

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



Trabajo Estructurado de Manera Independiente

Previo a la Obtención del Título de

**INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

---

“ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS  
Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA  
S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

---

**AUTOR: Cristhian Omar Carrión Eras**

**TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro**

**AMBATO - ECUADOR**

**2015**

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación, bajo el tema “ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, desarrollado por el estudiante Cristhian Omar Carrión Eras egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el Consejo Directivo.

Ambato, 12 de marzo de 2015

## **EL TUTOR**

---

**Ing. Mg. Christian Castro**

## **AUTORÍA**

Yo, Cristhian Omar Carrión Eras con C.I.050313108-8 declaro que los resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema investigativo **“ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** son absolutamente de mi autoría; a excepción de las referencias bibliográficas que se incluyen en este texto.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos de las tablas, conclusiones, recomendaciones son auténticos y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor del presente trabajo.

Ambato, 12 de marzo de 2015

## **EL AUTOR**

---

Cristhian Omar Carrión Eras

C.I. 050313108-8

## **DEDICATORIA**

*A Dios por haberme dado la vida y el privilegio de conocer personas las cuales me han apoyado y nunca me han dejado, solo ni en el peor de mis errores.*

*A los seres más importantes de mi vida como son mis padres y mis hermanos, puesto que día a día con su sacrificio y comprensión me supieron entender y proteger en los momentos más difíciles de mi vida; a quienes debo cuanto soy porque me apoyaron en todo momento y nunca escatimaron esfuerzos para la culminación de mis estudios.*

*Cris*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por tan valioso aporte al mejoramiento del Recursos Humano, en especial al Ing. Mg. Cristian Castro, quien fue mi guía durante esta investigación y permitió la realización de este trabajo.*

*Al Gerente Técnico de la Florícola La Rosalda S.A. Ing. Javier Bravo, quien colaboró con la información necesaria.*

*Gracias a mi familia, a todos mis amigos, quienes estuvieron siempre conmigo, por su apoyo absoluto, los cuales me brindaron apoyo para superarme en mi vida profesional.*

*Cris*

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIX
CAPÍTULO I.....	1
EI PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO.....	2
1.2.3. PROGNOSIS.....	3
1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES .....	3
1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.2.6.1. Delimitación del Contenido .....	4
1.2.6.2. Delimitación Espacial .....	4
1.2.6.3. Delimitación Temporal .....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4. OBJETIVOS .....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA .....	7
2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.3.1. GRÁFICOS DE INCLUSIÓN INTERRELACIONADOS .....	8
2.3.2. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	8
2.3.2.1. Historia y Evolución del Mantenimiento .....	9
2.3.2.2. Qué es el Mantenimiento .....	11
2.3.2.3. Funciones del Mantenimiento .....	12
2.3.3. ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE FALLAS.....	13
2.3.3.1. Análisis de Averías .....	13
2.3.3.2. Fallos y Averías de los Sistemas .....	16
2.3.3.3. Método de Análisis de Averías .....	18
2.3.3.4. Informe de Análisis de Averías.....	21
2.3.4. Análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas.....	24
2.3.4.1. Naturaleza y Clasificación de los Equipos.....	25
2.3.4.2. Inventario de Equipos .....	26
2.3.4.3. Dossier-Máquina .....	27
2.3.4.4. Fichero Histórico de la Máquina.....	28
2.3.4.5. Repuestos. Tipos .....	30
2.3.4.6. Otros Materiales .....	35
2.3.5. Sistema de gestión de mantenimiento .....	36
2.3.5.1. Establecimiento de un plan de mantenimiento.....	36
2.3.5.2. Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE) .....	38
2.3.5.3. Planificación y Programación del Mantenimiento.....	41
2.3.5.4. El Presupuesto de Mantenimiento.....	42
2.3.5.5. Los Costes de Mantenimiento .....	45
2.3.5.6. Control de Gestión .....	48
2.3.5.7. Ratios de Control.....	50
2.3.5.8. Control de Gestión de Equipos .....	51
2.3.5.9. Control de Gestión de Recursos Humanos .....	52
2.3.5.10. Control de Gestión de Actividades .....	53
2.3.5.11. Control de Gestión de Existencias y Aprovisionamientos.....	54

2.3.5.12. Control de Gestión Económica .....	55
2.3.6. Tipos de mantenimiento.....	57
2.3.6.1. Mantenimiento Correctivo .....	57
2.3.6.2. Mantenimiento Preventivo .....	59
2.3.6.3. Mantenimiento Predictivo .....	60
2.3.6.4. Mantenimiento Productivo Total .....	62
2.3.7. Fiabilidad.....	66
2.3.7.1. Análisis de Fiabilidad de Equipos.....	66
2.3.7.2. Fiabilidad de los Sistemas .....	76
2.4. HIPÓTESIS.....	83
2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	83
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	83
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	83
CAPÍTULO III.....	84
METODOLOGÍA .....	84
3.1. ENFOQUE .....	84
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	84
3.2.1. DE CAMPO .....	84
3.2.2. BIBLIOGRÁFICO .....	84
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	85
3.3.1. EXPLORATORIO .....	85
3.3.2. DESCRIPTIVA.....	85
3.3.3. CORRELACIONAL.....	85
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	85
3.4.1. POBLACIÓN.....	85
3.4.2. MUESTRA.....	87
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	90
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	90
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	91
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	92
3.6.1. OBSERVACIÓN .....	92



3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	92
3.7.1. PLAN DE PROCESAMIENTO .....	92
CAPITULO IV .....	93
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	93
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	93
4.2 ESTUDIO INICIAL DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.....	93
4.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL FÍSICA DEL ESTADO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO .....	94
4.4 ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. ....	94
4.3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL FÍSICA DEL ESTADO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO .....	106
4.3.2. Análisis de la situación actual Disponibilidad de las Máquinas, Equipos y Sistemas del taller de Mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A. ....	130
4.4. ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. ....	162
4.4.2. Representación Gráfica del Comportamiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas con relación a la curva de la bañera. ....	187
CAPITULO 5 .....	211
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	211
5.1. Conclusiones: .....	211
5.2. Recomendaciones:.....	213
CAPITULO VI.....	214
PROPUESTA.....	214
6.1. DATOS INFORMATIVOS .....	214
6.1.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	214
6.1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA.....	214
6.1.3 BENEFICIARIOS.....	214

6.1.4 UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....	214
6.1.5 TIEMPO ESTIMADO PARA SU EJECUCIÓN.....	214
6.1.6 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE.....	215
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	215
6.3. JUSTIFICACIÓN .....	215
6.4. OBJETIVOS .....	216
6.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	216
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	216
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	216
6.6. FUNDAMENTACIÓN .....	216
6.7. METODOLOGÍA .....	217
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	218
6.8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL.....	221
6.8.3 LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN .....	242
6.8.4 BITÁCORA DE MANTENIMIENTO.....	262
6.8.5 REGISTRO DE TIEMPO DE FALLO Y REPARACIÓN .....	263
6.8.6 ORDEN DE MANTENIMIENTO.....	264
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	266
6.9.1 RECURSOS .....	266
6.9.1.1 Institucional.....	266
6.9.1.2 Humanos .....	266
6.9.1.3 Presupuesto de la Propuesta.....	266
BIBLIOGRAFÍA.....	267
GUÍA DE ANEXOS .....	268

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Método del Árbol de Fallos .....	79
Tabla 3.1: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. ....	86
Tabla 3.2: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. ....	87
Tabla 3.3: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. ....	87
Tabla 3.4: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. ....	88
Tabla 3.5: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. (Muestra) .....	89
Tabla 3.6: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. (Muestra) .....	89
Tabla 3.7: Operacionalización de la Variable Independiente .....	90
Tabla 3.8: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	91
Tabla 4.1: Amoladora-Características.....	95
Tabla 4.2: Bomba de Agua Potable-Características.....	95
Tabla 4.3: Bomba de Caudal-Características .....	96
Tabla 4.4: Bomba de Fumigación-Características .....	96
Tabla 4.5: Bomba de Presión-Características .....	97
Tabla 4.6: Compresor-Características.....	97
Tabla 4.7: Cortadora de Madera-Características.....	98
Tabla 4.8: Cortadora de Tallos-Características.....	98
Tabla 4.9: Cortazetos-Características.....	99
Tabla 4.10: Ensunchadora-Características .....	99
Tabla 4.11: Esmeril-Características .....	100
Tabla 4.12: Espolvoreadora-Características.....	100
Tabla 4.13: Generador-Características.....	101
Tabla 4.14: Motoguadaña-Características.....	102
Tabla 4.15: Motosierra-Características .....	103

Tabla 4.16: Picadora-Características.....	103
Tabla 4.17: Suelda Eléctrica-Características.....	104
Tabla 4.18: Taladro-Características .....	104
Tabla 4.19: Tractor-Características.....	105
Tabla 4.20: Tronzadora de Metales-Características.....	106
Tabla 4.21: Análisis de la Situación Actual de Amoladora .....	107
Tabla 4.22: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Agua Potable .....	109
Tabla 4.23: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Caudal.....	110
Tabla 4.24: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Fumigación.....	111
Tabla 4.25: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Presión.....	112
Tabla 4.26: Análisis de la Situación Actual de Compresor .....	113
Tabla 4.27: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Madera .....	114
Tabla 4.28: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Tallos .....	115
Tabla 4.29: Análisis de la Situación Actual de Cortazetos .....	116
Tabla 4.30: Análisis de la Situación Actual de Ensunchadora.....	117
Tabla 4.31: Análisis de la Situación Actual de Esmeril.....	118
Tabla 4.32: Análisis de la Situación Actual de Espolvoreadora .....	119
Tabla 4.33: Análisis de la Situación Actual de Generador .....	120
Tabla 4.34: Análisis de la Situación Actual de Motoguadaña .....	121
Tabla 4.35: Análisis de la Situación Actual de Motosierra.....	122
Tabla 4.36: Análisis de la Situación Actual de Picadora .....	123
Tabla 4.37: Análisis de la Situación Actual de Suelda .....	124
Tabla 4.38: Análisis de la Situación Actual de Taladro.....	125
Tabla 4.39: Análisis de la Situación Actual de Tractor .....	126
Tabla 4.40: Análisis de la Situación Actual de Tronzadora.....	128
Tabla 4.41: Valor de Frecuencia .....	163
Tabla 4.42: Valor de Gravedad .....	164
Tabla 4.43: Valor de Detección .....	164
Tabla 4.44: AMFE Amoladora .....	165
Tabla 4.45: AMFE Bomba de Agua Potable .....	166
Tabla 4.46: AMFE Bomba de Caudal.....	167
Tabla 4.47: AMFE Bomba de Fumigación .....	168

