b></p>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.2.3. Instructivo de mantenimiento preventivo de incineradores

En la tabla XXI se presenta el instructivo de mantenimiento preventivo de incineradores

Tabla XXI. **Instructivo de mantenimiento preventivo de incineradores**

 <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</p>	<p>EMISIÓN: Enero/2020 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Enero/2022</p>
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO GENERAL</b> Mantener en adecuado funcionamiento de los equipos de incineración elaborando mantenimiento preventivo a cada una de los componentes y equipos que tienen relación con el funcionamiento de este.</li> <li>• <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo durante el tiempo de producción establecido.</li> <li>○ Disminuir los paros del equipo debido a fallas en los distintos componentes de este.</li> <li>○ Reducir el costo y los efectos del mantenimiento correctivo mediante la utilización del mantenimiento preventivo.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>DEFINICIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mantenimiento correctivo:</b> es aquel que se realiza cuando el equipo presenta fallos que ameritan el paro del equipo, con el fin de regresarlo a sus condiciones de trabajo normal</li> <li>• <b>Mantenimiento preventivo:</b> es aquel basado en tareas de revisión de los elementos del equipo con la finalidad de detectar y anticipar los posibles fallos antes que ocurran. Adicionando tareas de limpieza, engrase y ajustes necesarios para mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo.</li> <li>• <b>Plan de mantenimiento:</b> es un conjunto de tareas programadas, agrupadas o no, que siguen un tipo de criterio con la finalidad de prevenir fallos en los distintos equipos o maquinarias.</li> <li>• <b>Termocupla:</b> elemento formado por dos metales distintos que producen una diferencia de potencial en función de la temperatura utilizado para la medición de la temperatura de las cámaras de combustión.</li> <li>• <b>Quemador:</b> se trata de equipos utilizados para realizar la mezcla adecuada de combustible y comburente, y que por medio de una chispa se inicie la combustión e inyecta esa llama al interior de una cámara de combustión.</li> </ul>		

Continuación de la tabla XXI.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Bujía de ignición: Se trata de un elemento que produce una chispa para el encendido de una mezcla de combustible con comburente. A partir de altos voltajes.</li><li>• Rodamientos: son piezas de maquinaria más utilizadas ya que su movimiento giratorio facilita los movimientos y reduce la fricción del movimiento de las piezas mecánicas móviles.</li></ul> <p><b>ALCANCE</b> Instalaciones y componentes del área del área de equipos de incineración de la planta de tratamientos.</p> <p><b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Plan de mantenimiento de equipos</li><li>• Manual de operaciones de Horno incinerador</li><li>• Manual de componentes de este horno.</li></ul> <p><b>RESPONSABILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Coordinador de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Reportar cualquier tipo de falla o indicación a coordinador de producción y gerencia de planta para su atención.</li><li>○ Mantener un <i>stock</i> adecuado de repuestos a necesitar durante los mantenimientos realizados.</li><li>○ Notificar a coordinación de producción cuando se presente una falla de causa mayor que amerite paro total del equipo, así como tiempo a necesitar para su reparación.</li></ul></li><li>• Personal de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Desarrollar adecuadamente el mantenimiento a las diferentes secciones del equipo garantizando su adecuado funcionamiento.</li><li>○ Realizar de manera periódica la inspección de cada una de las áreas del equipo identificando las fallas o defectos que este tiene durante su funcionamiento.</li><li>○ Notificar al coordinador de mantenimiento de manera inmediata si durante el mantenimiento preventivo se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado.</li></ul></li><li>• Coordinador de producción<ul style="list-style-type: none"><li>○ Notificar de manera inmediata al personal de mantenimiento si el equipo presenta fallos o sonidos extraños.</li><li>○ Coordinar con sus colaboradores el despejar el área de trabajo para que personal de mantenimiento trabaje de una manera más eficiente y sin riesgos en el área.</li><li>○ Permitir realizar el mantenimiento preventivo periódicamente para evitar que se tengan fallos o paros prolongados del equipo.</li></ul></li><li>• Gerencia de planta<ul style="list-style-type: none"><li>○ Proveer o autorizar las herramientas, repuestos y equipo necesario para realizar el mantenimiento preventivo/ correctivo a la brevedad posible, así como la contratación de servicios especializados de llegar a ser necesarios.</li></ul></li></ul>
---

Continuación de la tabla XXI.

<p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN BÁSICO</b></p> <p>Todo el personal de mantenimiento deberá contar y utilizar equipo de protección personal básico en todo momento el cual consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco</li> <li>• Respirador</li> <li>• Guantes con palma de nitrilo</li> <li>• Lentes</li> <li>• Botas industriales con punta de acero</li> <li>•</li> </ul>
---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXII. **Limpieza de sistema eléctrico de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>LIMPIEZA DE SISTEMA ELÉCTRICO</b>	
<p><u>OBJETIVO</u> Mantener en correcto funcionamiento los componentes eléctricos de los distintos gabinetes del equipo.</p> <p><u>ALCANCE</u> Gabinetes y tableros eléctricos del área del horno incinerador</p> <p><u>FRECUENCIA</u> Este tipo de mantenimiento debe de programarse mensualmente.</p> <p><u>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarmadores</li> <li>• Probador de circuitos</li> <li>• Compresor</li> <li>• Pulverizadora para compresor</li> </ul> <p><u>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL:</u> No se requiere equipo adicional al EPP básico.</p>		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Des energizar el equipo, retirar la tensión del gabinete principal bajando los interruptores.	Auxiliar de mantenimiento y ayudante.
2	Revisar visualmente el estado del cableado interior del tablero, realícese de la parte superior ordenadamente hasta llegar a los componentes más bajos.	

Continuación de la tabla XXII.

3	Con la ayuda del compresor y la pulverizadora usar el aire a presión para limpiar las partículas de suciedad que se encuentren en los componentes del gabinete.	Auxiliar de mantenimiento y ayudante.
4	Apretar todas las conexiones de los componentes que se encuentren en el gabinete. Asegurarse de tener colocado adecuadamente el equipo de protección personal.	
5	Verificar que los cables se encuentren adecuadamente dentro del bornero correspondiente.	
6	Cargar el depósito de la pulverizadora con el líquido especial para la limpieza de contactos eléctricos. Aplicarlo en las conexiones de manera uniforme de la parte superior a la inferior.	
7	Darle un periodo adecuado de secado antes de conectar nuevamente a la corriente eléctrica.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiador y desengrasante dieléctrico 2L</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXIII. **Servicio de refractario de cámara de combustión de los incineradores**

	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>SERVICIO DE REFRACTARIO DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener en buen estado el refractario de la cámara de combustión y postcombustión</p> <p><b>ALCANCE</b> Interior de las cámaras de combustión y postcombustión</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento debe programar mensualmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cincel</li> <li>• Plancha de madera</li> <li>• Cuchara de albañil</li> <li>• Martillo</li> <li>• Martillo de demolición</li> </ul>	

Continuación de la tabla XXIII.

<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodilleras</li> <li>• Monogafas</li> </ul>		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Pasar a la posición de apagado la llave del gabinete principal del equipo.	
2	Des energizar el equipo bajando los interruptores que se encuentran dentro del gabinete principal.	
3	Verificar que las llaves de suministro de gas. Notificar a personal de salud y seguridad ocupacional para la instalación de seguro de llave de paso de gas.	
4	Limpiar los residuos de producción de la cámara de combustión, iniciando desde la tolva de carga de desechos hacia la compuerta del horno, eliminando todos los residuos de la quema de desechos.	
5	Revisar las paredes internas de la cámara de combustión, observando que el refractario se encuentre en buenas condiciones, identificando puntos donde el refractario se encuentre desprendido o bien en mal estado. De esta inspección surgen dos posibilidades las cuales están:	
6	<p>Opción 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que la cobertura de refractario aplicada sobre los ladrillos esté dañada y que los ladrillos se encuentren en buen estado sin rastros de daños o agrietas. Por lo que se procederá a su reparación de la siguiente manera:</li> <li>• Con la ayuda del cincel y martillo se procede a romper la cobertura del refractario de tal manera que se queden descubiertos los ladrillos de las paredes de las cámaras de combustión o postcombustión.</li> <li>• Se limpian lo mejor posible los restos de refractario dañado que se encuentren adheridos a las paredes de las cámaras para proceder a la aplicación del refractario.</li> <li>• Preparar el refractario agregando el contenido de un saco en la mezcladora y añadiendo agua gradualmente hasta conseguir una pasta uniforme que permita su fácil manipulación.</li> <li>• Colocar la mezcla del refractario en las paredes de ladrillo refractario de la cámara de combustión y postcombustión. De manera uniforme hasta cubrir toda el área dañada.</li> </ul>	Albañil y ayudante

Continuación de la tabla XXIII.

7	<p>Opción 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que los ladrillos refractarios del horno se encuentren flojos o que estos hayan caído, lo que provocaría que la lámina del horno se torne de color rojizo dependiendo el tiempo que se tarde en evacuar el contenido del horno.</li> <li>• Se procede a retirar cada uno de los ladrillos que se encuentran flojos o en mal estado.</li> <li>• Se limpia el área hasta dejar expuesta la lámina exterior de la cámara.</li> <li>• Revisar el estado de la lámina. Si se encuentra dañada se debe sustituir la sección de lámina dañada. Cortando esta sección y sustituyéndola por una nueva pieza de lámina de tamaño adecuado.</li> <li>• Ya teniendo la superficie del horno en buen estado se procede a colocar el recubrimiento del ladrillo refractario adecuado a la sección de la cámara a reparar siendo los ladrillos arco para las partes curvadas y los ladrillos estándar para las partes lisas con la finalidad de dejar la superficie en mejores condiciones.</li> <li>• Con la ayuda de mortero refractario se procede a pegar los ladrillos entre sí. Este material tiene la capacidad de aglomerar los ladrillos refractarios con una gran resistencia a las altas temperaturas.</li> </ul>	
	<p><b>Al concluir de cubrir el área expuesta con ladrillo refractario se debe aplicar una capa de concreto refractario para protección de estos.</b></p>	
8	<p>Al culminar la reparación del horno en cualquiera de estos dos casos es necesario darle un tiempo de fraguado de 24 horas para obtener la resistencia máxima de los materiales.</p>	
9	<p>Antes de iniciar el proceso de producción normal es necesario realizar una curva de calcinación, esta consiste en calentar el horno de manera gradual para evitar fisuración de los materiales</p>	
<p>Insumos por utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 a 50 sacos de refractario</li> <li>• Agua desmineralizada</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXIV. **Servicio al sistema de combustión de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO AL SISTEMA DE COMBUSTIÓN</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener en correcto funcionamiento los quemadores de cámara de combustión y postcombustión del horno incinerador.</p> <p><b>ALCANCE</b> Quemadores principales y auxiliares de las cámaras de combustión y postcombustión.</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador debe programar el mantenimiento una vez por mes.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Espátula</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Lima</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional o especializado.</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo. Bajar los interruptores del gabinete principal del equipo.	Mecánico	
2	Cerrar la llave de paso del suministro de gas. Notificar al personal de salud y seguridad ocupacional para colocar el seguro de la llave de paso de gas.	Mecánico ayudante	y
3	Desconectar las conexiones del quemador (mangueras, conexiones eléctricas de bujía y fotocelda)	Mecánico ayudante	y
4	Desenroscar fotocelda y bujía de ignición del cuerpo del quemador para proceder a limpiarlo.	Mecánico ayudante	y
5	Desenroscar los 4 tornillos que sujetan al quemador al cuerpo del horno. Es necesario verificar el estado de los pernos para garantizar la sujeción al momento de reinstalación.	Mecánico ayudante	y
6	Se retira el cuerpo del quemador de la base del horno. Se realiza con cuidado para no lastimar el cañón del quemador.	Mecánico ayudante	y
7	<b>LIMPIEZA DEL CUERPO DEL QUEMADOR</b> Trasladar el quemador al taller para su mantenimiento.	Mecánico ayudante	y
	Utilizar un cepillo de cerdas metálicas para realizar la limpieza del cuerpo del quemador.	Mecánico ayudante	y
	Limpiar cuidadosamente el interior del cañón del quemador procurando que la superficie interna de éste quede libre de todo tipo de partículas adheridas por su uso.	Mecánico ayudante	y
	Aplicar Electrosafe con la pulverizadora para compresor y así limpiar cada una de las conexiones.	Mecánico ayudante	y
	Verificar que sean retiradas todas las partículas adheridas al cuerpo del quemador, así como el estado de éste.	Mecánico ayudante	y

Continuación de la tabla XXIV.

8	LIMPIEZA DE BUJÍA DE IGNICIÓN (CANDELA DE IGNICIÓN) Verificar estado de bujía y realizar el cambio de ser necesario.	Mecánico ayudante	y
	Realizar la limpieza del electrodo de la bujía lijando la superficie de ésta eliminando la suciedad que adherida.	Mecánico ayudante	y
	Realizar una marca en dirección a la punta del electrodo. Ya que por medio de ésta se podrá alinear correctamente el electrodo a la salida del cañón.	Mecánico ayudante	y
9	LIMPIEZA DE FOTOCELDA Limpiar la lente de la fotocelda sin utilizar químicos abrasivos, se debe realizar con un trozo de tela limpia y suave.	Mecánico ayudante Mecánico ayudante	y y
	Limpiar la mirilla que se utiliza para inspección visual de la llama, con ayuda de un trozo de tela limpia y suave.	Mecánico ayudante	y
	Revisar las conexiones de ésta revisando que estén debidamente ajustadas.	Mecánico ayudante	y
	Revisar las conexiones de ésta revisando que estén debidamente ajustadas.	Mecánico ayudante	y
10	MONTAJE DEL QUEMADOR Colocar el quemador en su posición original visualizando que la tubería de gas quede dirigida a la parte superior de éste.	Mecánico ayudante	y
	Se aplica una pequeña capa de silicón para altas temperaturas entre la superficie del horno y la base del quemador para garantizar que ambas partes queden debidamente selladas.	Mecánico ayudante	y
	Instalar nuevamente la bujía en su lugar, ésta se debe colocar adecuadamente para evitar que dañe la rosca.	Mecánico ayudante	y
	Ajustar dejando alineada la punta del electrodo hacia la salida del cañón del quemador.	Mecánico ayudante	y
	Colocar la fotocelda en su base y ajustar.	Mecánico ayudante	y
11	Conectar la tubería flexible de distribución de gas al quemador. Aplicar una capa de teflón para garantizar que no existan fugas de gas en la roca de la tubería.	Mecánico ayudante	y
12	Realizar la conexión eléctrica de los componentes del quemador.	Mecánico ayudante	y
<u>INSUMOS POR UTILIZAR</u>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiador y desengrasante 1.5L</li> <li>• Lija de agua: 1 hoja</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXV. **Servicio al sistema de oxigenación de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO AL SISTEMA DE OXIGENACIÓN</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener la disponibilidad y confiabilidad de la oxigenación de las cámaras de combustión.</p> <p><b>ALCANCE</b> Turbina de oxigenación principal, de quemadores primarios y auxiliares de las cámaras de combustión y postcombustión.</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento debe programarlo semestralmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Espátula</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Pulverizador para compresor</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR</b> No requiere equipo de protección personal adicional al básico.</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo. Bajar los interruptores dentro del gabinete principal.	Mecánico	
2	Verificar la inexistencia de tensión antes de iniciar a trabajar en el motor de oxigenación.	Mecánico y ayudante	
3	Identificar cada una de las conexiones que posee bajo la tapadera del motor.		
4	<p><b>TURBINA</b> Retirar los tornillos que sujetan el cuerpo del oxigenar al cuerpo del quemador para poder retirar el motor junto con la turbina de viento.</p> <p>Retirar el seguro que mantiene fija la turbina al eje del motor.</p> <p>Desarmar cada una de las secciones de la turbina.</p> <p>Limpiar cada parte de ésta eliminando las partículas o suciedad adherida a las distintas piezas.</p> <p>Verificar el estado de las aspas de la turbina.</p>		
5	<p><b>MOTOR</b> Retirar la tapa trasera del motor, bajo esta tapa se encuentra otras aspas que se encargan del enfriamiento del motor.</p>		

Continuación de la tabla XXV.

6	Retirar las aspas de ventilación del motor.	Mecánico y ayudante
	Retirar los tornillos que sujetan las tapaderas del motor.	
	Limpiar la sección de eje que se encuentra visible al momento de retirar los accesorios.	
	Deslizar las tapaderas del motor cuidadosamente, evitando el daño al eje al momento de retirarlas.	
	Retirar el rotor del estator del motor y limpiar cada una de las secciones.	
	Revisar las conexiones internas del motor.	
	Visualizar el embobinado del motor verificar que se encuentre en buenas condiciones y sin daños.	
	Aplicar una capa de barniz para motores, esto para garantizar el aislamiento de los embobinados debido a la manipulación del motor.	
	Revisar el estado de los rodamientos que tiene el rotor del motor.	
	De ser necesario su reemplazo proceder a realizar la requisición de repuesto para su reparación.	
	Si se encuentran en buen estado retirar la grasa que tiene y limpiar las cunas de los rodamientos en las tapaderas del motor y aplicar nuevamente grasa para altas velocidades a los rodamientos.	
7	Colocar los rodamientos en las cunas de las tapaderas, verificar que se encuentren debidamente engrasados.	Mecánico y ayudante
	Colocar nuevamente las tapaderas del motor y los tornillos de fijación adecuadamente.	
	Girar el rotor del motor a mano (debe girar libremente).	
	Colocar el aspa de ventilación del motor y su tapadera.	
8	<b>ENSAMBLADO</b>	Mecánico y ayudante
	Instalar el protector de la turbina en su posición original y ajustar por medio de los tornillos, verificar que todos se encuentren en su lugar. Y firmemente apretados.	
	Fijar las aspas de la turbina y el seguro que esta posee	
	Montar nuevamente la turbina en la base del horno. Instalar nuevamente los tornillos y ajustar firmemente.	
	Conectar en las terminales del motor de la misma manera en que fueron retirados.	
Realizar pruebas de funcionamiento.		
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo 0.25L</li> <li>• Wipe: ½ libra</li> <li>• Lija de agua</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVI. **Servicio al cargador hidráulico de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO AL CARGADOR HIDRÁULICO</b>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Prolongar la vida útil del sistema hidráulico del cargador del horno incinerador.</p> <p><b>ALCANCE:</b> Depósito de bomba del sistema hidráulico.</p> <p><b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento se debe programarlo Anualmente</p> <p><b>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Embudo</li> <li>• Recipientes para una capacidad de 40L</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</b> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Apagar los interruptores del gabinete del hidráulico, colocar el candado dieléctrico para evitar que cualquiera pueda accionar el circuito del hidráulico.	Mecánico	
2	Retirar el tapón ubicado en la parte superior del depósito del hidráulico.	Mecánico	y
3	Retirar los tornillos de la tapadera del hidráulico.	Mecánico	y
4	Posicionar el recipiente de vaciado para el lubricante del depósito bajo el tapón de salida.	Mecánico	y
5	Retirar el tapón de vaciado y dejar fluir el lubricante al recipiente.	Mecánico	y
6	Retirar el filtro de aceite ubicado en el exterior del tanque de lubricante.	Mecánico	y
7	Reemplazar el filtro por uno nuevo.	Mecánico	y
8	Visualizar el estado interno del tanque.	Mecánico	y
9	Desconectar el filtro ubicado en el interior del tanque (éste se encuentra conectado directamente a la bomba hidráulica).	Mecánico	y
10	Limpiar los residuos sólidos que se encuentren dentro del tanque.	Mecánico	y
11	Colocar nuevamente el tapón de salida de lubricante. Colocar teflón en la rosca de éste para evitar tener fugas en su unión.	Mecánico	y
12	Colocar la tapadera del depósito del hidráulico, colocar los tornillos nuevamente.	Mecánico	y

Continuación de la tabla XXVI.

14	Colocar el embudo en la boquilla de llenado y aplicar lentamente el lubricante evitando derrames en el área. Realizar el llenado desde la boquilla ya que esta posee un filtro que nos garantiza que partículas extrañas no ingresen al depósito.	Mecánico ayudante	y
15	Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema hidráulico de la máquina.	Mecánico ayudante	y
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricante hidráulico 40L</li> <li>• Filtro de lubricante</li> <li>• Wipe 1L</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVII. **Servicio de sellos de cilindros hidráulicos del cargador de los incineradores**

	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>SERVICIO DE SELLOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS DEL CARGADOR</b>
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener en correcto funcionamiento el sistema hidráulico del horno incinerador.</p> <p><b>ALCANCE</b> Se aplica al cargador de desechos, el empujador de desechos, cortina de cámara de combustión.</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento debe programarlo semestralmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de circuitos</li> <li>• Llave Stilson</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de llaves hexagonales (llaves Allen)</li> <li>• Trozos de madera</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL</b> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.</p>	

Continuación de la tabla XXVII.

PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Encender la bomba del hidráulico, activar selector de la sección en la que se estará trabajando (Cortina, Empujador, Cargador)	Mecánico y ayudante
2	Debe accionar el cilindro de la sección y extender parcialmente la carrera del cilindro.	
3	Colocar un trozo de madera adecuado que permita mantener lo extendido de la carrera del cilindro.	
4	Accionar al contrario los selectores, hasta llegar a detener la pieza que se esté trabajando, dejando parcialmente extendido la carrera del cilindro.	
5	Apagar los interruptores del gabinete del hidráulico, colocar el candado dieléctrico para evitar que cualquiera pueda accionar el circuito del hidráulico.	
6	Desconectar las mangueras ubicadas en los extremos de los cilindros hidráulicos.	
7	Quitar los seguros de los pasadores ubicados en el extremo del cilindro y el émbolo del hidráulico.	
8	Retirar primero el pasador del émbolo y dejar bajar lentamente, controlar el derrame de aceite que se tendrá por las conexiones del cilindro.	
9	Liberar el pasador de la base del cilindro para tener libre el cilindro hidráulico y así ser trasladado al taller de mantenimiento.	
10	<b>CAMBIO DE SELLOS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS</b> Retirar la base donde atraviesa el pasador, esto para que pueda salir la tapadera del cilindro.	
	Con la ayuda de la llave stilson retirar la tapadera del cilindro, deslizar la tapadera del cilindro por el émbolo hasta retirarlo por completo del cilindro.	
	Retirar todos los sellos que posee el émbolo y limpiar cada una de las ranuras eliminando así los depósitos de suciedad.	
	Colocar nuevamente los sellos en el mismo orden en el que se fueron quitando, esta operación se realiza cuidadosa y detalladamente evitando daños a los nuevos sellos.	
	Realizar los procedimientos anteriores con la tapadera del cilindro, estando atento a la limpieza de las ranuras que ésta posee.	
	Introducir nuevamente el embolo dentro del cilindro hidráulico.	
	Deslizar la tapadera del cilindro hidráulico por el embolo hasta llegar a la superficie de contacto con el cilindro. Enroscar y ajustar con la ayuda de la llave stilson.	
	Trasladar de nuevo el cilindro al área del horno de donde se extrajo y montar. Colocar adecuadamente el pasador y el seguro del pasador	

Continuación de la tabla XXVII.

<p><b>INSUMOS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kit de sellos para pistón hidráulico</li> <li>• Wipe 1lb</li> <li>• Aflójalo todo 0.25L</li> </ul>
--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVIII. **Servicio a la banda de extracción de salida de ceniza de horno de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A LA BANDA DE EXTRACCIÓN DE SALIDA DE CENIZA DE HORNO</b>	
<p><b>OBJETIVO:</b> Inspeccionar y limpiar las secciones de la banda de extracción y salida de ceniza del horno incinerador.</p> <p><b>ALCANCE:</b> Banda de extracción y salida de ceniza del horno</p> <p><b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento deberá programar mensualmente.</p> <p><b>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Espátula</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</b> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.</p>			
1	Des energizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico	y ayudante
2	Quitar tapaderas de protección de las paletas de extracción de ceniza. Este protector consta de varias secciones para facilidad de manipulación.	Mecánico y ayudante	
3	Limpia las paletas de la banda transportadora, eliminando los residuos adheridos. Usar la espátula para realizar esta tarea.		
4	Revisar la base de la banda que no se encuentre dañada o bien rota ya que en esta rozan las paletas y se arrastra la ceniza al momento de extraerla del horno.		
5	Visualizar que las paletas de la banda		

Continuación de la tabla XXVIII.

6	Transportadora no se encuentren dañadas.	
7	Inspeccionar que los tornillos de sujeción se encuentren en buenas condiciones y que se encuentren ajustados.	
<u>INSUMOS POR UTILIZAR</u>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXIX. **Servicio a lubricación a bandas de salida de desechos de los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A LUBRICACIÓN A BANDAS DE SALIDA DE DESECHOS</b>	
<p><u>OBJETIVO:</u> Mantener lubricado y con un seguimiento adecuado al sistema de extracción de ceniza.</p> <p><u>ALCANCE:</u> Cadenas de transmisión de potencia del motorreductor.</p> <p><u>FRECUENCIA:</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo trimestralmente.</p> <p><u>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Alicata</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Cepillo de cerdas metálicas</li> </ul> <p><u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</u> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico y ayudante	
2	Quitar las tapaderas de protección de la cadena.		
3	Desmontar la cadena. Buscar el pasador de uno de los eslabones por medio de la cual se puede quitar.		
4	Visualizar el estado de la cadena. Inspeccionar si ésta no tiene daños, o se encuentra deformada de alguna manera.		

Continuación de la tabla XXIX.

5	Visualizar el estado de los sprockets que no se encuentren lastimados o desgastados.	
6	De estar en mal estado realizar el cambio de las piezas.	
7	Limpiar la grasa contaminada que posea la cadena y sprocket.	
8	Lubricar la cadena nuevamente del motorreductor de la banda transportadora.	
9	Ajustar la graduación del motorreductor hasta tensionar adecuadamente la cadena.	
10	Instalar nuevamente la tapadera protectora de la cadena.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito 1Lb</li> <li>• Wipe 1Lb</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXX. **Cambio de aceite a motorreductores en los incineradores**

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>CAMBIO DE ACEITE A MOTORREDUCTORES</b>
<b>OBJETIVO:</b> Prolongar la vida de los engranajes de la caja reductora de velocidad.		
<b>ALCANCE:</b> Motorreductor de banda de extracción y salida de ceniza del horno incinerador.		
<b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo anualmente.		
<b>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de llaves hexagonales (llaves Allen)</li> <li>• Embudo</li> <li>• Recipiente para depositar lubricante usado</li> <li>• Vice gripe</li> </ul>		
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</b> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Des energizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	
2	Quitar las tapaderas de protección de la cadena	Mecánico y ayudante

Continuación de la tabla XXX.

3	Retirar el tapón de la caja reductora para vaciar el aceite usado que se encuentra dentro de ésta. Es necesario tener un recipiente en el cual descargar el contenido de la caja reductora.	•
4	Retirar el tapón en la parte superior de la caja reductora.	
5	Esperar a que la caja reductora se encuentre completamente vacía de lubricante	
6	Poner el tapón inferior de la caja para poder llenar nuevamente de lubricante.	
7	Realizar pruebas de funcionamiento de ésta.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricante para transmisión 1.5L</li> <li>• Wipe ½ libra</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXI. **Servicio al sistema de enfriamiento de gases de los incineradores**

 <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>SERVICIO AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE GASES</b>
<p><b>OBJETIVO:</b> Mantener en correcto funcionamiento el sistema de enfriamiento y tratamiento de gases.</p> <p><b>ALCANCE:</b> Sistema de enfriamiento y tratamiento de gases.</p> <p><b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente</p> <p><b>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Alicata</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Extractor de rodamientos.</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</b> No se necesita un equipo de protección adicional al básico.</p>	

Continuación de la tabla XXXI.

PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Des energizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico y ayudante
2	Verificar que se encuentre cerrada la llave de paso de gas.	
3	Proceder a retirar los tornillos que sujetan los aspersores de agua y aire de la parte alta de la torre del enfriador de gases.	
4	Extraer los aspersores de agua de la base del enfriador de gases.	
5	Realizar la limpieza a los boquilleros, retirar todo el material incrustado en el orificio.	
6	Colocar los boquilleros nuevamente en su posición original en la base del aspersor.	
7	Montar nuevamente los aspersores en la base del enfriador de gases.	
8	Colocar el montacargas bajo el cono de la parte inferior del enfriador de gases.	
9	Sujetar el cono hacia el montacargas y retirar los tornillos de fijación.	
10	Retirar la tapadera de la parte baja del enfriador	
11	Revisar el estado del refractario y sustituir de ser necesario.	
12	Montar nuevamente el cono en la base del enfriador de gases, con ayuda del montacargas.	
13	Colocar nuevamente los tornillos fijando la tapadera a la base del enfriador de gases.	
14	Verificar que todos los tornillos se encuentren bien ajustados	Mecánico y ayudante
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo ½L</li> <li>• Wipe 1Lb</li> <li>• Lija 1 hoja</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXII. **Servicio al dosificador de cal del sistema de enfriamiento de gases de los incineradores**

		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		
<p><u>OBJETIVO:</u> Mantener una dosificación adecuada de cal para tratamiento de gases.</p> <p><u>ALCANCE:</u> Sistema de dosificación de cal.</p> <p><u>FRECUENCIA:</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo trimestralmente.</p> <p><u>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Alicata</li> <li>• Vice gripe</li> </ul> <p><u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</u> No se requiere de equipo de protección adicional al básico</p>		
PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Desenergizar el sistema de calcificación. Apagar desde los gabinetes de control que se encuentran en los equipos.	
2	Descargar el contenido de cal que se encuentre dentro de la tolva de carga del sistema de calcificación.	Mecánico y ayudante
3	Retirar los tornillos de la base del motorreductor del tornillo de dosificación.	
4	Desplazar el motorreductor del eje del tornillo de dosificación (es necesario mover el motor para no dañar ninguna sección del equipo).	
5	Retirar los pernos que mantienen sujeto el depósito de cal a la estructura del agitador.	
6	Girar el depósito haciendo que el tubo de transferencia de cal quede transversalmente a su posición inicial.	
7	Retirar los tornillos que tienen fijo el conducto hacia la base del tanque.	
8	Retirar el conducto que lleva la cal hacia el agitador, éste podría presentar resistencia al ser retirado por incrustación de cal. De ser así será necesario dar unos pequeños golpes al exterior del conducto para quebrar la incrustación y retirar el conducto.	
9	Limpiar el conducto de transporte de cal y el tornillo sin fin del dosificador	

Continuación de la tabla XXXII.

10	Inspeccionar el estado del tornillo sin fin, verificar desgaste o deformaciones.	•
11	Verificar el estado de los rodamientos que posee. De ser necesario realizar el reemplazo.	
12	Limpia la suciedad adherida al rodamiento y lubricar adecuadamente.	
13	Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de dosificación de cal.	Mecánico y ayudante
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalos todo ½L</li> <li>• Wipe 1 Lb</li> <li>• Sacos de refractario (de ser necesario)</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXIII. **Servicio a turbina de tiro forzado del extractor de gases de los incineradores**

 <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
PROCEDIMIENTO:	<b>SERVICIO A TURBINA DE TIRO FORZADO DEL EXTRACTOR DE GASES</b>
<u>OBJETIVO</u> Mantener en buenas condiciones el sistema de extracción de gases combustión.	
<u>ALCANCE</u> Sistema de tiro forzado	
<u>FRECUENCIA</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.	
<u>HERRAMIENTA POR UTILIZAR:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Juego de destornilladores</li> <li>• Alicates</li> <li>• Vice gripe</li> </ul>	
<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</u> No se requiere de equipo de protección adicional al básico	

Continuación de la tabla XXXIII.

PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Des energizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico y ayudante
2	Retirar el protector de las fajas.	
3	Reducir la tensión de las fajas con los tornillos de graduación que posee en la base del motor se debe aflojar hasta poder retirar las fajas de las poleas tanto del eje del motor como del eje de la turbina.	Mecánico y ayudante
4	Retirar las fajas para liberar el eje de la turbina del eje del motor.	
5	Retirar la unión flexible de la turbina.	
6	Retirar los tornillos de la base de los cojinetes para tener libertad de desplazar la turbina.	
7	Revisar los rodamientos que se tienen instalados, realizar el cambio de estos de ser necesario.	
8	Extraer la turbina de su base.	
9	Limpiar la incrustación de carbón de la turbina	
10	Luego es mandada a realizarle Balanceo al taller Eléctrico para que le den las cargas necesarias.	
11	Nuevamente se coloca la turbina dentro de su posición original. Se posiciona en las bases de los cojinetes.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiador y desengrasante 1L</li> <li>• Grasa multipropósito 1Lb</li> <li>• Aflójalo todo ½L</li> <li>• Wipe 1Lb</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXIV. **Servicio a motor de sistema de extracción de gases para los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A MOTOR DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES</b>
<u>OBJETIVO</u> Mantener en buenas condiciones el sistema de extracción de gases combustión.		
<u>ALCANCE</u> Sistema de tiro forzado		
<u>FRECUENCIA</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.		
<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</u> No se requiere de equipo de protección adicional al básico		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Des energizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico y ayudante
2	Retirar la tapadera trasera del motor, bajo esta tapadera se encuentran las aspas que se encargan del enfriamiento del motor.	
3	Retirar el aspa de ventilación del motor.	
4	Retirar los tornillos que sujetan las tapaderas del motor	
5	Limpiar la sección de eje que se encuentra visible al momento de retirar los accesorios.	
6	Deslizar las tapaderas del motor cuidadosamente, evitando daño al eje al momento de retirar las tapaderas del motor.	Mecánico y ayudante
7	Retirar el rotor del estator del motor y proceder a limpiar cada una de las secciones del motor.	
8	Revisar las conexiones internas del motor. Visualizar el embobinado del motor verificar que se encuentre en buenas condiciones y sin rastros de daños.	
9	Aplicar una capa de barniz para motores, para garantizar el aislamiento de los embobinados debido a la manipulación del motor.	
10	Revisar el estado de los rodamientos que tiene el rotor del motor.	
11	De ser necesario su reemplazo proceder a realizar la requisición de repuesto para su reparación.	
12	Si se encuentran en buen estado retirar la grasa que tiene y limpiar las cunas de los rodamientos en las tapaderas del motor y aplicar nuevamente grasa para altas velocidades a los rodamientos.	
13	Colocar los rodamientos en las cunas de las tapaderas, verificar que se encuentren debidamente engrasados.	