Tabla 4.48: AMFE Bomba de Presión .....	169
Tabla 4.49: AMFE Compresor.....	170
Tabla 4.50: AMFE Cortadora de Madera .....	171
Tabla 4.51: AMFE Cortadora de Tallos.....	172
Tabla 4.52: AMFE Cortazetos .....	173
Tabla 4.53: AMFE Ensunchadora.....	174
Tabla 4.54: AMFE Esmeril .....	175
Tabla 4.55: AMFE Espolvoreadora .....	176
Tabla 4.56: AMFE Generador.....	177
Tabla 4.57: AMFE Motoguadaña .....	178
Tabla 4.58: AMFE Motosierra.....	179
Tabla 4.59: AMFE Picadora .....	180
Tabla 4.60: AMFE Suelda.....	181
Tabla 4.61: AMFE Taladro .....	182
Tabla 4.62: AMFE Tractor.....	183
Tabla 4.63: AMFE Tronzadora .....	186
Tabla 4.64: Comportamiento Amoladora .....	188
Tabla 4.65: Comportamiento Bomba de Agua Potable .....	189
Tabla 4.66: Comportamiento Bomba de Caudal.....	190
Tabla 4.67: Comportamiento Bomba de Fumigación .....	191
Tabla 4.68: Comportamiento Bomba de Presión .....	192
Tabla 4.69: Comportamiento Compresor.....	193
Tabla 4.70: Comportamiento Cortadora de Madera .....	194
Tabla 4.71: Comportamiento Cortadora de Tallos.....	195
Tabla 4.72: Comportamiento Cortazetos .....	196
Tabla 4.73: Comportamiento Ensunchadora.....	197
Tabla 4.74: Comportamiento Esmeril .....	198
Tabla 4.75: Comportamiento Espolvoreadora .....	199
Tabla 4.76: Comportamiento Generador.....	200
Tabla 4.77: Comportamiento Motoguadaña .....	201
Tabla 4.78: Comportamiento Motosierra.....	202
Tabla 4.79: Comportamiento Picadora .....	203

Tabla 4.80: Comportamiento Suelda.....	204
Tabla 4.81: Comportamiento Tractor.....	205
Tabla 4.82: Comportamiento Tronzador.....	206
Tabla 4.83: Frecuencias Observadas.....	209
Tabla 4.84: Frecuencias Esperadas.....	209
Tabla 4.85: Cálculo del Chi-Cuadrado.....	210
Tabla 6.01: Codificación de las Áreas.....	219
Tabla 6.02: Identificar Asignar Códigos Máquinas, Equipos, Sistemas Estudio.	220
Tabla 6.03: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Amoladora.....	222
Tabla 6.04: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Bomba de Agua Potable	223
Tabla 6.05: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Bomba de Caudal.....	224
Tabla 6.06: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Bomba de Fumigación..	225
Tabla 6.07: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Bomba de Presión.....	226
Tabla 6.08: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Compresor.....	227
Tabla 6.09: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Cortadora de Madera....	228
Tabla 6.10: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Cortadora de Madera....	229
Tabla 6.11: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Cortazetos.....	230
Tabla 6.12: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Ensunchadora.....	231
Tabla 6.13: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Esmeril.....	232
Tabla 6.14: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Espolvoreadora.....	233
Tabla 6.15: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Generador.....	234
Tabla 6.16: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Motoguadaña.....	235
Tabla 6.17: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Motosierra.....	236
Tabla 6.18: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Picadora.....	237
Tabla 6.19: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Suelda.....	238
Tabla 6.20: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Taladro.....	239
Tabla 6.21: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Tractor.....	240
Tabla 6.22: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Tronzadora de Metal.....	241
Tabla 6.23: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Amoladora.....	242
Tabla 6.24: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Agua Potable.....	243

Tabla 6.25: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Caudal .....	244
Tabla 6.26: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Fumigación .....	245
Tabla 6.27: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Presión .....	246
Tabla 6.28: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Compresor .....	247
Tabla 6.29: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortadora de Madera.....	248
Tabla 6.30: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortadora de Tallos .....	249
Tabla 6.31: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortazetos.....	250
Tabla 6.32: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Ensunchadora .....	251
Tabla 6.33: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Esmeril .....	252
Tabla 6.34: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Espolvoreadora.....	253
Tabla 6.35: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Generador .....	254
Tabla 6.36: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Motoguadaña.....	255
Tabla 6.37: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Motosierra .....	256
Tabla 6.38: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Picadora.....	257
Tabla 6.39: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Suelda.....	258
Tabla 6.40: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Taladro .....	259

Tabla 6.41: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Tractor.....	260
Tabla 6.42: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Tronzadora de Metal .....	261
Tabla 6.43: Bitácora de Mantenimiento.....	262
Tabla 6.44: Registro de Tiempo de Fallo y Reparación.....	263
Tabla 6.45: Orden de Mantenimiento .....	264
Tabla 6.46: Orden de Compra.....	265
Tabla 6.47: Recursos Institucionales.....	266
Tabla 6.48: Recursos Humanos.....	266
Tabla 6.49: Presupuesto de la Propuesta.....	266



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1: Categorías Fundamentales .....	8
Fig. 2.2: Historia y Evolución del Mantenimiento.....	9
Fig. 2.3: Generaciones del Mantenimiento .....	11
Fig. 2.4: Fallos y Averías de los Sistemas .....	18
Fig. 2.5: Ficha de Análisis de Averías .....	20
Fig. 2.6: Plan de Acción.....	21
Fig. 2.7: Clasificación de los Equipos.....	25
Fig. 2.8: Inventario.....	26
Fig. 2.9: Stock de seguridad .....	33
Fig. 2.10: Distribución Porcentual .....	34
Fig. 2.11: Clasificación e Identificación de Equipos .....	36
Fig. 2.12: Selección de la Política de Mantenimiento.....	37
Fig. 2.13: Presupuesto Anual Manto.....	40
Fig. 2.14: Presupuesto Anual Manto.....	45
Fig. 2.16: Cuadro de Mando .....	48
Fig. 2.17: Modelo de Gestión.....	49
Fig. 2.18: Consejo de Gestión .....	50
Fig. 2.19: Existencias Actuales .....	55
Fig. 2.20: Presupuestos .....	56
Fig. 2.21: La Evolución del Mantenimiento durante el Siglo XX. ....	66
Fig. 2.22: Tiempos de Buen Funcionamiento y Tiempos de Averías .....	68
Fig. 2.23: Vida del Equipo .....	70
Fig. 2.24: Función de distribución de probabilidad .....	71
Fig. 4.1: Análisis de la Situación Actual de Amoladora .....	108
Fig. 4.2: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Agua Potable .....	109
Fig. 4.3: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Caudal .....	110
Fig. 4.4: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Fumigación.....	111
Fig. 4.5: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Presión.....	112
Fig. 4.6: Análisis de la Situación Actual de Compresor .....	113
Fig. 4.7: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Madera.....	114
Fig. 4.8: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Tallos .....	115

Fig. 4.9: Análisis de la Situación Actual de Cortazetos.....	116
Fig. 4.10: Análisis de la Situación Actual de Ensunchadora .....	117
Fig. 4.11: Análisis de la Situación Actual de Esmeril.....	118
Fig. 4.12: Análisis de la Situación Actual de Espolvoreadora.....	119
Fig. 4.13: Análisis de la Situación Actual de Generador .....	120
Fig. 4.14: Análisis de la Situación Actual de Motoguadaña .....	121
Fig. 4.15: Análisis de la Situación Actual de Motosierra .....	122
Fig. 4.16: Análisis de la Situación Actual de Picadora.....	123
Fig. 4.17: Análisis de la Situación Actual de Suelda .....	124
Fig. 4.18: Análisis de la Situación Actual de Taladro.....	125
Fig. 4.19: Análisis de la Situación Actual de Tractor .....	127
Fig. 4.20: Análisis de la Situación Actual de Tronzadora.....	129
Fig. 4.21: Curva de la Bañera.....	187
Fig. 4.22: Comportamiento Amoladora .....	188
Fig. 4.23: Comportamiento Bomba de Agua Potable .....	189
Fig. 4.24: Comportamiento Bomba de Caudal.....	190
Fig. 4.25: Comportamiento Bomba de Fumigación.....	191
Fig. 4.26: Comportamiento Bomba de Presión .....	192
Fig. 4.27: Comportamiento Compresor .....	193
Fig. 4.28: Comportamiento Cortadora de Madera .....	194
Fig. 4.29: Comportamiento Cortadora de Tallos .....	195
Fig. 4.30: Comportamiento Cortazetos .....	196
Fig. 4.31: Comportamiento Ensunchadora.....	197
Fig. 4.32: Comportamiento Esmeril.....	198
Fig. 4.33: Comportamiento Espolvoreadora .....	199
Fig. 4.34: Comportamiento Generador .....	200
Fig. 4.35: Comportamiento Motoguadaña .....	201
Fig. 4.36: Comportamiento Motosierra.....	202
Fig. 4.37: Comportamiento Picadora .....	203
Fig. 4.38: Comportamiento Suelda .....	204
Fig. 4.39: Comportamiento Tractor .....	205
Fig. 4.40: Comportamiento Tronzadora.....	207

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

**AUTOR:** Cristhian Omar Carrión Eras

**TUTOR:** Ing. Mg. Christian Castro

El presente trabajo de graduación se fundamenta en el “Análisis del Estado Actual de Máquinas, Equipos y Sistemas y su influencia en la Fiabilidad en la Florícola La Rosaleda S.A. en la Provincia de Cotopaxi”, solucionando el problema encontrado en la empresa.

La modalidad fundamental de la presente investigación se sostiene en tesis de grado, textos, registros oficiales, normas, reglamentos, resoluciones, leyes a las que está sumergida la entidad privada en cuestión, los cuales aportaron con lineamientos para el análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas, que ayudaron a obtener información constante, verídica, confiable y oportuna.

Para esta investigación se manejó una metodología de fácil comprensión a través del árbol de problemas, se planteó interrogantes, se formuló objetivos, sustentándose en distintas fuentes para fundamentar la investigación, para analizar e identificar variables con la finalidad de obtener una hipótesis; se empleó varios tipos de investigación, se efectuó entrevistas al personal del departamento de mantenimiento y estudios a las máquinas, equipos y sistemas, para interpretar y analizar los diferentes resultados que permitió elaborar las conclusiones y recomendaciones, después, se estableció recursos materiales, humanos y de tiempo para la ejecución de la propuesta que es “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.”, con el propósito de implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A. para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas.

## **CAPÍTULO I**

### **EI PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

“ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.”

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN**

La fiabilidad se inició en la aviación, la cual se difundió a la industria militar con las normas MIL; la misma que era de gran importancia en la industria nuclear, donde no se podía admitir fallos en absoluto. La fiabilidad se ha ido implementando poco a poco en las industrias, en particular a la industria electrónica y microelectrónica, utilizándose en los diversos componentes de los procesos industriales.

Desde el punto de vista de una misión donde no existe la posibilidad de reparación, la fiabilidad es la probabilidad de que una máquina, equipo y sistema trabajen correctamente durante un tiempo determinado y en las condiciones de servicio para las que han sido diseñadas. Por otro lado, la fiabilidad no es una predicción, sino que es la probabilidad de la actuación correcta de una máquina, equipo y sistema. Es posible que estas herramientas fallen inmediatamente después de su puesta en servicio, o bien lo hagan incluso más allá del final de su vida útil.

Se debe tener en cuenta que la fiabilidad no es un pronóstico del funcionamiento correcto de una máquina, equipo y sistema durante un determinado número de horas, sino que es la probabilidad de que funcione durante el tiempo especificado.

Desde el punto de vista de ingeniería, la fiabilidad es la probabilidad de que una máquina, equipo y sistema desarrollen una determinada función bajo condiciones fijadas durante un período de tiempo determinado. Es necesario especificar exactamente lo que se entiende por la función a desarrollar por estas herramientas. (Creus A., 1991, pág.12)

En Ecuador, existen diversos trabajos investigativos con relación a la fiabilidad, entre ellos se destaca la investigación del señor Ricardo Garzón de la Universidad Politécnica Nacional, quien investigó sobre: “Sistema Automatizado de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Pequeñas y Medianas Empresas”; quien obtuvo su Título de Ingeniero Mecánico; en dicho documento presenta al mantenimiento desde sus inicios, todas sus generalidades, evolución, estrategias; apunta a la confiabilidad, infiability, confiabilidad operacional con sus debidas características.

En dicho estudio se refiere al mantenimiento centrado en la confiabilidad, donde se describe cuáles son sus requerimientos para ser aplicado y su proceso de aplicación. Como este trabajo existen otros muchos trabajos investigativos realizados nacionalmente e internacionalmente, para demostrar la importancia de la fiabilidad en el área de Ingeniería Mecánica.

En la Provincia de Cotopaxi, se encuentran varias empresas dedicadas a la floristería en especial “La Rosaleda S.A.”, la cual cuenta con máquinas, equipos y sistemas, las mismas que tienen un continuo deterioro; razón por la cual no se puede confiar en su desarrollo continuo.

### **1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO**

En el Ecuador actualmente existen muchas empresas en la Región Sierra que se dedican a esta gran actividad tanto nacionalmente como internacionalmente, pero existen solo unas pocas que se han estandarizado con normas de calidad que rigen

en todo el mundo para brindar un producto de alta calidad, uno de los requerimientos que se solicita es un análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas. Dicho análisis en diversas ocasiones ha evitado pérdidas de confianza en los equipos de trabajo.

Florícola La Rosaleda S.A., mediante el análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas mejorará la calidad de las flores; determinará el tipo de mantenimiento que el equipo de trabajo necesita para conseguir la uniformidad del desempeño laboral, cumplirá las exigencias y parámetros que demanda el mercado; para obtener confiabilidad, seguridad, y disponibilidad total de las máquinas, equipos y sistemas para mejorar la obtención de productos de calidad.

### **1.2.3. PROGNOSIS**

Con el paso del tiempo las máquinas, equipos y sistemas se van deteriorando, en caso de no considerarse la realización de un análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas se puede provocar un dudoso funcionamiento de la maquinaria en general incumpliendo en la producción de la empresa; además podría afectar a todas las certificaciones que esta posee.

### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas permitirá mejorar la fiabilidad en la Florícola La Rosaleda S.A.?

### **1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ✓ ¿Qué tipo de investigación se puede realizar para identificar las condiciones de trabajo y establecer los cuidados que se deben dar a los mismos?
- ✓ ¿Qué proceso es el adecuado para evaluar las condiciones actuales de máquinas, equipos y sistemas?
- ✓ ¿Cómo se debe evaluar en máquinas, equipos y sistemas para aplicar diferentes alternativas de solución?
- ✓ ¿Qué se debe analizar para mejorar el rendimiento de máquinas, equipos y sistemas?

## **1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.6.1. Delimitación del Contenido**

El análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A., está integrada al área de Mantenimiento Industrial, Motores de Combustión Interna, Sistemas Agroindustriales, Máquinas Eléctricas, Organización y Administración de Plantas Industriales; entre las principales materias antes estudiadas por el investigador, de igual manera se utilizará las instalaciones de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y para investigación adicional páginas de internet.

### **1.2.6.2. Delimitación Espacial**

El presente análisis se desarrollará en la Provincia de Cotopaxi, ubicada en el Cantón Laso, Chimborazo 705 y Av. Pampite.

### **1.2.6.3. Delimitación Temporal**

Este proyecto se ejecutará entre los meses Septiembre del 2014 – Febrero del 2015. Tiempo necesario para establecer el tipo de plan de trabajo necesario para dar solución al problema de investigación.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La principal razón de realización de este proyecto es conocer y analizar el estado actual de máquinas, equipos y sistemas en la Florícola La Rosaleda S.A., para la elaboración del plan de mantenimiento que atribuya confiabilidad, disponibilidad, veracidad y certeza del funcionamiento de los mismos.

Además, este análisis es factible de realizarlo porque se cuenta con los recursos humanos y registros de mantenimiento a las máquinas, equipos y sistemas de la empresa.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar el estado actual de máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. para determinar su influencia en la fiabilidad de la misma.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Realizar una investigación de campo para identificar las condiciones de trabajo y establecer los cuidados que se deben dar a los mismos.
- ✓ Evaluar las condiciones actuales de máquinas, equipos y sistemas para implementar procesos de fiabilidad en la florícola.
- ✓ Determinar cuáles son los principales inconvenientes en máquinas, equipos y sistemas para aplicar diferentes alternativas de solución a los problemas.
- ✓ Analizar la funcionalidad y operación de máquinas equipos y sistemas para mejorar su rendimiento.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En los últimos años se han elaborado distintos trabajos investigativos sobre mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas a nivel nacional, puesto que dicho estudio ayuda al correcto funcionamiento de las maquinarias en general.

DIEGO R. MEDRANO P. y BYRON J. VEGA G. (2012), en su trabajo de investigación “Diseño e implementación de un plan integral de mantenimiento y calibración de las máquinas del laboratorio de procesos de manufactura de la escuela politécnica del ejército.” Previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica del Ejército, se indica e informa: la importancia de un sistema de mantenimiento en el laboratorio de procesos de manufactura del departamento de Ciencia de Ingeniería y Mecánica, de la ESPE, donde se han elaborado y diseñado documentos y formatos previos al mantenimiento, sistema de codificación de máquinas por tipos de procesos, para cubrir las necesidades de dicho laboratorio.

SANTIAGO E. SÁNCHEZ R. (2014), en su trabajo de investigación “Estudio del Estado Actual de las Máquinas y Equipos de Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y su incidencia en la fiabilidad.” Previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico en la UTA, se muestra y comunica: la historia y evolución del mantenimiento a través del tiempo, donde se ha elaborado un plan de mantenimiento para las máquinas y equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para medir la confiabilidad de las máquinas y equipos.

El trabajo antes mencionado será la principal fuente de referencia para el desarrollo de esta investigación, se plantea la realización de un estudio del estado actual de máquinas y equipos.

Por otro lado, no se sabe de la existencia de un plan de mantenimiento para mejorar el rendimiento de las máquinas, equipos y sistemas en la Provincia de Cotopaxi, menos aún en la Florícola La Rosaleda S.A.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

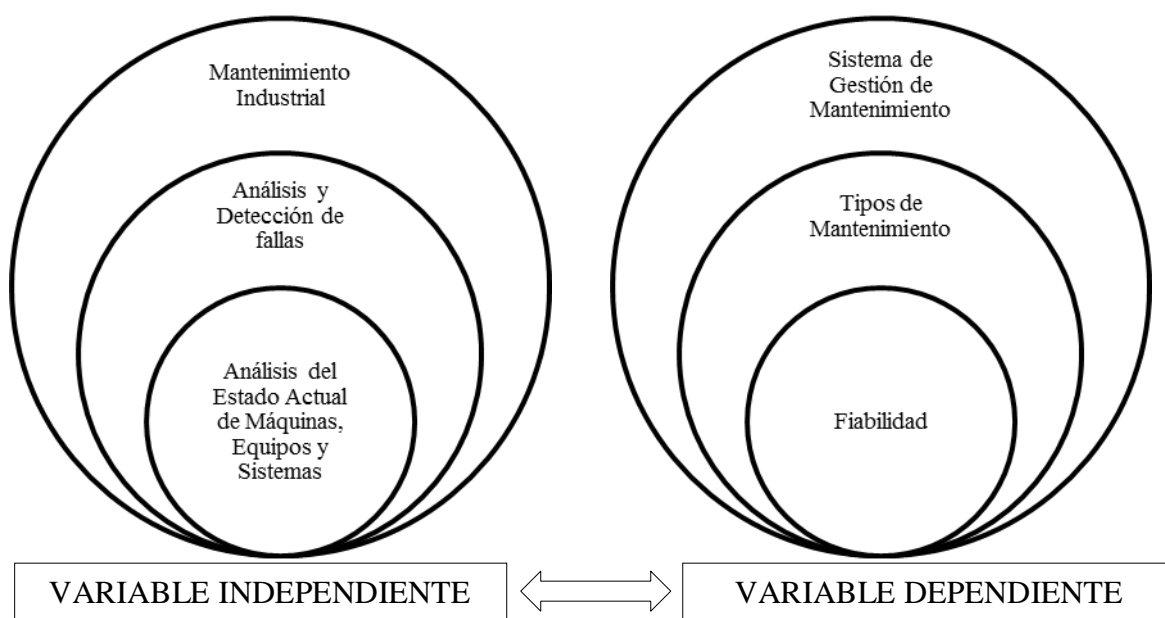
El presente trabajo de investigación tiene sus fundamentos en el paradigma crítico propositivo, puesto que las particularidades de dicho paradigma ayudarán a la flexibilidad, determinaran el problema planteado con conocimientos teóricos y prácticos, con la ayuda de las causas y efectos del problema de investigación.