Continuación de la tabla XXXIV.

14	Colocar nuevamente las tapaderas del motor y colocar los tornillos de fijación adecuadamente.	
15	Girar el rotor del motor a mano (debe girar libremente).	
16	Colocar el aspa de ventilación del motor y su tapadera.	Mecánico y ayudante
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito 1Lb</li> <li>• Aflójalo todo ½L</li> <li>• Wipe 1Lb</li> <li>• Barniz para motores</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXV. **Servicio a filtro de mangas para los incineradores**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE INCINERADORES</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A FILTRO DE MANGAS</b>	
<b>OBJETIVO</b> Mantener en correcto funcionamiento el motor del sistema de extracción de gases.			
<b>ALCANCE</b> Sistema de tiro forzado			
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL A UTILIZAR:</b> No se requiere de equipo de protección adicional al básico.			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo. Asegurar las compuertas, colocar el candado en el gabinete principal.	Mecánico y ayudante	
2	Retirar los tornillos que sujetan las tapaderas superiores de la Torre, desacoplar los tubos limpiadores de filtro, los cuales van soportados por las salidas de aire de las válvulas.		
3	Extraer los filtros de mangas de la base de la torre, ya teniendo libre los accesorios de los filtros es posible deslizar los filtros de mangas de las cavidades de la torre.		
4	Separar los filtros de mangas de la estructura para poder proceder al cambio de estas.	Mecánico y ayudante	
5	Limpiar las cavidades de los filtros de mangas empleando aire a presión retirando partículas adheridas a las paredes del filtro de mangas.		

Continuación de la tabla XXXV.

6	Armar nuevamente las mangas en las estructuras, para poder instalarse nuevamente.	
7	Instalar nuevamente los filtros de mangas en las cavidades de la torre, visualizar que todos estén instalados adecuadamente.	
8	Instalar nuevamente la tubería de aire para la limpieza de los filtros.	
9	Colocar las tapaderas de los diferentes bloques de filtros.	
10	Asegurar los tornillos de las tapaderas Realizar las pruebas de succión con el motor del tiro inducido.	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### **2.4.2.4. Formatos de inspección hornos incineradores**

A continuación, los listados de chequeo desarrollados para los equipos de incineración que usara el personal de mantenimiento.

Tabla XXXVI. Formato para técnicos del área de mantenimiento de hornos 2 y 3

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>CHECK-LIST HORNO 2 Y 3</b>	EMISIÓN: Enero/2020
		VERSIÓN: 02 VENCIMIENTO: Enero/2022
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: H02

FECHA: \_\_\_\_\_

HORNO: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MANTO.	MALO	REEMPLAZO	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA DE COMBUSTIÓN</b>						
TUBERÍA DE GAS						
UNIONES DE TUBERÍA						
LLAVE DE PASO DE GAS						
OBSERVACIONES:						
<b>QUEMADOR PRINCIPAL CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN (CAPUCHÓN Y TERMINALES)						
OBSERVACIONES:						
<b>QUEMADOR PRINCIPAL CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN</b>						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
OBSERVACIONES:						
<b>CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>						
<b>CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>						
REFRACTARIO CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
DUCTOS DE OXIGENACIÓN						
LAMINA EXTERNA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
TERMOCUPLA CÁMARA						
CABLEADO ELÉCTRICO TERMOCUPLA CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
ESTRUCTURA DE CORTINA						
ESTRUCTURA DEL EMPUJADOR DE DESECHOS						

Continuación de la tabla XXXVI.

CARGADOR HIDRÁULICO						
MANDO CENTRAL						
PANEL DE CONTROL HIDRÁULICO						
NIVEL DE ACEITE						
FILTRO DE ACEITE						
CUERPO DE ELECTROVÁLVULAS						
BOBINA DE ELECTROVÁLVULAS						
BOMBA HIDRÁULICA						
DEPÓSITO DE ACEITE						
MANGUERAS DEL MANDO HIDRÁULICO						
MANÓMETROS						
OBSERVACIONES:						
SISTEMA HIDRÁULICO EMPUJADOR DE DESECHOS						
MANGUERAS DEL HIDRÁULICO						
CILINDRO HIDRÁULICO						
LIMIT SWITCH EMPUJADOR DENTRO DE CÁMARA						
CABLEADO LIMIT SWITCH DENTRO DE CÁMARA						
LIMIT SWITCH EMPUJADOR FUERA DE CÁMARA						
CABLEADO LIMIT SWITCH FUERA DE CÁMARA						
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS						
ESTRUCTURA DEL EMPUJADOR DE DESECHOS						
OBSERVACIONES:						
SISTEMA HIDRÁULICO DE CORTINA						
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS						
CILINDRO HIDRÁULICO DERECHO						
CILINDRO HIDRÁULICO IZQUIERDO						
LIMIT SWITCH SUPERIOR						
LIMIT SWITCH INFERIOR						
CABLEADO DE LIMIT SWITCH SUPERIOR						
CABLEADO DE LIMIT SWITCH INFERIOR						
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH						
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS						
ESTRUCTURA DE LA CORTINA						
PROTECTOR DE CORTINA (CAPUCHÓN)						
OBSERVACIONES:						
SISTEMA HIDRÁULICO DE CARGADOR						
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS (CARGA DE CONTENEDOR)						
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS (TAPADERA DE CARGADOR)						
CILINDRO HIDRÁULICO CARGADOR DE CONTENEDOR						
CILINDRO HIDRÁULICO DE TAPADERA DE CARGADOR						
LIMIT SWITCH CONTENEDOR ARRIBA						
LIMIT SWITCH CONTENEDOR ABAJO						
CABLEADO DE LIMIT SWITCH CONTENEDOR ARRIBA						
CABLEADO DE LIMIT SWITCH CONTENEDOR ABAJO						
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS						
OBSERVACIONES:						
TABLERO ELÉCTRICO						
ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE CONTROLES DE TEMPERATURA						
ESTADO DE SELECTORES DE TABLERO						
ESTADO DE PULSADORES DE TABLERO						
RUIDOS EXTRAÑOS EN LOS CONTACTORES						
CONTROLES DE LLAMA						
SEÑALIZACIÓN DE COMPONENTE ELÉCTRICOS (SELECTORES Y PULSADOR)						
LIMPIEZA						
ESTADO DE FILTROS						
RASTRO DE QUEMADURA						
OBSERVACIONES:						

Continuación de la tabla XXXVI.

ENFRIADOR DE GASES					
TERMOCUPLA DE ENTRADA DE ENFRIADOR DE GASES					
TERMOCUPLA DE SALIDA DE ENFRIADOR DE GASES					
FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE AGUA					
FUNCIONAMIENTO DE ROCIADORES					
ESTADO DE MANÓMETROS					
ESTADO DE LAS MANGUERAS SISTEMA NEUMÁTICO					
ESTADO DE ELECTROVÁLVULA 5/2					
ESTADO DE LA TUBERÍA DE AGUA					
ESTADO DE LLAVES DE AGUA					
ESTADO DE LAS LLAVES DE AGUA					
ESTADO DE LLAVES DE AIRE					
OBSERVACIONES:					
FILTRO DE MANGAS					
ESTADO DEL DIAFRAGMA DE LAS VALVULAS					
ESTADO DE LAS FLAUTAS					
FUGAS DE AIRE					
VERIFICACIÓN DE LA TARJETA PRINCIPAL					
VERIFICACIÓN DE TUBERÍA DE VACÍO					
VERIFICACIÓN DEL SELECTOR					
FUNCIONAMIENTO DE EXCLUSAS					
FUNCIONAMIENTO DE FAJAS DEL TIRO FORZADO					
ESTADO LAS DE CHUMACERAS					
FUNCIONAMIENTO DE MOTOR					
VERIFICACIÓN DE TURBINA DEL MOTOR					
VERIFICACIÓN DE BASE DEL MOTOR					
ESTADO DE MANGAS					
OBSERVACIONES:					
CENICERO (SISTEMA NEUMÁTICO)					
ESTADO DE LAS MANGUERAS SISTEMA NEUMÁTICO					
ESTADO DE ELECTROVÁLVULA 5/2					
FUGAS EN EL CILINDRO NEUMÁTICO					
VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA COMPUERTA					
VISAGRAS DE COMPUERTA DEL CENICERO					
BASE DE CILINDRO NEUMÁTICO EN COMPUERTA					
BASE DE CILINDRO NEUMÁTICO EN BASE DEL HORNO					
OBSERVACIONES:					

FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXVII. **Formato para personal de mantenimiento de horno incinerador 4**

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>CHECK-LIST HORNO</b>  <b>4</b>	EMISIÓN _____ ENERO/2020
		VERSIÓN _____ 2
PROCESO: MANTENIMIENTO		VENCIMIENTO _____ ENERO/2022
		CÓDIGO: H03

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MANTO.	MALO	REEMPLAZO	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA DE COMBUSTIÓN</b>						
TUBERÍA DE GAS						
UNIONES DE TUBERÍA						
LLAVE DE PASO DE GAS						
OBSERVACIONES:						
<b>QUEMADOR PRINCIPAL CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN (CAPUCHÓN Y TERMINALES)						
OBSERVACIONES:						
<b>QUEMADOR AUXILIAR CÁMARA DE COMBUSTIÓN</b>						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
OBSERVACIONES:						
<b>QUEMADOR PRINCIPAL CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN</b>						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN (CAPUCHÓN Y TERMINALES)						

Continuación de la tabla XXXVII.

QUEMADOR AUXILIAR CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
OBSERVACIONES:						
CAMARAS DE COMBUSTIÓN						
CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
REFRACTARIO CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
REJILLA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO						
PRESIÓN DE BOMBA DE AGUA DE PARRILLAS						
DUCTOS DE OXIGENACIÓN						
LAMINA EXTERNA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
TERMOCUPLA CÁMARA						
CABLEADO ELÉCTRICO TERMOCUPLA CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
ESTRUCTURA DE CORTINA						
ESTRUCTURA DEL EMPUJADOR DE DESECHOS						
OBSERVACIONES:						
CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN						
REFRACTARIO CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN						
TERMOCUPLA CÁMARA POSTCOMBUSTIÓN						
CABLEADO ELÉCTRICO TERMOCUPLA CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN						
LAMINA EXTERNA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
OBSERVACIONES:						
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE CENIZA						
EXTRACTOR DE CENIZA						
PALETAS DE EXTRACCIÓN DE CENIZA						
RODAMIENTOS DEL EXTRACTOR DE CENIZA						
BASE DE EXTRACTOR DE CENIZA						
MOTORREDUCTOR DEL EXTRACTOR						
CADENA DE MOTORREDUCTOR						
PROTECTOR DE BANDA DE EXTRACCIÓN FRONTAL						
PROTECTOR DE BANDA DE EXTRACCIÓN POSTERIOR						
OBSERVACIONES:						
BANDA DE SALIDA DE CENIZA						
PALETAS DE BANDA DE SALIDA						
RODAMIENTOS DE BANDA DE SALIDA						
ESTRUCTURA DE LA BANDA DE SALIDA						
MOTORREDUCTOR DE BANDA DE SALIDA						
CADENA DE MOTORREDUCTOR						
PROTECTOR DE BANDA DE SALIDA DE CENIZA						
OBSERVACIONES:						

Continuación de la tabla XXXVII.

CARGADOR HIDRÁULICO					
MANDO CENTRAL					
PANEL DE CONTROL HIDRÁULICO					
NIVEL DE ACEITE					
FILTRO DE ACEITE					
CUERPO DE ELECTROVÁLVULAS					
BOBINA DE ELECTROVÁLVULAS					
BOMBA HIDRÁULICA					
DEPÓSITO DE ACEITE					
MANGUERAS DEL MANDO HIDRÁULICO					
MANÓMETROS					
OBSERVACIONES:					
SISTEMA HIDRÁULICO EMPUJADOR DE DESECHOS					
MANGUERAS DEL HIDRÁULICO					
CILINDRO HIDRÁULICO					
SENSOR LÁSER DE PROXIMIDAD					
CABLEADO DEL SENSOR DE LÁSER					
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS					
ESTRUCTURA DEL EMPUJADOR DE DESECHOS					
OBSERVACIONES:					
SISTEMA HIDRÁULICO DE CORTINA					
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS					
CILINDRO HIDRÁULICO DERECHO					
CILINDRO HIDRAULICO IZQUIERDO					
LIMIT SWITCH SUPERIOR					
LIMIT SWITCH INFERIOR					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH SUPERIOR					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH INFERIOR					
PROTECTOR LT LIMIT SWITCH					
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS					
ESTRUCTURA DE LA CORTINA					
PROTECTOR DE CORTINA (CAPUCHÓN)					
OBSERVACIONES:					
SISTEMA HIDRÁULICO DE CARGADOR					
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS (CARGA DE CONTENEDOR)					
MANGUERAS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS (TAPADERA DE CARGADOR)					
CILINDRO HIDRÁULICO CARGADOR DE CONTENEDOR					
CILINDRO HIDRAULICO DE TAPADERA DE CARGADOR					
LIMIT SWITCH CONTENEDOR ARRIBA					
LIMIT SWITCH CONTENEDOR ABAJO					
LIMIT SWITCH TAPADERA ARRIBA					
LIMIT SWITCH TAPADERA ABAJO					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH CONTENEDOR ARRIBA					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH CONTENEDOR ABAJO					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH TAPADERA ARRIBA					
CABLEADO DE LIMIT SWITCH TAPADERA ABAJO					
ESTADO DE CARRERA DE LOS CILINDROS					
OBSERVACIONES:					
TABLERO ELÉCTRICO (PRINCIPAL)					
ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE CONTROLES DE TEMPERATURA					
ESTADO DE SELECTORES DE TABLERO					
ESTADO DE PULSADORES DE TABLERO					
RUIDOS EXTRAÑOS EN LOS CONTACTORES					
CONTROLES DE LLAMA					
SEÑALIZACIÓN DE COMPONENTE ELECTRICOS (SELECTORES Y PULSADORES)					
CUERPO DEL TABLERO					
FILTROS					
COMPONENTES ELECTRICOS (SOBRECALENTAMIENTO, QUEMADO)					
OBSERVACIONES:					

Continuación de la tabla XXXVII.

ENFRIADOR DE GASES					
TERMOCUPLA DE ENTRADA DE ENFRIADOR DE GASES					
TERMOCUPLA DE SALIDA DE ENFRIADOR DE GASES					
FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE AGUA					
FUNCIONAMIENTO DE ROCIADORES					
ESTADO DE MANÓMETROS					
ESTADO DE LAS MANGUERAS SISTEMA NEUMÁTICO					
ESTADO DE ELECTROVÁLVULA 5/2					
ESTADO DE LA TUBERÍA DE AGUA					
ESTADO DE LLAVES DE AGUA					
ESTADO DE LAS LLAVES DE AGUA					
ESTADO DE LLAVES DE AIRE					
OBSERVACIONES:					
FILTRO DE MANGAS					
ESTADO DEL DIAFRAGMA DE LAS VALVULAS					
ESTADO DE LAS FLAUTAS					
FUGAS DE AIRE					
VERIFICACIÓN DE LA TARJETA PRINCIPAL					
VERIFICACIÓN DE TUBERÍA DE VACÍO					
VERIFICACIÓN DEL SELECTOR					
FUNCIONAMIENTO DE EXCLUSAS					
FUNCIONAMIENTO DE FAJAS DEL TIRO FORZADO					
ESTADO LAS DE CHUMACERAS					
FUNCIONAMIENTO DE MOTOR					
VERIFICACIÓN DE TURBINA DEL MOTOR					
VERIFICACIÓN DE BASE DEL MOTOR					
ESTADO DE MANGAS					
OBSERVACIONES:					
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL					
MANGUERAS DE AGUA Y TUBERÍA HG					
MOTOR DE EXCLUSA					
NIVEL DE PH					
AGITADOR DE NIVEL DE PH					
MOTOR DEL AGITADOR					
TORNILLO SIN FIN					
MOTOR DE TORNILLO SIN FIN					
CAJA REDUCTORA					
CUERPO DE LA BOMBA					
TUBERIA					
SELLOS MECÁNICOS					
VIBRACIÓN DE LA BOMBA					
TEMPERATURA DE BOMBA					
OBSERVACIONES:					
ENFRIADOR DE AGUA					
FLOTE					
ESTADO DE LAMINAS					
CUERPO DE LA BOMBA					
TUBERIA					
SELLOS MECÁNICOS					
VIBRACION DE LA BOMBA					
TEMPERATURA DE LA BOMBA					
OBSERVACIONES:					

FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXVIII. **Formatos para mantenimiento Autónomo hornos incineradores 2 y 3**

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN</b> <b>HORNOS 2 Y 3</b>	EMISIÓN: ENERO/2020
		VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: ENE/2022
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: MOP01

FECHA: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE LLAMA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN, LA SECUENCIA DE ENCENDIDO ES LA ADECUADA DE LO CONTRARIO REINICIE EL CONTROLADOR DE LLAMA.		
INSPECCIÓN DEL ENCENDIDO DEL QUEMADOR, NO ESCUCHA RUIDOS ANORMALES, ESTE PERMANECE ENCENDIDO CONTINUAMENTE.		
MOTOR DEL OXIGENADOR DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN NO VIBRA O REALIZA RUIDOS DE MANERA IRREGULAR.		
VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE LLAMA DE CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN, LA SECUENCIA DE ENCENDIDO ES LA ADECUADA DE LO CONTRARIO REINICIE EL CONTROLADOR DE LLAMA.		
INSPECCIÓN NO ESCUCHA SONIDOS ANORMALES AL MOMENTO DE ENCENDER EL QUEMADOR DE LA CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN.		
INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN DE MOTOR DE OXIGENACIÓN PRINCIPAL, SE ENCUENTRA VIBRANDO MAS DE SU FUNCIONAMIENTO NORMAL.		
INSPECCIÓN DE RUIDO DEL OXIGENADOR PRINCIPAL, ESTE REALIZA ALGÚN SONIDO FUERA DE LO NORMAL O SE ESCUCHA QUE SE ENCUENTRA ROZANDO ALGO EN SU INTERIOR.		
ESCUCHA RUIDOS O DETECTA FUNCIONAMIENTO INCORRECTO EN LA COMPUERTA DE REMISIÓN DEL HORNO INCINERADOR.		
INSPECCIÓN DEL NIVEL DEL ACEITE DEL CARGADOR HIDRÁULICO.		
EL SONIDO DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL EQUIPO NO SE ESCUCHAN RUIDOS ANORMALES O HAY DEFICIENCIA EN SU FUNCIONAMIENTO.		

Continuación de la tabla XXXVIII.

SELECTORES DEL TABLERO FUNCIONAN ADECUADAMENTE, COMPRUEBE QUE NO SE SIENTAN ATASCADOS O MAS SUAVES DE LO NORMAL.		
REVISION DE FUGAS DE ACEITE EN EL SISTEMA HIDRÁULICO. EXISTE DERRAMES DE ACEITES EN DIFERENTES SECCIONES DEL HIDRÁULICO DEL EQUIPO.		
INSPECCIÓN DE LOS CONTROLES DE TEMPERATURA, SE ENCUENTRA MARCANDO DE MANERA CONTINUA Y EN UNA PROPORCIÓN ADECUADA.		
LOS LODOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE GASES SE ENCUENTRAN CAYENDO CONSTANTEMENTE. DE MANERA NORMAL.		
INSPECCIÓN DE LOS DUCTOS DE CONEXIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, EXISTE FUGA EN EL RECORRIDO DE ÉSTOS O SONIDOS IRREGULARES.		

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA AUX.  
MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**SUPERVISOR**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXIX. **Formatos para mantenimiento Autónomo hornos incineradores 4**

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN HORNOS 2 Y 3	EMISIÓN: ENERO/2020
		VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: ENE/2022
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: MOP02

FECHA: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE LLAMA DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN, LA SECUENCIA DE ENCENDIDO ES LA ADECUADA DE LO CONTRARIO REINICIE EL CONTROLADOR DE LLAMA.		
INSPECCIÓN DEL ENCENDIDO DEL QUEMADOR, NO ESCUCHA RUIDOS ANORMALES, ESTE PERMANECE ENCENDIDO CONTINUAMENTE.		
MOTOR DEL OXIGENADOR DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN NO VIBRA O REALIZA RUIDOS DE MANERA IRREGULAR.		
VERIFIQUE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE LLAMA DE CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN, LA SECUENCIA DE ENCENDIDO ES LA ADECUADA DE LO CONTRARIO REINICIE EL CONTROLADOR DE LLAMA.		
INSPECCIÓN NO ESCUCHA SONIDOS ANORMALES AL MOMENTO DE ENCENDER EL QUEMADOR DE LA CÁMARA DE POSTCOMBUSTIÓN.		
INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN DE MOTOR DE OXIGENACIÓN PRINCIPAL, SE ENCUENTRA VIBRANDO MAS DE SU FUNCIONAMIENTO NORMAL.		
INSPECCIÓN DE RUIDO DEL OXIGENADOR PRINCIPAL, ESTE REALIZA ALGÚN SONIDO FUERA DE LO NORMAL O SE ESCUCHA QUE SE ENCUENTRA ROZANDO ALGO EN SU INTERIOR.		
ESCUCHA RUIDOS O DETECTA FUNCIONAMIENTO INCORRECTO EN LA COMPUERTA DE REMISIÓN DEL HORNO INCINERADOR.		
INSPECCIÓN DEL NIVEL DEL ACEITE DEL CARGADOR HIDRÁULICO.		
EL SONIDO DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL EQUIPO NO SE ESCUCHAN RUIDOS ANORMALES O HAY DEFICIENCIA EN SU FUNCIONAMIENTO.		

Continuación de la tabla XXXIX.

SELECTORES DEL TABLERO FUNCIONAN ADECUADAMENTE, COMPRUEBE QUE NO SE SIENTAN ATASCADOS O MAS SUAVES DE LO NORMAL.		
REVISION DE FUGAS DE ACEITE EN EL SISTEMA HIDRÁULICO. EXISTE DERRAMES DE ACEITES EN DIFERENTES SECCIONES DEL HIDRÁULICO DEL EQUIPO.		
INSPECCIÓN DE LOS CONTROLES DE TEMPERATURA, SE ENCUENTRA MARCANDO DE MANERA CONTINUA Y EN UNA PROPORCIÓN ADECUADA.		
LOS LODOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE GASES SE ENCUENTRAN CAYENDO CONSTANTEMENTE. DE MANERA NORMAL.		
INSPECCIÓN DE LOS DUCTOS DE CONEXIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, EXISTE FUGA EN EL RECORRIDO DE ÉSTOS O SONIDOS IRREGULARES.		
LAS BANDAS DE EXTRACCIÓN DE CENIZA FUNCIONAN CORRECTAMENTE, VERIFIQUE QUE NO MUESTRE SÍNTOMAS DE ATASCAMIENTO. O RUIDOS EXCESIVOS.		
LOS PROTECTORES DE LA BANDA DE SALIDA DE LA CENIZA NO VIBRAN DE MANERA EXCESIVA.		
EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN (TIRO FORZADO), NO REALIZA SONIDOS EXTRAÑOS O VIBRA DE MANERA EXCESIVA.		
REVISE EL TANQUE DE AGUA CON CAL, NO PERCIBE FUGAS DE LÍQUIDO.		
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL, EL TORNILLO SIN FIN NO SE REALIZA SONIDOS EXTRAÑOS DURANTE SU FUNCIONAMIENTO.		
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL, EL MOTOR NO SE ENCUENTRA VIBRANDO DE MANERA IRREGULAR O REALIZA SONIDOS EXTRAÑOS.		
REVISE LAS BOMBAS DEL EQUIPO NO DEBEN REALIZAN SONIDOS EXTRAÑOS, O VIBRAN DE MANERA IRREGULAR		
REVISE LAS BOMBAS DEL EQUIPO NO EXISTE FUGA DE AGUA EN LA BOMBA O EN SU TUBERÍA.		
INSPECCIÓN DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA, REALIZA SONIDOS IRREGULARES.		
DETECTA CORROSIÓN EN LA TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.		
VISUALICE LA BOMBA DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO SI ÉSTA NO TIENE FUGAS O SI EN LA TUBERÍA NO TIENE FUGAS.		

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX.  
MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.3. Plan de mantenimiento preventivo de autoclave

A continuación, se desglosa el conjunto de tareas de mantenimiento programado para el equipo de esterilización por vapor, este incluye tareas a desarrollar según periodos establecidos, manual de procedimientos de mantenimiento y listados de chequeo apropiados para el equipo.

Tabla XL. Ficha técnica de autoclave

DATOS GENERALES			Fotografía del equipo:
Equipo	Autoclave	Código: AC1	
Marca:	BONDTECH		
Modelo	12688		
Ubicación	Autoclave		
Sección	Autoclave		
Año adquisición			
DATOS DEL EQUIPO			
Diámetro	Diámetro de 1.83 mts.		
Longitud	longitud 3.96mts		
Sistema de vacío	Pre-vacío y post-vacío		
Aislamiento	Fibra de vidrio de 2" con cubierta de aluminio		
Tipo de carga: Rampa hidráulica			Cierre del equipo: hidráulico
Sistema de aseguramiento del equipo se realiza por medio hidráulicos tanto el cierre y la apertura del accionamiento del equipo.			
Funcionamiento			Por carga
Funcionamiento			Vapor, electricidad
Capacidad de procesamiento			680 kg/h
Tipo de proceso:			Intermitente
Temperatura			285°F
Presión			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **2.4.3.1. Objetivos del plan de mantenimiento de la autoclave**

#### Objetivo general

Garantizar el funcionamiento de los esterilizadores a vapor, para garantizar la esterilización de los desechos de origen hospitalario no patológico y que estos cumplan con los parámetros establecidos.

#### Objetivos específicos

- Conservar en buen estado el equipo de esterilización de vapor, estableciendo lineamientos de mantenimiento preventivo.
- Mantener disponible y confiable el funcionamiento de los esterilizadores de vapor garantizando la esterilización adecuada de los residuos.

### **2.4.3.2. Programación de mantenimiento**

La programación de mantenimiento según frecuencia, personal e insumos necesarios para su ejecución, se desarrollan tablas específicas por tipo de frecuencia, mensual, trimestral, semestral.

#### **2.4.3.2.1. Personal requerido**

Para realizar las distintas tareas de mantenimiento es necesario de personal con distintas especiales como lo son:

- Mecánico con conocimientos hidráulico: es necesario de personal con conocimiento hidráulicos para realizar revisión y reparaciones en el equipo

el equipo se controla electrónicamente, pero los accionamientos de la compuerta del esterilizador son por medios hidráulicos, tanto el cierre como la apertura y cierre de esta. Será necesario de dos mecánicos con conocimientos hidráulicos.

- Eléctrico industrial: personal con conocimiento de todo tipo de componentes como contactores, pulsadores, selectores, motores, variadores de frecuencia, entre otros. Ya que por medio de estos se controlan las diferentes secciones del equipo. Será necesario de un técnico con conocimientos eléctricos.
- Mecánico con conocimientos neumáticos: es necesario a persona que tenga conocimientos de neumática ya que los sistemas de control de ingreso de vapor a la unidad de esterilización son accionados por aire a presión. Será necesario de dos mecánicos con conocimientos neumáticos.
- Soldador: será necesario en componentes auxiliares del equipo o en reparaciones estructurales en el equipo. Ya que por condiciones de operación este equipo se encuentra sometido a ambientes húmedos y con alta temperatura lo que favorece a la corrosión. Será necesario un técnico en soldadura.
- Pintor: operario con conocimientos en preparación y aplicación de pintura, es necesario que tenga conocimientos en manejo y aplicación de pintura para altas temperaturas, ya que este tipo de pintura es el empleado para servicios en la cámara de esterilización. Será necesario de un pintor con experiencia en pinturas de alta temperatura.

#### **2.4.3.2.2. Frecuencia de mantenimiento**

La frecuencia de mantenimiento se establece acorde a las necesidades de mantenimiento del equipo ya que este equipo trabaja por medio de vapor generado por una caldera externa se consideran:

- Mensual: se programa por parte del coordinador de mantenimiento en las secciones que sufren más desgaste por su uso como lo es el quemador de la caldera, mantenimiento al depósito de agua de la caldera, inspecciones a la autoclave y a la red de distribución de vapor.
- Trimestral: tareas de menor frecuencia al mensual como lo es la limpieza del cuerpo del quemador, limpieza general del equipo, engrase de secciones, acciones que permiten el correcto funcionamiento del equipo.
- Semestral: se trata de acciones como la limpieza del lado de fuego y agua de la caldera, limpieza de las válvulas, cambio de empaques entre otras acciones. Mantenimiento que se da en secciones de gran importancia de los equipos que permiten mantener la eficiencia de los equipos.
- Anual: tareas específicas requeridas en secciones de los equipos como lo es el desmontaje y limpieza del flotador de agua de la caldera, pintura de la cámara de esterilización del autoclave, desmontaje y limpieza de trampas de vapor filtro, entre muchas acciones más.

#### **2.4.3.2.3. Insumos por utilizar**

Insumos por utilizar son variables según la necesidad del equipo, principalmente se emplea el uso de productos como lo es el wipe, aflójaló todo,

desengrasante y limpiadores para componentes eléctricos, lija, pintura para altas temperaturas, entre otros insumos, la cantidad promedio utilizada se indican en la tabla de programación de mantenimiento según frecuencias de mantenimiento.

Tabla XLI. **Programación de mantenimiento preventivo mensual de Autoclave**

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento	
<b>PROGRAMADO MENSUALMENTE</b>			
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>CALDERA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quemador               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Chequeo del quemador</li> <li>○ Funcionamiento adecuado del quemador</li> <li>○ Fotocelda</li> <li>○ Aisladores de bujías de ignición</li> <li>○ Cables de ignición</li> <li>○ Fuga de gases de combustión o vapor</li> </ul> </li> <li>• Tanque de agua               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Accesorios de tuberías</li> <li>○ Fugas de agua</li> </ul> </li> </ul>	Media	1 mecánico (2 horas)	ElectroSafe Wipe Lijja Cinta de Aislar
	Media/Alta	1 mecánico (1 hora)	

Continuación de la tabla XLI.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpo de la caldera             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tubo de nivel de agua</li> <li>○ Limpieza de ventilador del dámper del quemador</li> <li>○ Capsulas de mercurio de McDonnell</li> <li>○ Válvulas en general</li> <li>○ Revisión de empaques de alimentación de agua a la caldera</li> <li>○ Revisión de iluminación del área de la caldera.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>2 mecánicos (3 horas)</p>	<p>Teflón Pegamento de PVC Franela/Wipe Afióalo todo WD-40 ElectroSafe</p>
<p>RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de anclajes de tubería</li> <li>• Inspeccionar si existe vibración en las tuberías.</li> <li>• Limpieza de superficie exterior de tubería</li> <li>• Forro aislante             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza y reparación de grietas que tenga el forro aislante.</li> </ul> </li> <li>• Limpieza de filtros de vapor de la caldera</li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>1 eléctrico (1 horas)  1 técnico (0.5 horas) 1 técnico (0.5 horas)</p>	

Continuación de la tabla XLI.

<p><b>AUTOCLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión de válvulas reguladoras de presión.</li><li>• Chequear las tuberías de entrada de vapor</li><li>• Limpieza de filtros de toda la instalación</li></ul>	<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLII. Programación de mantenimiento preventivo trimestral  
Autoclave

Programado por:	Coordinador de Mantenimiento		
Responsable de ejecución:	Técnico de mantenimiento		
<b>PROGRAMADO TRIMESTRALMENTE</b>			
	Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos
CALDERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quemador                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza del cuerpo del quemador</li> <li>○ Revisión del piloto de gas</li> <li>○ Aisladores de bujía de ignición</li> <li>○ Revisión de terminales del sistema eléctrico</li> <li>○ Limpieza en el control programador</li> </ul> </li> <li>• Control de presión de vapor</li> <li>• Revisión de válvula de seguridad</li> <li>• Control de cebado de bombas</li> </ul>	Media	2 mecánico (2.5 horas)
			Insumos necesarios
			Aflójalo todo WD-40 Rollo de cinta teflón ElectroSafe

Continuación de la tabla XLII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anclajes juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación a la caldera.</li> </ul>			
<p><b>RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequeo de todas las válvulas de distribución</li> <li>• Tubería de alimentación y descarga             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisar en busca de deformaciones</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>1 eléctrico (1 horas)</p>	
<p><b>AUTOCLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza general externa             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estructura de soporte,</li> <li>○ Panel de control</li> <li>○ Bisagras de puertas</li> <li>○ Mecanismo de cierre</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	<p>Wipe Lija Grasa grafitada para altas temperaturas Limpia contactos</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar funcionamiento de trampa y filtro de vapor</li> <li>• Lubricación y ajuste de elementos mecánicos             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bisagras de puertas</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Alta</p>	<p>1 técnico (2 horas)</p>	

Continuación de la tabla XLII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mecanismo neumático, cierre y apertura de puerta</li> <li>● Inspección general del sistema eléctrico/electrónico,             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cable de alimentación,</li> <li>○ Conexiones</li> <li>○ Válvulas solenoides</li> <li>○ Componentes electrónicos o eléctricos</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Observaciones:</b></p>	Media	1 técnico (2 horas)	Limpia contactos. ElectroSafe Cinta de aislar
--	-------	------------------------	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLIII.

**Programación de mantenimiento preventivo semestral autoclave**

Programado por:	Coordinador de Mantenimiento		
Responsable de ejecución:	Técnico de mantenimiento		
PROGRAMADO SEMESTRALMENTE			
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<p>CALDERA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación de cojinetes de bombas de agua</li> <li>• Limpieza interior de la caldera lado de fuego</li> <li>• Limpieza interior de la caldera lado de agua (incrustaciones)</li> <li>• Revision de refractario de espejos de la caldera</li> <li>• Revision de empaques en el cuerpo de la caldera (compuertas de tubos, agujero de hombre)</li> <li>• Revision de pernos y tuercas de las puertas de la caldera</li> <li>• Chequeo de válvulas solenoide</li> <li>• Lubricación del motor ventilador</li> </ul>	Media	Tercerizado (8 horas)	

Continuación de la tabla XLIII.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de válvulas de flotador</li> <li>• Filtro de la descarga del tanque</li> </ul> <p>AUTOCLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el sistema de vacío de la cámara de esterilización</li> <li>• Comprobar el funcionamiento de indicadores de presión, ajustar de ser necesario.</li> <li>• Comprobar el estado de bobinas, electroválvulas, válvulas neumáticas.</li> </ul> <p><b>Observaciones:</b></p>	Media	2 técnicos (1 horas)	Rollo de cinta teflón Aflójalo todo WD-40
--	-------	-------------------------	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLIV. **Programación de mantenimiento preventivo anual de autoclave**

Programado por:	Coordinador de Mantenimiento			
Responsable de ejecución:	Técnico de mantenimiento			
<b>PROGRAMADO ANUAL</b>				
	Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
CALDERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del flotador del control de nivel de agua</li> <li>• Chequeo del diagrama del flotador</li> <li>• Revisión de la columna de McDonnell</li> <li>• Fugas en los tubos de la caldera</li> <li>• Revisión de bomba de tanque</li> <li>• Revisión de aislamiento térmico de tubería</li> <li>• Revisión de manómetros</li> <li>• Revisión de indicadores de temperatura.</li> </ul>	Media/Alta	Tercerizado (14 horas)	

Continuación de la tabla XLIV.

<p><b>RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trampas de vapor             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desmontar y revisar que sus elementos funcionen correctamente</li> </ul> </li> <li>• Manómetros             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisar y ajustar de toda la instalación</li> </ul> </li> <li>• Válvulas de retención             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Retirar tapa de válvula y revisar su movimiento libre</li> <li>○ Limpiar cualquier tipo de suciedad</li> </ul> </li> <li>• Cambiar empaques y juntas de expansión</li> <li>• Inspeccionar y probar válvulas de seguridad</li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>2 mecánicos (5 horas)</p>	<p>Rollo de cinta teflón Afióalo todo WD-40 Lija</p>
<p><b>Autoclave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y pintura a interior de cámara de esterilización.</li> <li>• Limpieza de asiento y obturador de válvulas de seguridad de cámara.</li> </ul>	<p>Media</p>	<p>2 técnico (8 horas)</p>	<p>Pintura para altas temperaturas Solvente Lija</p>

Continuación de la tabla XLIV.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de asiento de válvulas accionadas neumáticamente             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Válvula e vapor de la cámara de esterilización</li> <li>○ Válvula de vacío</li> <li>○ Válvula de purga</li> <li>○ Válvula de des vaporización</li> </ul> </li> <li>• Sustituir la junta o empaquetadura de puerta de esterilizador</li> <li>• Mantenimiento a bomba de hidráulico</li> <li>• Cambio de sellos a cilindros hidráulicos</li> <li>• Comprobar funcionamiento de dispositivos de seguridad, cierre y apertura de puerta.</li> </ul> <p><b>Observaciones:</b></p>		<p>Afójlalo todo Formador de empaques de silicona para 300 a 400°C</p>
--	--	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.3.3. Instructivo de mantenimiento preventivo de autoclave

En la tabla XLV se presenta el instructivo de mantenimiento preventivo de autoclave.

Tabla XLV. Instructivo de mantenimiento preventivo de autoclave

	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>	EMISIÓN: enero/2020 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: enero/2022
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO GENERAL</b> Mantener en correcto funcionamiento del equipo de esterilización por vapor, garantizando un adecuado mantenimiento los componentes y equipos auxiliares.</li> <li>• <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo del equipo de esterilización por vapor durante el tiempo de producción establecido.</li> <li>○ Disminuir los paros del equipo durante su operación.</li> <li>○ Reducir el costo y los efectos del mantenimiento correctivo mediante la utilización del mantenimiento preventivo.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>DEFINICIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MANIFOLD DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR:</b> componente de la red de distribución de vapor que agrupa todas las válvulas de suministro de vapor en un solo conjunto.</li> <li>• <b>TRAMPA DE VAPOR:</b> son válvulas automáticas que filtran el condensado de la red de distribución de vapor.</li> <li>• <b>FILTRO DE VAPOR:</b> elementos diseñados para eliminar las impurezas que se encuentren en el vapor transportado por la red.</li> <li>• <b>TERMOCUPLA:</b> elemento formado por dos metales distintos que producen una diferencia de potencial en función de la temperatura utilizado para la medición de la temperatura de las cámaras de combustión.</li> <li>• <b>QUEMADOR:</b> se trata de equipos utilizados para realizar la mezcla adecuada de combustible y comburente, y que por medio de una chispa se inicie la combustión e inyecta esa llama al interior de una cámara de combustión.</li> <li>• <b>BUJÍA DE IGNICIÓN:</b> Se trata de un elemento que produce una chispa para el encendido de una mezcla de combustible con comburente. A partir de altos voltajes.</li> </ul> <p><b>ALCANCE</b> Instalaciones y componentes del área del área de equipos de incineración de la planta de tratamientos.</p> <p><b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento de equipos</li> <li>• Manual de operación de equipos de trituración.</li> </ul>		

Continuación de la tabla XLV.

<p><b>RESPONSABILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Coordinador de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Reportar cualquier tipo de falla o indicación a coordinador de producción y gerencia de planta para su atención.</li><li>○ Mantener un <i>stock</i> adecuado de repuestos a necesitar durante los mantenimientos realizados.</li><li>○ Notificar a coordinación de producción cuando se presente una falla de causa mayor que amerite paro total del equipo, así como tiempo a necesitar para su reparación.</li></ul></li> <li>• Personal de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Desarrollar adecuadamente el mantenimiento a las diferentes secciones del equipo garantizando su adecuado funcionamiento.</li><li>○ Realizar de manera periódica la inspección de cada una de las áreas del equipo identificando las fallas o defectos que este tiene durante su funcionamiento.</li><li>○ Notificar al coordinador de mantenimiento de manera inmediata si durante el mantenimiento preventivo se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado.</li></ul></li> <li>• Coordinador de producción<ul style="list-style-type: none"><li>○ Notificar de manera inmediata al personal de mantenimiento si el equipo presenta fallos o sonidos extraños.</li><li>○ Coordinar con sus colaboradores el despejar el área de trabajo para que personal de mantenimiento trabaje de una manera más eficiente y sin riesgos en el área.</li><li>○ Permitir realizar el mantenimiento preventivo periódicamente para evitar que se tengan fallos o paros prolongados del equipo.</li></ul></li> <li>• Gerencia de planta<ul style="list-style-type: none"><li>○ Proveer o autorizar las herramientas, repuestos y equipo necesario para realizar el mantenimiento preventivo/ correctivo a la brevedad posible, así como la contratación de servicios especializados de llegar a ser necesarios.</li></ul></li></ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN BÁSICO</b> Todo el personal de mantenimiento deberá contar y utilizar equipo de protección personal básico en todo momento el cual consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Casco</li><li>• Respirador</li><li>• Guantes con palma de nitrilo</li><li>• Lentes</li><li>• Botas industriales con punta de acero</li></ul>
--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLVI. **Pintura al interior de la cámara de esterilización para autoclave**

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>PINTURA AL INTERIOR DE LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN</b>
<p><b>OBJETIVO</b> Proteger el interior de la cámara de esterilización, removiendo cualquier vestigio de suciedad, corrosión, hongos, entre otros. De la superficie interna de la cámara.</p> <p><b>ALCANCE</b> Interior de la cámara de esterilización</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo una vez al año</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulidora</li> <li>• Espátulas</li> <li>• Cepillo de alambre</li> <li>• Lija</li> <li>• Compresor</li> <li>• Pistola de pintura</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional</p>		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Encender el mando del equipo.	Ayudante
2	Abrir la compuerta del Autoclave completamente.	
3	Des energizar el equipo.	
4	Visualizar el interior de la cámara de esterilización. Extraer cualquier tipo de residuo solido que este dentro de la cámara de esterilización.	Técnico en enderezado y pintura y ayudante
5	Lijar la superficie de la cámara de esterilización. Eliminando rastros de corrosión o material adherido a las paredes del equipo.	
6	Aplicar solvente mineral, eliminando cualquier tipo de contaminación adherida a las paredes del esterilizador.	
7	Preparar la pintura anticorrosiva y para altas temperaturas. Es necesario que la pintura soporte hasta 200 grados centígrados.	
8	Llenar el depósito de la pistola para pintura. Hay que asegurar que este bien cerrada.	
9	Aplicar la pintura de manera uniforme en la superficie interna de la cámara de esterilización del equipo. (inicie desde la parte trasera de la cámara hacia la compuerta) Aplicar la pintura en la compuerta del Autoclave.	

Continuación de la tabla XLVI.

10	Esperar durante el tiempo indicado para el secado de la primera capa de pintura.	•
11	Aplicar la segunda capa de manera uniforme iniciando del fondo de la cámara hacia la compuerta.	
12	Dar tiempo de secado según indicaciones de pintura, para obtener mejor adherencia de la pintura a la superficie y que no sufra daños durante su uso.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lija 5 hojas</li> <li>• Solvente mineral 2 galones</li> <li>• Pintura para altas temperaturas 2 galones</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLVII. **Servicio a sellos de cilindros hidráulicos para autoclave**

<b><i>ECOTERMO</i></b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A SELLOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS</b>
<b>OBJETIVO:</b> Mantener en correcto funcionamiento del sistema hidráulico del Autoclave.		
<b>ALCANCE:</b> Partes móviles de la Autoclave.		
<b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.		
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de circuitos</li> <li>• Llave Stilson</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de llaves hexagonales (llaves Allen)</li> <li>• Recipiente</li> </ul>		
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Verificar que se encuentre cerrada la compuerta del Autoclave.	Mecánico con conocimientos hidráulicos

Continuación de la tabla XLVII.

2	Desenergizar el equipo. Verificar que este no posea tensión eléctrica.	Mecánico con conocimientos hidráulicos y ayudante.
3	Retirar los seguros del pasador del cilindro hidráulico	
4	Quitar el pasador del embolo del cilindro.	
5	Desconectar las mangueras de la base del cilindro.	
6	Colocar el recipiente en la parte trasera del cilindro en la parte de conexión de la manguera.	
7	Introducir el embolo dentro del cilindro. Durante esta acción se derramará una pequeña cantidad de lubricante en la conexión trasera del cilindro deja caer en el recipiente para evitar derrames.	
8	Retirar los seguros de la parte del cilindro y desmontar el cilindro de la base de la Autoclave	
9	Trasladar el cilindro al taller de mantenimiento para realizar el cambio de sellos.	
10	Retirar el sujetador del embolo, este posee la ranura para el pasador	
11	Retirar los tornillos que sujetan la tapadera del cilindro.	
12	Extraer la tapadera del cilindro, será necesario golpear suavemente para poder retirarla de su lugar.	
13	Separar la tapadera del cilindro del émbolo, sin dañar o lastimar el émbolo.	
14	Limpiar las ranuras, no debe de quedar depósitos de ningún material o contaminante.	
15	Instalar los sellos nuevos en las ranuras según corresponde, evite el uso de objetos metálicos para la instalación o ajuste de sellos, éstos se dañan fácilmente y provocarían fuga de aceite o pérdida de presión.	
16	Introducir el émbolo dentro del cilindro. Evite dañar los sellos al introducirlos.	
17	Colocar las tapaderas en su posición original.	
18	Instale los tornillos de fijación de la tapadera y ajuste firmemente para evitar fugas del cilindro.	
19	Instalar los sujetadores en el extremo del émbolo del cilindro hidráulico.	
20	Trasladar el cilindro nuevamente a la sección del Autoclave de donde se extrajo	
21	Montar nuevamente, colocar los pasadores en los sujetadores en ambos extremos del cilindro.	
22	Instalar los seguros de los pasadores.	
23	Conectar nuevamente las mangueras en su posición original. Ajuste firmemente a la base del cilindro.	
24	Conectar el equipo a la corriente eléctrica y realizar las pruebas de funcionamiento. Debe verificar las juntas del cilindro y corroborar que no se tenga ningún tipo de fuga de aceite en éste.	

Continuación de la tabla XLVII.

<u>Insumos por utilizar</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo</li> <li>• Wipe 1Lb</li> <li>• Kit de sellos del cilindro hidráulico</li> </ul>
--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLVIII. **Servicio a la bomba hidráulica para autoclave**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A LA BOMBA HIDRÁULICA</b>	
<u>OBJETIVO</u> Mantener en adecuado funcionamiento el sistema hidráulico del equipo.			
<u>ALCANCE</u> Bomba de hidráulico de Autoclave.			
<u>FRECUENCIA</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.			
<u>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Extractor de rodamientos</li> <li>• Martillo</li> <li>• Embudo</li> </ul>			
<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</u> No se necesita de ningún equipo de protección adicional.			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Des energizar el equipo.	Mecánico	
2	Verificar que no exista tensión eléctrica en la bomba de aceite hidráulico del Autoclave.		
3	Desconectar los cables de las terminales de la bomba hidráulica. Marque cada una de las conexiones para evitar confundirse al momento de armarlo de nuevo.	Mecánico y ayudante	
4	Desenroscar las mangueras de hidráulico de la bomba.		
5	Quitar los tornillos que fijan la bomba de aceite hidráulico a la base del Autoclave.		
6	Trasladar la bomba al taller de mantenimiento para su reparación.		

Continuación de la tabla XLVIII.

7	Retirar el tapón de la bomba hidráulica y extraer el aceite del interior de la bomba.	Mecánico y ayudante
8	Retirar la sección de la bomba hidráulica del motor	
9	Inspeccionar la sección de la bomba.	
10	Eliminar depósitos o sedimentos formados.	
11	Revisar sección de la bomba hidráulica.	
12	Limpiar los sedimentos existentes.	
13	INSPECCIONAR LA SECCIÓN DEL MOTOR Desmontar el protector de la turbina de enfriamiento que posee la parte del motor eléctrico.	
	Retirar el seguro que esta posee y desmontar la turbina del eje del rotor.	
	Desatornillar las tapaderas del motor.	
	Deslizar las tapaderas del motor, tenga precaución de no lastimar el rotor durante la extracción de las tapaderas.	
	Extraer el rotor de su posición original, limpiar cada una de las secciones y visualizar que este no tenga desgaste o síntomas de rozamiento.	
	Visualizar el estado del estator del motor.	
	Limpiar la el embobinado del motor y visualizar que este no tenga secciones quemadas o rasgos de sobrecalentamiento.	
	Aplicar ElectroSafe al finalizar la limpieza del embobinado. Darle un adecuado tiempo de secado.	
	Aplicar una capa de barniz para motores, este se trata de un protector ideal para sellar y aislar bobinados. en sus conexiones.	
	Revisar el estado de los rodamientos del rotor. Extraer y limpiar la grasa acumulada en éste.	
	Visualizar si se encuentran dañados o bien muestras rasgos de atascamiento, de ser así será necesario reemplazarlos.	
	Colocar los rodamientos en su posición original.	
	Lubricar adecuadamente, será necesario utilizar grasa para altas temperaturas.	
	Limpiar el eje de rotor. Evite lijar ya que disminuirá el diámetro del eje y evitara que ajuste adecuadamente el rodamiento.	
Introducir el rotor del motor dentro del estator		
Colocar las tapaderas, colocar los tornillos y asegurarlas al cuerpo del motor.		
Instalar la turbina de enfriamiento y su seguro.		
Instalar el protector de la turbina y asegurar.		
14	Ensamblar la bomba hidráulica al motor.	
15	Llenar el depósito de aceite. Esta bomba no tiene nivel de aceite por lo que será necesario agregar aceite lentamente hasta que se pueda ver por agujero de llenado.	
16	Colocar el tapón de la bomba y apretar. Podría haber fugas de aceite en esta sección.	

Continuación de la tabla XLVIII.

17	Energizar nuevamente el equipo para la realización de pruebas.	Mecánico y ayudante
18	Activar los circuitos hidráulicos y probar el funcionamiento de los elementos móviles. (compuerta de la Autoclave)	
19	Retirar el tapón de aceite de la bomba hidráulica y revisar nuevamente el nivel de aceite. Si existe variación de aceite del depósito agregar hasta llenar y tapar nuevamente el depósito de la bomba.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wipe 1Lb</li> <li>• Cinta de teflón</li> <li>• Aceite hidráulico 1 galón</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XLIX. **Servicio de filtros red de distribución de vapor para autoclave**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO DE FILTROS RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Evitar obstrucciones en el paso del condensado de la tubería de salida.</p> <p><b>ALCANCE</b> Trampas de vapor y filtros de vapor</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo mensualmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Cepillo</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Destornilladores</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se necesita de ningún equipo de protección adicional</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Des energizar el equipo	Mecánico	
2	Verificar que la tubería de condensado no se encuentre caliente.		

Continuación de la tabla XLIX.

3	Revisar que no existan fugas en las conexiones de la válvula, tapa y cuerpo de filtro.	Mecánico
4	Desenroscar la tapadera, del filtro.	
5	Extraer el tamiz que posee el filtro en la parte interior.	
6	Limpiar el tamiz, eliminar todo tipo de material adherido al cuerpo de éste.	
7	Verificar si se tiene suciedad en el interior del cuerpo del filtro y limpiar.	
8	Armar nuevamente el filtro.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo ½L</li> <li>• Wipe 1 lb</li> <li>• Cinta de teflón</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla L. **Servicio a compresor de aire, cambio de aceite para autoclave**

 <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>	<b>SERVICIO A COMPRESOR DE AIRE, CAMBIO DE ACEITE</b>
<u>OBJETIVO</u> Prolongar la vida útil de los elementos lubricados	
<u>ALCANCE</u> Depósito de lubricante	
<u>FRECUENCIA</u> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo cada 500 horas de trabajo del compresor o a más tardar 3 meses de operación.	
<u>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Embudo</li> <li>• Manguera (salida de aceite usado)</li> <li>• recipiente</li> </ul>	
<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL</u> No se necesita de equipo de protección adicional	

Continuación de la tabla L.

PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Des energizar el equipo	Mecánico
2	limpiar la superficie del compresor, esto evitara que se introduzcan contaminantes en el lubricante durante el mantenimiento.	
3	Retirar la varilla para medir el aceite.	
4	Preparar el recipiente para el aceite, colocar la manguera desde el tapón de descarga del tanque hacia el recipiente.	
5	Drenar todo el aceite del compresor.	
6	Desmontar el filtro de aceite. Emplear una llave de cadena para mayor facilidad.	
7	Engrasar la junta de estanqueidad del filtro.	
8	Enroscar manualmente el nuevo filtro	
9	Colocar el tapón de drenaje, aplicar teflón en la rosca del tapón para garantizar que no existan fugas.	
10	Rellenar con aceite SAE 30, hasta llegar al nivel indicado.	
11	<p>Inspeccionar el visor de la aceitera hasta llegar a la cantidad adecuada de aceite</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>NIVELES DEL VISOR</b></p>  </div>	
12	Colocar nuevamente la varilla de medición de nivel del compresor y verificar la cantidad que se encuentre correctamente nivelado.	
13	Realizar pruebas de funcionamiento.	
14	Encender el compresor por 5 minutos. Revisar nuevamente el nivel de aceite, agregar en caso haya descendido el nivel de aceite.	
<p><b>INSUMOS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricante para compresores</li> <li>• Cinta de teflón</li> <li>• Wipe 1Lb</li> </ul>		

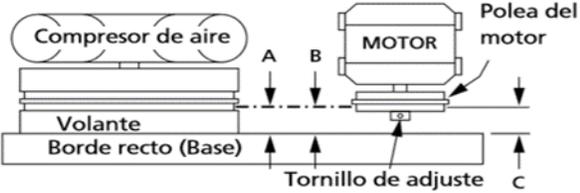
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LI. Servicio del filtro de aire del compresor para autoclave

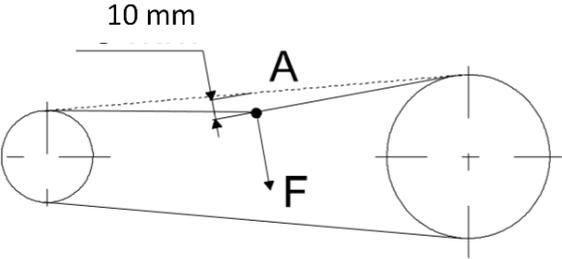
<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO DEL FILTRO DE AIRE DEL COMPRESOR</b>
<u>OBJETIVO</u> Evitar la contaminación con partículas de polvo en la etapa de compresión del aire.		
<u>ALCANCE</u> Sistema de filtración de aire.		
<u>FRECUENCIA</u> El coordinador de mantenimiento deberá programar la limpieza del filtro mensualmente y realizar su reemplazo trimestralmente.		
<u>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Embudo</li> <li>• Manguera (salida de aceite usado)</li> <li>• recipiente</li> </ul>		
<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL</u> No se necesita de equipo de protección adicional		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Des energizar el equipo	Mecánico
2	Limpiar la superficie del compresor, esto evitara que se introduzcan contaminantes en el conducto de compresión de aire durante el mantenimiento.	Mecánico
3	Quitar la tuerca del centro de la tapadera del filtro de aire.	
4	Extraer el filtro y limpiar con aire a presión. Verificar el estado del filtro y la cantidad de saturación de este.	
5	Limpiar el conducto de ingreso de aire	
6	Limpiar la cavidad del filtro, visualizar la cantidad.	
7	Colocar de nuevo el filtro en su cavidad y colocar la tapadera en su lugar	
8	Enroscar la tuerca y ajustar para evitar movimientos en la tapadera del filtro del compresor.	
9	Realizar pruebas de funcionamiento.	
<u>INSUMOS POR UTILIZAR</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de aire</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LII. Servicio de ajuste de correas para autoclave

		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE AUTOCLAVE
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener una transferencia adecuada de potencia entre motor y compresor.</p> <p><b>ALCANCE</b> Correas de transmisión de potencia</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo trimestralmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de corriente</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Destornilladores</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADICIONAL</b> No se necesita de equipo de protección adicional</p>		
PASOS	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Des energizar el equipo	Mecánico
2	Quitar los tornillos del protector de las correas de transmisión.	
3	Limpiar la suciedad adherida a los componentes de las correas de transmisión,	
4	Revisar la alineación de la polea del motor con el volante del compresor. Para evitar vibraciones y desgaste prematuro de las correas es necesario que se encuentren bien niveladas.	
5	Emplear una barra de material recta y uniforme.	Mecánico
6	Colocar sobre la cara del volante, ésta debe tocar en dos posiciones.	
7	Realizar la medición en tres puntos como se ve en la imagen (A, B, C).	
8	Nivelar la posición de la polea y ajustar el tornillo.	
		
9	Revisar el estado de las correas de transmisión, si tienen grietas en su superficie o se encuentren lastimadas de alguna manera será necesario reemplazarlas por unas nuevas.	

Continuación de la tabla LII.

10	<p>Con un dedo aplicar una fuerza perpendicular a la correa de transmisión. Como lo indica la fuerza F de la imagen. La oscilación de la correa no debe exceder los 10mm</p> 	•
11	Aflojar los pernos de la base del motor.	
12	Mover el motor hasta llegar a la tensión necesaria. (las ranuras de la base del motor le permiten mover el motor en ambas direcciones.	Mecánico
<p><u>INSUMOS POR UTILIZAR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo = 0,2 L</li> <li>• Wipe ½Lb</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 2.4.3.4. Formatos de inspección autoclave

A continuación, los listados de inspección para el equipo de esterilización por vapor.

Tabla LIII. Formato para técnicos del área de mantenimiento de autoclave

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	CHECK-LIST AUTOCLAVE	EMISIÓN	ENERO/2020.
		VERSIÓN	2
PROCESO: MANTENIMIENTO		VENCIMIENTO	ENERO/2022.
		CÓDIGO:	

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MANTO.	MALO	REEMPLAZO	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>						
NIVEL DE ACEITE DE BOMBA						
BOMBA HIDRÁULICA						
CILINDROS DE COMPUERTA						
MANGUERAS DEL CILINDRO DE COMPUERTA						
OBSERVACIONES:						
<b>RAMPA DE CARGA</b>						
CILINDRO HIDRÁULICO DE RAMPA						
MANGUERAS DEL CILINDRO DE RAMPA						
ELEMENTOS MÓVILES DE LA RAMPA						
ESTRUCTURA DE LA RAMPA						
OBSERVACIONES:						
<b>GENERAL AUTOCLAVE</b>						
CUBIERTA DEL EQUIPO						
INTERIOR DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN						
ESTRUCTURA DEL EQUIPO						
COMPUERTA DEL EQUIPO						
MECANISMO DE CIERRE DEL EQUIPO						
BISAGRAS DE COMPUERTA						
EMPAQUE DE CIERRE DE COMPUERTA						
CONEXIONES NEUMÁTICAS						
VALVULAS DE INGRESO DE VAPOR DEL EQUIPO						
FILTROS DEL EQUIPO						
TUBERÍA DE VAPOR						
TRAMPAS DE VAPOR						
OBSERVACIONES:						
<b>TABLERO ELÉCTRICO</b>						
SELECTORES DEL TABLERO						
PULSADORES DEL TABLERO						
CONTACTORES (RUIDOS)						
SEÑALIZACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS, SELECTORES Y PULSADORES						
INTERIOR DEL TABLERO						
EMPAQUE DE COMPUERTA DE GABINETE						
COMPONENTES DEL TABLERO						
CABLEADO						
TERMOCUPLA						
OBSERVACIONES:						

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LIV. Formato para técnicos de mantenimiento de caldera

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<h2>CHECK-LIST CALDERA</h2>	EMISIÓN	ENERO/2020.
		VERSIÓN	1
PROCESO: MANTENIMIENTO		VENCIMIENTO	ENERO/2022.
		CÓDIGO:	

FECHA: \_\_\_\_\_

HORNO: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MAINTO.	MALO	REEMPLAZO	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA DE COMBUSTIÓN</b>						
TUBERÍA DE GAS						
UNIONES DE TUBERÍA						
LLAVE DE PASO DE GAS						
CONEXIONES DE GAS						
BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
FOTOCELDA						
CABLEADO DE FOTOCELDA						
TURBINA DE OXIGENACIÓN						
MOTOR DEL OXIGENADOR						
CABLEADO DE MOTOR						
TRANSFORMADOR DE BUJÍA DE IGNICIÓN						
CABLEADO DE BUJÍA DE IGNICIÓN (CAPUCHÓN Y TERMINALES)						
FUNCIONAMIENTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS						
REVISIÓN DE PRESOSTATOS DE MERCURIO						
LIMPIEZA DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE AGUA						
INSPECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL FLOTADOR DE LA CALDERA						
MOTORES DE BOMBA						
FUGA EN SELLOS MECÁNICOS DE BOMBAS						
LIMPIEZA DE CRISTAL DE NIVEL DE AGUA DE CALDERA						
FUNCIONAMIENTO DE FLOTADOR DE LA CALDERA						
FUGAS DE PRESION EN TAPADERAS DE CALDERA						
VÁLVULA DE SEGURIDAD						
OBSERVACIONES:						
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</b>						
ANCLAJES DE TUBERÍA						
AISLAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR						
FILTROS DE VAPOR DE LA RED						
MANÓMETROS DE PRESIÓN DE VAPOR						
INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO DE TRAMPAS DE VAPOR						
VÁLVULAS DE RETENCION						
EMPAQUES Y JUNTAS DE EXPANSIÓN						
VÁLVULAS DE SEGURIDAD						
OBSERVACIONES:						

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE COORDINADOR DE

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LV. **Formato para mantenimiento operativo de autoclave**

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN DE AUTOCLAVE	EMISIÓN: Enero/2020 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: Enero/2022
		PROCESO: MANTENIMIENTO

FECHA: \_\_\_\_\_ ÁREA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
INSPECCIÓN DE FUGAS DE AIRE EN TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO DE AUTOCLAVE		
FUNCIONAMIENTO DEL MANÓMETRO DE PRESIÓN (QUE SEA LA PRESIÓN CORRECTA)		
INSPECCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL EQUIPO.		
INSPECCIÓN DE CIERRE DE EMPAQUE DE COMPUERTA.		
VISUALIZACIÓN DE FUGAS DE ACEITE EN COMPONENTES HIDRÁULICOS. (ACCIONAMIENTO DE COMPUERTA)		
EL EQUIPO ESTA PRODUCIENDO UN SONIDO EXTRAÑO EN SU FUNCIONAMIENTO.		
LA SALIDA DE CONDENSADO ESTÁ TRABAJANDO CON NORMALIDAD.		
FUNCIONAMIENTO DE RAMPA DE CARGA.		
FUGAS DE HIDRÁULICO EN RAMPA DE CARGA.		

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DE COORDINADOR DE  
 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
 FIRMA AUX.  
 MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LVI. **Formato para mantenimiento operativo de caldera**

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>MANTENIMIENTO OPERATIVO DE CALDERA</b>	EMISIÓN: Enero/2020
		VERSIÓN: 04 VENCIMIENTO: Enero/2022
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: MOP04

**FECHA:** \_\_\_\_\_ **ÁREA:** \_\_\_\_\_

**RESPONSABLE:** \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
INSPECCIÓN DE QUEMADOR QUE ESTE NO VIBRE O HAGA RUIDOS DE EXCESIVOS.		
REVISIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PARO POR BAJO NIVEL DE AGUA. PURGUE LA COLUMNA DE AGUA HASTA SU PUNTO MÁS BAJO DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.		
INSPECCIÓN DE CONTROL DE MANÓMETRO DEL EQUIPO, VERIFICAR QUE FUNCIONEN ADECUADAMENTE Y DENTRO DE LOS LÍMITES DE OPERACIÓN ESTABLECIDOS.		
REVISIÓN DE VIBRACIONES O FUGAS EN TODO EL EQUIPO		
INSPECCIÓN DE ESPEJOS DE LA CALDERA, QUE NO EXISTAN FUGAS O RUIDOS ANORMALES.		
VISUALIZAR LA MIRILLA DE LA CALDERA, ESTA SE UBICA AL LADO OPUESTO DEL QUEMADOR.		
INSPECCIÓN DEL TANQUE DE AGUA DE LA CALDERA, VERIFIQUE QUE TENGA AGUA Y NO EXISTAN FUGAS.		
REVISE EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE AGUA DEL EQUIPO, IDENTIFIQUE SI EXISTEN RUIDOS O VIBRACIONES ANORMALES.		
INSPECCIÓN DE FUGAS EN EL CUERPO DE LA BOMBA DE AGUA.		
VERIFICAR ACCESORIOS DE TUBERÍA DE AGUA, IDENTIFIQUE SI EXISTEN FUGAS A LO LARGO DE SU RECORRIDO Y EN LA CONEXIÓN AL SUAVIZADOR Y A LA CALDERA.		
VISUALIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SUAVIZADOR DE AGUA.		

Continuación de la tabla LVI.