De igual manera reconocerá una considerada comprensión, explicación e interpretación de las variables a ser estudiadas para conocer las ventajas y las desventajas de la investigación que se podrá ocurrir en el plazo del desarrollo de la investigación del problema a ser solucionado.

Con la ayuda del paradigma presentado se planteará diversas soluciones al problema presentado, orientándose a un desarrollo de posible demostración y comprensión.

## 2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.3.1. GRÁFICOS DE INCLUSIÓN INTERRELACIONADOS



**Fig. 2.1: Categorías Fundamentales**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

### 2.3.2. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

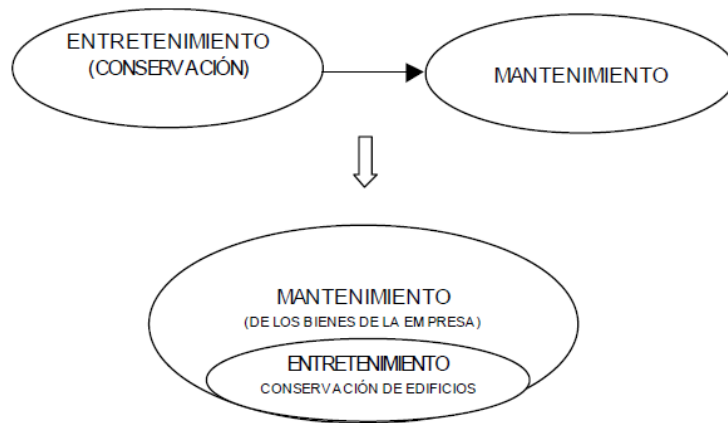
“El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa.

Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo”. (Sanzol L., 2010, pág. 8)

### 2.3.2.1. Historia y Evolución del Mantenimiento

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento".

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global:



**Fig. 2.2: Historia y Evolución del Mantenimiento**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 2. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Los servicios de mantenimiento, no obstante lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- a. Posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
- b. Posición importante en industrias de proceso.
- c. Posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.

En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

**1ª Generación:** La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

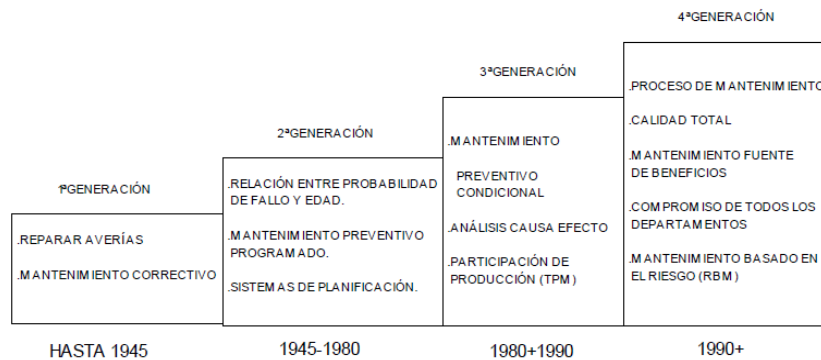
**2ª Generación:** Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

**3ª Generación:** Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

**4ª Generación:** Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:

- ✓ Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no).
- ✓ Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- ✓ Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento). (J. Díaz N., pág. 3. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)



**Fig. 2.3: Generaciones del Mantenimiento**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 3. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

### 2.3.2.2. Qué es el Mantenimiento

El mantenimiento puede definirse de diferentes formas, atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso. Incluso resulta insuficiente, hoy en día, pretender una definición basada simplemente en términos económicos. Resulta obvio que el punto de partida del mantenimiento es mantener el correcto estado funcional de los equipos e instalaciones, sin embargo las consecuencias que el desarrollo de este principio elemental puede tener sobrepasan ampliamente el objetivo inicial.

La mejora de las condiciones funcionales de las máquinas, equipos y sistemas incide directamente en la seguridad de las instalaciones y, por tanto, en la disminución de los riesgos laborales. Por otra parte, un funcionamiento óptimo de la maquinaria redundante en una disminución de los niveles de vibración y de ruido, lo que contribuye a mejorar las condiciones del ambiente de trabajo. Además, obtener el máximo aprovechamiento de la vida útil de cualquier instalación, así como de cualquiera de los elementos de la misma, puede también considerarse como una aportación, nada desdeñable, a un desarrollo industrial sostenible, y consecuentemente con una repercusión positiva en la mejora del medio ambiente, por cuando el aprovechamiento óptimo de los recursos, conduce –en términos globales a una disminución del consumo energético, y a una reducción del volumen de desechos industriales. (Gómez F., 1998, pág. 21)

### **2.3.2.3. Funciones del Mantenimiento**

En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

La concreción de esta definición tan amplia dependerá de diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria así como su tamaño, la política de la empresa, las características de la producción, e incluso su emplazamiento. Aun así, las tareas encomendadas al departamento encargado del mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizativa de las mismas, con lo que las funciones del mantenimiento, en cada una de ellas, no serán obviamente las mismas.

Por tanto, dependiendo de estos factores citados, el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- ✓ Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- ✓ Efectuar un control del estado de los equipos así como de su disponibilidad.
- ✓ Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- ✓ En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- ✓ Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- ✓ Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- ✓ Instalación de nuevo equipo.
- ✓ Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.
- ✓ Tareas de vigilancia.

Cualesquiera que sean las responsabilidades asignadas al servicio de mantenimiento, es fundamental para el buen funcionamiento de la empresa que éstas estén perfectamente definidas y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos. Esto implica evitar que determinadas actuaciones queden mal definidas, en lo que suele llamarse “terreno de nadie”, o por contrario, que exista superposición de responsabilidades, lo que podría ocasionar conflictos de autoridad. (Gómez C., 1998, pág. 24-25)

### **2.3.3. ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE FALLAS**

#### **2.3.3.1. Análisis de Averías**

Definiremos como fallo funcional aquel fallo que impide al equipo o al sistema analizado cumplir su función. Así, si analizamos el sistema de lubricación de un compresor. El fallo funcional podría ser: El sistema no lubrica.

Para determinar un fallo funcional, no tenemos más que determinar la función que cumple y definir el fallo como la anti función, como el no cumplimiento de su función.

Un fallo técnico es aquel que, no impidiendo al equipo que cumpla su función, supone un funcionamiento anormal de éste. Así volviendo a los ejemplos anteriores, fallos técnicos de un sistema de lubricación podrían ser:

- ✓ Fuga de aceite.
- ✓ Temperatura de aceite muy alta.
- ✓ Presencia de agua en el aceite.

Estos fallos, aunque de una importancia menor que los fallos funcionales, suponen funcionamientos anormales que pueden suponer una degradación acelerada del equipo y acabar convirtiéndose en fallos funcionales.

La fuente de información para determinar los fallos y los modos de fallo que puede presentar un equipo son diversos. Entre las principales podemos citar las siguientes:



## **Histórico de averías**

El histórico de averías es una fuente de información valiosísima a la hora de realizar un plan realmente efectivo. El estudio del comportamiento de una instalación, equipo, sistema o elemento a través de los documentos en los que se registran las averías e incidencias que pueda haber sufrido en el pasado nos aporta una información esencial para la identificación de fallos.

En muchos casos, por desgracia la mayoría, no existe un archivo histórico de averías, un archivo en el que se hayan registrado de forma sistemática cada una de las averías que haya tenido el equipo en un periodo determinado. Pero con algo de imaginación, siempre es posible buscar una fuente que nos permita estudiar el historial del equipo:

- ✓ Estudio de los partes de trabajo, de averías, etc. Agrupando los partes de trabajo por equipo es posible deducir las incidencias que han afectado a la máquina en un periodo determinado.
- ✓ Facturas de repuesto. Es laborioso, pero en caso de necesitarse, puede recurrirse al departamento de contabilidad para que facilite las facturas del material consumido en mantenimiento en un periodo determinado (preferiblemente largo, 5 años, por ejemplo). De esta información es posible deducir las incidencias que han podido afectar al equipo que se estudia.

Diarios de incidencia. El personal a turnos utiliza en ocasiones diarios en los que refleja los incidentes sufridos como medio para comunicárselos al turno siguiente. Del estudio de estos diarios también es posible obtener información sobre averías e incidentes en los equipos. (García S., 2010, pág. 39-40),

Los métodos usados para fijar la política de mantenimiento son insuficientes, por sí mismos, para asegurar la mejora continua en mantenimiento. Será la experiencia quién nos mostrará desviaciones respecto a los resultados previstos. Por tal motivo se impone establecer una estrategia que, además de corregir las citadas desviaciones, asegure que todos los involucrados en el proceso de mantenimiento se impliquen en la mejora continua del mismo.

Desde este punto de vista el análisis de averías se podría definir como el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación.

Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver a los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición. Si ello no es posible se tratará de disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección precoz de la misma de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente podamos mantenerla controlada. El fin último sería mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costos. El análisis sistemático de las averías se ha mostrado como una de las metodologías más eficaces para mejorar los resultados del mantenimiento.

Además de las razones generales que justifican la búsqueda de la mejora continua en cualquier proceso, en el caso particular del proceso de mantenimiento son varias las razones específicas que se suelen presentar y que justifican sobradamente ésta práctica como objetivo prioritario:

- a. Evitar la tendencia a convivir con los problemas.
- b. Evitar la tendencia a simplificar los problemas.
- c. Evitar la tendencia a centrarse en el problema del día.

### **Tendencia a convivir con los problemas**

Los pequeños problemas suelen tener el efecto de que el que los sufre termina conviviendo con ellos y considerándolos como una situación normal.

Para evitar caer en esta rutina se precisa establecer claramente qué situación vamos a admitir como normal y cual como inadmisibile. De ésta forma se desencadenarán en automático las acciones necesarias para analizar y eliminar las situaciones inadmisibles.