VERIFICAR LAS VÁLVULAS EN GENERAL, IDENTIFIQUE QUE NO TENGA FUGAS EN VÁSTAGOS DE LAS VÁLVULAS A LO LARGO DEL RECORRIDO.		
INSPECCIÓN QUE SALGA LÍQUIDO Y VAPOR EN LAS PROPORCIONES ADECUADAS DURANTE LA PURGA DE LA CALDERA.		
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR</b>		
INSPECCIÓN DE TODA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, VERIFICAR SI HAY PERDIDAS DE VAPOR EN UNIONES, CODOS, O VÁLVULAS.		
REVISAR EL AISLANTE TÉRMICO, VISUALIZAR SI HAY DESPRENDIMIENTO O DAÑO EN SU RECORRIDO.		
INSPECCIONAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR		
IDENTIFICAR SI EXISTE VIBRACIÓN EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.		
DETECTA RUIDOS EXTRAÑOS DURANTE LA OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE PRESIÓN DE ACCESO AL EQUIPO.		

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUX.  
MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### **2.4.4. Plan de mantenimiento preventivo trituradora**

A continuación, se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo para el equipo de trituración, se establecen tareas según frecuencia y la especialidad que debe poseer el técnico que lo desarrolle.

Tabla LVII. **Ficha técnica de la trituradora**

<b>DATOS GENERALES</b>			Fotografía del equipo:
Equipo	Trituradora	Código: HI2	
Marca:	BONDTECH		
Modelo	BTT/MM-70E		
Ubicación	Trituración		
Sección	Trituración		
Año adquisición			
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
Cámara de corte	29"x52"		
Ejes de corte	Doble eje a contra rotación		
Numero de cuchillas	46 con eje hexagonal		
Tipo de carga: Accionamiento hidráulico	Bomba hidráulica de 3HP		
Cargador de desechos hidráulico, accionado por válvula mecánica, con sistema de volteo de contenedor accionado por cilindros hidráulicos.			
Tipo de descarga	Continuo bajo la trituradora		
Funcionamiento	Electricidad		
Capacidad de procesamiento	1 360 kg/h		
Tipo de proceso:	Intermitente		
Potencia	40 HP		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### **2.4.4.1. Objetivos del plan de mantenimiento de la trituradora**

##### Objetivo general

Mantener en un correcto funcionamiento el sistema de trituración, por medio de tareas de mantenimiento preventivo según sea necesario en los distintos componentes y secciones del equipo.

### Objetivos específicos

- Mantener la disponibilidad del equipo durante el tiempo de operación planificado.
- Disminuir los paros del equipo debido a fallas en los distintos componentes de este.

#### **2.4.4.2. Programación de mantenimiento**

Se describen las tareas necesarias que se deben realizar según frecuencia para reducir la probabilidad de fallos en los equipos durante su operación, para ello se establecen tareas por frecuencias, personal e insumos necesarios para su ejecución.

##### **2.4.4.2.1. Personal requerido**

Es necesario de personal con diferentes especialidades de acuerdo con las diferentes secciones del equipo. Como lo son:

- Mecánico con conocimientos hidráulico: es necesario que se tengan diferentes secciones manipuladas por medios hidráulicos como o es el cargador automático de desechos y el empujador de desechos, será necesario de dos técnicos con conocimientos de hidráulica.
- Eléctrico industrial: personal con conocimiento de todo tipo de componentes como contactores, pulsadores, selectores, motores, variadores de frecuencia, entre otros. Ya que por medio de estos se controlan las diferentes secciones del equipo. será necesario de un técnico con conocimientos eléctrico-industrial.

- Soldador: será necesario en componentes auxiliares del equipo o en reparaciones estructurales en el equipo. Por condiciones de operación este equipo se encuentra sometido a ambientes húmedos que contribuyen con el proceso de oxidación. Será necesario de un técnico con conocimientos en soldadura.

#### **2.4.4.2.2. Frecuencia de mantenimiento**

La frecuencia del mantenimiento de la trituradora se establece acorde a las necesidades de operación este se trata de un equipo que trabaja en línea junto con otros equipos.

- Mensual: se programa por parte del coordinador de mantenimiento en las secciones que sufren un mayor desgaste ya sea por el ambiente o por carga de trabajo, como lo es limpieza y revisión de sistema eléctrico, limpieza del sistema de corte del equipo y revisión del sistema hidráulico.
- Trimestral: tareas de menor frecuencia al mensual como lo es el apriete mecánico en el sistema eléctrico del equipo, inspección y cambio de elementos con rastros de sobrecalentamiento, entre otras actividades.
- Semestral: se trata de acciones de baja frecuencia como lo es cambio de sellos hidráulicos de cilindros, revisión de conductos eléctricos, conexiones y mangueras de hidráulico entre otras acciones.

#### **2.4.4.2.3. Insumos por utilizar**

Los insumos necesarios para las tareas de mantenimiento preventivo para el equipo de trituración se basan en aquellos como lubricantes, wiper, lija, entre

otros. Estos son necesarios para la limpieza y lubricación de elementos móviles o componentes del equipo. para poder garantizar el correcto funcionamiento de éste. La estimación de los recursos a utilizar se observa en el programa de mantenimiento según periodo de aplicación.

Tabla LVIII. **Programación de mantenimiento preventivo mensual de trituradora**

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento	
<b>PROGRAMADO MENSUALMENTE</b>			
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>GABINETES ELÉCTRICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes eléctricos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza interior del gabinete.</li> <li>○ Inspección de estado de forro aislante de los cables.</li> <li>○ Inspección de componentes quemados o síntomas de sobrecalentamiento.</li> <li>○ Limpieza general del gabinete.</li> </ul> </li> <li>• Revisión de empaques de puertas de gabinetes</li> </ul>	Media	1 eléctrico (2.5 horas)	ElectroSafe Wipe Limpia contactos
	Media/Baja		

Continuación de la tabla LVIII.

<p><b>MECANISMO DE CORTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiento del mecanismo de corte</li> <li>• Acumulación de materiales</li> </ul>	<p>Media/Baja</p>	<p>1 técnico (0.5 horas)</p>	
<p><b>ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de conexiones hidráulicas</li> <li>• Revisión de mangueras de hidráulico</li> <li>• Revisión de fuga en uniones o acoples</li> <li>• Inspección de golpes o deformaciones en la tubería.</li> <li>• Fuga en bombas de hidráulico.</li> </ul>	<p>Media/baja</p>	<p>1 técnico (1 hora)</p>	<p>Rollo de cinta teflón Wipe</p>
<p><b>ELEMENTOS MÓVILES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrasamiento de rodamientos de cargador</li> <li>• Sistema de carga del equipo</li> </ul>	<p>Media</p>	<p>2 técnicos (1 hora)</p>	<p>Grasa multipropósito Wipe Aflójaló todo WD-40</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LIX.

**Programación de mantenimiento preventivo trimestral de trituradora**

Programado por:		Coordinador de Mantenimiento			
Responsable de ejecución:		Técnico de mantenimiento			
<b>PROGRAMADO TRIMESTRALMENTE</b>					
Tareas por realizar		Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios	
<b>GABINETES ELÉCTRICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes eléctricos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apriete de componentes eléctricos</li> <li>○ Revisión de sobrecalentamiento en componentes.</li> </ul> </li> <li>• limpieza de empaques de puertas de gabinetes</li> </ul>		Media	1 eléctrico (1 hora)	Limpia contactos Wipe	
<b>CARGADOR HIDRÁULICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones electroválvulas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de bornes de conexión</li> </ul> </li> </ul>		Media/Alta	2 técnicos (2 horas)	Rollo de cinta teflón Wipe	

Continuación de la tabla LIX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de válvula con accionamiento manual de cargador de desechos.</li> <li>• Conexiones de tubería             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de desgastes de mangueras hidráulicas</li> </ul> </li> <li>• Cilindros hidráulicos</li> <li>• Revisión y limpieza de embolo del cilindro.</li> </ul>		Aflojalo todo
<p><b>ESTRUCTURA DEL EQUIPO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el apriete de todos los pernos de la estructura del equipo.</li> <li>• Revisión de uniones soldadas del equipo.</li> </ul>	<p>2 mecánicos (4horas)</p> <p>1 mecánico (1hora)</p>	<p>Aflojalo todo</p> <p>Wipe</p>
	<p>Media/alta</p> <p>Alta</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LX. **Programación de mantenimiento preventivo anual de trituradora**

Programado por: Responsable de ejecución:	Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento			
<b>PROGRAMADO SEMESTRALMENTE/ANUALMENTE</b>				
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios	
<p><b>GABINETES ELÉCTRICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivaciones                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verificar si existe corrosión, desgaste o daño en derivaciones no importando si son rígidas o flexibles.</li> <li>○ Pruebas de doblarlos o torcerlos para verificar el estado de las derivaciones flexibles.</li> <li>○ Limpieza de acumulación de suciedad o sustancias pegajosas en derivaciones.</li> </ul> </li> <li>• Enclavamientos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Compruebe si se encuentran en buen estado</li> <li>○ Comprobar si se encuentran ajustados según el fabricante</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja	1 eléctrico (1 horas)	Limpia contacto ElectroSafe Wipe	
	Media/Alta	1 técnico (0.5 horas)	1 técnico	

Continuación de la tabla LX.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaquetaduras y cierres de gabinetes             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Observar si se rotas o dañadas, para evitar que impidan el cierre hermético del tablero.</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja	(0.5 horas)	
<p><b>CARGADOR HIDRÁULICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones electroválvulas             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Revisión de bornes de conexión</li> </ul> </li> <li>• Conexión de válvula con accionamiento manual de cargador de desechos.</li> <li>• Conexiones de tubería             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Revisión de desgastes de mangueras hidráulicas</li> </ul> </li> <li>• Cilindros hidráulicos</li> <li>• Revisión y limpieza de embolo del cilindro.</li> </ul>	Media	2 técnicos (3 horas)	Aflójalo todo Wipe Cinta de aislar Rollo de cinta teflón
<p><b>CARGADOR HIDRÁULICO (anualmente)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de sellos a los cilindros hidráulicos.             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Cambio de sellos de tapadera del cilindro</li> </ul> </li> <li>• Cambio de sellos de embolo</li> </ul>	Media	2 técnico (4 horas)	Aflójalo todo Lija Wipe

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.4.3. Instructivo de procedimientos del plan de mantenimiento preventivo

En la tabla LXI se presenta el instructivo de procedimientos del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla LXI. Instructivo de mantenimiento de trituradora

	<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE TRITURADORA</b>	EMISIÓN: enero/2020 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: enero/2022
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO GENERAL</b> Mantener en correcto funcionamiento del equipo de trituración, garantizando un adecuado mantenimiento los componentes y equipos auxiliares.</li> <li>• <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo del equipo de trituración durante el tiempo de operación programado.</li> <li>○ Mejorar el mantenimiento aplicado al equipo.</li> <li>○ Reducir el costo y los efectos del mantenimiento correctivo mediante la utilización del mantenimiento preventivo.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>DEFINICIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuchillas: son disco acoplados a un eje por medio de los cuales se realiza el proceso de trituración de los desechos.</li> <li>• Tolva de carga: elemento ubicado en la parte superior del equipo donde caen los desechos para ser triturados.</li> <li>• Unidad de rodamiento libre: elemento en donde se ubican rodamientos que sostienen los ejes de trituración del equipo.</li> <li>• Rotor: elemento central del motor (eje) que gira sobre una base fija.</li> <li>• Estator: base fija sobre la cual gira el rotor del motor.</li> </ul> <p><b>ALCANCE</b> Instalaciones, componentes y equipos auxiliares del área de trituración de la empresa.</p> <p><b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento de equipos</li> <li>• Manual de operación de equipos de trituración.</li> </ul>		

Continuación de la tabla LXI.

<p><b>RESPONSABILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Coordinador de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Reportar cualquier tipo de falla o indicación a coordinador de producción y gerencia de planta para su atención.</li><li>○ Mantener un <i>stock</i> adecuado de repuestos a necesitar durante los mantenimientos realizados.</li><li>○ Notificar a coordinación de producción cuando se presente una falla de causa mayor que amerite paro total del equipo, así como tiempo a necesitar para su reparación.</li></ul></li> <li>• Personal de mantenimiento<ul style="list-style-type: none"><li>○ Desarrollar adecuadamente el mantenimiento a las diferentes secciones del equipo garantizando su adecuado funcionamiento.</li><li>○ Realizar de manera periódica la inspección de cada una de las áreas del equipo identificando las fallas o defectos que este tiene durante su funcionamiento.</li><li>○ Notificar al coordinador de mantenimiento de manera inmediata si durante el mantenimiento preventivo se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado.</li></ul></li> <li>• Coordinador de producción<ul style="list-style-type: none"><li>○ Notificar de manera inmediata al personal de mantenimiento si el equipo presenta fallos o sonidos extraños.</li><li>○ Coordinar con sus colaboradores el despejar el área de trabajo para que personal de mantenimiento trabaje de una manera más eficiente y sin riesgos en el área.</li><li>○ Permitir realizar el mantenimiento preventivo periódicamente para evitar que se tengan fallos o paros prolongados del equipo.</li></ul></li> <li>• Gerencia de planta<ul style="list-style-type: none"><li>○ Proveer o autorizar las herramientas, repuestos y equipo necesario para realizar el mantenimiento preventivo/ correctivo a la brevedad posible, así como la contratación de servicios especializados de llegar a ser necesarios.</li></ul></li></ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN BÁSICO</b></p> <p>Todo el personal de mantenimiento deberá contar y utilizar equipo de protección personal básico en todo momento el cual consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Casco</li><li>• Respirador</li><li>• Guantes con palma de nitrilo</li><li>• Lentes</li><li>• Botas industriales con punta de acero</li></ul>
---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXII. **Ajuste y calibración de *clutch* de la trituradora**

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE TRITURADORA</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>AJUSTE Y CALIBRACIÓN DE CLUTCH</b>	
<b>OBJETIVO</b> Mantener en adecuado funcionamiento la transmisión de la trituradora.			
<b>ALCANCE</b> Transmisión de la trituradora.			
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo mensualmente.			
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Alicata</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Probador de corriente</li> </ul>			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo. Verificar que la alimentación de la energía se encuentre apagada	Mecánico	y
2	Retirar la cubierta del clutch. Esta posee tornillos en su base los cuales deberá retirar para extraerla.	ayudante	
3	Limpiar cada una de las secciones del clutch.		
4	Ajustar la distancia entre disco de clutch y el plato de éste. Se realiza ajustando las tuercas que poseen los resortes la distancia entre disco y plato es de 43.1 mm (1.09”).	Mecánico	y
5	Ajustar las tuercas que se ubican en cada resorte verificando la distancia de separación de ambas piezas.	ayudante	
6	Verificar el ajuste de todas las piezas del clutch.		
7	Colocar la cubierta del clutch.		
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa multipropósito ½ Lb</li> <li>• Aflójalo todo 0.25 Lts.</li> <li>• Wipe 1Lb</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXIII. Cambio de cuchillas de la trituradora

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE TRITURADORA</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>CAMBIO DE CUCHILLAS</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Mantener la capacidad de procesamiento del equipo, garantizando el correcto funcionamiento de las cuchillas.</p> <p><b>ALCANCE</b> Trituradora</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Alicata</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Probador de corriente</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional</p>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Desenergizar el equipo.	Mecánico	
2	Desconectar las mangueras hidráulicas que alimentan el cilindro hidráulico del empujador de desechos.		
3	Retirar la sección que asegura el empujador de desechos.	4 técnicos con conocimientos mecánicos.	
4	Retirar la tolva de carga de desechos. Con ayuda del montacarga asegurar el sujetador de la tolva de carga ubicado en la parte superior.		
5	Retirar la tolva de la parte superior de la trituradora dejando las cuchillas descubiertas.		
6	Retirar la unidad de rodamiento libre de la trituradora esta posee los rodamientos de los ejes de la trituradora. Esto dejara al descubierto los ejes de las cuchillas.		
7	Retirar los tornillos de las cubiertas laterales, esto para extraer los limpiadores de las cuchillas. Esto se realiza de ambos lados de la trituradora.		
8	Retirar los limpiadores de las cuchillas. De ambos lados de la trituradora.		
9	Retirar las cuchillas en la secuencia correcta, las cuchillas están traslapadas por lo que será necesario desmontarlas de manera intercalada para que permita su extracción.		
10	Limpiar los extremos de los ejes antes de iniciar a colocar las cuchillas nuevas.		

Continuación de la tabla LXIII.

11	Insertar las cuchillas en los ejes, es necesario colocar las cuchillas nuevas en la misma posición en que fueron extraídas. Nota: se coloca cuchilla y espaciador hasta completar el tramo del eje de cuchillas.	4 técnicos con conocimientos mecánicos.
12	Colocar los limpiadores al mismo tiempo en que se colocan las cuchillas. Es necesario el colocar los tornillos de los limpiadores para asegurar estos a las paredes de la trituradora.	
13	Colocar la unidad de rodamiento libre de los ejes. Hacerlo con cuidado para no lastimar los rodamientos o la rosca de los ejes de la trituradora.	
14	Colocar los tornillos que sostienen los ejes a la tapadera	
15	Colocar la cubierta de los ejes.	
16	Engrasar los rodamientos.	
17	Montar nuevamente la tolva de carga de la trituradora. Colocar todos los tornillos que aseguran la tolva a la base de la trituradora.	
18	Instalar nuevamente el cilindro del empujador. Apretar firmemente los tornillos.	
19	Contar las mangueras de hidráulico a las conexiones de los cilindros. Aplicar teflón en la rosca para garantizar que no haya fugas de hidráulico.	
20	Realizar pruebas de funcionamiento. Las cuchillas deben girar libremente, para esto escuchar atentamente que no exista rozamiento de las cuchillas.	
<u>INSUMOS POR UTILIZAR</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa para cojinetes</li> <li>• Aflójalo todo</li> <li>• Wipe</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXIV. **Servicio a la bomba hidráulica de la trituradora**

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE TRITURADORA</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A LA BOMBA HIDRÁULICA</b>
<b>OBJETIVO</b> Mantener en correcto funcionamiento los sistemas hidráulicos del equipo de trituración.		
<b>ALCANCE</b> Accionamiento hidráulico de carga de desechos, empujador de desechos.		
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semestralmente.		
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Juego de copas</li> <li>• Alicates</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Probador de corriente</li> </ul>		
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Desenergizar el equipo.	Mecánico con conocimientos en hidráulica
2	desconectar las mangueras y conexiones eléctricas del motor.	Mecánico con conocimientos en hidráulica y ayudante
3	Retirar la bomba hidráulica de la base del depósito de hidráulico.	
4	Separar la sección hidráulica de la parte del motor. Para realizar el servicio.	
5	<b>INSPECCIONAR LA SECCIÓN DEL MOTOR</b> Desmontar el protector de la turbina de enfriamiento que posee la parte del motor eléctrico.	
	Retirar el seguro que esta posee y desmontar la turbina del eje del rotor.	
	Desatornillar las tapaderas del motor.	
	Deslizar las tapaderas del motor, tenga precaución de no lastimar el rotor durante la extracción de las tapaderas.	
	Extraer el rotor de su posición original, limpiar cada una de las secciones y visualizar que este no tenga desgaste o síntomas de rozamiento.	
	Visualizar el estado del estator del motor.	
	Limpiar la el embobinado del motor y visualizar que este no tenga secciones quemadas o rasgos de sobrecalentamiento.	
	Aplicar ElectroSafe al finalizar la limpieza del embobinado. Darle un adecuado tiempo de secado.	

Continuación de la tabla LXIV.

	<p>Aplicar una capa de barniz para motores, este se trata de un protector ideal para sellar y aislar bobinados. en sus conexiones.                  Revisar el estado de los rodamientos del rotor. Extraer y limpiar la grasa acumulada en éste.</p>	
	<p>Visualizar si se encuentran dañados o bien muestras rasgos de atascamiento, de ser así será necesario reemplazarlos.</p>	<p>Mecánico y ayudante</p>
	<p>Lubricar adecuadamente, será necesario utilizar grasa para altas temperaturas.</p>	
	<p>Limpiar el eje de rotor. Evite lijar ya que disminuirá el diámetro del eje y evitara que ajuste adecuadamente el rodamiento.</p>	
	<p>Introducir el rotor del motor dentro del estator.</p>	
	<p>Colocar las tapaderas, colocar los tornillos y asegurarlas al cuerpo del motor</p>	
	<p>Instalar la turbina de enfriamiento y su seguro.</p>	
	<p>Instalar el protector de la turbina y asegurar.</p>	
<p><b>INSUMOS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójaló todo ½ litro</li> <li>• Wipe 2 Lb</li> <li>• Aceite hidráulico 40 litros</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXV. **Servicio a cilindros hidráulicos cambio de sellos hidráulicos de la trituradora**

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE TRITURADORA</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>SERVICIO A CILINDROS HIDRÁULICOS CAMBIO DE SELLOS HIDRÁULICOS</b>
<p><b>OBJETIVO:</b> Mantener en correcto funcionamiento del sistema hidráulico de la trituradora</p> <p><b>ALCANCE:</b> Cargador hidráulico y empujador de desechos.</p> <p><b>FRECUENCIA:</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo anualmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probador de circuitos</li> <li>• Llave Stilson</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de llaves de corona</li> <li>• Recipiente</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional</p>		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Desenergizar el equipo. Asegurar el tablero, colocar el candado dieléctrico para evitar que cualquiera pueda accionar el circuito del hidráulico.	Mecánico con conocimientos en hidráulica
2	Desconectar las mangueras ubicadas en los extremos de los cilindros hidráulicos	Mecánico con conocimientos en hidráulica y ayudante
3	Quitar los seguros de los pasadores ubicados en el extremo del cilindro y el émbolo del cilindro hidráulico.	
4	Retirar primero el pasador del émbolo y dejar bajar lentamente, controlar el derrame de aceite que se tendrá por las conexiones del cilindro.	
5	Liberar el pasador de la base del cilindro para tener libre el cilindro hidráulico y así ser trasladado al taller de mantenimiento.	
6	<b>CAMBIO DE SELLOS DE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS</b> Retirar la base donde atraviesa el pasador, esto para que pueda salir la tapadera del cilindro.	
	Con la ayuda de la llave stilson retirar la tapadera del cilindro, deslizar la tapadera del cilindro por el émbolo hasta retirarlo por completo del cilindro. Retirar todos los sellos que posee el émbolo y limpiar cada una de las ranuras eliminando así los depósitos de suciedad	

Continuación de la tabla LXV.

	Colocar nuevamente los sellos en el mismo orden en el que se fueron quitando, esta operación se realiza cuidadosa y detalladamente evitando daños a los nuevos sellos.	
	Realizar los procedimientos anteriores con la tapadera del cilindro, estando atento a la limpieza de las ranuras que ésta posee.	Mecánico con conocimientos en hidráulica y ayudante
	Introducir nuevamente el embolo dentro del cilindro hidráulico.	
	Deslizar la tapadera del cilindro hidráulico por el embolo hasta llegar a la superficie de contacto con el cilindro. Enroscar y ajustar con la ayuda de la llave stilson.	
	Trasladar de nuevo el cilindro al área del horno de donde se extrajo y montar. Colocar adecuadamente el pasador y el seguro del pasador	
<p><b>INSUMOS POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite hidráulico 2 galones</li> <li>• Kit de sellos hidráulico</li> <li>• Wipe 2 Lb</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 2.4.4.4. Formatos de inspección de trituradora

A continuación, los formatos de inspección para el equipo de trituración para técnicos de mantenimiento y personal operativo de la empresa.

Tabla LXVI. Formato para técnicos del área de mantenimiento de trituradora

 <b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	<b>CHECK-LIST</b> <b>TRITURADORA</b>	EMISIÓN	ENERO/2020.
		VERSIÓN	2
PROCESO: MANTENIMIENTO		VENCIMIENTO	ENERO/2022.
		CÓDIGO: TR02	

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MANTO	MALO	REEMPLAZO	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>						
<b>SISTEMA HIDRÁULICO DE CARGA</b>						
NIVEL DE ACEITE						
FILTRO DE ACEITE						
CUERPO DE VÁLVULAS						
BOMBA HIDRÁULICA						
DEPÓSITO DE ACEITE						
CILINDRO DEL CARGADOR DERECHO						
MANGUERAS DEL CILINDRO DERECHO						
CILINDRO DEL CARGADOR IZQUIERDO						
MANGUERAS DEL CILINDRO IZQUIERDO						
CILINDRO DERECHO DEL VOLTEO DEL CONTENEDOR						
MANGUERAS DEL CILINDRO DE VOLTEO DERECHO						
CILINDRO IZQUIERDO DE VOLTEO IZQUIERDO						
MANGUERAS DE CILINDRO DE VOLTEO IZQUIERDO						
OBSERVACIONES:						
<b>SISTEMA HIDRÁULICO DE CARGA</b>						
NIVEL DE ACEITE						
FILTRO DE ACEITE						
CUERPO DE ELECTROVÁLVULAS						
BOBINA DE ELECTROVÁLVULA						
BOMBA HIDRÁULICA						
DEPÓSITO DE ACEITE						
CILINDRO DEL EMPUJADOR						
MANGUERAS DEL CILINDRO DEL EMPUJADOR						
OBSERVACIONES:						
<b>TRITURADORA</b>						
MOTOR						
ASPECTO VISUAL DE DISCOS DE CORTE						
ASPECTO VISUAL DE LIMPIADORES						
TOLVA DE CARGA						
TRANSMISIÓN						
ACEITE DE TRANSMISIÓN DE TRITURADORA						
<b>TABLERO ELÉCTRICO</b>						
ESTADO DE SELECTORES DE TABLERO						
ESTADO DE PULSADORES DE TABLERO						
RUIDOS EXTRAÑOS EN LOS CONTACTORES						
SEÑALIZACIÓN DE COMPONENTE ELECTRICOS, SELECTORES Y PULSADORES						
INTERIOR DEL TABLERO						
EMPAQUE DE COMPUERTA DE GABINETE						
COMPONENTES DEL TABLERO						
CABLEADO						
OBSERVACIONES:						

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DE COORDINADOR DE  
 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
 FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXVII. **Formato para mantenimiento operativo para trituradora**

 <b>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</b>	<b>MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN DE TRITURADORA</b>	EMISIÓN: ENERO/2020.
		VERSIÓN 01 VENCIMIENTO: ENERO/20
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: MOP05

**FECHA:** \_\_\_\_\_ **ÁREA:** \_\_\_\_\_

**RESPONSABLE:** \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
INSPECCIÓN DEL NIVEL DE ACEITE DEL CARGADOR DE DESECHOS		
INSPECCIÓN DE FUGAS EN MANGUERAS O CUERPO DE VÁLVULAS DEL CARGADOR DE DESECHOS		
INSPECCIÓN DE RUIDOS O VIBRACIÓN ANORMAL EN BOMBA HIDRÁULICA DEL CARGADOR DE DESECHOS		
INSPECCIÓN DE FUGAS DE ACEITE EN CILINDROS O MANGUERAS DEL CARGADOR DE DESECHOS O CILINDROS DE VOLTEO DE CONTENEDORES.		
REVISION DE ESTRUCTURA DEL EQUIPO. EXISTE CORROSIÓN O VIBRACIONES ANORMALES EN EL EQUIPO		
INSPECCIÓN DEL NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN DE LA TRITURADORA.		
EXISTE SONIDOS ANORMALES EN LA TRANSMISIÓN DE LA TRITURADORA		
EXISTE SONIDOS ANORMALES EN LA TRITURADORA DEL EQUIPO		
REVISION DEL NIVEL DE ACEITE DEL EMPUJADOR DE DESECHOS DE LA TRITURADORA		
REVISION DE FUGAS EN LOS MANGUERAS O VÁLVULA DEL EMPUJADOR DE DESECHOS.		
LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL EQUIPO ESTÁN TRABAJANDO CORRECTAMENTE.		
REVISION DE CONTROLES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO FUNCIONAN CORRECTAMENTE		

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA AUX.  
MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**SUPERVISOR**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.5. Plan de mantenimiento preventivo *Ecosteryl*

Se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo para el equipo de esterilización por microondas, se establecen tareas de mantenimiento según frecuencia y la especialidad que se debe poseer el técnico que lo desarrolle.

Tabla LXVIII. **Ficha técnica del *Ecosteryl***

<b>DATOS GENERALES</b>		Fotografía del equipo:
Equipo	<i>Ecosteryl</i>	Código: ECO1
Marca:	AMB <i>Ecosteryl</i>	
Modelo	250C	
Ubicación	<i>Ecosteryl</i>	
Sección	<i>Ecosteryl</i>	
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>		
Dimensiones	11m longitud x 3,2m ancho x 5,5m alto	
Peso	12 toneladas	
Proceso	Automático y continuo	
Tratamiento	Trituración y desinfección por microondas	
Triturador	4 ejes con sistema contra atascos	
Tipo de descarga	Intermitente	
Funcionamiento	Electricidad	
Capacidad de procesamiento	Hasta 300 kg/h	
Frecuencia de microondas	2,45 MHZ	
Porcentaje de desinfección	99,99999 %	



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **2.4.5.1. Objetivos del plan de mantenimiento preventivo de *Ecosteryl***

#### Objetivo general

Garantizar el funcionamiento del esterilizador por microondas, para garantizar la esterilización de los desechos de origen hospitalario y que estos cumplan con los parámetros establecidos de desinfección.

#### Objetivos específicos

- Conservar en buen estado el equipo de esterilización por microondas estableciendo lineamientos de mantenimiento preventivo.
- Mantener disponible y confiable el funcionamiento de los esterilizadores por microondas garantizando la esterilización adecuada de los residuos.
- Disminuir los paros del equipo por fallas durante su operación.

### **2.4.5.2. Programación de mantenimiento**

En el programa de mantenimiento se establece el personal necesario según especialidad, la frecuencia y los insumos por utilizar, se desarrolla el manual de mantenimiento del equipo.

#### **2.4.5.2.1. Personal requerido**

Es necesario contar con personal que tenga conocimientos de diferentes especialidades como lo son:

- Mecánico con conocimientos hidráulicos: es necesario para la sección de trituración del equipo ya que cuenta con sistemas accionados por este medio. En partes como lo son el empujador de desechos y compuerta de apertura de tolva de carga del equipo. Se necesitarán dos mecánicos con conocimientos hidráulicos.
- Eléctrico industrial: este equipo es controlado de forma automática, por lo que el sistema eléctrico es de gran importancia por ello es necesario que el técnico cuente con conocimientos de componentes eléctricos, lectura de planos eléctricos y todos aquellos conocimientos que sean de ayuda para resolver eventualidades del sistema eléctrico del equipo. Se necesitarán dos técnicos con conocimientos eléctricos.
- Técnico en refrigeración: personal que debe tener la competencia de mantener el estado operacional del sistema de enfriamiento del equipo, debe tener la capacidad de diagnosticar, reparar y prevenir fallas, de una manera segura y amigable con el ambiente. Se necesitará un técnico con conocimientos de refrigeración.

#### **2.4.5.2.2. Frecuencia de mantenimiento**

La frecuencia de mantenimiento se establece acorde a las necesidades del equipo, se considera que se trata de un equipo con bajas necesidades de mantenimiento, cuenta con sistemas de lubricación automático en diferentes secciones móviles del equipo, principalmente se enfoca en la eliminación y limpieza de residuos adheridos en las paredes internas del equipo ocurrido en el tiempo de enfriamiento.

- **Semanal:** tareas que son programadas por el coordinador de mantenimiento se focaliza en limpieza de desechos acumulados en secciones críticas del equipo, como lo es la criba perforada, trituradora, tornillo de transferencia y tolva de mantenimiento de la temperatura del equipo.
- **Mensual:** se programa por parte del coordinador de mantenimiento, en la cual se tienen tareas de engrase en secciones las cuales no se tienen sistemas de engrase automático, apriete mecánico del equipo y limpieza del sistema de refrigeración del equipo.
- **Trimestral:** tareas de menor frecuencia al mensual que se da en los módulos de los microondas que necesitan de revisión a cada 2 000 horas de uso aproximadamente, sistema hidráulico del empujador de desechos y revisión general del estado del gabinete de control del equipo.
- **Anual:** se trata de acciones de baja frecuencia como lo es cambio de sellos hidráulicos de cilindros, Revisión y reemplazo de filtros del sistema de refrigeración del equipo entre otros.

#### **2.4.5.2.3. Insumos por utilizar**

Teniendo en cuenta que el mantenimiento es mínimo para este equipo los insumos a utilizar son de la misma manera bajos, principalmente las tareas de limpieza se realizan por medios mecánicos no químicos, por ello se disminuye la necesidad de insumos durante la ejecución del mantenimiento. Es necesario cartuchos de engrasamiento automático de 200 gr., wipe, lubricante hidráulico entre otras las cantidades son descritas en la tabla de programación de mantenimiento del equipo.

Tabla LXIX.

**Programación de mantenimiento preventivo semanal de  
Ecosteryl**

Programado por:	Coordinador de Mantenimiento			
Responsable de ejecución:	Técnico de mantenimiento			
<b>PROGRAMADO SEMANALMENTE</b>				
Tareas por realizar		Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>TRITURADORA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criba perforada                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza</li> <li>○ Revisión de daños</li> </ul> </li> <li>• Cuchillas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de estado de cuchillas.</li> </ul> </li> <li>• Nivel de aceite de transmisión de trituradora</li> <li>• Nivel de engrasadores automáticos.</li> </ul>		Alta  Media Media/Alta	2 técnicos (2.5 horas)	Aceite hidráulico (T200)  Wipe  Lubricadores automáticos grasa (T6)
<b>ELEVADOR DE DESECHOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevador de desechos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verificar estado de cable</li> <li>○ Alineación de rodillos</li> </ul> </li> </ul>		Alta	2 técnicos (0.5 horas)	

Continuación de la tabla LXIX.

<p><b>TOLVA DE MANTENIMIENTO DE TEMPERATURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza interna             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Acumulación de materiales</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media/Alta</p>		
<p><b>MICROONDAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de túnel de tornillo de transferencia             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apriete de puntos de sujeción</li> <li>○ Deformidades</li> <li>○ Daños por objetos atravesados</li> </ul> </li> <li>• Tornillo de transferencia             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deformación</li> <li>○ Daños en su recorrido</li> </ul> </li> <li>• Ventana de impermeabilidad             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deformación</li> <li>○ Perforación</li> </ul> </li> </ul>	<p>Media</p>	<p>Aflójalos todo WD-40 Wipe</p>	
<p><b>ENFRIADOR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del termostato</li> <li>• Presión de bomba</li> <li>• Nivel de fluido</li> <li>• Estado de filtro de la unidad</li> </ul>	<p>Media Media/Alta Media/Alta Media</p>	<p>1 técnico (1 hora)</p>	<p>1 técnico (1 hora)</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXX.

**Programación de mantenimiento preventivo mensual de Ecosteryl**

Programado por: Coordinador de Mantenimiento Responsable de ejecución: Técnico de mantenimiento		<b>PROGRAMADO MENSUALMENTE</b>			
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios		
<b>ELEVADOR DE DESECHOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabestrante de carga                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza</li> <li>○ Lubricación de rodamientos</li> </ul> </li> <li>• Poleas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lubricación</li> <li>○ Inspección de deformación</li> </ul> </li> </ul>	Media/alta  Media	2 técnicos (1 hora)	Aflojalo todo WD-40 Grasa multipropósito Wipe		
<b>TRITURADORA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de apriete de todos los tornillos</li> <li>• Tolva de carga                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Limpieza</li> <li>○ Revisión de estado.</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja Media/Baja	2 técnicos (2 horas)	Aflojalo todo WD-40 Wipe		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de criba                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Revisión de estado</li> <li>○ Lubricación</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja				
<b>ENFRIADOR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de condensador</li> <li>• Limpieza del cuerpo.</li> </ul>	Media/baja Media/Baja	1 técnico (1 hora)			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXI.

**Programación de mantenimiento preventivo trimestral a  
Ecosteryl**

Programado por: Responsable de ejecución:	Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento			
<b>PROGRAMADO TRIMESTRALMENTE</b>				
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios	
<b>MICROONDAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetrones                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Funcionamiento después de 2000 horas de uso</li> </ul> </li> </ul>	Alta	2 técnicos (3 horas)	Limpia contactos Wipe	
<b>EMPUJADOR HIDRÁULICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexiones electroválvulas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Revisión de bornes de conexión</li> </ul> </li> <li>• Conexiones de tubería                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Revisión de desgastes de mangueras hidráulicas</li> </ul> </li> <li>• Cilindros hidráulicos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Revisión y limpieza de embolo del cilindro.</li> </ul> </li> </ul>	Media/baja	2 técnicos (2 horas)	Limpia contactos Wipe	
	Media/Baja			

Continuación de la tabla LXXI.

<p><b>GABINETES ELÉCTRICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pruebas de doblarlos o torcerlos para verificar el estado de las derivaciones flexibles.</li> <li>○ Limpieza de acumulación de suciedad o sustancias pegajosas en derivaciones.</li> </ul> </li> <li>• Enclavamientos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Compruebe si se encuentran en buen estado</li> <li>○ Comprobar si se encuentran ajustados según el fabricante</li> </ul> </li> <li>• Empaquetaduras y cierres de gabinetes <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Observar si se rotas o dañadas, para evitar que impidan el cierre hermético del tablero.</li> </ul> </li> </ul>	Media/Baja	1 eléctrico (2 horas)	ElectroSafe Wipe
	Media/Alta		
	Media/Baja		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXII. **Programación de mantenimiento preventivo semestral de Ecosteryl**

Programado por: Responsable de ejecución:		Coordinador de Mantenimiento Técnico de mantenimiento	
PROGRAMADO SEMESTRALMENTE/ANUAL			
Tareas por realizar	Prioridad	Técnicos	Insumos necesarios
<b>ENFRIADOR (ANUAL)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de filtro y reemplazo de líquido de enfriamiento.</li> </ul>	Alta	1 técnico (2 horas)	Agua desmineralizada Wipe
<b>CABESTRANTE DE CARGA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y engrasamiento</li> </ul>	Media/Alta	2 técnicos (2 horas)	Grasa multipropósito Wipe
<b>EMPUJADOR HIDRÁULICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de sellos a los cilindros hidráulicos.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambio de sellos de tapadera del cilindro</li> <li>○ Cambio de sellos de embolo</li> </ul> </li> </ul>	Media Alta	2 técnicos (4 horas)	Afíjalo todo WD_40 Wipe Lija

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.5.3. Instructivo de procedimiento del plan de mantenimiento preventivo

En la tabla LXXIII se presenta el instructivo de procedimiento del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla LXXIII. **Instructivo de mantenimiento de *Ecosteryl***

 <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p><b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE ECOSTERYL</b></p>	<p>EMISIÓN: ENERO 2020 VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO: ENERO 2022</p>
<p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO GENERAL</b> Mantener en correcto funcionamiento del equipo de trituración, garantizando un adecuado mantenimiento los componentes y equipos auxiliares.</li> <li>• <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo del equipo de trituración durante el tiempo de operación programado.</li> <li>○ Mejorar el mantenimiento aplicado al equipo.</li> <li>○ Reducir el costo y los efectos del mantenimiento correctivo mediante la utilización del mantenimiento preventivo.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>DEFINICIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuchillas: también conocidas como discos de troceado están unidas a 4 ejes (árboles de troceado) de manera sincronizada que permiten la trituración de los desechos hasta un tamaño adecuado.</li> <li>• Tolva de carga: elemento ubicado en la parte superior del equipo donde caen los desechos para ser triturados.</li> <li>• Unidad de rodamiento libre: elemento en donde se ubican rodamientos que sostienen los ejes de trituración del equipo.</li> <li>• Criba perforada: ubicada bajo la trituradora esta se trata de una placa metálica con orificios que recorren los árboles de troceado que ayudan a impedir el paso de los desechos que no poseen un tamaño adecuado (20 mm),</li> </ul> <p><b>ALCANCE</b> Instalaciones, componentes y equipos auxiliares del área de trituración de la empresa.</p> <p><b>DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento de equipos</li> <li>• Manual de operación de equipos de trituración.</li> <li>• Manual de mantenimiento de equipos de trituración y equipos eléctricos.</li> </ul>		

Continuación de la tabla LXXIII.

#### **RESPONSABILIDADES**

- Coordinador de mantenimiento
  - Reportar cualquier tipo de falla o indicación a coordinador de producción y gerencia de planta para su atención.
  - Mantener un *stock* adecuado de repuestos a necesitar durante los mantenimientos realizados.
  - Notificar a coordinación de producción cuando se presente una falla de causa mayor que amerite paro total del equipo, así como tiempo a necesitar para su reparación.
  
- Personal de mantenimiento
  - Desarrollar adecuadamente el mantenimiento a las diferentes secciones del equipo garantizando su adecuado funcionamiento.
  - Realizar de manera periódica la inspección de cada una de las áreas del equipo identificando las fallas o defectos que este tiene durante su funcionamiento.
  - Notificar al coordinador de mantenimiento de manera inmediata si durante el mantenimiento preventivo se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado.
  
- Coordinador de producción
  - Notificar de manera inmediata al personal de mantenimiento si el equipo presenta fallos o sonidos extraños.
  - Coordinar con sus colaboradores el despejar el área de trabajo para que personal de mantenimiento trabaje de una manera más eficiente y sin riesgos en el área.
  - Permitir realizar el mantenimiento preventivo periódicamente para evitar que se tengan fallos o paros prolongados del equipo.
  
- Gerencia de planta
  - Proveer o autorizar las herramientas, repuestos y equipo necesario para realizar el mantenimiento preventivo/ correctivo a la brevedad posible, así como la contratación de servicios especializados de llegar a ser necesarios.

#### **EQUIPO DE PROTECCIÓN BÁSICO**

Todo el personal de mantenimiento deberá contar y utilizar equipo de protección personal básico en todo momento el cual consiste en:

- Casco
- Respirador
- Guantes con palma de nitrilo
- Lentes
- Botas industriales con punta de acero

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXIV. **Revisión del tornillo de transferencia del *Ecosteryl***

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE <i>ECOSTERYL</i></b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>REVISIÓN DEL TORNILLO DE TRANSFERENCIA</b>	
<b>OBJETIVO</b> Mantener en adecuado funcionamiento el tornillo de transferencia del equipo.			
<b>ALCANCE</b> Tornillo de transferencia			
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.			
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona (que posean #30)</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de destornilladores.</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Espátula</li> <li>• Dado Allen #10</li> </ul>			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo. Abrir las tapaderas de la parte superior de la tolva de mantenimiento de temperatura.	Mecánico	
2	Girar el tornillo de transferencia hasta tener visible y en una posición cómoda la tuerca del perno de ajuste del tornillo de transporte.	Mecánico y ayudante	
3	Aflojar la tuerca que mantiene fijo el tornillo de transferencia a el sujetador de este.		
4	Estando la tuerca floja gire el tornillo de transferencia, separe del sujetador del tornillo de transferencia.		
5	Se extrae el espiral que forma el tornillo de transferencia. Esto se realiza en la parte inferior del contenedor de desechos triturados. Se jala el tornillo de transferencia hasta que salga por completo.		
6	Realizar la inspección de este en busca de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños físicos como rajaduras, oxido, golpes, entre otros.</li> <li>• Deformaciones del tornillo.</li> <li>• Alargamiento o estiramiento de este.</li> <li>• Entre otros</li> </ul>		

Continuación de la tabla LXXIV.

7	Determinar si es necesario el remplazo de este o si este puede continuar en funcionamiento.	
8	Introducir el espiral nuevamente por el conducto del que se extrajo anteriormente este. (Este no debe ingresar de manera forzada).	Mecánico y ayudante
9	Alinear y girar sobre el sujetador del tornillo de transferencia hasta que el tornillo ingrese por completo dentro de la máquina.	
10	Ajustar nuevamente el tornillo de transferencia al sujetador por medio del tornillo de sujeción.	
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXV. **Limpieza de la trituradora de *Ecosteryl***

 <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE ECOSTERYL</b>
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>LIMPIEZA DE LA TRITURADORA</b>
<b>OBJETIVO</b> Evitar atascos de la unidad producidos por la acumulación de materiales.		
<b>ALCANCE</b> Criba perforada		
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.		
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona (que posean #30)</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de destornilladores.</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Espátula</li> <li>• Dado Allen #10</li> </ul>		
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere equipo de protección personal adicional		
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo.	Mecánico y ayudante
2	Retirar los soportes que se encuentran en la parte frontal de la cubierta.	Mecánico y ayudante

Continuación de la tabla LXXV.

3	Retirar los tornillos de la cubierta de la criba. Utilice los dados Allen # 10 y # 14.	
4	Retire la cubierta y coloque lejos del área de trabajo.	
5	Deslice los rieles de la criba perforada y asegúrelos con los tornillos Allen que los mantienen firmes durante la operación del equipo.	
6	Coloque los soportes de las guías. Ajuste firmemente los tornillos los soportes a la guía y a la base de la trituradora.	
7	Retire los tonillos que sujetan la criba en la base de la trituradora esos son ocho tornillos en total. Retire seis tornillos dejando el tornillo de la parte frontal de uno de los lados y un tornillo de la parte trasera del otro costado de la criba.	
8	Haga descender uniformemente la criba para evitar deformaciones o golpes en el equipo por un más desmontaje de esta pieza.	
9	Extraer la criba de la trituradora haciéndola correr por los rieles.	
10	Desmontarla con ayuda del montacargas.	
11	Limpiar con ayuda de una espátula retirando todo tipo de material adherido a la pieza.	
12	Transportar al área de lavado y limpiar por completo la pieza. Darle un tiempo de secado antes de montar en el equipo.	
13	Montar nuevamente la criba con ayuda del montacargas.	
14	Ingresar la criba y colocar los tornillos que sujetan la criba en la base de la trituradora. colocar siempre un tornillo de la parte frontal de un lado y el trasero del otro lado de la criba de forma diagonal y subir de manera simultánea para evitar atascos de los tornillos.	
15	Colocar todos los tornillos de la criba perforada y ajustar firmemente.	
16	Retirar los soportes de las guías y los tornillos de sujeción de éstas.	
17	Introducir las guías nuevamente en la posición inicial.	
18	Colocar la cubierta de la trituradora y asegurar por medio de los tornillos.	
19	Instalar los soportes de las guías nuevamente en su posición original	
<u>INSUMOS POR UTILIZAR</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalo todo 50 ml</li> <li>• Wipe ½ libra</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXVI. **Revisión de cables de cabestrante de carga *Ecosteryl***

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE <i>ECOSTERYL</i></b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>REVISIÓN DE CABLES DE CABESTRANTE DE CARGA</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Evitar fallos en el sistema de carga del equipo.</p> <p><b>ALCANCE</b> Cabestrante de carga</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves cola corona (que posean #30)</li> <li>• Llave ajustable</li> <li>• Juego de destornilladores.</li> <li>• Vice gripe</li> <li>• Dados Allen</li> <li>• Nivel</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnés (trabajos en altura)</li> </ul>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo.	Mecánico y ayudante	
2	Realizar la inspección de los cables del cabestrante de carga. No deben poseer dobleces o encontrarse deshilados.	Mecánico y ayudante	
3	Verificar que la tensión de los dos cables del cabestrante sea la misma		
4	Verificar que el cable no haya salido de la guía del cabestrante		
5	Verificar si el rodillo se encuentra presionando el cable en las guías.		
6	Verificar el nivel del rodillo que mantiene presionado el cable en las guías del cabestrante.		
7	De no estar presionado el cable o alineado el rodillo será necesario.		
8	Aflojar los dos tornillos que mantienen sujeto al rodillo. No debe retirar los tornillos únicamente aflojar para poder alinear el rodillo.		
9	Subir o bajar el rodillo hasta que se encuentre correctamente alineado con el cabestrante de carga.		
10	Apretar los tornillos y verificar que no se haya movido durante este proceso.		
11	Realizar pruebas de funcionamiento.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXVII. **Limpieza de la tolva de mantenimiento de temperatura**  
*Ecosteryl*

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE ECOSTERYL</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>LIMPIEZA DE LA TOLVA DE MANTENIMIENTO DE TEMPERATURA</b>	
<p><b>OBJETIVO</b> Evitar sobrecalentamiento ocurrido por materiales adheridos a las paredes del equipo,</p> <p><b>ALCANCE</b> Tolva de mantenimiento de temperatura</p> <p><b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.</p> <p><b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espátulas de diferente tamaño</li> <li>• Gancho</li> <li>• Cuchilla</li> <li>• Rastrillo</li> </ul> <p><b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes para alta temperatura</li> </ul>			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo.	Mecánico y ayudante	
2	Activar la tolva de mantenimiento de manera manual		
3	Encender el sistema de precalentamiento del equipo.		
4	Elevar la temperatura hasta alcanzar una temperatura de 90°C. esto facilita que los materiales adheridos a las paredes de la tolva se desprendan con mayor facilidad.		
5	Apagar el sistema de calentamiento de la tolva de mantenimiento de temperatura.		
6	Abrir las tapaderas de la tolva de mantenimiento de temperatura.		
7	Iniciar la limpieza por la parte superior del equipo		
8	Con la espátula retirar todo el material adherido a las paredes de la tolva. Buscando eliminar los residuos de las tapaderas y eje del agitador de residuos.		
9	Abrir la compuerta inferior del equipo y retirar todos los materiales que se encuentren ahí.		
10	Con la espátula y gancho según sea la necesidad retirar los materiales enredados en el agitador de desechos y paredes del equipo.		
11	Limpiar todo el contenido y limpiar los empaques de las tapaderas de la tolva de mantenimiento de temperatura.	Mecánico y ayudante	
12	Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad del equipo.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXVIII. Inspección túnel de transferencia de *Ecosteryl*

		<b>INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE ECOSTERYL</b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>INSPECCIÓN TÚNEL DE TRANSFERENCIA</b>	
<b>OBJETIVO</b> Visualizar el estado del túnel de transferencia disminuyendo los atascos de materiales.			
<b>ALCANCE</b> Túnel de transferencia del equipo			
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.			
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de destornilladores.</li> <li>• Juego llaves de cola</li> </ul>			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere de equipo de protección adicional.			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo.	Mecánico ayudante	y
2	Quitar las tuercas que sujetan las tapaderas.		
3	Retirar las tapaderas.		
4	Verificar cada una de las secciones del túnel de transferencia. Buscar deformaciones o materiales que estén obstruyendo el ducto. Realizar el cambio de ser necesario.	Mecánico ayudante	y
5	Verificar la sujeción en los extremos de cada tubo del túnel, realizar el cambio de ser necesario.		
6	Limpiar el polvo o acumulación de materiales de los compartimentos del túnel.		
7	Colocar las tapaderas en su posición original		
8	Colocar las tuercas hasta garantizar que esta quede firme al equipo.		
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflójalos todo 10ml</li> <li>• Wipe 250 gramos</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXIX. **Revisión y cambio de filtros de *Ecosteryl***

		<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE <i>ECOSTERYL</i></b>	
<b>PROCEDIMIENTO:</b>		<b>REVISION Y CAMBIO DE FILTROS</b>	
<b>OBJETIVO</b> Garantizar la retención de partículas de suciedad y acceso de ventilación al área del condensador del equipo de esterilización.			
<b>ALCANCE</b> Sistema de enfriamiento del equipo.			
<b>FRECUENCIA</b> El coordinador de mantenimiento deberá programarlo semanalmente.			
<b>HERRAMIENTAS POR UTILIZAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de destornilladores.</li> <li>• Pinzas</li> <li>• Tijera</li> </ul>			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL POR UTILIZAR</b> No se requiere de equipo de protección adicional.			
<b>PASOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	
1	Pasar el interruptor de automático a mantenimiento el cual se encuentra ubicado en el tablero de control del equipo.	Mecánico Mecánico y ayudante	
2	Revisar la presión del fluido de refrigeración en el manómetro del equipo este deberá estar aproximadamente en 4 bar en la bomba y el manómetro y de 0,6 en el segundo manómetro.		
3	Retirar el filtro de la parte frontal del equipo de refrigeración.	Mecánico y ayudante	
4	Inspeccionar el estado de los componentes internos del equipo.		
5	Retirar el elemento filtrante de la estructura del filtro.		
6	Limpiar la estructura del filtro por medio de aire a presión.		
7	Colocar un nuevo filtro en la estructura.		
8	Deslizar el filtro en las guías que posee el sistema de refrigeración.		
9	Realizar esta misma acción en la parte posterior del sistema de refrigeración.		
10	Verificar que ambos filtros se encuentren en posición adecuada.		
11	Verificar el caudal del sistema de refrigeración.		
<b>INSUMOS POR UTILIZAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tela filtrante no tejida de poliéster 2 metros cuadrados (1 metro cuadrado por cada filtro)</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.5.4. Formato de inspección *Ecosteryl*

A continuación, los formatos de inspección operativos y de técnicos del área de mantenimiento.

Tabla LXXX. **Formato para técnicos del área de mantenimiento de *Ecosteryl***

 <b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	<b>CHECK-LIST ECOSTERYL</b>	EMISIÓN	ENERO/2020.
		VERSIÓN	2
PROCESO: MANTENIMIENTO		VENCIMIENTO	ENERO/2022.
		CÓDIGO: ECO02	

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	BUENO	MANTO.	MALO	REEMPLAZ	INACTIVO	OBSERVACIÓN
<b>SISTEMA DE CARGA</b>						
PUERTA CORREDIZA						
BLOQUE1 DE SEGURIDAD PARA CARRETILLA ELEVADORA						
BLOQUE2 DE SEGURIDAD PARA CARRETILLA ELEVADORA						
MOTOR DEL CABRESTANTE						
COJINETE DEL CABRESTANTE (DEL LADO DE OPERADOR)						
COJINETE DEL CABRESTANTE (DEL LADO OPUESTO AL OPERADOR)						
RODILLOS DE RODAMIENTOS INFERIORES DEL ELEVADOR						
RODILLOS DE RODAMIENTOS SUPERIORES DEL ELEVADOR						
COJINETE INFERIOR DE RODILLO DEL ELEVADOR - DERECHA						
COJINETE SUPERIOR DE RODILLO DEL ELEVADOR - DERECHA						
CARRILES DEL ELEVADOR-IZQUIERDA						
CARRILES DEL ELEVADOR-DERECHA						
CABLES DE LA POLEA-IZQUIERDA						
DISCO DE POLEA-IZQUIERDA						
CABLES DE LA POLEA-DERECHA						
DISCO DE POLEA-DERECHA						
COJINETE SUPERIOR DEL ALIMENTADOR A LA TOLVA- I						
COJINETE SUPERIOR DEL ALIMENTADOR A LA TOLVA- D						
OBSERVACIONES:						
<b>TRITURADORA</b>						
LUBRICADOR AUTOMÁTICO						
MOTORES						
ASPECTO VISUAL DE LOS DISCOS CORTADORES						
HORAS DE OPERACIÓN - MOTOR 2						
HORAS DE OPERACIÓN - MOTOR 1						
ESCALERA						
TOLVA DE LA TRITURADORA						
CORTADORA PRIMARIA DE TRITURADORA (1)						
CORTADORA SECUNDARIA DE TRITURADORA (2)						
AGITADOR DE LA SUB TRITURADORA						
COJINETE DE LA TRITURADORA (4X)						
COJINETE DE LA TOLVA DE LA TRITURADORA						
COJINETE DE CAJA REDUCTORA DE LA TRITURADORA						
COJINETE DEL AGITADOR DE LA TOLVA BAJO LA TRITURADORA						

Continuación de la tabla LXXX.

TOLVA DE TRITURADORA					
DETECTOR DE NIVEL DE CARGA					
SENSOR DE FIN DE RECORRIDO COMPUERTA ABIERTA					
SENSOR DE FIN DE RECORRIDO COMPUERTA CERRADA					
CILINDRO HIDRÁULICO DERECHO					
CILINDRO HIDRÁULICO IZQUIERDO					
MANGUERAS DE HIDRÁULICO DE LA COMPUERTA					
SENSOR DE FIN DE RECORRIDO EMPUJADOR DENTRO					
SENSOR DE FIN DE RECORRIDO EMPUJADOR FUERA					
CILINDRO HIDRÁULICO DEL EMPUJADOR DE DESECHOS					
MANGUERAS DE HIDRÁULICO DEL EMPUJADOR DE DESECHOS					
TOLVA BAJO TRITURADORA					
DETECTOR ÓPTICO DE NIVEL MÁXIMO DE TOLVA					
DETECTOR DE NIVEL INFERIOR DE DESECHOS					
ILUMINACIÓN DE TOLVA BAJO TRITURADORA					
OBSERVACIONES:					
CABINA ELÉCTRICA					
TEMPERATURA					
LIMPIEZA					
OPERACIÓN DEL EXTRACTOR DE SALIDA					
SUCIEDAD DEL FILTRO DE AIRE					
RASTRO DE QUEMADURA					
COMPONENTE INUSUAL					
SEGURIDAD					
PUERTA DE GABINETE DE ALTO VOLTAJE - IZQUIERDA					
PUERTA DE GABINETE DE ALTO VOLTAJE - DERECHA					
OBSERVACIONES:					
ENFRIADOR					
TEMPERATURA DE CONSIGNA					
PRESIÓN DE LA BOMBA					
PRESIÓN DEL FILTRO					
CALIDAD DEL AGUA					
ALETAS DEL CONDENSADOR					
TUBERÍA DE CONDENSACIÓN					
FILTRACIONES					
BOMBA DEL ENFRIADOR					
COMPRESOR DEL ENFRIADOR					
OBSERVACIONES:					
Tolva de mantenimiento de la tritua					
TOLVA DE MANTENIMIENTO -COMPUERTA SUPERIOR					
TOLVA DE MANTENIMIENTO - COMPUERTA INFERIOR					
TOLVA DE MANTENIMIENTO - AGUJERO DE HOMBRE 1					
TOLVA DE MANTENIMIENTO - AGUJERO DE HOMBRE 2					
TORNILLO DE TRANSFERENCIA					
AGITADOR DE TOLVA DE MANTENIMIENTO					
TORNILLO DE SALIDA					
TRANSPORTADOR DE SALIDA					
COJINETE DEL TRANSPORTADOR DE ESCAPE INFERIOR					
COJINETE DEL TRANSPORTADOR DE ESCAPE SUPERIOR					
OBSERVACIONES:					

FIRMA DE COORDINADOR DE  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

FIRMA AUX. MANTENIMIENTO

SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXXI. **Formato para mantenimiento operativo de *Ecosteryl***

 MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS	MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN DE ECOSTERYL	EMISIÓN ENERO 2020
		VERSIÓN: 01 VENCIMIENTO ENERO 2022
PROCESO: MANTENIMIENTO		CÓDIGO: MOP06

**FECHA:** \_\_\_\_\_ **ÁREA:** \_\_\_\_\_

**RESPONSABLE:** \_\_\_\_\_

Descripción	Estado	OBSERVACIONES
MOVIMIENTOS ANORMALES		
REVISAR EL NIVEL DE ACEITE DE LA TRITURADORA.		
LOS MOTORES DE LA TRITURADORA NO REALIZAN VIBRACIÓN O RUIDOS ANORMALES		
LA TRITURADORA REALIZA RUIDOS ANORMALES EN SU FUNCIONAMIENTO		
EL TORNILLO DE TRANSFERENCIA REALIZA RUIDOS ANORMALES EN SU FUNCIONAMIENTO		
INSPECCIÓN DEL TORNILLO DE SALIDA, NO MUESTRA INDICIOS DE ATASCAMIENTO EN CONDUCTO DE SALIDA DE DESECHOS.		
VERIFIQUE EL TORNILLO DE SALIDA DE RESIDUOS SI NO VIBRA DE MANERA IRREGULAR		
EL ENFRIADOR NO REALIZA RUIDOS ANORMALES DURANTE SU FUNCIONAMIENTO.		
EL AGITADOR DE LA TOLVA BAJO LA TRITURADORA FUNCIONA NORMALMENTE,		
REVISAR LAS VENTANILLAS DE INSPECCIÓN DE A TOLVA BAJO LA TRITURADORA QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO.		
INSPECCIÓN DE EMPUJADOR DE DESECHOS HIDRÁULICO SI ESTE REALIZA SONIDOS ANORMALES.		
LOS CABLES DEL CARGADOR DE DESECHOS GIRAN DE MANERA ADECUADA EN LOS CARRILES DEL CABESTRANTE.		

Continuación de la tabla LXXXI.

REVISION DEL CARGADOR DE DESECHOS, ESTE SUBE UNIFORMEMENTE POR LAS GUÍAS.		
REVISION DE LA TOLVA DE MANTENIMIENTO DE TEMPERATURA EXISTE SONIDOS ANORMALES, O ROZAMIENTO DEL AGITADOR DE DESECHOS		
INSPECCIÓN DE VAPORES EN COMPUERTAS DE LA TOVA DE MANTENIMIENTO DE TEMPERATURA. NO DEBE SALIR VAPORES EN EL CONTORNO DE LAS COMPUERTAS.		
REVISION DE SONIDOS EXTRAÑOS EN LOS MÓDULOS DEL GABINETE DE LOS MICROONDAS		
LA TEMPERATURA DEL GABINETE DE MICROONDAS ES LA ADECUADA		

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DE COORDINADOR DE  
 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

\_\_\_\_\_  
 FIRMA AUX.  
 MANTENIMIENTO

\_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 2.4.6. **Stock de repuestos para equipos**

En la tabla LXXXII se presenta el *Stock* de repuestos para equipo.

Tabla LXXXII. Stock de repuestos para equipos

No.	Descripción	Stock recomendado	Stock mínimo	Unidad de medida
1	BISAGRA DE CARTUCHO DE ½"	18	6	UNIDAD
2	BISAGRA DE CARTUCHO DE 3/8"	16	6	UNIDAD
3	BOBINA VICKERS USO HORNO 4	5	2	UNIDAD
4	BREAKER (FLIPON) DE 1X20	10	2	UNIDAD
5	BREAKER (FLIPON) DE 2 X 40	10	2	UNIDAD
6	BREAKER (FLIPON) DE 2 X 60	10	2	UNIDAD
7	BREAKER (FLIPON) DE 20	10	2	UNIDAD
8	BREAKER (FLIPON) DE 3 X 60	10	2	UNIDAD
9	BREAKER (FLIPON) DE 30	10	2	UNIDAD
10	CABLE ACERADO 3/16" CON FORRO	200	50	METROS
11	CABLE DE IGNICIÓN PARA CANDELA DE HORNOS	25	5	PIE
12	CABLE PARA TERMOCUPLA TIPO "K"	200	50	METROS
13	CABLE PARA TERMOCUPLA TIPO "R" O "S"	200	50	METROS
14	CABLE TSJ DE 2 X 12	200	50	METROS
15	CANDELA DE COMBUSTIÓN USO GENERAL DE HORNOS	8	2	UNIDAD
16	CANDELA POSCOMBUSTIÓN HORNO 4	6	2	UNIDAD
17	CAPACITOR PARA ARRANQUE DE MOTOR 216-259mf . 220 a 48°	2	1	UNIDAD
18	CAPACITOR PARA ARRANQUE DE MOTOR DE 60 mf 220 A 48°	2	1	UNIDAD
19	CAPUCHÓN DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS	30	5	UNIDAD
20	CAPUCHÓN PARA CANDELA DE HORNOS	10	4	UNIDAD
21	CARBONES PARA BARRENO O ROTOMARTILLO	8	2	UNIDAD
22	CHECK TIPO PICHACHA DE 1" BRONCE	2	1	UNIDAD
23	CHUCHO O SUJETADOR PARA CABLE ACERADO DE 3/16"	10	4	UNIDAD
24	CHUMACERA UCP 207-20 U	4	2	UNIDAD
25	CHUMACERA UFC 206=1.3/16" HF NKB	4	2	UNIDAD
26	CILINDRO NEUMÁTICO HORNO 4	1	1	UNIDAD
27	COJINETE 17/8" X 1" X1 ½"	6	2	UNIDAD
28	COJINETE 6003 SELLO DE METAL C3	15	5	UNIDAD
29	COJINETE 6207	4	2	UNIDAD
30	COJINETE DE 17 X 47 X 14 NO. 6303	5	2	UNIDAD
31	COJINETE DE CHUMACERA UC-207 -20	2	1	UNIDAD
32	CONTACTOR DE 12AMP BOBINA 120VAC	10	2	UNIDAD
33	CONTACTOR DE 32AMP BOBINA DE .220 V.	10	2	UNIDAD
34	CONTROL DE FLAMA O LLAMA HONEYWEL	2	1	UNIDAD
35	CONTROL DE TEMPERATURA	4	1	UNIDAD
36	ELECTROVÁLVULA HIDRÁULICA 4/3 EN POSICIÓN NEUTRA	3	1	UNIDAD
37	ELECTROVÁLVULA PNEUMATIC5/2NPT ¼" 152 V CON SILENCIADOR DE 1/8"	4	1	UNIDAD
38	EMPAQUE DE FILTRO DE AGUA DE ECOSTERIL	2	1	UNIDAD
39	EMPAQUE PARA PUERTA DE AUTOCLAVE	1	1	UNIDAD
40	EXTRACTOR 220V	2	1	UNIDAD
41	FILTRO PARA PONCHADORA DE AEROSOLV 360	15	5	UNIDAD
42	FILTRO PARA TRITURADORA DE LÁMPARAS 55-310 DE CAMBIO CADA ½ TONEL	116	30	UNIDAD
43	FILTRO PARA TRITURADORA DE LÁMPARAS 55-325	8	3	UNIDAD
44	FOTOCELDA DETECTORA DE LLAMA ULTRAVIOLETA C70279 / 102 30 V. 1 392	6	2	UNIDAD
45	FOTOCELDA DETECTORA DE OSCURIDAD	4	2	UNIDAD
46	FUSIBLE DE 10 AMP.	50	10	UNIDAD
47	FUSIBLE DE 15 AMP.	50	10	UNIDAD
48	FUSIBLE DE 20 AMP.	50	10	UNIDAD
49	GUARDAMOTOR 50/60 HZ -PARA ECOSTERIL	20	5	UNIDAD
50	KIT DE SELLOS DE CILINDROS DE CARGADOR DESECHOS DE HORNO 3 BARRA DE 1 ¼"	4	1	KIT
51	KIT DE SELLOS EMPUJADOR DE CENIZA DE HORNO # 2	3	1	KIT

Continuación de la tabla LXXXII.