El análisis de averías requiere, en este sentido, establecer los criterios de máximo riesgo admitido.

### **Tendencias a simplificar los problemas**

Con frecuencia superior a lo deseable, los problemas suelen ser múltiples e interrelacionados. En tales circunstancias se impone un análisis para poder separar los distintos elementos del problema, para asignar prioridades y, en definitiva, establecer un plan de acción para evitarlos. Con demasiada frecuencia la escasez de recursos o la simple falta de método, llevan a simplificar el análisis y nos induce a tomar medidas de nula o escasa efectividad. Este es el caso que se presenta cuando detenemos el análisis en la causa física (ejemplo: fallo de cojinetes por desalineación) y no profundizamos hasta llegar a la causa latente (que podría ser: falta de formación o de supervisión) que nos permitiría eliminar no solamente éste caso sino otros concatenados con la misma causa.

El análisis de averías permite en este sentido, aprovechar excelentes oportunidades de mejoras de todo tipo.

### **Tendencia a centrarse en el problema del día**

La presión del día a día nos hace olvidar rápidamente el pasado, lo que impide hacer un seguimiento de la efectividad de las medidas aplicadas. Hasta que el problema vuelve a aparecer, convirtiéndose en un círculo vicioso, que nos lleva a convivir con el problema.

El análisis de averías, en este sentido, ayuda a implantar un estilo o cultura de mantenimiento basado en la prevención. (J. Díaz N., pág. 158. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

#### **2.3.3.2. Fallos y Averías de los Sistemas**

Antes de proceder al análisis de averías hay que delimitar el alcance del mismo. Esto se consigue definiendo los límites del sistema.

El sistema es un conjunto de elementos discretos, denominados generalmente componentes, interconectados o en interacción, cuya misión es realizar una ó varias funciones, en unas condiciones predeterminadas.

El análisis de averías debe contemplar una fase en que se defina el sistema, sus funciones y las condiciones de funcionamiento.

El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función. En este sentido podemos clasificar los fallos atendiendo a distintos criterios:

**a. Según se manifiesta el fallo:**

- ✓ Evidente
- ✓ Progresivo
- ✓ Súbito
- ✓ Oculto

**b. Según su magnitud:**

- ✓ Parcial
- ✓ Total

**c. Según su manifestación y magnitud:**

- ✓ Cataléptico: Súbito y Total
- ✓ Por degradación: Progresivo y Parcial

**d. Según el momento de aparición:**

- ✓ Infantil o precoz.
- ✓ Aleatorio o de tasa de fallos constante.
- ✓ De desgaste o envejecimiento.

**e. Según sus efectos:**

- ✓ Menor
- ✓ Significativo
- ✓ Crítico
- ✓ Catastrófico

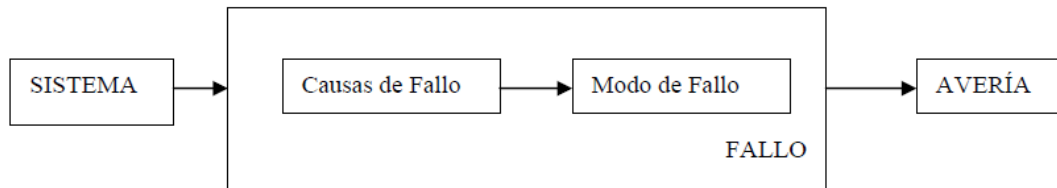
**f. Según sus causas:**

- ✓ Primario: la causa directa está en el propio sistema.
- ✓ Secundario: la causa directa está en otro sistema.
- ✓ Múltiple: Fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El Modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera

como consecuencia de una ó varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que se manifiesta la causa de fallo. (J. Díaz N., pág. 159. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

La Avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo:



**Fig. 2.4: Fallos y Averías de los Sistemas**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 159. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

### 2.3.3.3. Método de Análisis de Averías

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades.

Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden:

#### a. El recorrido del proceso.

El análisis debe centrarse primero en el Problema, segundo en la Causa y tercero en la Solución.

#### b. La metodología a utilizar.

Las condiciones que debe reunir para garantizar su eficacia son:

- ✓ Estar bien estructurada, de forma que se desarrolle según un orden lógico.

- ✓ Ser rígida, de manera que no dé opción a pasar por alto ninguna etapa fundamental.
- ✓ Ser completa, es decir, que cada etapa sea imprescindible por sí misma y como punto de partida para la siguiente.

Teniendo en cuenta estos aspectos fundamentales y las condiciones indicadas anteriormente proponemos un Método Sistemático de Análisis de Averías, estructurado en cuatro fases y diez etapas o pasos:

**Fase A: Concretar el Problema**

1. Seleccionar el Sistema
2. Identificar el Problema
3. Cuantificar el Problema

**Fase B: Determinar las Causas**

4. Enumerar las Causas
5. Clasificar y Jerarquizar las Causas
6. Cuantificar las Causas
7. Seleccionar una Causa

**Fase C: Elaborar la solución**

8. Proponer y Cuantificar Soluciones
9. Seleccionar y Elaborar una Solución

**Fase D: Presentar la Propuesta**

10. Formular y Presentar una Propuesta de Solución

<b>FICHA DE ANÁLISIS DE AVERÍAS</b>			
Fecha: ____ / ____ / ____		Realizado por: _____	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>			
MÁQUINA: _____		CÓDIGO: _____	
ELEMENTOS ASOCIADOS: _____			
FUNCIÓN: _____			
CALIFICACIÓN CRITICIDAD: Crítica: <input type="checkbox"/> Importante: <input type="checkbox"/> Poco Importante: <input type="checkbox"/> Normal: <input type="checkbox"/>			
<b>AVERIA</b>			
- NATURALEZA:			
Mecánica <input type="checkbox"/>	Electrónica <input type="checkbox"/>	Neumática <input type="checkbox"/>	
Eléctrica <input type="checkbox"/>	Hidráulica <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	
- TIPO DE FALLO:			
Progresivo <input type="checkbox"/>	+ Parcial <input type="checkbox"/>	= Degradación <input type="checkbox"/>	
Súbito <input type="checkbox"/>	+ Total <input type="checkbox"/>	= Cataléptico <input type="checkbox"/>	
Evidente <input type="checkbox"/>	Oculto <input type="checkbox"/>	Múltiple <input type="checkbox"/>	
<b>CONSECUENCIAS</b>			
- PRODUCCIÓN		- INMOVILIZACIÓN	
* Sin Consec. <input type="checkbox"/>	* Breve <input type="checkbox"/>	- SEGURIDAD:	
* Bajo Rendim. <input type="checkbox"/>	* Largo <input type="checkbox"/>	* Sin daños Pers. <input type="checkbox"/>	- MEDIO AMBIENTE
* Parada. <input type="checkbox"/>	* Muy Largo <input type="checkbox"/>	* Posible Lesión <input type="checkbox"/>	* Ninguno <input type="checkbox"/>
		* Riesgo Grave <input type="checkbox"/>	* Bajo <input type="checkbox"/>
			* Alto <input type="checkbox"/>
- COSTE DIRECTO		- CALIFICACIÓN GRAVEDAD	
* Bajo <input type="checkbox"/>	* Ocasional <input type="checkbox"/>	* Menor <input type="checkbox"/>	* Crítico <input type="checkbox"/>
* Medio <input type="checkbox"/>	* Frecuente <input type="checkbox"/>	* Significativo <input type="checkbox"/>	* Catastrófico <input type="checkbox"/>
* Alto <input type="checkbox"/>	* Muy Frecuente <input type="checkbox"/>		
<b>DIAGNÓSTICO</b>			
CAUSAS INTRINSECAS		CAUSAS EXTRINSECAS	
- FALLO DEL MATERIAL		- Mala Utilización	
* Desgaste	<input type="checkbox"/>	- Accidente	
* Corrosión	<input type="checkbox"/>	- No Respetar Instrucciones	
* Fatiga	<input type="checkbox"/>	- Falta Procedimientos Escritos	
* Desajuste	<input type="checkbox"/>	- Error Procedimientos	
* Otras	<input type="checkbox"/>	- Falta de Limpieza	
- Mal Diseño	<input type="checkbox"/>	- Coordinación	
- Mal Montaje	<input type="checkbox"/>	- Organización/Gestión	
- Mal Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	- Otras Causas Externas	
<b>SOLUCIÓN</b>			
- Para Resolver la Avería: _____			
- Para Evitar su Repetición: _____			
- Plan de Acción: REF. _____			

**Fig. 2.5: Ficha de Análisis de Averías**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 164. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

La ficha de análisis de averías sirve para guiar el análisis y para facilitar la comprensión y lectura del mismo.

La propuesta (Fase D) se debe resumir en un PLAN DE ACCIÓN donde se reflejan todas las actividades a desarrollar, sus responsables y el calendario previsto, para facilitar el seguimiento del plan. (J. Díaz N., pág. 160. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

PLAN DE ACCIÓN						
EQUIPO:		INFORME DE ANALISIS DE AVERIA:				
FECHA:						
CÓDIGO	ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA OBJETIVO	FECHA REVISIÓN	GRADO DE AVANCE	OBSERVACIONES

**Fig. 2.6: Plan de Acción**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 165. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

**2.3.3.4. Informe de Análisis de Averías**

Para que se transmita de forma eficaz, la información debe cumplir las tres condiciones siguientes:

- ✓ Ser precisa y completa
- ✓ Ser fácil de entender
- ✓ Ser breve para ahorrar tiempo a los lectores.

Su estructura más frecuente es la siguiente:

- ✓ Título



- ✓ Sumario
- ✓ Índice
- ✓ Cuerpo del informe
- ✓ Apéndices

**El Título** debe ser claro y completo, aunque la brevedad siempre se agradece. En la portada, además del Título, debe aparecer el autor o autores, fecha y lista de distribución.

**El Sumario** es un resumen de en qué consiste la avería y cuál es la solución propuesta, todo ello de forma muy breve. Los detalles irán posteriormente. La redacción del sumario debe dejarse para el último momento, cuando todo el informe esté terminado. La razón del Sumario es que es un hecho comprobado que la comprensión y la memorización mejoran notablemente si se empieza resumiendo lo que se va a explicar y la conclusión a la que se va a llegar. Debe servir también para que los lectores muy ocupados puedan tener una visión resumida sin necesidad de leerse todo el documento.