52	KIT DE SELLOS EMPUJADOR DE CENIZA DE HORNO # 3	3	1	KIT
53	KIT DE SELLOS EMPUJADOR DE DESECHOS DE HORNO # 3	4	1	KIT
54	KIT DE SELLOS P/TAPADERA DE CILINDRO DE DESECHOS DE HORNO 3 BARRA DE 1 ¼"	4	1	KIT
55	KIT DE SELLOS PARA CILINDROS DE CARGADOR DE DESECHOS HORNO 2 BARRA DE 1 ½"	4	1	KIT
56	KIT DE SELLOS PARA EMPUJADOR DE DESECHOS DE HORNO # 2	4	1	KIT
57	KIT DE SELLOS PARA TAPADERA DE CARGADOR DE DESECHOS HORNO 2 BARRA DE 1 ½"	4	1	KIT
58	LADRILLO AISLANTE BLANCO	100	25	UNIDAD
59	LADRILLO ARCO # 1	100	25	UNIDAD
60	LADRILLO ARCO # 2	100	25	UNIDAD
61	LIMIT SWICH BRAZO AJUSTABLE	10	4	UNIDAD
62	LLAVE DE BOLA O DE PASO DE ½" HG O BRONCE	10	4	UNIDAD
63	LLAVE DE BOLA O DE PASO DE ¾" HG	5	2	UNIDAD
64	LLAVE DE BOLA O DE PASO HG. DE ¾"	5	2	UNIDAD
65	LLAVE DE BOLA O DE PASO HG. O BRONCE DE 1"	5	2	UNIDAD
66	MANGUERA HIDRÁULICA DE 3/8" PARA EMPUJADOR DE DESECHOS DEL HORNO.2	4	2	UNIDAD
67	MANGUERA HIDRÁULICA DE 3/8" PARA EMPUJADOR DE DESECHOS DEL HORNO.3	4	2	UNIDAD
68	MANÓMETRO DE 0 A 100 PSI. DE ½"	5	2	UNIDAD
69	MANÓMETRO DE 0 A 4000 PSI. DE ¼"	6	2	UNIDAD
70	MANÓMETRO DE GLICERINA DE 0 A 155 CONEXIÓN DE ¼" CARATULA DE 2 ½"	5	2	UNIDAD
71	RELÉ TÉRMICO 23-32ª PARA NC1-3210UL	6	2	UNIDAD
72	RETENEDOR 30*60*10	4	2	UNIDAD
73	SEGURO PARA COJINETE NO.33	2	1	UNIDAD
74	SELECTOR SWITCH DE 2 POSICIONES	10	3	UNIDAD
75	SELECTOR SWITCH DE 3 POSICIONES	10	3	UNIDAD
76	SENSOR DE NIVEL DE AGUA	2	1	UNIDAD
77	SILENCIADOR DE ¼"	8	2	UNIDAD
78	SPINER PARA TRITURADORA DE LÁMPARAS	6	3	UNIDAD
79	TERMINAL CERRADA NO.12	25	5	UNIDAD
80	TERMINAL TIPO "O" NO.12	25	5	UNIDAD
81	TERMINAL TIPO "O" NO.16	25	5	UNIDAD
82	TERMINAL TIPO "U" NO.12	25	5	UNIDAD
83	TERMOCUPLA TIPO "K" TUBO DE ACERO INOX.	5	2	UNIDAD
84	TERMOCUPLA TIPO "S" DE TUBO DE CERÁMICO	5	2	UNIDAD
85	TRASFORMADOR 120/60/6000	3	1	UNIDAD
86	VÁLVULA CHEK DE 1 ¼"	4	2	UNIDAD
87	VÁLVULA NEUMÁTICA 5/2 ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO	4	2	UNIDAD
88	VENTILADOR 220V.	2	1	UNIDAD

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 2.4.7. Desarrollo de indicadores operativos

Los indicadores operativos se describen a continuación:

#### 2.4.7.1. Eficiencia en hornos incineradores

La eficiencia en los equipos de incineración activos de la empresa nos sirve para medir la eficiencia de la máquina de incineración nos ayuda para la determinación de la capacidad productiva acorde a la disponibilidad de equipo, así como el rendimiento y la calidad de los desechos procesados y tratados adecuadamente.

#### **2.4.7.1.1. Calidad**

Ya que el proceso de tratamiento de desechos en este equipo es la incineración de los desechos que da como resultado la ceniza de los productos y todo aquel material ingresado al equipo es convertido en ceniza se toma en consideración que la calidad del proceso es de 100 %.

#### **2.4.7.1.2. Disponibilidad**

La disponibilidad de los equipos de incineración son los siguientes:

$$\text{Disponibilidad } H_2 = \frac{60,25 \text{ h}}{66,70 \text{ h}} = 0,90 = 90 \%$$

$$\text{Disponibilidad } H_3 = \frac{595,75 \text{ h}}{660,00 \text{ h}} = 0,90 = 90 \%$$

#### **2.4.7.1.3. Rendimiento**

Es la cantidad de desechos tratados durante el tiempo de funcionamiento del equipo.

$$\text{Rendimiento } H_2 = \frac{1,90 \text{ T}}{1,599 \text{ T}} = 0,84 = 84 \%$$

$$\text{Rendimiento } H_3 = \frac{3,30 \text{ T}}{2,395 \text{ T}} = 0,73 = 73 \%$$

#### **2.4.7.1.4. OEE equipos**

Es la eficiencia global del equipo de incineración el cual indica la efectividad de las maquinas utilizadas relacionando la calidad, disponibilidad y rendimiento.

$$\text{OEE } H_2 = 1 * 0,9 * 0,84 = 0,76 = 76 \%$$

$$\text{OEE } H_3 = 1 * 0,9 * 0,73 = 0,66 = 66 \%$$

#### **2.4.7.2. Eficiencia autoclave**

El proceso de tratamiento de desechos de la autoclave se enfoca en la esterilización por medio de inyección de vapor a alta presión y altas temperaturas para el tratamiento de los desechos.

##### **2.4.7.2.1. Calidad**

Considerando la finalidad del proceso de la autoclave, es la esterilización de los desechos hospitalarios a la cual se le realizan pruebas de funcionamiento del proceso de esterilización periódicamente lo que garantiza que se están tratando adecuadamente.

##### **2.4.7.2.2. Disponibilidad**

La disponibilidad en el equipo de autoclave es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad AU} = \frac{66,00 \text{ h}}{64,60 \text{ h}} = 0,97 = 97 \%$$

#### **2.4.7.2.3. Rendimiento**

El rendimiento del equipo de autoclave es:

$$\text{Rendimiento AU} = \frac{2,69 \text{ T}}{2,75 \text{ T}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.4.7.2.4. OEE equipo**

El indicador nos da el resultado siguiente:

$$\text{OEE AU} = 1 * 0,97 * 0,98 = 0,95 = 95 \%$$

#### **2.4.7.3. Eficiencia trituradora**

La eficiencia en el proceso de triturado se basa en la destrucción y reducción de volumen de materiales previamente esterilizados.

##### **2.4.7.3.1. Calidad**

El proceso de trituración consiste en la reducción de volumen de los desechos, el objetivo se basa no solo en la reducción de volumen sino también en que los residuos sean irreconocibles y tomando en cuenta que todos los productos que ingresan a la tolva son destruidos en su totalidad se considera la calidad de un 100 %

##### **2.4.7.3.2. Disponibilidad**

La disponibilidad del equipo es de:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{66,00 \text{ h}}{64,60 \text{ h}} = 0,97 = 97 \%$$

#### **2.4.7.3.3. Rendimiento**

El rendimiento del equipo es de:

$$\text{Rendimiento} = \frac{2,69 \text{ T}}{2,75 \text{ T}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.4.7.3.4. OEE equipos**

Por medio de los indicadores previamente calculados se determina que el OEE del área de triturado es de:

$$\text{OEE} = 1 * 0,97 * 0,98 = 0,95 = 95 \%$$

#### **2.4.7.4. Eficiencia *Ecosteryl***

La eficiencia del *Ecosteryl* se considera conforme a las necesidades del equipo considerando que es un equipo cuyo proceso es automático la eficiencia total es de:

#### **2.4.7.4.1. Calidad**

Este equipo es utilizado para la esterilización de desechos hospitalarios que no sean de origen patológico, este equipo nos brinda los residuos triturados irreconocibles y esterilizados apropiadamente, para lo cual se considera un 100 % en la calidad de los residuos obtenidos y adicionalmente se realizan pruebas bacteriológicas periódicamente.

#### **2.4.7.4.2. Disponibilidad**

La disponibilidad del equipo de tratamiento es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{66,00 \text{ h}}{64,60 \text{ h}} = 0,97 = 97 \%$$

#### **2.4.7.4.3. Rendimiento**

El rendimiento del equipo de tratamiento es el siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{2,69 \text{ T}}{2,75 \text{ T}} = 0,98 = 98 \%$$

#### **2.4.7.4.4. OEE equipo**

El indicador de eficiencia del equipo en base a los resultados anteriores es el siguiente:

$$\text{OEE} = 1 * 0,97 * 0,98 = 0,95 = 95 \%$$

#### **2.4.7.5. Comparación indicadores**

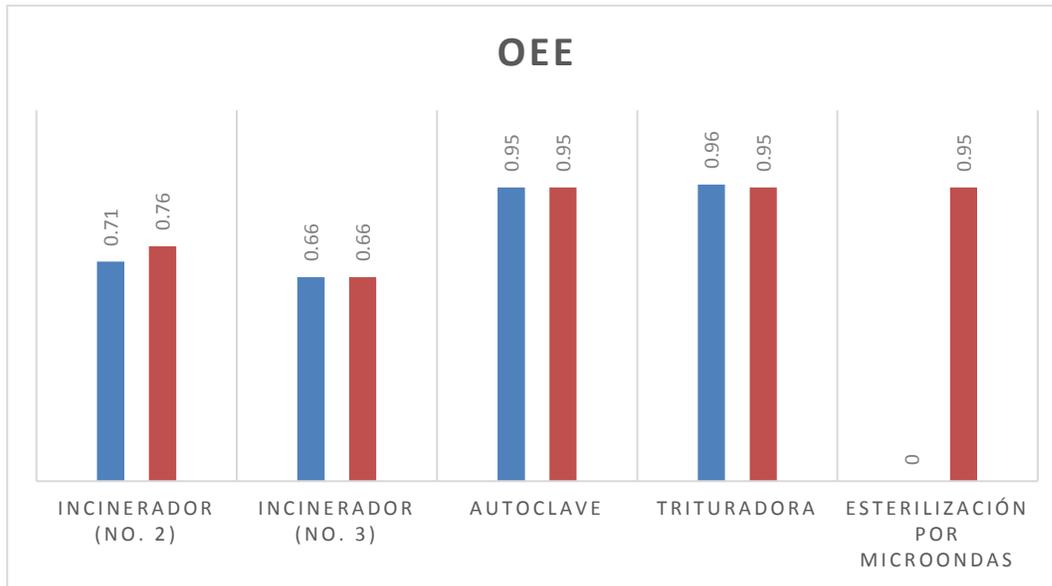
A continuación, se muestra la comparativa de los indicadores tomados en la sección

Tabla LXXXIII. **Comparativa de indicadores**

INDICADOR	INICIAL	FINAL
Incinerador (No. 2)		
Calidad	100 %	100 %
Disponibilidad	87 %	90 %
Rendimiento	82 %	84 %
<b>OEE</b>	<b>71 %</b>	<b>76 %</b>
Incinerador (No. 3)		
Calidad	100 %	100 %
Disponibilidad	90 %	90 %
Rendimiento	72 %	73 %
<b>OEE</b>	<b>66 %</b>	<b>66 %</b>
Autoclave		
Calidad	100 %	100 %
Disponibilidad	97 %	97 %
Rendimiento	98 %	98 %
<b>OEE</b>	<b>95 %</b>	<b>95 %</b>
Trituradora		
Calidad	100 %	100 %
Disponibilidad	98 %	97 %
Rendimiento	98 %	98 %
<b>OEE</b>	<b>96 %</b>	<b>95 %</b>
Esterilización por microondas		
Calidad	Fuera de funcionamiento	100 %
Disponibilidad		97 %
Rendimiento		98 %
<b>OEE</b>		<b>95 %</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Figura 8. Resumen OEE equipos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

## 2.5. Costo de la propuesta

En la tabla LXXXIV se presenta el costo de la propuesta.

Tabla LXXXIV. Costo de la propuesta

INSPECCIÓN DE TÉCNICO DE MANTENIMIENTO		
Costo promedio de mano de obra	16	Q/h
Número de equipos	7	equipos
Tiempo de inspección por equipo	1	hora
Inspecciones por mes	2	
Personal para inspección	1	Técnico
costo de inspección Técnico	Q 224,00	

Continuación de la tabla LXXXIV.

<b>INSPECCIÓN POR OPERARIO DE EQUIPO</b>		
Costo promedio de mano de obra	16	Q/h
Número de equipos	7	equipos
Tiempo de inspección por equipo	0,5	hora
Inspecciones por 1 semanal (4 al mes)	4	
Personal para inspección	1	operario
costo de inspección operativa	Q 224,00	
<b>MANTENIMIENTO OPERATIVO</b>		
Costo promedio de mano de obra	16	Q/h
Numero de operarios por jornada	10	operarios
Horas al mes (4 semanas) 1,5x semana	6	horas
Costo de mantenimiento operativo	Q 960	
<b>PAPELERÍA UTILIZADA EN INSPECCIONES</b>		
1 ciento de hojas para formatos de inspección	10	Q
Costo de impresión ambos lados = Q 0,25	25	
costo de papelería	Q 35	
<b>REUNIONES DE EQUIPO PERSONAL TÉCNICO Y OPERATIVO</b>		
Personas por reunión	5	Colaboradores
Tiempo de reunión 2 horas (2 mensuales)	4	Horas
Costo promedio de mano de obra	16	Q/h
costo de la reunión	Q 320	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LXXXV. **Resumen de costos**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO [Q]</b>
	<b>Mensual</b>
Costo de inspección mantenimiento	Q 224,00
Costo de inspección operativa	Q 224,00
Costo de mantenimiento operativo	Q 960,00
Costo de papelería	Q 35,00
Costo de reuniones	Q 320,00
<b>Costo total</b>	<b>Q 1 763,00</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN, DOCUMENTAR LOS PROCESOS DEL ÁREA DE HORNOS**

#### **3.1. Situación actual del área de operaciones**

El área de operaciones de la planta de tratamiento de desechos es la encargada de la recepción y tratamiento adecuado de cada uno de los desechos ingresados. Para eso, es necesaria la clasificación de los distintos tipos de desechos. principalmente se dividen en dos siendo del tipo industrial y hospitalario.

El área de operaciones es la encargada de la identificación de desechos y la encargada de aplicar un tratamiento adecuado, para esto se tienen distintas áreas de tratamiento; en el caso de residuos industriales se cuenta con el área de tratamiento para bombillas y lámparas, tratamiento de aerosoles, incineración y trituración, en el caso de hospitalario se cuentan siempre con los incineradores y *Ecosteryl*, acorde al tipo de residuo que se tenga así será la necesidad del proceso de esterilización a utilizar.

El principal equipo para tratamiento es la incineración debido a las grandes cualidades que posee este proceso ya que es apto para casi todo tipo de desecho siempre que no sea explosivo, de ser así deberá pasar por un tratamiento previo al tratamiento final para su esterilización final.

El proceso de incineración nos brinda características como la esterilización no solo de bacterias, sino que también de gases producidos durante su incineración, el resultado de este proceso nos brinda de un 80 % hasta un 95 %

de reducción de volumen y una alta calidad en la esterilización de las cenizas producto de la incineración por ello es el proceso más utilizado para el tratamiento de los desechos.

### **3.1.1. Diagnóstico del área de operaciones**

El área de operaciones cuenta con tres jornadas de trabajo las durante las cuales se realiza el tratamiento de los desechos según la necesidad de estos, para la identificación de las condiciones del área de operaciones se realizaron inspecciones visuales de campo, en estas se documentó cada una de las distintas acciones realizadas para el desarrollo de las labores.

Adicionalmente se realizan entrevistas estructuradas o no estructuradas a los operarios y supervisores acorde a las necesidades observadas durante las inspecciones.

Con lo que se llega al desarrollo del análisis de las características más importantes del área de operaciones obteniendo lo siguiente:

#### **3.1.1.1. Análisis FODA**

El análisis FODA de la planta de tratamiento de desechos de la empresa es el siguiente:

##### Fortalezas

- Excelente disposición de trabajo en equipo, entre jornadas de trabajo.
- Proceso poco técnico y altamente competitivo.
- Personal constantemente capacitado.

- Procesos ajustables acorde a la necesidad de clientes o desechos.
- Baja resistencia al cambio por parte del personal.

#### Oportunidades

- Automatización de procesos de tratamiento de desechos.
- *Outsourcing* para capacitación del personal operativo.
- Adaptación a nuevos métodos de tratamiento de desechos.
- Incremento de la demanda de los servicios de tratamiento de desecho.

#### Debilidades

- Alta rotación del personal del área operativa.
- Operadores con bajo o sin conocimientos de los equipos de trabajo.
- Tiempos muertos por mala coordinación.
- No se tiene método definido en las tres distintas jornadas.

#### Amenazas

- Costo del GLP variable según costo internacional.
- Que factores ambientales dañen la infraestructura vial del país y retrase rutas de recolección de desechos.
- Retraso en autorización de clientes para destrucción de los desechos. (destrucciones controladas).
- Cambios en la legislatura que impidan o requieran cambios en el proceso de tratamiento de desechos.

Tabla LXXXVI. **Matriz de estrategias**

<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIA FO</b></p> <p>Desarrollar nuevos métodos de manejo de desechos que permitan garantizar la seguridad del personal en el manejo de desechos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIA DO</b></p> <p>Estandarizar los procedimientos de cada etapa de tratamiento, mejorando la coordinación y facilidad de aprendizaje de los operarios.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIA FA</b></p> <p>Mejorar la coordinación con clientes para autorización de destrucción de desechos. mejorando así la eficiencia del GLP usado para el tratamiento.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIA DA</b></p> <p>Establecer un calendario de tratamiento de desechos que permita disminuir tiempos muertos coordinando con los clientes las fechas para tratamiento de sus desechos.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.1.2. Diagnóstico del área de hornos incineradores**

El área de hornos incineradores es la encargada de dar tratamiento a una gran cantidad de tipos de desechos, el resultado de la incineración son cenizas estériles y desechos irreconocibles listos para su disposición final.

Los equipos de incineración operan con personal asignado diariamente el cual es rotado según la necesidad o indicación del supervisor de turno. El personal asignado es el encargado de las tareas de carga, incineración, descarga de los equipos de incineración.

Se ha detectado diferentes situaciones en el área de hornos incineradores como lo es la propagación de partículas de ceniza en planta, esto ocurre al

momento de la descarga y enfriamiento de la ceniza para su transporte al área correspondiente.

Las tareas de los operadores son coordinadas por medio de los supervisores de turno, quienes se encargan de dirigir las acciones de recepción de producto y tratamiento de desechos, las tareas son expuestas de manera verbal a los operadores de turno.

### **3.1.2.1. Análisis de cinco razones del proceso de incineración**

- ¿Por qué emplear el proceso de incineración para tratamiento de desechos?

Porque es posible aplicar a una gran diversidad de desechos ya sea de origen hospitalario o industrial, el cual consiste en un tratamiento de desechos a alta temperatura empleando una combustión completa hasta llegar a su conversión a cenizas. Garantiza cenizas estériles, reducción de volumen y peso entre otros beneficios, sin dejar de ser un proceso altamente competitivo

- ¿Por qué usar equipos especiales de incineración?

Esto es necesario debido a que estos están contruidos para que den tratamiento a los desechos sólidos y gases producidos por la combustión de los desechos, la cámara de combustión se opera a temperaturas de 800°C mientras que la de postcombustión a 1 300 °C en donde se le da tratamiento a la emisión de dioxinas y furanos producidos en la combustión, se tiene una retención de gases en cámara de postcombustión de dos segundos para el tratamiento de gases. Adicionalmente los gases de combustión pasan por un baño de cal que permite la disminución de gases ácidos producto de la incineración, así

como una disminución de temperatura, previo a pasar por los filtros de mangas que retienen todo tipo de partículas para poder expulsar los gases al ambiente.

- ¿Por qué se dice que la incineración es apta para una gran cantidad de desechos si existen materiales que no son inflamables?

Esto se da porque no todos los desechos arden con facilidad, pero poseen un punto de incineración el cual es inferior a la temperatura de la cámara de combustión, por ello es posible la incineración de casi todo tipo de material, es necesario la utilización clasificación y mezcla de desechos o pretratamientos a desechos líquidos para evitar que estos ingresen directamente a cámara de combustión haciendo que dificulten el proceso de combustión.

- ¿Por qué clasificar y mezclar los desechos antes de ingresar a la cámara de incineración?

Es de gran importancia la clasificación y mezcla de los desechos ya que el equipo está diseñado a trabajar bajo un porcentaje humedad de los desechos a pesar que si los desechos son completamente secos se incineran con mayor facilidad esto eleva la temperatura de la cámara de combustión lo que daña el material refractario del equipo y acelera los gases de combustión lo que no garantiza el tratamiento de los gases de combustión por ello es necesario realizar una mezcla adecuada de los desechos antes de iniciar la incineración.

- ¿Por qué decir que el proceso de incineración es un proceso competitivo?  
A pesar de que es necesario de un gran control y seguimiento para el tratamiento de desechos por este medio es importante considerar que por medio de este proceso se le puede dar tratamiento a una gran variedad de

desechos, considerando que en planta de tratamiento ingresan diversos desechos, acorde los clientes es necesario de una tecnología que permita brindar este servicio. Por medio de estos equipos se le da tratamiento a una gran cantidad de desechos en simultaneo según las necesidades de los clientes.

### **3.1.2.2. Proceso actual de carga de hornos**

Consiste en los pasos desarrollados por el ayudante de hornos para clasificar y seleccionar el método de carga de los productos para su ingreso a la cámara de combustión en esta etapa de identifican los tipos de productos que se ingresarán a la tolva de carga, del equipo. Analizando su humedad y composición para mejorar el proceso de combustión de los productos.

Etapa de carga del horno se realiza cada hora en el caso del horno dos y cuarenta y cinco minutos en el caso del horno tres en los que se ingresan 250 kg de producto aproximadamente los cuales se subdividen en tres sub-cargas por dimensiones de la tolva de carga del equipo, el tiempo entre sub-cargas es únicamente el tiempo que se tarda en cargar la tolva y accionar los mecanismos hidráulicos del equipo.

#### **3.1.2.2.1. Descripción**

En la tabla LXXXVII se presenta el proceso de carga de horno incinerador.

Tabla LXXXVII. **Proceso de carga de horno incinerador**

		<b>PROCESO DE CARGA DE HORNO INCINERADOR</b>	PAGINA: 1 de 1
<b>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</b> PROCESO: operaciones			Fecha: agosto del 2018
PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN	
Preparación de producto	Ayudante de horno	El ayudante es encargado de retirar el flejado de las tarimas, lo corta con ayudada de una cuchilla hasta dejar el producto descubierto.	
Revisión y clasificación de producto	Ayudante de horno	Es el encargado de la revisión del producto que se procesará, únicamente verifica el tipo de producto que se destruirá, si es sólido o líquido.	
Selección de producto	Ayudante de horno	Se trata de la selección de productos, si es posible o necesario el mezclar entre distintos productos ya sea por humedad o tipo de combustión.	
Llenado de tolva de carga	Ayudante y encargado de horno	Se introduce dentro de la tolva del cargador materiales a tratar, lo realiza de manera ordenada y en la cantidad adecuada. El principal responsable es el ayudante, el encargado apoya parcialmente durante el proceso.	
Inspección de carga	Ayudante de horno	Realiza una breve inspección del estado de la carga que esta se encuentre bien apilada y que sea una carga completa para el horno.	
Sube cargador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del sistema de carga hidráulico es el tiempo en que tarda la tolva del cargador llegar a su posición más alta.	
Prepara para descargar	Encargado de horno	Se coloca en posición para vaciar la tolva del cargador en la tolva del empujador.	
Demora	Ayudante de horno	Tiempo en que el ayudante espera a que se vacíe el contenido de la tolva del cargador	
Vaciado de cargador	Encargado de horno	Se encarga de vaciar la tolva del cargador, con ayuda de una barra con estilo de rastrillo acomoda el producto en la tolva del empujador.	
Baja cargador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del cargador hidráulico, este tiempo es el necesario para que el cargador de desechos regresa a su posición original.	
Sube cortina	Ayudante de horno	Etapa de manipulación de hidráulico donde el operario sube la compuerta de carga (cortina) del horno incinerador.	

Continuación de la tabla LXXXVII.

Ingreso del empujador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del hidráulico, el operario acciona el dispositivo que ingresa el producto dentro de la cámara de combustión, en este proceso se encuentra atento a posibles atascos por producto suelto.
Salida del empujador	Ayudante de horno	Tiempo en que el sistema hidráulico del equipo se tarda en regresar el empujador a su posición de carga.
Baja cortina	Ayudante de horno	Etapa en que el operario acciona el mecanismo para que baje la compuerta de carga de equipo (cortina).

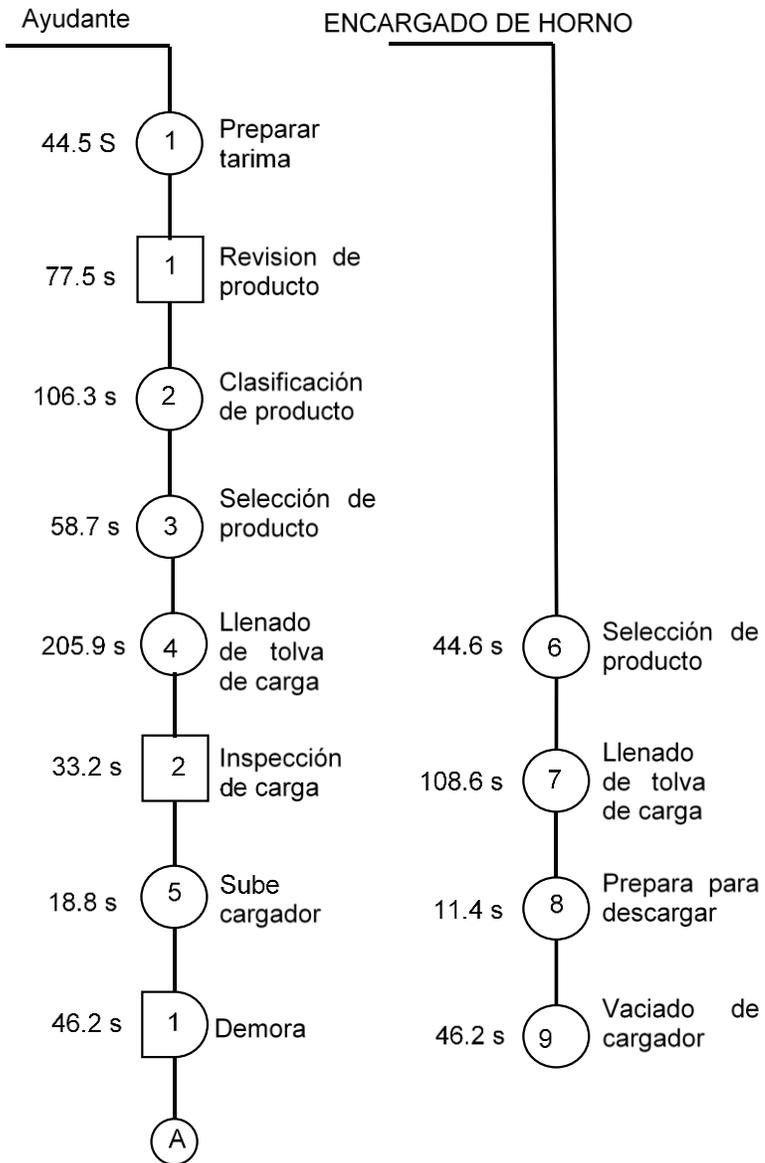
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.1.2.2.2. Diagrama de operaciones de carga de horno**

A continuación, en la figura 9 se presenta el diagrama de operaciones de carga de horno.

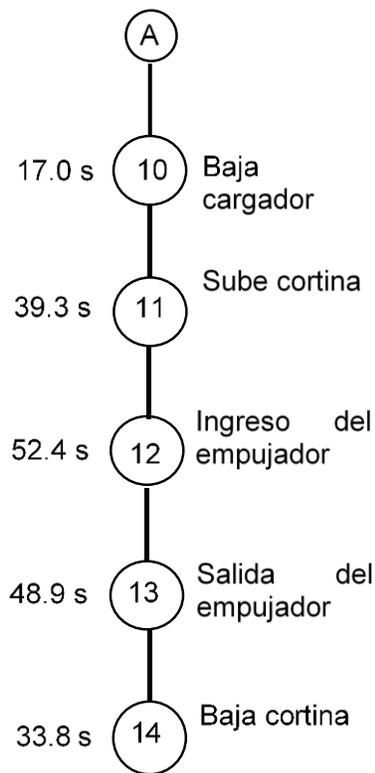
Figura 9. **DOP proceso de carga de horno**

DOP PROCESO DE CARGA DE HORNO		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: incineración	Pág.: 1-2
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	19/11/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Actual



Continuación de la figura 9.

DOP PROCESO DE CARGA DE HORNO		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: incineración	Pág.: 2-2
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA 19/11/2018
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Actual



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	14	836,4	13,94
<b>INSPECCIÓN</b>	□	2	110,7	1,84
<b>DEMORA</b>	D	1	46,2	0,77

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.1.2.2.3. Identificación de formatos de control de proceso de carga

En la tabla LXXXVIII se presenta el formato de control de proceso de carga.

Tabla LXXXVIII. **Formatos de control de proceso de carga**

<b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	OPERACIÓN POR EQUIPO	EMISIÓN VERSIÓN VENCIMIENTO
PROCESO: OPERACIONES		CÓDIGO:
AUTOCLAVE <input type="radio"/> TRITURADORA <input type="radio"/> HORNO 2 <input type="radio"/> HORNO 3 <input type="radio"/> HORNO 4 <input type="radio"/> ECOTERYL <input type="radio"/>		
KG. HOSPITALARIOS: _____	FECHA: _____	
KG. INDUSTRIAL: _____	HORA INICIO: _____	
KG. FARMACÉUTICO: _____	HORA FINAL: _____	
KG. AGRÍCOLA: _____	ENCARGADO DE TURNO: _____	
TOTAL KG. PROCESADOS <input style="width: 50px;" type="text"/>	CÓDIGO SISTEMA: _____	
<b>SUMATORIA CONTENEDORES HOSPITALARIOS</b>		
SUMA DE HOSPITALARIO PROCESADO	No. CONTENEDORES	TONELADAS DE CENIZA:
1		HOSPITALARIO: _____ INDUSTRIAL: _____ HOMBRES: _____ HORAS EXTRAS: _____ HORAS HORNO: _____
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
<b>PROCESO EXTRA</b>		
		CLIENTE    PROCESO    PESO
10		
11	1	
12	2	
13	3	
14	4	
15	5	
<b>TOTAL</b>		<b>SUMA PROCESO EXTRA</b>
	<b>SUMATORIA INDUSTRIAL:</b>	<b>COMENTARIOS:</b> _____
1		
2		
3		
4		
5		
<b>TOTAL</b>		
	<b>SUMATORIA FARMACÉUTICO:</b>	
1		
2		
3		
4		
5		
<b>TOTAL</b>		
	<b>SUMATORIA AGRÍCOLA:</b>	
1		
2		
3		
4		
5		
<b>TOTAL</b>		

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### **3.1.2.3. Proceso actual de incineración de los desechos**

El proceso de incineración es realizado para el tratamiento de residuos sólidos para disminuir su volumen para su disposición final, este proceso se realiza para en el equipo en sus dos cámaras de combustión, en este proceso se busca mantener temperaturas de 800 °C en la cámara primaria del equipo en la cual se realiza el proceso de combustión de los residuos, en esta etapa el proceso el material que puede incinerarse queda como ceniza en el fondo de la cámara de combustión y pasan a la cámara de postcombustión la material volátil y gases los cuales son tratados en cámara de postcombustión, donde se realiza el tratamiento a los gases de combustión y se realiza la separación de moléculas de gases realizando la destrucción de todo tipo de contaminante al ambiente.

#### **3.1.2.3.1. Descripción**

En la tabla LXXXIX se presenta el proceso de incineración.

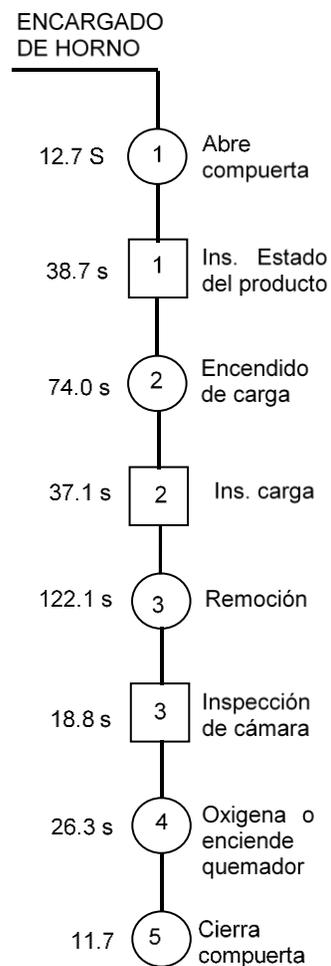
Tabla LXXXIX. **Proceso de incineración**

		<b>PROCESO DE INCINERACIÓN</b>	PAGINA: 1 de 1
PROCESO: operaciones			Fecha: agosto del 2018
PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	Descripción	
Abre compuerta	Encargado de horno	En esta etapa el encargado de horno abre la compuerta que accede a la cámara primaria.	
Inspección Estado del producto	Encargado de horno	Inspección de la carga del producto, esta debe estar distribuida en la cámara de combustión del equipo.	
Encendido de carga	Encargado de horno	Se tienen dos opciones, que se encuentre el horno ya cargado por lo que el nuevo producto encenderá automáticamente. O que sea necesario activar el quemador del equipo.	
Inspección Carga	Encargado de horno	Visualiza la carga, esta debe estar completamente encendida, es necesario ver que no se encuentren zonas apagadas.	
Remoción	Encargado de horno	Etapa en la cual el encargado de horno con ayuda del Tenedor (varilla de acero) distribuye uniformemente la carga en la cámara de combustión.	
Inspección de cámara	Encargado de horno	El encargado visualiza que el producto se encuentre completamente encendido, de lo contrario o busca ingresar producto que encienda fácilmente o mueve nuevamente la carga.	
Oxigenación o encendido quemador	Encargado de horno	Enciende el sistema de oxigenación del equipo.	
Cierra compuerta	Encargado de horno	El operario cierra la compuerta de la cámara de combustión.	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Figura 10. Diagrama de operaciones de incineración

DOP PROCESO DE INCINERACIÓN		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: incineración	Pág.: 1-2
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	19/11/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Actual



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	5	246,8	4,11
<b>INSPECCIÓN</b>	□	3	55,9	0,93

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### **3.1.2.3.2. Identificación de puntos críticos del proceso de incineración**

Considerando el proceso de incineración desde el momento en que ingresa el material dentro de la cámara de combustión hasta su combustión completa, en este proceso los materiales reducen su volumen en un 90 % quedando como cenizas. Este proceso tiene distintos puntos que se deben analizar acorde a las necesidades del producto incinerado, como lo es la oxigenación que se necesita en el horno para evitar que este agilice demasiado los gases provocando bajas temperaturas en la cámara de postcombustión o una deficiente oxigenación solo genera una combustión incompleta lo que provoca emisiones generadas por el equipo. Lo que genera saturación en los filtros del equipo.

- Necesidad de quemadores para encendido de producto.
- Cantidad de oxigenación.
- Cantidad de carga en el equipo.
- Tiempo de incineración.

### **3.1.2.4. Proceso actual de descarga de ceniza del horno incinerador**

Proceso de gran importancia durante el proceso de incineración ya que se acumula conforme se procesan productos, por lo que es necesario su consideración ya que entre más ceniza se encuentre dentro de la cámara de combustión menos producto se podrá ingresar dentro de esta. Pero es necesaria tenerla dentro del equipo para garantizar su tratamiento y para mantener la temperatura del equipo ya que los productos necesitan de un tiempo para su destrucción total, esta misma ayuda durante el encendido del nuevo producto que

se ingresa al equipo. Esta descarga se realiza conforme la disposición de supervisor y encargado del horno, aproximadamente se realiza la descarga del equipo cada cuatro horas de producción siendo un promedio de dos descargas por turno de trabajo.

### 3.1.2.4.1. Descripción

En la tabla XC se presenta el proceso de descarga de ceniza.

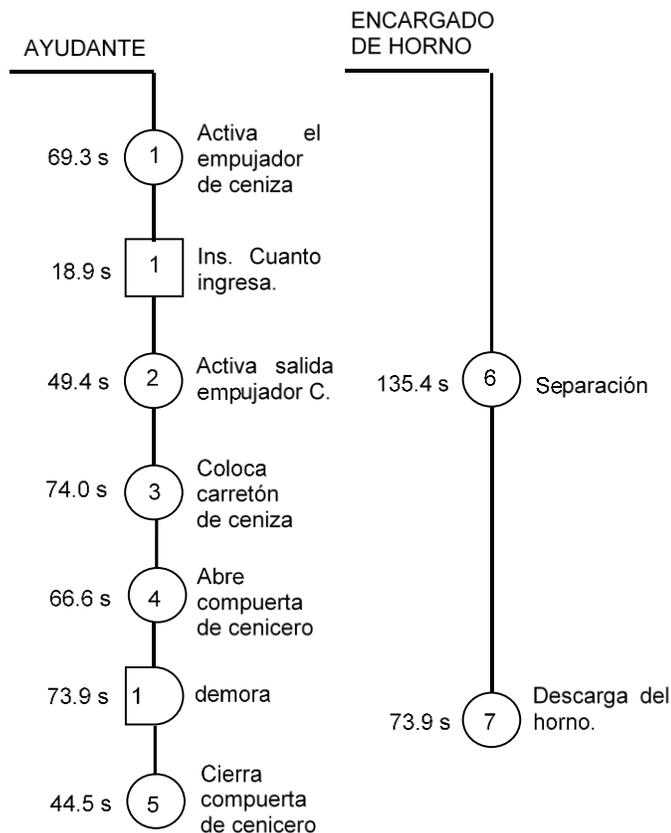
Tabla XC. **Proceso de descarga de ceniza**

<b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS PROCESO: operaciones		<b>PROCESO DE DESCARGA DE CENIZA</b>	PAGINA: 1 de 1 Fecha: agosto del 2018
PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	Descripción	
Activa empujador de ceniza	Ayudante	Etapa del accionamiento hidráulico del equipo, ingresa el empujador de ceniza el cual se encarga de llevar la ceniza de la cámara de combustión a la compuerta de descarga de ceniza.	
Ins. Cuanto ingresa	Ayudante	Visualiza la cantidad del empujador de ceniza ingresa completamente en la cámara de combustión, puede ingresarse parcialmente en la cámara, depende de la condición del equipo.	
Activa salida de empujador de ceniza	Ayudante	Acciona el sistema hidráulico hasta llevar el empujador de ceniza a su posición original.	
Coloca carretón de ceniza	Ayudante	El operario posiciona el carretón bajo la compuerta de descarga de ceniza del equipo.	
Abre compuerta de cenicero	Ayudante	El cenicero es de accionamiento neumático, para ello el operario activa la electroválvula para la descarga de ceniza.	
Demora	Ayudante	Espera a que el encargado de horno realice la extracción de la ceniza de la cámara de combustión.	
Cierra compuerta de cenicero	Ayudante	Accionamiento neumático, activa el sistema para cerrar el cenicero.	
Separación	Encargado de horno	Con ayuda del tenedor el operario trata de separar la ceniza del producto parcialmente encendido, ya que la ceniza se encuentra en la parte más baja, el operario empuja la parte superior que se encuentra encendida.	
Descarga de horno	Encargado de horno	Con ayuda del tenedor el operario golpea levemente la ceniza para que caiga hacia el carretón de extracción.	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Figura 11. Diagrama de operaciones de descarga de ceniza

DOP PROCESO DE DESCARGA DE CENIZA		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: incineración	Pág.: ½
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Descarga	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	Noviembre/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Actual



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	7	513,1	8,55
<b>INSPECCIÓN</b>	□	1	18,9	0,32
<b>DEMORA</b>	D	1	73,9	1,28

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

#### **3.1.2.4.2. Identificación de puntos críticos del proceso de descarga de ceniza**

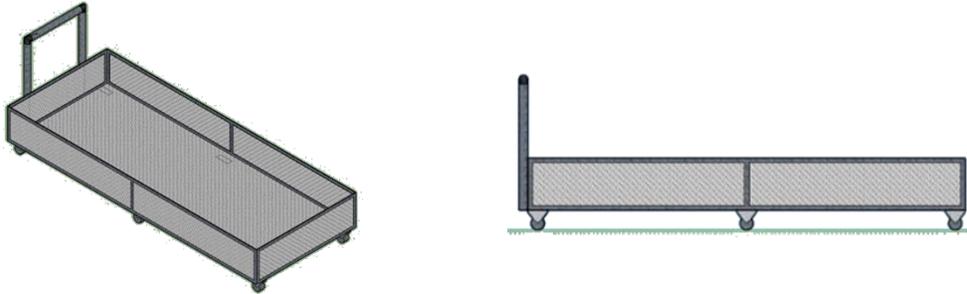
En el proceso de descarga de ceniza se considera desde que el encargado de horno analiza de manera cualitativamente que es necesario realizar la descarga, para ello empuja todo el material hacia la parte frontal de la cámara de combustión. En este proceso en el cenicero se acumula la ceniza y material en proceso de incineración para lo cual es necesario que el encargado de hornos separe para poder realizar la descarga del equipo. Durante el proceso de descarga se consideran los siguientes puntos.

- Material en proceso de incineración dentro de cámara.
- Cantidad de ceniza a descargar.
- Producto en proceso de incineración en la descarga.

#### **3.1.2.5. Proceso actual de manejo y extracción de ceniza**

Este proceso se lleva a cabo con la ceniza extraída del horno, la ceniza sale del equipo a temperaturas de 180 °C a 200 °C y en producto encendido a temperaturas de 400 °C a 500 °C por lo que es necesario el apagar las llamas que se encuentran en las cenizas para disminuir la temperatura que expulsa el carretón de ceniza, hasta terminar con traspaso de la ceniza a toneles para su facilidad de movilización y transporte para su disposición final.

Figura 12. Carretón usado en extracción



Fuente: elaboración propia, empleando Sketch.Up 2018

### 3.1.2.5.1. Descripción

En la tabla XCI se presenta el proceso de manejo y extracción de ceniza.

Tabla XCI. Proceso de manejo y extracción de ceniza

 PROCESO: operaciones		Proceso de manejo y extracción de ceniza	PAGINA: 1 de 1
			Fecha: agosto del 2018
PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	Descripción	
Retira carretón	Ayudante	El operario retira el carretón de la parte inferior de la compuerta del cenicero del equipo. Lo moviliza a un área segura para su manejo.	
Apagado de llamas	Ayudante	Se utiliza agua para apagar las llamas que se tienen en la ceniza extraída del equipo.	
Ins. Estado de ceniza	Ayudante	Se busca los restos de producto a medio incinerar y se apartan para su reingreso a cámara de combustión.	
Enfriamiento de ceniza	Ayudante	Se emplea agua para disminuir la temperatura de las cenizas, estas salen a temperaturas de 180°C a 200°C por lo que para su manejo es necesario bajar la temperatura.	

Continuación de la tabla XCI.

Inspección de ceniza	ayudante	Visualiza que no existan productos sin procesar, para su traspaso a toneles para su fácil movilización.
Llenado de toneles	Ayudante	Etapa en el que operario se encarga de palear la ceniza del interior del carretón a toneles para su transporte.
Transporte a área de ceniza	Ayudante	El operario moviliza los toneles hacia el área de ceniza para su transporte hacia el relleno sanitario correspondiente.

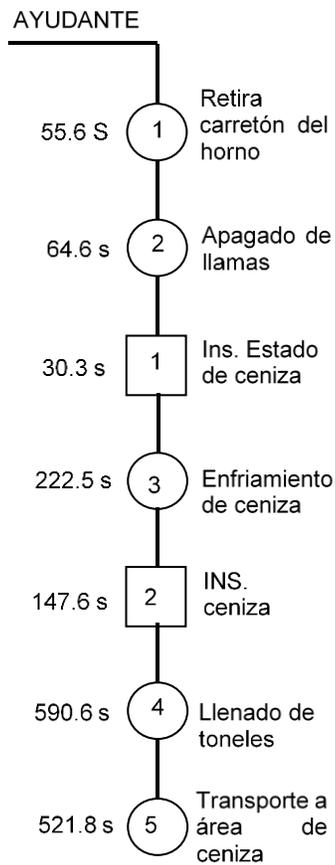
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.1.2.5.2. Diagrama de operaciones del manejo de extracción de ceniza**

En la figura 13 se presenta el Diagrama de operaciones del manejo de extracción de ceniza.

Figura 13. **DOP proceso de manejo y extracción de ceniza**

DOP PROCESO DE MANEJO Y EXTRACCIÓN DE CENIZA			
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Bodega 3	Pág.: ½	
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA	
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	19/11/2018	
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Actual	



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	5	1 455,1	24,25
<b>INSPECCIÓN</b>	□	2	177,9	2,96

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.1.2.5.3. Identificación de formatos de control de manejo y extracción de ceniza

En la figura 14 se presenta el control de toneles de ceniza.

Figura 14. Control toneles de ceniza

 <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small> PROCESO: OPERACIONES	CONTROL TONELES DE CENIZA PLANTA	EMISIÓN VERSIÓN VENCIMIENTO CÓDIGO: FECHA: _____
--	-------------------------------------	--

HORNO 2:

HORNO 3:

HORNO 4:

**Turno 1**

Hora de Evacuación	Operador	No. Toneles	Total Toneles	Supervisor

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**Turno 2**

Hora de Evacuación	Operador	No. Toneles	Total	Supervisor

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**Turno 3**

Hora de Evacuación	Operador	No. Toneles	Total	Supervisor

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

F. \_\_\_\_\_  
 Nombre  
 Proceso  
 Responsable del documento

Fuente: elaboración propia, con información de ECOTERMO.

### **3.2. Documentación de proceso de incineración de la empresa**

El proceso de incineración por parte de los equipos utilizados en la planta de tratamiento de desechos de Eco Termo de Centroamérica S.A. de la marca TKF cuentan con licencias norteamericanas e incluyen cámara de combustión y postcombustión por medio de las cuales se les da un adecuado tratamiento a los desechos destruyendo todo tipo de contaminante al ambiente.

Los hornos cuentan con las secciones de tratamiento como lo son:

- Cámara de combustión.
- Cámara de postcombustión.
- Extractor de ceniza.
- Cargador hidráulico.
- Enfriador de gases.
- Filtros de mangas.
- Extractor de gases de combustión.
- Chimenea de acero inoxidable.

Este proceso tiene como finalidad el tratamiento de desechos de origen hospitalario ya sea del tipo común o patológico, también de desechos producidos por industria. Para lo cual el equipo cuenta con las cámaras de combustión acoladas en donde se realiza el proceso de incineración, esto se realiza con el proceso de incineración por medio de aire controlado para conseguir la efectividad en el proceso de incineración de residuos, por lo que las características contra la contaminación de estos equipos se garantizan por la temperatura de tratamiento entre las dos cámaras de combustión.

El concepto de aire controlado que se busca que los equipos tengan el aire necesario para realizar una combustión y tratamiento térmico adecuado a todos los productos incinerados. La finalidad del aire controlado es introducir menor aire del necesario para su combustión para que se consiga una liberación baja de calor que dé como resultado la retención de gases de la cámara de postcombustión que permita aumentar su temperatura y dar un tratamiento a los gases de combustión.

Ya que para el adecuado tratamiento de los desechos la temperatura de la cámara de combustión no debe de sobrepasar los 900 °C, con el fin de minimizar la producción de óxidos de nitrógeno e incrementar la durabilidad del equipo. Mientras que la cámara secundaria por el efecto de acumulación de gases debe mantener temperaturas de los 1 300 °C para a esterilización de los gases de combustión ya que así se completan las reacciones de oxidación de la fracción volátil de los materiales provenientes de la cámara primaria.

### **3.2.1. Carga de hornos**

Proceso de gran importancia ya que en este punto se inicia el proceso de incineración en los equipos el supervisor debe ser el encargado de indicar la proporción de materiales ingresados a la tolva de carga para su ingreso al horno. Esto debido a la necesidad de mantener producto húmedo dentro de la cámara de combustión, ya que con esto permite el mantener controladas las temperaturas.

Por ello será de gran importancia que se coordine de mantener humedades de un 20 % hasta un 40 % en el producto ingresado a cámara de combustión. Ya que una mayor humedad dificulta el proceso de incineración apagando las llamas de la cámara de combustión y generando emisiones en el proceso, y mantener

una combustión sin líquidos aumenta grandemente la temperatura de las cámaras acelerando los gases de combustión y afectando el proceso de tratamiento de gases producido por la cámara de postcombustión.

Se propone que no se realicen cargas de 250 Kg. Cada hora o 45 minutos según equipo, sino que se realicen cargas constantes cada 30 minutos de 200 a 220 Kg todo el tiempo de producción, disminuyendo la cantidad de material dentro de la cámara de combustión.

Lo que se pretende es mejorar la dosificación del material ingresado al equipo. Se propone ingresos de aproximadamente 125 Kg. Cada 15 minutos a cámara de combustión, lo que contribuiría con:

- Mejora del flujo del proceso de carga de equipo.
- Material en tratamiento en cantidades constantes.
- Con menor cantidad de material dentro del equipo se controlarán mejora las temperaturas.
- Diminución de emisiones por facilidad de incineración. Se busca la mejora del proceso de combustión, mejorando la dosificación aumentando la rapidez de incineración de los residuos.
- Disminución de consumo de GLP ya que se mantendrá equipo cargado constante mente.

### **3.2.1.1. Procedimiento de carga de hornos**

En la tabla XCII se presenta el proceso de carga de horno incinerador.

Tabla XCII. **Proceso de carga de horno incinerador**

		<b>Proceso de carga de horno incinerador</b>	PAGINA:1 de 1
PROCESO: operaciones			Fecha: agosto del 2018
PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	Descripción	
Preparación de producto	Ayudante de horno	Retirar el flejado de las tarimas de producto a procesar.	
clasificación de producto	Ayudante de horno	Ayudante de horno identifica tipo de material a procesar y las proporciones	
Llenado de tolva de carga	Ayudante y encargado de horno	Se introduce en tolva de carga de manera ordenada los productos en las cantidades dispuestas. Por tolva de carga para el equipo.	
Inspección de carga	Ayudante de horno	Verifica que esta se encuentre completa y que nada tenga posibilidades de caer. <b>NO DEBE DE SOBRECARGAR LA TOLVA.</b>	
Sube cargador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del sistema de carga hidráulico es el tiempo en que tarda la tolva del cargador llegar a su posición más alta.	
Prepara para descargar	Encargado de horno	Se coloca en posición para vaciar la tolva del cargador en la tolva del empujador.	
Demora	Ayudante de horno	Tiempo en que el ayudante espera a que se vacíe el contenido de la tolva del cargador	
Vaciado de cargador	Encargado de horno	Operario únicamente jala el producto para su depósito en tolva del empujador. Reducción de tiempo al no sobrecargar.	
Baja cargador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del cargador hidráulico, este tiempo es el necesario para que el cargador de desechos regresa a su posición original.	
Sube cortina	Ayudante de horno	Etapa de manipulación de hidráulico donde el operario sube la compuerta de carga (cortina) del horno incinerador.	
Ingreso del empujador	Ayudante de horno	Etapa de manipulación del hidráulico, el operario acciona el dispositivo que ingresa el producto dentro de la cámara de combustión, en este proceso se encuentra atento a posibles atascos por producto suelto.	
Salida del empujador	Ayudante de horno	Tiempo en que el sistema hidráulico del equipo se tarta en regresar el empujador a su posición de carga.	
Baja cortina	Ayudante de horno	Etapa en que el operario acciona el mecanismo para que baje la compuerta de carga de equipo (cortina).	

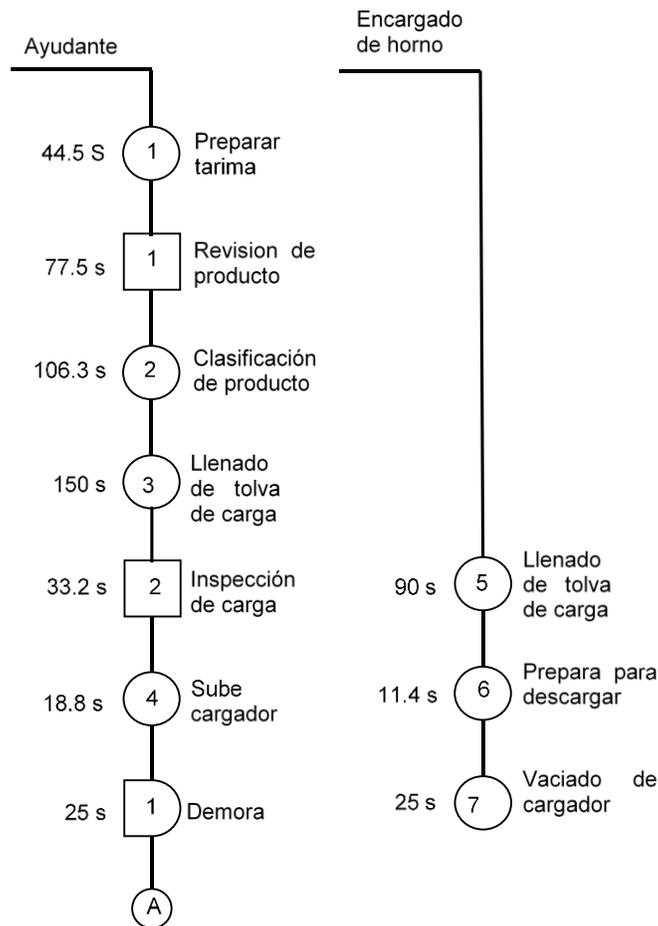
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 3.2.1.2. Diagrama de operaciones de carga de hornos

En la figura 15 se presenta el DOP proceso de carga de horno.

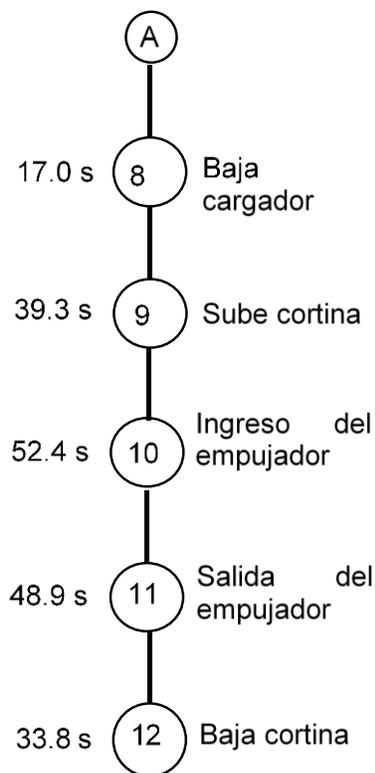
Figura 15. DOP proceso de carga de horno

DOP PROCESO DE CARGA DE HORNO		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Bodega 3	Pág.: ½
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	19/11/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: propuesto



Continuación de la figura 15.

DOP PROCESO DE CARGA DE HORNO		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Bodega 3	Pág.: 2/2
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	19/11/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: propuesto



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	12	637,4	10,62
<b>INSPECCIÓN</b>	□	2	110,7	1,85
<b>DEMORA</b>	D	1	25	0,42

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.2.1.3. Formato de control para cargas de hornos

En la tabla XCIII se presenta el formato de control para cargas de hornos.

Tabla XCIII. Formato de control para cargas de hornos

 <b>ECOTERMO</b> <small>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</small>	<b>OPERACIÓN POR EQUIPO</b>	<small>EMISIÓN</small> <small>VERSIÓN</small> <small>VENCIMIENTO</small>
		<small>CÓDIGO:</small>
<small>PROCESO: OPERACIONES</small>		

Equipo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Encargado de turno: \_\_\_\_\_

Total de kilogramos procesados

Materiales procesados									
No. Carga	Hospitalario		Industria		Farmacéutico		Agrícola		Hora
	Kilogramos	No. Cont.	Kilogramos	Manifiesto	Kilogramos	Manifiesto	Kilogramos	Manifiesto	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
<b>Total</b>									
OBSERVACIONES:									

\_\_\_\_\_  
Supervisor responsable del documento

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.2.2. Incineración**

Proceso en el que se busca mejora. Actualmente se ingresa la carga de 250 Kg. aproximadamente dentro de la cámara de combustión. Se encuentra procesando a una cantidad inferior a la establecida por el fabricante, por lo que se propone el aumentar la eficiencia del proceso de incineración mediante la mejora del flujo en la dosificación de materiales ingresados al equipo. Se tiene una gran cantidad de materiales distintos que se incineran y la humedad es un factor clave en el proceso de incineración. Los productos deben pasar un tiempo adecuado dentro de la cámara de combustión para que su humedad se vaporice y se puedan incinerar completamente los productos.

Se busca que los productos se enciendan completamente y que pasen un periodo adecuado de combustión antes de ingresar nuevamente producto al equipo.

#### **3.2.2.1. Procedimiento de incineración**

En la tabla XCIV se presenta el proceso de incineración.

Tabla XCIV. **Proceso de incineración**

<b>ECOTERMO</b> <i>MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</i>		<b>Proceso de incineración</b>		PAGINA: 1 de 1
PROCESO: operaciones				Fecha: agosto del 2018
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>RESPONSABLE</b>		<b>Descripción</b>	
Abre compuerta	Encargado	de	Operador abre la compuerta que accede a la cámara de combustión.	
Encendido de carga	Encargado	de	Tiempo que le toma al desecho enciende el desecho ingresado al equipo.	
Inspección Carga	Encargado	de	Visualiza la carga, esta debe estar completamente encendida, es necesario ver que no se encuentren zonas apagadas.	
Remoción	Encargado	de	Etapa en la cual el encargado de horno con ayuda del Tenedor (varilla de acero) distribuye uniformemente la carga en la cámara de combustión.	
Cierra compuerta	Encargado	de	El operario cierra la compuerta de la cámara de combustión.	

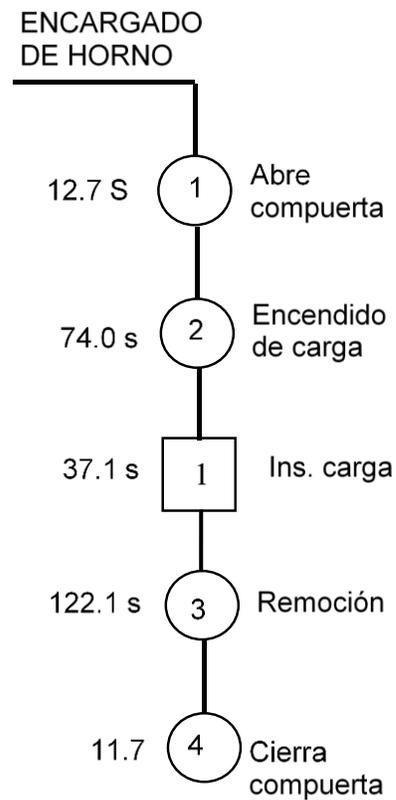
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 3.2.2.2. Diagrama de operaciones de incineración

En la figura 16 se presenta el DOP proceso de incineración.

Figura 16. **DOP proceso de incineración**

DOP PROCESO DE INCINERACIÓN		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Bodega 3	Pág.: 1/1
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA nov/2018
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: Propuesto



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	4	220,5	3,67
<b>INSPECCIÓN</b>	□	2	37,1	0,62

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### **3.2.3. Descarga de ceniza del incinerador**

Proceso necesario para mantener la capacidad de carga constante y sin tener acumulación de producto dentro del área de la cámara de combustión. Para esto se propone el establecer descargas de ceniza cada dos horas y media para que el producto tenga el tiempo suficiente dentro de la cámara de combustión para ser tratado, pero que se mantenga con una cantidad menor de ceniza. Esto permitirá mantener un flujo constante de ingreso a la cámara de combustión, pero sin disminuir la calidad en el tratamiento de los desechos.

La propuesta consiste en realizar una mayor cantidad de descargas de ceniza de menor tamaño para su facilidad de manejo y que permita mantener un ingreso constante de producto a la cámara de incineración ya que contará con material en proceso en todo momento, sin disminuir la calidad de tratamiento de los desechos.

#### **3.2.3.1. Procedimientos de incineración**

En la tabla XCV se presenta el proceso de descarga de ceniza.

Tabla XCV. **Proceso de descarga de ceniza**

<b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS PROCESO: operaciones		<b>Proceso de descarga de ceniza</b>	PAGINA: 1 de 1 Fecha: agosto/2018
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>Descripción</b>	
Activa empujador de ceniza	Ayudante	Ayudante del área se encarga de manipular el sistema hidráulico del equipo. Introduce el empujador de ceniza dentro del equipo.	
Ins. Cuanto ingresa	Ayudante	Visualiza la cantidad el empujador que ingresa y si este no presenta algún tipo de atasco.	
Activa salida de empujador de ceniza	Ayudante	Acciona el sistema hidráulico del equipo. Para que el pujador de ceniza salga de la cámara de combustión a su posición	
Coloca carretón de ceniza	Ayudante	El operario posiciona el carretón bajo la compuerta de descarga de ceniza del equipo.	
Abre compuerta de cenicero	Ayudante	Ayudante acciona la electroválvula para que abra la compuerta del cenicero.	
Demora	Ayudante	Tiempo que espera la descarga de la ceniza	
Cierra compuerta de cenicero	Ayudante	Accionamiento neumático, activa el sistema para cerrar el cenicero.	
Separación	Encargado de horno	Por medio del tenedor el operario trata de mantener el material en combustión dentro de la cámara primaria	
Descarga de horno	Encargado de horno	Operario presiona hacia abajo la ceniza que se encuentra apelmazada en la compuerta del cenicero para su descarga.	

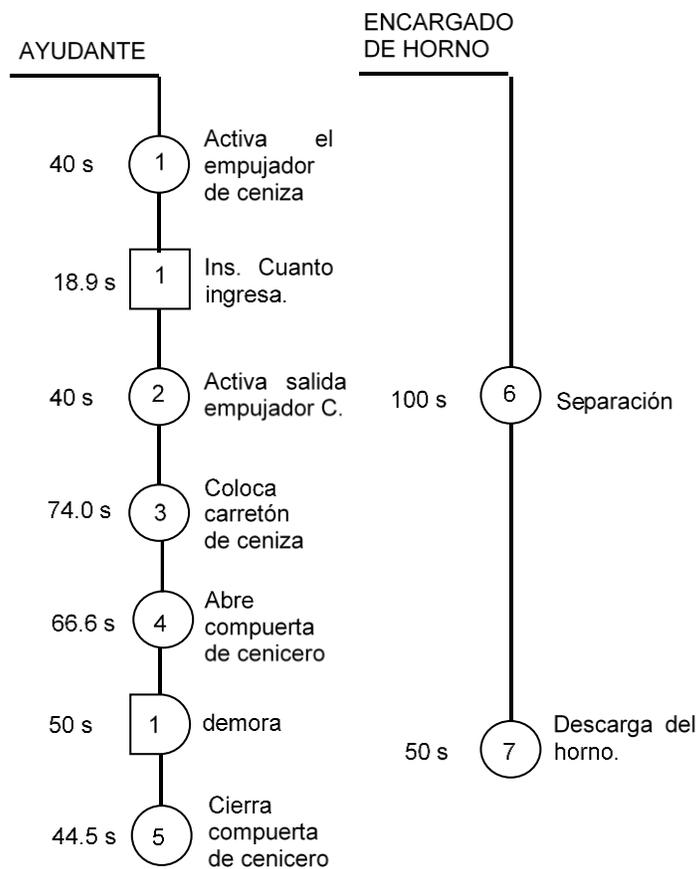
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 3.2.3.2. Diagrama de operaciones del proceso de descarga de ceniza

En la figura 17 se presenta el DOP proceso de descarga de ceniza.