**El Índice** puede resultar superfluo si el informe es muy breve, pero en general es muy útil, pues facilita la lectura y da una primera visión, como el Sumario.

**El Cuerpo del informe** desarrolla todo el proceso de análisis efectuado, desde la definición del problema hasta la propuesta de solución pasando por el análisis de las causas. Un modelo de informe breve puede ser el siguiente:

- ✓ Título
- ✓ Sumario
- ✓ Índice
- ✓ Antecedentes o Introducción
- ✓ Descripción de la Avería
- ✓ Análisis de las Causas
- ✓ Conclusiones
- ✓ Recomendaciones
- ✓ Apéndices

Como se aprecia, en el cuerpo del informe aparecen los apartados en el orden en que se han sucedido los razonamientos. La extensión de cada apartado dependerá de su importancia relativa.

**Los Apéndices** se utilizarán cuando se requiera una larga explicación o suponga un gran volumen de datos. Así se evita perder el hilo del tema principal. Presentan la ventaja para los lectores de que sólo necesitan entrar en ellos si precisan más detalles.

El cuerpo del informe puede ser ampliado, cuando se requiera, aunque conservando la misma estructura, como se puede observar en el modelo siguiente:

## **1. Antecedentes**

1.1. Objeto y alcance del informe

1.2. Fuentes de información

1.3. Limitaciones

## **2. Descripción de la avería**

2.1. Descripción de los hechos

2.2. Sistemas observados

## **3. Análisis de Causas**

3.1. Sucesión de eventos

3.2. Causas inmediatas

3.3. Causas remotas

3.4. Causa más probable. Diagnóstico

## **4. Conclusiones**

4.1. Acerca de las Causas

4.2. Acerca de las Soluciones

4.3. Conclusión final

## **5. Recomendaciones**

5.1. Solución propuesta

5.2. Plan de acción. Implementación

(J. Díaz N., pág. 167. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

### **2.3.4. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS**

#### **MÁQUINAS**

“Un conjunto de piezas u órganos entre ellos, de los cuales uno por lo menos habrá de ser móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc., asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para las transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material”.

Pedro Mateo Floría, Agustín González Ruiz, Diego González Maestre. (2006). Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. Madrid, España: 5º Edición. Editorial Fundación Confemetal.

#### **EQUIPOS**

“Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo. El término equipo de trabajo es lo suficientemente amplio para incluir máquinas, herramientas manuales, asociaciones de máquinas, e incluso instalaciones eléctricas, de gas, etc.”.

Junta de Castilla y León. (2007). Manual de máquinas y equipos de trabajo. Madrid España. Editorial Secretaria de Salud Laboral.

## SISTEMAS

“Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia”.

Leandro Alegs. (05-03-2014). Diccionario de informática y tecnología. Santa Fe, Argentina. ALEGSA.

### 2.3.4.1. Naturaleza y Clasificación de los Equipos

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. Una posible clasificación de todos éstos activos se ofrece en la siguiente Figura:



**Fig. 2.7: Clasificación de los Equipos**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 13 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

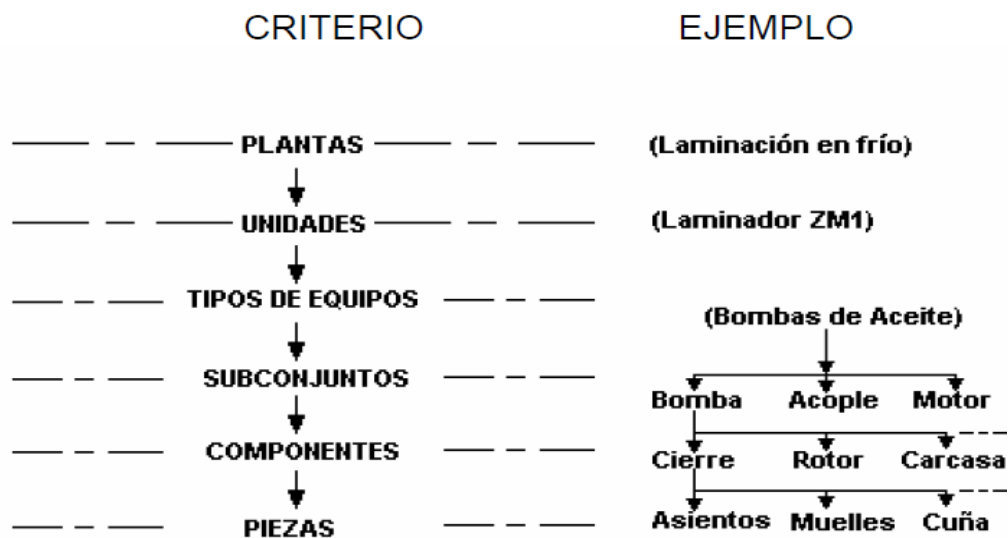
### 2.3.4.2. Inventario de Equipos

La lista anterior, no exhaustiva, pone de manifiesto que por pequeña que sea la instalación, el número de equipos distintos aconseja que se disponga de:

- Un inventario de equipos que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- Un criterio de agrupación por tipos de equipos para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- Un criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos así como de sus funciones, cuando sea preciso.

El inventario es un listado codificado del parque a mantener, establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado.

La estructura arborescente a establecer en cada caso podría responder al siguiente criterio:



**Fig. 2.8: Inventario**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 14 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

#### **2.3.4.3. Dossier-Máquina**

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- ✓ Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- ✓ Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo. Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

- a. **Documentos comerciales** que son los utilizados para su adquisición:
  - ✓ Oferta
  - ✓ Pedido
  - ✓ Bono de Recepción
  - ✓ Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.
  
- b. **Documentos técnicos** suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:
  - ✓ Características de la máquina
  - ✓ Condiciones de servicio especificadas
  - ✓ Lista de repuestos. Intercambiabilidad
  - ✓ Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos ...
  - ✓ Dimensiones y Tolerancias de ajuste
  - ✓ Instrucciones de montaje
  - ✓ Instrucciones de funcionamiento
  - ✓ Normas de Seguridad
  - ✓ Instrucciones de Mantenimiento

- ✓ Engrase
- ✓ Lubricantes
- ✓ Diagnóstico de averías
- ✓ Instrucciones de reparación
- ✓ Inspecciones, revisiones periódicas
- ✓ Lista de útiles específicos
- ✓ Referencias de piezas y repuestos recomendados.

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente en España (Reglamento de Seguridad en Máquinas).

- c. **Fichero Interno** formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo.

Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- ✓ Codificación
- ✓ Condiciones de trabajo reales
- ✓ Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- ✓ Procedimientos de reparación
- ✓ Fichero histórico de la Máquina.

(J. Díaz N., pág. 15 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

#### **2.3.4.4. Fichero Histórico de la Máquina**

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legales así como calibraciones o verificaciones de

instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad). A título de ejemplo:

- ✓ Fecha y número de OT( Orden de Trabajo)
- ✓ Especialidad
- ✓ Tipo de fallo (Normalizar y codificar)
- ✓ Número de horas de trabajo. Importe
- ✓ Tiempo fuera de servicio
- ✓ Datos de la intervención:
- ✓ Síntomas
- ✓ Defectos encontrados
- ✓ Corrección efectuada
- ✓ Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

- a. Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.
- b. Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.
- c. Análisis de mejora de métodos: Selección de puntos débiles, análisis AMFE.
- d. Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.
- e. Análisis de la política de mantenimiento:
  - ✓ Máquinas con mayor número de averías
  - ✓ Máquinas con mayor importe de averías
  - ✓ Tipos de fallos más frecuentes

El análisis de éstos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo - preventivo - predictivo) más adecuado a cada máquina. (J. Díaz N., pág. 16 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).



#### 2.3.4.5. Repuestos-Tipos

En cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable. Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

##### a. Selección de las piezas a mantener en stock

La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock. Es fundamental establecer una norma donde se especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras (incremento del inmovilizado), de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor.

Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado los criterios de decisión en función de:

- ✓ la criticidad de la máquina
- ✓ el tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla, etc.)
- ✓ las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto)

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

**Stock Crítico:** piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.

**Stock de Seguridad:** Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave

influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación (v. gr. rotor de turbocompresor de proceso, único)

**Piezas de desgaste seguro:** constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).

**Materiales genéricos:** válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. que por su elevado consumo interesa tener en stock.

#### **b. Fijar el nivel de existencias**

A continuación para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello en primer lugar el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- ✓ Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad)
- ✓ Consumo previsto
- ✓ Plazo de reaprovisionamiento

#### **c. Gestión de Stocks**

La gestión de stocks de repuestos, como la de cualquier stock de almacén, trata de determinar, en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y riesgo de rotura del stock que estamos dispuestos a permitir, el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir). El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles. Se manejan los siguientes conceptos:

**Lote económico de compra**, que es la cantidad a pedir cada vez para optimizar el coste total de mantenimiento del stock:

$$q_s = \sqrt{\frac{2kD}{bP}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

k: costo por pedido (costo medio en €)

D: Consumo anual (en unidades)

b: Precio unitario (en € /u) de la pieza

P: Tasa de almacenamiento (20÷30%)

La tasa de almacenamiento P, incluye:

- ✓ Los gastos financieros de mantenimiento del stock
- ✓ Los gastos operativos ( custodia, manipulación, despacho)
- ✓ Depreciación y obsolescencia de materiales
- ✓ Coste de seguros

**Frecuencia de pedidos:** Es el número de pedidos que habrá que lanzar al año por el elemento en cuestión:

$$n = \frac{D}{q_e} \quad \text{Ecuación (2)}$$

**Stock de seguridad:** Que es la cantidad adicional a mantener en stock para prevenir el riesgo de falta de existencias, por mayor consumo del previsto o incumplimiento del plazo de entrega por el proveedor:

$$S_s = H\sqrt{cd} \quad \text{Ecuación (3)}$$

c: Consumo diario (en piezas/día)

d: Plazo de reaprovisionamiento (en días)

H: Factor de riesgo, que depende del % de riesgo de rotura de stocks que estamos dispuestos a permitir  $\left( \frac{\text{unidades-servidas}}{\text{unidades-demandadas}} 100 \right)$

Riesgo %	50	40	30	20	15	10	5	2,5	1	0,35	0,1	0,07	0,02
H	0	0,26	0,53	0,85	1,04	1,29	1,65	1,96	2,33	2,70	3,10	3,20	3,60

**Fig. 2.9: Stock de seguridad**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 19 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

**Punto de pedido:** Es el stock de seguridad más el consumo previsto en el plazo de reaprovisionamiento:

$$q_p = cd + H\sqrt{cd} \quad \text{Ecuación (4)}$$

A veces se fija arbitrariamente, tomando como referencias:

- ✓ El límite mínimo: el stock de seguridad.
- ✓ El límite máximo: el limite mínimo más el lote económico

El método expuesto es similar al empleado en la gestión de almacenes de otros materiales; se basa en la estadística de consumos y es válido para repuestos de consumo regular . Es imprescindible que los repuestos estén codificados para una gestión que, necesariamente, debe de ser informatizada.

La codificación debe permitir identificar las piezas inequívocamente, es decir, debe haber una relación biunívoca entre código y pieza. Debe permitir la agrupación de los repuestos en grupos y subgrupos de tipos de piezas homogéneos. Ello facilitará también la normalización y optimización del stock. Cada código llevará asociado una descripción, lo más completa posible del material.

El análisis de Pareto de cualquier almacén pone de manifiesto que el 20 % de los repuestos almacenados provocan el 80 % de las demandas anuales constituyendo el 80 % restante sólo el 20 % de la demanda. Ésto significa que la mayor parte de los componentes de una máquina tienen un consumo anual bajo, mientras que unos pocos tienen un consumo tan elevado que absorben la mayor parte del

consumo anual global de repuestos para dicha máquina. Desde el punto de vista del valor del consumo ocurre algo parecido. La tabla siguiente da la distribución porcentual representativa de todo el catálogo de repuestos de empresas de diversos sectores (químico, petroquímico, energía eléctrica y siderurgia):

COSTE ADQUISICION UNITARIO		DEMANDA PIEZAS/AÑOS			TOTAL SOBRE TODA LA DEMANDA
		0 a 0.5	0.5 a1	>1	
BAJO	N	12	15	14	41
	V	1	1	2	4
MEDIO	N	22	24	8	54
	V	19	21	6	46
ELEVADO	N	2	3	0	5
	V	20	30	0	50
TOTAL SOBRE TODOS LOS COSTES DE ADQUISICIÓN	N	36	42	22	100
	V	40	52	8	100

**Fig. 2.10: Distribución Porcentual**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 20 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

N: Numero de componentes (%)

V: Valor anual movido (%)

Para controlar el stock se usan los siguientes **índices de control** o indicadores:

- ✓ **Índice de Rotación del Inmovilizado:** Proporciona una medida de la movilidad de los elementos almacenados

$$IRI = \frac{D}{q_m} \quad (\text{Debe ser } >1. \text{ Valor normal}=1.25) \quad \text{Ecuación (5)}$$

Siendo

D = Consumo en el periodo considerado

$q_m$  = Existencias medias en ese mismo periodo.

✓ **Índice de Calidad del Servicio:** Es una medida de la utilidad del stock, es decir, si tenemos almacenado lo que se requiere en cada momento

$$CS = \frac{RS}{RD} 100 \quad \text{Ecuación (6)}$$

Siendo RS = Repuestos servidos y RD = Repuestos demandados

✓ **Índice de Inmovilizado de repuestos,** que debe guardar una cierta relación con el valor de la instalación a mantener:

$$i(\%) = \frac{IA}{II} 100 \quad \text{Ecuación (7)}$$

Siendo IA = Inmovilizado en almacén y II = Inmovilizado de la instalación y que depende del sector productivo:

Tipo de Actividad	i (%)
Química	3-6
I. Mecánica	5-10
Automóviles	3-10
Siderurgia	5-12
Aviación	4.5-12
Energía Eléctrica	2-4
Minas	4.5-20 (J. Díaz N., pág. 21 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

#### 2.3.4.6. Otros Materiales

No necesariamente se debe mantener stock de todos los repuestos necesarios. Aquellos tipos genéricos (rodamientos, válvulas, manómetros, retenes, juntas,

etc.) que sean fáciles de adquirir en el mercado se deben evitar. Como alternativa se puede tener un contrato de compromiso de consumo a precios concertados con un distribuidor (pedido abierto), a cambio del mantenimiento del stock por su parte (depósito).

Otros materiales que normalmente se pueden evitar su permanencia en stock son los consumibles (electrodos, grasas, aceites, herramientas, etc.). La situación específica del mercado local recomendará su adquisición en régimen de tránsito (compra puntual bajo demandas), pedido abierto o establecimiento de un depósito en nuestras instalaciones o en las del proveedor. (J. Díaz N., pág. 21. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

### **2.3.5. SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

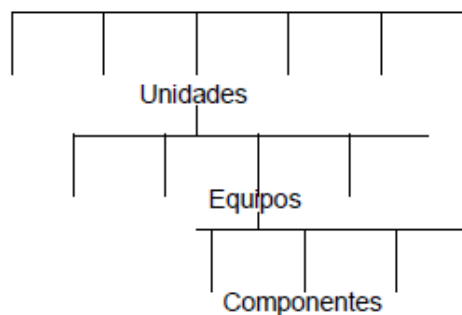
#### **2.3.5.1. ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO**

Con todo lo dicho hasta ahora podríamos resumir las distintas etapas que supone establecer un plan de mantenimiento:

##### **1º.- Clasificación e Identificación de Equipos**

El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos.

Se recomienda un sistema arborescente y un código que identifique planta y unidad, además de los específicos del equipo:



**Fig. 2.11: Clasificación e Identificación de Equipos**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 20 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

## 2º.- Recopilar información

Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:

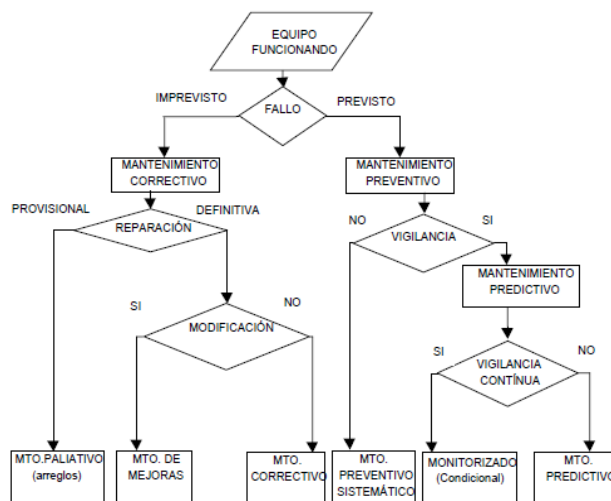
- ✓ Condiciones de Trabajo.
- ✓ Condiciones de Diseño.
- ✓ Recomendaciones del Fabricante.
- ✓ Condicionamientos legales
- ✓ Etc.

## 3º.- Selección de la Política de Mantenimiento

Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento aplicar a cada equipo. Se usan para ello tanto métodos cuantitativos como, fundamentalmente, cualitativos. El uso de gráficos de decisión puede ayudar a confirmar la opinión propia (función de las características del emplazamiento) y la del fabricante (función de las características del material). Sólo en casos contados es preciso construir modelos basados en costos y estadísticas.

A continuación se presentan algunos de los gráficos utilizados para seleccionar el tipo de mantenimiento a aplicar:

- a. Basado en el tipo de fallo y posibilidad de vigilancia:



**Fig. 2.12: Selección de la Política de Mantenimiento**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 20 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz



Existen otras metodologías cualitativas más completas como el RCM (Mantenimiento centrado en la fiabilidad) o el AMFEC (Análisis de Modos de Fallos y Efectos) y que por su importancia lo veremos en el punto siguiente.

#### **4°.- Programa de Mantenimiento Preventivo**

Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por familias, tipos de equipos, períodos iguales, etc., a fin de optimizar la mano de obra. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección y de lubricación.

#### **5°.- Guía de Mantenimiento Correctivo**

Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento correctivo esperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para su presupuestación. En cualquier caso una tarea muy valiosa para facilitar la planificación de trabajos consiste en tipificar los trabajos más repetitivos e incluso confeccionar procedimientos de reparación para cada uno de esos casos.

#### **6°.- Organización del Mantenimiento**

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- ✓ La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena
- ✓ La estructura administrativa
- ✓ El sistema de planificación y programación de trabajos, que se verá más adelante. (J. Díaz N., pág. 37 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

#### **2.3.5.2. Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE)**

Método riguroso de análisis que utiliza todas las experiencias y competencias disponibles de los estudios, métodos, mantenimiento, fabricación, calidad. Es un método inductivo y cualitativo que permite pasar revista al conjunto de los órganos de un sistema ó instalación, definiendo:

- ✓ Los tipos de fallos reales ó potenciales
- ✓ Causas posibles
- ✓ Consecuencias
- ✓ Medios para evitar sus consecuencias

Su objetivo es, por tanto, identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad). Permite definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. En definitiva es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisa un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce.

Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis. (Ver en página siguiente)

**a. Funciones**

Se describen las especificaciones (características) y expectativas de desempeño que se le exigen al activo físico que se está analizando. Cubren por tanto no solo el volumen de producción (v. gr 350 l/min. a 7 kg/cm<sup>2</sup>) sino las expectativas relacionadas con cuestiones como calidad del producto, control, contención, protección, cumplimiento de normas medioambientales, integridad estructural e incluso aspecto físico del activo.

**b. Fallo Funcional**

Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado.

**c. Modo de Fallo**

Forma en que el dispositivo ó el sistema pueden dejar de funcionar ó funcionar anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito, etc.

**d. Causa Raíz**

Anomalía inicial que puede conducir al fallo. Un mismo tipo de fallo puede conducir a varias causas: Falta de lubricante, lubricante en mal estado, suciedad, etc.

**e. Consecuencia**

Efecto del fallo sobre la máquina, la producción, el producto, sobre el entorno inmediato.

La valoración proporciona una estimación numérica de los respectivos parámetros:

F: Frecuencia. Estimación subjetiva de la ocurrencia del modo de fallo.

G: Gravedad. Estimación subjetiva de las consecuencias.

D: Detección. Estimación subjetiva de la probabilidad de ser detectado el fallo potencial.

NPR: Número de Prioridad de Riesgos. Producto de F, G y D.