Figura 17. **DOP proceso de descarga de ceniza**

DOP PROCESO DE DESCARGA DE CENIZA		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Horno 3	Pág.: ½
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Incineración	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	nov/2018
ELABORADO POR: Mynor Can	AUTORIZADO POR:	Met: propuesto



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	7	431,1	5,68
<b>INSPECCIÓN</b>	□	1	18,9	0,31
<b>DEMORA</b>	D	1	50	0,83

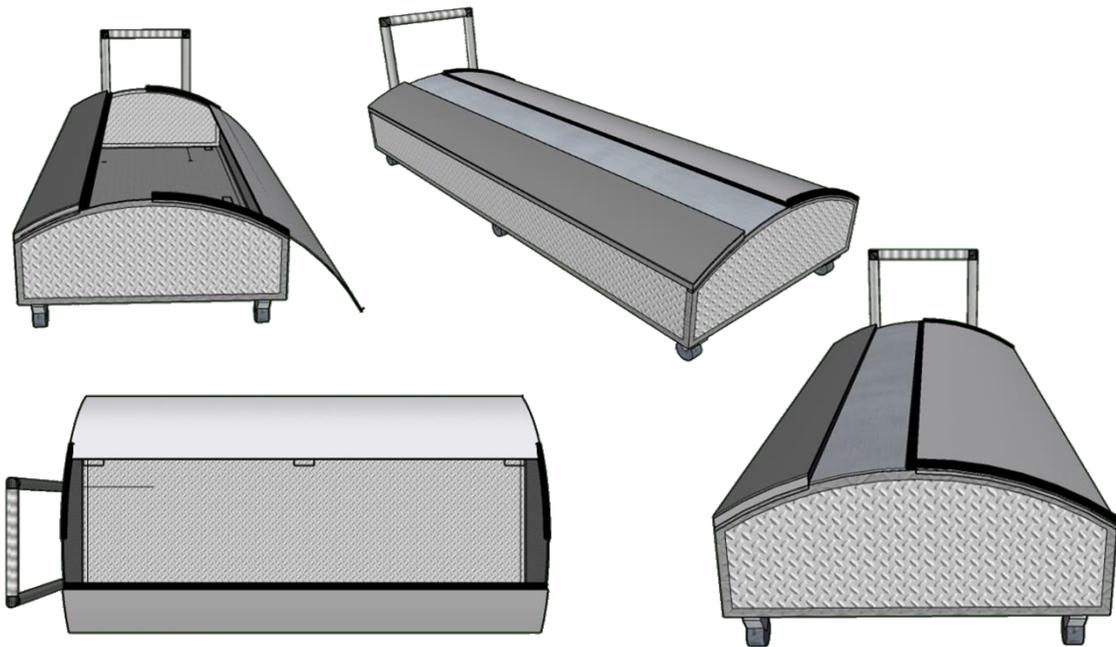
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.2.4. Manejo y extracción de ceniza

La mejora en el proceso de extracción y manejo de ceniza, este proceso tiene diversos factores que se deben considerar como la temperatura a la que sale del equipo o el tiempo necesario para la disminución de temperatura.

El tiempo para enfriamiento es variable dependiendo de la cantidad de líquido que se le agregue a la ceniza o bien el tiempo que se le deje para su enfriamiento. Para esto es necesario controlar la dispersión de partículas de ceniza que ocurren al momento de la extracción del equipo.

Figura 18. **Diseño de carretón propuesto**



Fuente: elaboración propia, empleando Sketch Up 2018.

### 3.2.4.1. Procedimiento de manejo y extracción de ceniza

En la tabla XCVI se presenta el proceso de manejo y extracción de ceniza.

Tabla XCVI. Proceso de manejo y extracción de ceniza

<b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS		<b>Proceso de manejo y extracción de ceniza</b>	PAGINA: 1 de 1
PROCESO: operaciones			Fecha: agosto/2018
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>Descripción</b>	
Cierra carretón	Ayudante	El operario deberá cerrar el carretón para la disminución de la propagación de partículas y apagar la ceniza encendida.	
Retira carretón	Ayudante	El operario deberá de retirar el carretón de la base inferior de la compuerta del cenicero. Se trasladará al área correspondiente.	
Enfriamiento de ceniza		Tiempo de enfriamiento que se dará para el enfriamiento de la ceniza. No necesitara supervisión de operarios.	
Inspección de ceniza	Ayudante	Visualiza que no existan productos sin procesar, para su traspaso a toneles para su fácil movilización.	
Llenado de toneles	Ayudante	Etapa en el que operario se encarga de palear la ceniza del interior del carretón a toneles para su transporte.	
Transporte a área de ceniza	Ayudante	El operario moviliza los toneles hacia el área de ceniza para su transporte hacia el relleno sanitario correspondiente.	

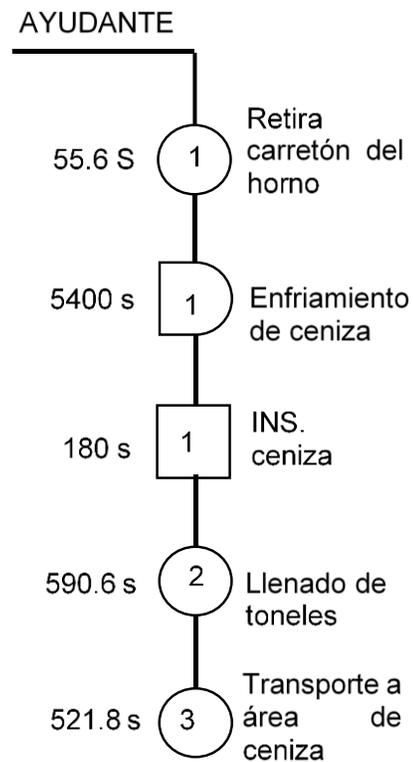
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 3.2.4.2. Diagrama de operaciones del manejo y extracción de ceniza

En la figura 19 se presenta el DOP de proceso de manejo y extracción de ceniza.

Figura 19. **DOP proceso de manejo y extracción de ceniza**

DOP PROCESO DE MANEJO Y EXTRACCIÓN DE CENIZA		
EMPRESA: Ecotermo de Centroamérica, S.A.	AREA DE ANALISIS: Bodega 3	Pág.: 1/1
DEPARTAMENTO: Producción	PROCESO: Mezclado	FECHA
INICIA EN: Horno 3	TERMINA EN: Horno 3	Noviembre/2018
ELABORADO POR: EPESISTA	AUTORIZADO POR:	Met: propuesto



Actividad	Símbolo	Cantidad	$T_{Proceso}$ [s]	$T_{Pro}$ [Min]
<b>OPERACIÓN</b>	○	3	1 168	19,46
<b>INSPECCIÓN</b>	□	1	180	3,00
<b>DEMORA</b>	D	1	5 400	90,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.



### 3.3. Costo de la propuesta

En las siguientes tablas se presenta el costo de la propuesta.

Tabla XCVIII. **Mano de obra**

Descripción	Cantidad
Operarios, supervisores hornos por turno	7 Op.
Sueldo promedio	Q 16,00/h

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XCIX. **Para el cálculo de los costos se consideran los siguientes aspectos**

Proceso \ Método	Actual [Min]	Veces por turno	Propuesto [Min]	Veces por turno
Carga	16,55	12	12,88	16
Incineración	5,04	12	4,29	16
Descarga ceniza	10,15	2	6,82	4
Manejo de ceniza	27,21	2	22,46	4

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla C. **Método actual**

PROCESO	TIEMPO [MIN]
Carga	198,6
Incineración	60,48
Descarga C.	20,3
Manejo C	54,42
<b>Total</b>	<b>333,8</b>

\*El tiempo calculado es de 5.56 horas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla CI. **Método propuesto**

Proceso	Tiempo [Min]
Carga	206,08
Incineración	68,64
Descarga C.	27,28
Manejo C	89,84
<b>Total</b>	<b>391,84</b>

\*El tiempo total propuesto será de: 6,53 horas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla CII. **Costo del carretón propuesto**

Descripción	Cantidad	Precio/unitario	Total
Lamina negra 4*8*(3/16)	2	Q. 740	Q. 1 480
Perfil de hierro (angular) 1*1/18	4	Q. 155	Q. 620
Perfil de hierro plano 1*1/4	1	Q. 60	Q. 60
Electrodo	1 lb.	Q. 25	Q. 25
Rodos (alta temperatura)	6	Q. 83,33	Q. 500
		<b>Total</b>	<b>Q. 2 685,00</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Costo de mano de obra cambio de procedimientos: considerando que el cambio de procedimiento desarrollado se considera que no será necesario de un mayor número de operarios y se requieren en promedio de un operario por cada uno de los procesos del área siendo dos equipos de incineración se tendrán:

Tabla CIII. **Costo de mano de obra por cambio de procedimientos**

Descripción	Actual	Propuesto
Horas usadas en proceso de tratamiento	5,56 h	6,53 h
Costo promedio de hora de colaboradores	Q. 16/h	Q. 16/h
Costo por jornada (5.56h* Q 16/h)	177,92	208,96
Costo diario (3 jornadas)	533,76	626,88
Costo mensual (30 días)	1 6012,18	33 530,64

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Lo que se puede apreciar es un mejor aprovechamiento de la mano de obra en los procesos.

- Diferencia de costo  $Q\ 33\ 530,64 - Q\ 16\ 012,18 = Q\ 17\ 518,46$ .
- Costo total por cambio de método:  $Q\ 17\ 518,46 + Q\ 2\ 685,00 = Q\ 20\ 203,46$ .



## **4. FASE DE DOCENCIA, PLAN DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

Las necesidades de capacitación de la empresa se deben adecuar al desarrollo del tema, actualmente se cuentan con capacitaciones constantes a los operarios y supervisores sobre el manejo de desechos, buenas prácticas de operaciones entre otras; sin embargo, se identifica que los operarios no cuentan con conocimientos técnicos acerca de sus equipos, conocen la manera de operar el equipo, pero no consideran errores humanos ocurridos por la mala operación.

Considerando TPM como una herramienta que ayudará a la mitigación de fallas ocurridas en los equipos por mala manipulación será necesario optar a un cambio de cultura de corrección a prevención, por ello será necesario que esto se imparta no solo al área de mantenimiento sino también al área de operaciones, ya que los operarios y supervisores son los que mayor tiempo se pasan con los equipos y TPM nos dice que los operarios deberán participar en las actividades de mantenimiento básicas de los equipos a manera de prevenir fallos graves y pérdidas productivas por una mala manipulación o identificación de signos de fallas.

Adicionalmente para que esto sea apropiado es necesario que no solo a nivel operativo y técnico de mantenimiento se realicen capacitaciones, sino que a nivel administrativo también ya que cada uno de los colaboradores de la empresa son parte del cambio de cultura para eso será necesario impartir capacitaciones acordes a las necesidades de las áreas para crear una nueva

cultura de prevención de fallos tanto en equipos como en infraestructura de la empresa.

Todo esto puede ser impartido por parte del mismo personal de la empresa ya que ellos conocen las deficiencias que se tienen por área para el cumplimiento de la meta. Y en casos muy puntuales o específicos el buscar asesoría externa o especializada en el tema a tratar.

#### **4.1.1. Análisis de cinco razones de las necesidades de capacitación**

- ¿Por qué es necesario realizar un plan de capacitación enfocado a mantenimiento productivo total (TPM)?  
Porque los colaboradores del área de operaciones se encuentran durante toda su jornada laboral en el área de los equipos y aun así no se encuentran familiarizados con el equipo, cada uno de los equipos cuentan con necesidades de limpieza, revisión o mantenimiento durante la operación las cuales no se realizan por desconocimiento del operador y descuido del personal de mantenimiento.
- ¿Por qué el personal de mantenimiento no atiende las necesidades de los equipos en operación?  
Por parte del personal de mantenimiento se tienen una serie de tareas especializadas por atender las cuales son variables conforme al día de trabajo, las necesidades de mantenimiento básico en los equipos se pueden realizar por parte del personal operativo en el inicio de turno o conforme la necesidad del equipo para garantizar el correcto funcionamiento del equipo a esto se le conoce como mantenimiento autónomo.

- ¿Por qué capacitar al personal en mantenimiento productivo total (TPM)?  
TPM es una herramienta que cuenta con ocho distintos pilares y uno de estos y de gran importancia es el mantenimiento autónomo el cual consiste en crear la competencia de mantenimiento en tareas básicas a los operadores en los equipos y al personal administrativo en apoyo en las labores relacionadas con el mantenimiento como lo son compras de insumos y repuestos, salud, salud y seguridad industrial y todas aquellas áreas que tienen relación directa o indirecta con el mantenimiento.
- ¿Por qué es importante el mantenimiento autónomo en la planta de operaciones?  
El mantenimiento autónomo es de gran beneficio por las acciones que se consideran en su implementación consiste en educar al operario en tres distintas acciones que son limpieza, lubricación e inspección de los equipos. Con esto se garantiza que los equipos se encuentren en correcto funcionamiento. Esto debido a que los operarios pasan mayor tiempo con los equipos que el personal de mantenimiento por lo que ellos pueden detectar de manera temprana fallos en los equipos y notificar para que se atiendan durante el mantenimiento preventivo realizado periódicamente.
- ¿Por qué se dice que TPM aplica en áreas ajenas a mantenimiento?  
Porque TPM es una filosofía de prevención de fallos en los equipos, aplica en todas las áreas de una empresa considerando que todos los colaboradores se encuentran relacionados con equipos y todos dependen del correcto funcionamiento de estos para el éxito de la empresa, en el área administrativa se cuentan con equipos como lo son computadoras, impresoras, entre muchos equipos más. Todos cuentan con la necesidad que la infraestructura de la empresa se encuentre en buenas condiciones así como aquellas áreas que se encuentran relacionadas de manera

indirecta una de ellas es seguridad industrial que garantiza que los colaboradores se trabajen con baja probabilidad de sufrir accidentes, compras quienes son los encargados de compra de materiales, coordinación de operaciones los cuales deben autorizar el paro de equipos para su reparación, gerencias quienes deben autorizar trabajos mayores por lo que es necesario que todo el personal de la empresa sepa de los beneficios y resultados que se pueden obtener si se acoplan a la filosofía de mantenimiento productivo total en la empresa.

#### **4.2. Plan de capacitación**

- Antecedente

TPM es un proceso de mejora de la productividad del área de operaciones de la empresa y busca no solo relacionar al personal de mantenimiento si no que a todo el personal de una empresa para elevarla a nivel de clase mundial.

- Objetivo

Conocer los principios y fundamentos de TPM con la finalidad de poder implementar exitosamente en las industrias y así poder incrementar la productividad de las operaciones.

- Metodología

El plan de capacitación para los empleados deberá ejecutarse por medio de distintas actividades durante la capacitación tipo conferencia y talleres, los cuales serán:

- Inducción: consiste en las actividades o explicaciones que el expositor implemente para captar la atención de todo el personal.
  - Exposición: la presentación oral de cada uno de los temas desarrollados, consisten en situaciones típicas como lo son preguntas, respuestas y toda aquella interacción con los participantes.
  - Interrogación: el expositor deberá realizar preguntas a los participantes con el objetivo de conocer la percepción de los participantes y estimular el aprendizaje de éstos.
  - Demostrativa: determinadas actividades deberán demostrarse según su naturaleza, el expositor deberá mostrar evidencias o procedimientos a desarrollar.
- Temario

Se desarrolló el desglose de los temas que se deberán presentar durante la jornada de capacitación con la finalidad de que los colaboradores tengan el conocimiento necesario para la implementación de TPM.

- Introducción al mantenimiento productivo total (TPM).
  - Mantenimiento.
    - ✓ Clasificación de mantenimiento.
  - Para que sirve el área de mantenimiento en una empresa.
    - ✓ Consecuencias de un inadecuado mantenimiento.
  - Que es TPM.
    - ✓ Objetivos del TPM.
  - 8 pilares del TPM.
- Importancia de la eficiencia general de equipos (OEE).
  - Definición de OEE.

- Clasificación de pérdidas en los equipos:
    - ✓ Calidad.
    - ✓ Rendimiento.
    - ✓ Disponibilidad.
  - Fórmulas para el cálculo de OEE.
  - Desarrollo de mejoras de OEE.
- Implementación del mantenimiento autónomo.
  - Definición de mantenimiento autónomo.
  - Ventajas y desventajas del mantenimiento autónomo.
  - Objetivos del mantenimiento autónomo.
  - Responsabilidades de los operadores.
  - Capacitación para operadores (tareas básicas):
    - ✓ Limpieza.
    - ✓ Lubricación.
    - ✓ Inspección.
    - ✓ Ajustes, aprietes y reparaciones menores.
  - Evaluación de progreso y reporte de daños.
- Desarrollo de equipos de mejora TPM.
  - Definición de equipo de mejora TPM.
  - Definición de responsabilidades de equipos de mejora.
  - Entrenamiento de equipos de mejora.
  - Establecimiento de reuniones de equipos.
  - Divulgación de logros alcanzados y planes de mejora propuestos para implementación.
- Importancia del diagnóstico temprano de los equipos.
  - |Definición y principios de diagnóstico de equipos.
  - Definición de métodos de diagnóstico adecuado según necesidades.
  - Beneficios de diagnóstico de equipos.

- Capacitación a grupos de mejora TPM.

#### 4.3. Modelo de capacitación

La capacitación inicial se desarrolló empleando las metodologías de aprendizaje expresadas el plan de capacitación. La capacitación inicial se ejecutó tipo conferencia en donde se definió el primer punto del temario del plan de capacitación el cual es introducción al mantenimiento productivo total TPM.

Se desarrolló una prueba de conocimientos antes y después de la capacitación.

Figura 20. **Capacitación de introducción al mantenimiento preventivo total (TPM)**



Fuente: elaboración propia, instalaciones de Eco Termo de Centroamérica, S.A.

Figura 21. **Prueba de conocimientos previa y posterior a la capacitación**



Fuente: elaboración propia, instalaciones de Eco Termo de Centroamérica, S.A.

#### **4.3.1. Modelo de presentación para capacitación**

Para la capacitación en la figura 22 se muestra el desarrollo de la presentación.



Continuación de la figura 22.

**CONSECUENCIA DE UN INADECUADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
BAJO-MANTENIMIENTO

- ❑ Bajo costo de Mantenimiento Preventivo.
- ❑ Alto costo de Mantenimiento Correctivo.
- ❑ Pérdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo.
- ❑ Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

**¿Qué es TPM?**

- El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos.
- Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

**Objetivo del TPM**

Aumentar la efectividad de los sistemas de procesamientos por medio de la eliminación de sus pérdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias.

El modelo TPM

Se enfoca en el mejoramiento de los tres ejes transversales básicos de la calidad total:

- Calidad del producto
- Costos asociados
- Tiempos de entrega

**SEIS GRANDES PÉRDIDAS**

**SEIS GRANDES PÉRDIDAS**

**Mejora Focalizada**

Objetivo: "Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo"

Las pérdidas pueden ser:

- De los equipos:
- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Arranque

**Mantenimiento autónomo**

Objetivo: "Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador"

**"Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales"**

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo "prolongar la vida útil el mismo". El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

- Con sólo instruir al operario en:
  - Limpiar
  - Lubricar
  - Revisar

**Mantenimiento planeado**

Objetivo: "Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas"

**"Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso"**

Continuación de la figura 22.

<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>Capacitación</h3> <p>Objetivo: “Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados”.</p> <p>Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.</p> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>Control inicial</h3> <p>Objetivo: “Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento”.</p> <p>Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.</p> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>
<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>Mejoramiento para la calidad</h3> <p>Objetivo: “Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos”.</p> <p>La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.</p> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>TPM en los departamentos de apoyo</h3> <p>Objetivo: “Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia”.</p> <p>El TPM es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo</p> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>
<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>Seguridad Higiene y medio ambiente</h3> <p>Objetivo: “Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación”.</p> <p>Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo</p> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p> <p><b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b></p>
<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Es una actividad que se realiza involucrando a todo el personal para que desarrollen interés y compromiso con sus equipos.</li><li>• La aplicación de limpieza e inspección nos aporta educación donde el operador desarrolla sus sentidos para mantener los equipos en óptimas condiciones.</li></ul> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>	<p><b>USAC</b> TRICENTENARIA</p> <h3>¿A QUE NOS AYUDA EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO?</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mantiene la vida útil de los equipos</li><li>• Evita el deterioro de los componentes de los equipos</li><li>• Elimina accidentes</li><li>• Incrementa la productividad de los procesos</li></ul> <p>centroESE CHWAMEG ISO 9001 ISO 14001</p> <p><b>ECOTERMO</b> MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS</p>

Continuación de la figura 22.

### ETAPAS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. Limpieza: • Las que fomentan el orden y limpieza

2. Inspección: • Modificar el equipo limpio se reduce el tiempo de limpieza

3. Lubricación: • Crear un plan de trabajo para establecer un programa de mantenimiento básico

4. Ajuste: • Selección de herramientas con una inspección general del equipo

5. Reparación: • Se reanuda los trabajos cuando en estos momentos

6. Reemplazo: • Organizar los procedimientos y métodos

• Supervisar y planear el trabajo cuando se genere su propio trabajo

• Mantener el equipo limpio

**Detectar**: La inspección es detección. La detección es corrección.

**Corregir**: La corrección es perfección.

**Perfeccionar**: La perfección es... Satisfacción...

**Limpiar**: Modelo de liderazgo organizacional. Deseo de hacer lo que sea necesario.

**Inspeccionar**: La inspección es detección. La limpieza es inspección.

**Éxito MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

La inspección es detección → Cambiar el Equipo → Modificar razonamientos y procedimientos de los empleados → La detección es corrección → Corregir → La corrección es perfección → Perfeccionar → Cambiar (revitalizar) el lugar de trabajo → La perfección es... Satisfacción... → Motivación → Modelo de liderazgo organizacional. Deseo de hacer lo que sea necesario → Limpiar → La limpieza es inspección → Inspeccionar → Cambiar el Equipo.

### REVISION DE BREAKER (interruptor eléctrico)

### PURGA DE CALDERA

### RESETEO CONTROLADOR DE LLAMA

### REVISIÓN DE LLAVES DE PASO

### PURGA DE RED DE VAPOR

### PURGA DE COMPRESOR

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point 2013.

#### **4.4. Evaluación propuesta**

El proceso de evaluación será por medio de pruebas escritas en donde se buscará determinar el nivel de aprendizaje de los colaboradores sometidos a la capacitación.

Se realizarán pruebas de cinco o 10 preguntas según sea el criterio del capacitador en donde se buscará identificar la cantidad de percepción de parte del grupo de capacitación. A continuación, se muestra un modelo de evaluación:



Continuación de la figura 23.

1. ¿En qué departamentos de la empresa busca relacionar la filosofía del TPM?		
<input type="checkbox"/> Mantenimiento	<input type="checkbox"/> Talento humano	<input type="checkbox"/> Ventas
<input type="checkbox"/> Producción	<input type="checkbox"/> Compras	<input type="checkbox"/> Salud y seguridad
<input type="checkbox"/> Contabilidad	<input type="checkbox"/> Bodega	<input type="checkbox"/> informática
<input type="checkbox"/> RSE	<input type="checkbox"/> logística	<input type="checkbox"/> TODOS
2. La frase: “Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador”		
A) Control de la calidad		
B) Mantenimiento		
C) Mantenimiento autónomo		
D) Mantenimiento planeado		
3. La frase “Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia” es aplicada a departamentos como compras, almacén, salud y seguridad ocupacional, producción, entre otros. Y forma parte del pilar de:		
A) Capacitación		
B) Salud higiene y medio ambiente		
C) TPM en departamentos de apoyo		
D) Mejoramiento para la calidad		
4. ¿Cuál es el enfoque de mejoramiento del TPM?		
A) Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo.		
B) Calidad del producto, tiempos de entrega, costos asociados.		
C) Fallas de los equipos, ocio y paradas menores, reducción de velocidad		
D) Error de manipulación, ruptura de piezas, desplazamientos		
5. ¿Piensa usted que el área de trabajo donde labora tiene relación con TPM? (Justifique su respuesta)		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### 4.4.1. Resultados de evaluación previa y posterior a la capacitación

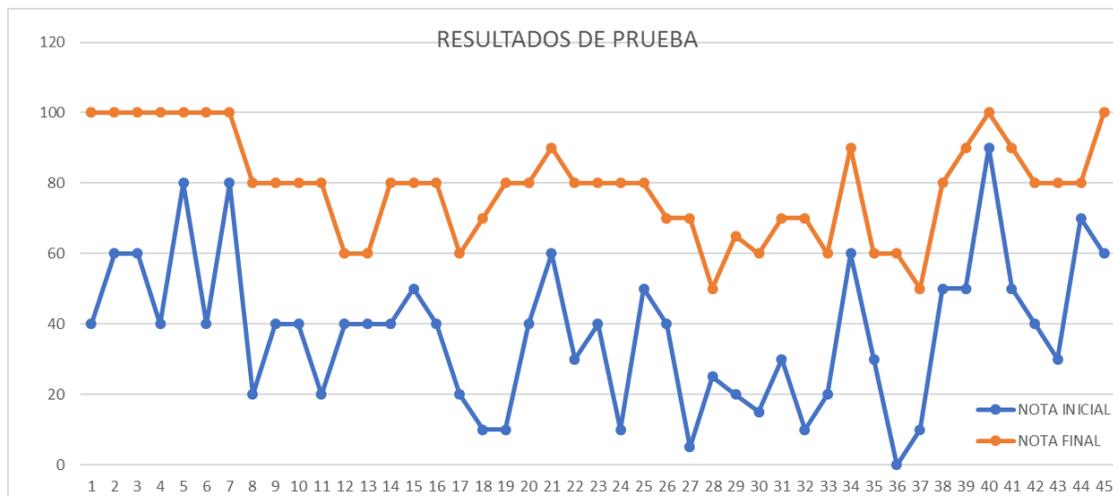
Los resultados de la capacitación se presentan a continuación:

Tabla CIV. Resultados de pruebas

RESULTADO	EVALUACIÓN	
	Previa	Posterior
Nota mínima	0	50 %
Nota máxima	90 %	100 %
Moda	40 %	80 %
Promedio	37,89 %	79 %
<b>Mejoría de aprendizaje promedio</b>	<b>41,11 %</b>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Figura 24. Grafica de resultados de pruebas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 4.5. Costos de la propuesta

En la tabla CV y CVI se muestra la duración y el costo por hora de la capacitación.

Tabla CV. Duración de capacitación

TEMARIO	Tiempo [h]
Introducción al mantenimiento productivo total (TPM)	4
Importancia de la eficiencia general de equipos (OEE)	2
Implementación del mantenimiento autónomo	2
Desarrollo de equipos de mejora TPM	2
Importancia del diagnóstico temprano de los equipos	4
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>14</b>
<b>TOTAL (tres Jornadas)</b>	<b>42</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla CVI. Costo por hora

Cantidad	Descripción	Costo [Q/h]
15	Personas por capacitación (Q. 16,00/h)	240
1	Capacitador (Q 50/h)	50
1	Televisión (0,115KW/h) *(Q. 1,22/KW)	0,1403
1	Computadora (0,065KW) *(Q 1,22/KW)	0,0793
1	Sala de capacitación	200

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla CVII. **Costo total**

<b>Descripción</b>	<b>Costo/h</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo [Q]</b>
Personal por capacitar	240	42	10 080
Capacitador (Q 50/h)	50	42	2 100
Televisión	0,1403	42	5,89
Computadora	0,0793	42	3,33
Sala de capacitación	200	42	8 400
<b>Total</b>			<b>20 589,22</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

## CONCLUSIONES

1. El mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de la planta de tratamiento de desechos es ejecutado por medio de técnicos con competencias adecuadas según las tareas asignadas, las cuales se basan principalmente en el mantenimiento correctivo, principalmente en el área eléctrica de los equipos. Principalmente por falta de inspección o seguimiento a cada una de las secciones de los equipos. Se tiene mantenimiento correctivo en secciones de los equipos consideradas críticas las cuales operan con normalidad, sin embargo, aquellas descuidadas son las que provocan paros en la producción, por ello, como resultado de mantenimiento planeado que propone TPM se crea un plan de mantenimiento preventivo que permite tener un control constante en las diferentes secciones del equipo.
2. Se desarrolló la división de los equipos por secciones, según su importancia y función, como lo es la parte hidráulica, neumática, la parte mecánica de cada uno de los equipos identificando las tareas de mantenimiento que se deben realizar para garantizar que operen con normalidad. Se determina la importancia de cada una de las secciones de los equipos considerando si como de alta importancia si por falla de la sección para el equipo y de baja si se puede revisar con el equipo en operación. De esta manera y con ayuda de las herramientas que TPM propone como la capacitación y manteamiento autónomo es necesario que los operarios también conozcan aspectos básicos de los equipos de trabajo.

3. Se identifican los procedimientos de mantenimiento y se establecen los procedimientos adecuados o que garanticen que el equipo no falle durante la operación, de esta manera todos los técnicos actuales o nuevos realizarán las tareas mínimas durante el mantenimiento evitando paros por mantenimiento mal elaborado.
4. El plan de mantenimiento se desarrolla a días específicos en los cuales la interferencia con el proceso de producción es mínima, considerando que los equipos trabajan a altas temperaturas lo que provoca que necesiten de tiempo de enfriamiento por ello los mantenimientos en equipos como incineradores son programados los lunes y martes minimizando el tiempo e impacto para el área de operaciones de la empresa.
5. Se inicia con el proceso de seguimiento a los equipos considerando que tales indicadores son de gran importancia para cualquier empresa ya que consideran los tiempos muertos, la velocidad de procesamiento y la calidad del proceso ejecutado. Por ello se propone que se le dé seguimiento a cada uno de los equipos para garantizar que estos operen a un ritmo adecuado o bien poder tomar decisiones y búsqueda de mejoras en los procesos.
6. Se documentaron los procedimientos del área de hornos incineradores, identificando los puntos críticos que se deben analizar como lo es la propagación de ceniza en planta la cual se busca disminuir para lo cual se propone un carretón con tapadera circular que permita encerrar las partículas dentro del recipiente hasta que este disminuya su temperatura para su manipulación y traslado a recipientes adecuados para su disposición final.

7. Se diseña un plan de capacitación que busca integrar a los operarios a tareas de mantenimiento de tal manera que por medio de inspecciones adecuadas por personal de operaciones y mantenimiento se puedan identificar posibles fallos o puntos críticos de los equipos y así disminuir los tiempos muertos de los equipos durante su operación.



## RECOMENDACIONES

1. Es necesario el mejorar el mantenimiento preventivo a los equipos, supervisar adecuadamente las tareas desarrolladas por cada uno de los técnicos ya que en ocasiones no realizan completas las tareas las realizan de manera inadecuada lo que provoca una reducción de la vida útil de los componentes, de esta manera se podrá migrar de mantenimiento correctivo a mantenimiento predictivo de una manera más sencilla y económica.
2. Las secciones de los equipos son de gran importancia por ello es importantes no olvidar que cada una de las secciones tienen vida útil igual con esto se reducirán costos en repuestos y se garantizará que los equipos continúen operando con normalidad, ya que no es correcto decir que los sistemas hidráulico del equipo deban repararse en cada paro del equipo sin embargo es correcto inspeccionar si no se presentan fugas o ruidos extraños durante su operación ya que son señales de desgaste en estas secciones.
3. Los manuales de procedimientos son una gran herramienta de apoyo tanto para personal antiguo como para nuevo ya que el personal actual se enfoca en desarrollar sus especialidades y al momento de cambiar de actividad realizan las tareas de mantenimiento según su criterio sin atender las necesidades reales de los equipos.
4. Es de gran importancia mantener una buena comunicación con el área de operaciones ya que en ocasiones es necesario el adelantar

mantenimientos ya sea por fallas de manipulación o por causas externas a la operación, por ello deben considerar cada uno de los casos y elegir la opción que afecte menos al proceso productivo de los equipos.

5. El seguimiento de los equipos es de gran importancia ya que por medio de este será posible tener información clara del estado actual del proceso en cada uno de los equipos. Ya que se tendrá un punto de partida para búsqueda de mejoras y toma de decisiones.
6. La principal técnica de tratamiento de desechos usada es la incineración debido a sus propiedades y la capacidad de los equipos por ello es de gran importancia tener conciencia de los prendimientos desarrollados y las posibles mejoras que ayuden a mejorar aspectos como el control de temperatura, mejora del rendimiento del equipo, sin dejar a un lado la seguridad y compromiso con los colaboradores.
7. Es de gran importancia mantener al personal capacitado ya que TPM es una herramienta que involucra a todo el personal de la empresa en el cuidado y mantenimiento de los equipos de trabajo, es necesario el crear una cultura de prevención de fallos en los equipos para esto el personal necesita involucrarse más en el conocimiento de los equipos de trabajo por ello la capacitación es la mejor herramienta que se tiene para el control de este aspecto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIGA JARA, Juan. *Mantenimiento productivo total TPM*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/japele1/tpm-libro>>. [Consulta: 18 de enero de 2019].
2. BLANCO, Brenda Retana. *Equipo 4 hombre máquina*. [en línea]. <[www.educommons.anahuac.mx](http://www.educommons.anahuac.mx)>unidad-2-ocw>. [Consulta: 18 de enero de 2019].
3. CRUELLES RUÍZ, Augustin. *Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2015. 817 p.
4. CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid: Díaz de Santos, 2012. 712 p.
5. \_\_\_\_\_. *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona: PROFIT editorial, 2010. 415 p.
6. GARCIA CARRIDO, Santiago. *¿Qué es PTM?* [en línea]. <<http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>>. [Consulta: 25 de febrero de 2019].
7. GUTIERREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. Mexico: McGraw-Hill, 2010. 363 p.

8. iPYC. OEE. *Eficiencia general de los equipos*. [en línea]. <<http://ipyc.net/organizacion-y-lean/lean-manufacturing/calculo-de-indicador-oe.html>>. [Consulta: 3 de julio de 2019].
9. MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto. *Mantenimiento: planeacion, ejecucion y control*. Mexico: Alfaomega. 2009. 504 p.
10. ROJAS RANGEL, Maria Fernanda. *Implementacion de los Pilares TPM de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción OFIXPRES S.A.S.* [en línea]. <[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1711/digital\\_21225.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1711/digital_21225.pdf?sequence=1)>. [Consulta: 25 de septiembre de 2019].