HOJA DE TRABAJO AMFEC									
SECCIÓN:			REALIZADO POR:				HOJA Nº:		
EQUIPO/TAG:			FECHA:			NOMBRE FICHA:			
FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	

**Fig. 2.13: Presupuesto Anual Manto**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 51 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Una posible escala de valoración sería:

- F: Frecuencia (1-10)**
- ✓ Imposible (1-2)
- ✓ Remoto (3-4)
- ✓ Ocasional (5-6)
- ✓ Frecuente (7-8)
- ✓ Muy Frecuente (9-10)

**G: Gravedad (1-10)**

- ✓ Insignificante (1-2)
- ✓ Moderado (3-4)
- ✓ Importante (5-6)
- ✓ Crítico (7-8)
- ✓ Catastrófico (9-10)

**D: Detección (1-10)**

- ✓ Probabilidad de detección muy elevada (1-2)
- ✓ Probabilidad de detección elevada (3-4)
- ✓ Probabilidad de detección moderada (5-6)
- ✓ Probabilidad de detección escasa (7-8)
- ✓ Probabilidad de detección muy escasa (9-10)
- ✓ El número de prioridad de riesgos (NPR) permite priorizar las acciones a tomar.
- ✓ Especial hincapié debe hacerse en la detección de fallos ocultos. Se presentan normalmente en dispositivos de protección. La recomendación en tales casos se conoce como verificación funcional ó tareas de búsqueda de fallos. Hasta un 40% de los modos de fallo suelen ser fallos ocultos en los sistemas complejos. (J. Díaz N., pág. 40 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

**2.3.5.3. Planificación y Programación del Mantenimiento**

Para optimizar los recursos disponibles es imprescindible planificar y programar los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento tienen una dificultad añadida y es que deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción.

La planificación de los trabajos consiste en poner al ejecutor en disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con buena eficiencia y según un método optimizado; es lo que también se denomina proceso de preparación de trabajos.

La programación, una vez planificados los trabajos, establece el día y el orden de ejecución de los mismos.

Supone, por tanto, un trabajo de ingeniería previo a la ejecución de los trabajos para determinar:

- ✓ Localización del fallo, avería.
- ✓ Diagnósis del fallo.
- ✓ Prescribir la acción correctiva.
- ✓ Decidir la prioridad correcta del trabajo.
- ✓ Planificar y programar la actividad. (J. Díaz N., pág. 40 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

#### **2.3.5.4. El Presupuesto de Mantenimiento**

Antes de que empiece un nuevo ejercicio económico (normalmente el año natural) hay que estimar cuánto va a ser el gasto anual de mantenimiento, es decir, confeccionar el presupuesto anual de mantenimiento.

El presupuesto no sólo constituye un instrumento de gestión para el control de la eficacia del mantenimiento sino que, sobre todo, debe ser una herramienta de planificación si se aprovecha su confección para hacer una profunda reflexión sobre el servicio que debemos implantar:

¿Qué funciones se espera del servicio?

¿Qué medios necesito para realizar dichas funciones?

¿Cuánto suponen estos medios?

¿Qué objetivos (cuantificables) vamos a tratar de conseguir?

¿Cómo vamos a medir los logros?

¿Cómo vamos a controlarlos y hacer el seguimiento de su evolución?

Es una buena ocasión para concretar, por escrito, los acuerdos con producción sobre nivel de servicio a prestar. Sin este preacuerdo una parte importante de la

energía de los gestores se perderá en discusiones estériles sobre la eficacia del servicio.

- a. Previamente se necesita conocer el programa anual de fabricación.
- b. Para confeccionar el presupuesto, una vez fijados los parámetros antes indicados, se agrupa el gasto en partes o categorías:
- c. Mantenimiento Ordinario:
  - ✓ Mantenimiento Correctivo
  - ✓ Mantenimiento Preventivo-Predictivo
- d. Mantenimiento Extraordinario:
  - ✓ Grandes Reparaciones
  - ✓ Paradas Programadas
  - ✓ Mejoras Técnicas

Que constituyen las grandes masas a presupuestar. Para cada una de ellas tendremos que precisar sus elementos constituyentes:

- ✓ Mantenimiento Propio
- ✓ Mantenimiento Ajeno
- ✓ Materiales (Repuestos y Materiales de consumo)

El Presupuesto de Mantenimiento Propio es el resultado de multiplicar las horas de personal propio disponibles por su precio. El precio de la hora de mantenimiento, en cada especialidad, está formado por los siguientes elementos:

Coste de la mano de obra operativa (Salarios más cargas sociales)

Parte proporcional de gastos de estructura:

- ✓ Jefe de Mantenimiento y otro personal no operativo (oficinas, mandos intermedios, etc.)

Parte proporcional del resto de gastos de mantenimiento:

- ✓ Agua, vapor, electricidad
- ✓ Gastos de formación, gestión

- ✓ Gastos de mantenimiento de talleres e instalaciones de mantenimiento

Materiales no repartidos (no imputables a trabajos concretos):

- ✓ Herramientas
- ✓ Instrumentos de medida
- ✓ Pequeño material diverso general (tornillería, consumibles, etc.)

El coste estándar en Euros/hora es la suma de estos cuatro conceptos dividida por el número de horas disponibles total.

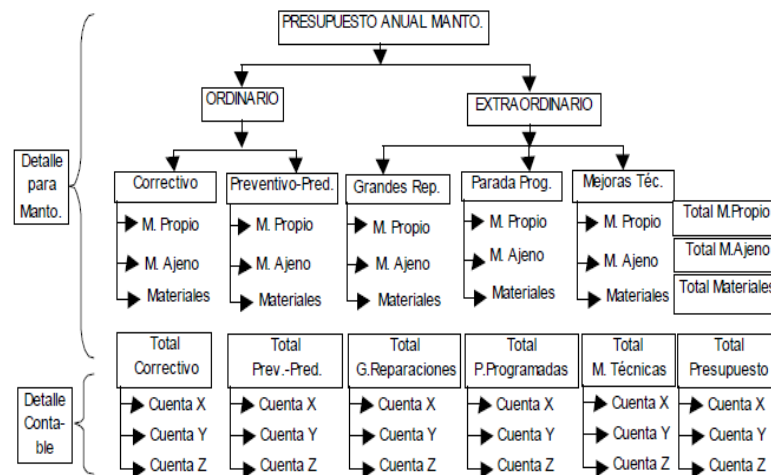
- ✓ El Presupuesto de Mantenimiento Ajeno consta de las siguientes partidas:
  1. Contratos diversos suscritos tanto de correctivo como de preventivo con Servicios Técnicos oficiales y otros contratistas (~50%).
  2. Los trabajos realizados a tanto alzado que serían objeto de petición de ofertas cuando se presenten (~40%).
  3. Los trabajos realizados por precios unitarios (tarifas) y los realizados por administración donde están acordados el precio de la hora de cada especialidad y nivel y se facturan las horas trabajadas reales a posteriori. Estos últimos deben restringirse a aquellos trabajos difíciles de presupuestar por su naturaleza (~10% del mantenimiento ajeno).

El presupuesto de materiales es el importe de los repuestos y resto de materiales de consumo directos que se suministran del stock de almacén o mediante solicitud de compra de materiales en tránsito.

Su valoración hay que estimarla en función de datos históricos, reparaciones previstas (paradas, revisiones, etc.), utilizando ratios estadísticos (del 15% al 30% del gasto total de mantenimiento, dependiendo del tipo de industria), o sencillamente completando las dos grandes masas anteriores (Mantenimiento Propio y Mantenimiento Ajeno) de forma que la suma total no supere la cifra global prevista o estimada mediante ratios (3% al 6% del valor de reposición de la planta, dependiendo del tipo de instalación).

Estos tres conceptos (Mantenimiento Propio, Mantenimiento Ajeno y Materiales) se calcularán para cada una de las grandes masas a presupuestar (Mantenimiento Ordinario y Mantenimiento Extraordinario). Finalmente hay que distribuirlo entre las distintas cuentas de cargo (Plantas, Líneas o Unidades de Producción, Servicios, etc.)

De todo ello resultará una estructura presupuestaria como la indicada en la Figura: (J. Díaz N., pág. 51 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)



**Fig. 2.14: Presupuesto Anual Manto**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 51 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

### 2.3.5.5. Los Costes de Mantenimiento

El cálculo antes realizado no deja de ser un ejercicio de pura imaginación: son gastos estimados. Cuando hablamos de costes en mantenimiento nos referimos a los que se van constatando en la realidad, con la marcha de las instalaciones y del funcionamiento real del servicio.

En un entorno cada vez más competitivo, cada vez adquiere más importancia el control de los costes de mantenimiento.



Estos pueden ser:

- ✓ Directos
- ✓ Indirectos

Los costes directos o de mantenimiento están compuestos por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento.

Los costes indirectos o costes de avería son los derivados de la falta de disponibilidad o del deterioro de las funciones de los equipos. Estos no suelen ser objeto de una partida contable tal como se aplica a los costes directos, pero su volumen puede ser incluso superior a los directos. A modo de ejemplo formarían parte de esta partida los siguientes:

- ✓ La repercusión económica por pérdida de producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y los costes de falta de calidad.
- ✓ Las penalizaciones por retrasos en la entrega.
- ✓ Los costes extraordinarios para paliar fallos en equipos productivos: horas extraordinarias, reparaciones provisionales, etc.
- ✓ Los efectos sobre la seguridad de las personas e instalaciones así como los efectos medioambientales provocados por los fallos.

El coste integral de mantenimiento tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no sólo los directamente relacionados con mantenimiento. Están formados por la suma de los costes directos más los costes indirectos.

El coste global o del ciclo de vida de un equipo incluye todos los costes en que se incurre a lo largo de toda la vida del equipo, entre los que se encuentran el coste directo de mantenimiento.

Conviene subrayar la importancia que tiene en mantenimiento la gestión del coste global de los equipos (rife cycle cost de los anglosajones), ya que si nos fijamos sólo en los costes de mantenimiento se podría pensar que suprimiendo momentáneamente el preventivo se reducirían los costes de mantenimiento. Sin embargo en la práctica ello llevará a un deterioro progresivo de los equipos y en

último término llevará a unos costes por fallos muy superiores a los ahorros conseguidos inicialmente. Cuando hablamos de coste del ciclo de vida de un equipo incluimos:

- a. El coste de adquisición, A.
- b. Los gastos de su utilización, que a su vez incluyen:
  - ✓ Los costes de funcionamiento, F (materia prima, energía, etc.)
  - ✓ Los costes de mantenimiento, M.
- c. El valor residual del equipo, r (si lo tuviera)

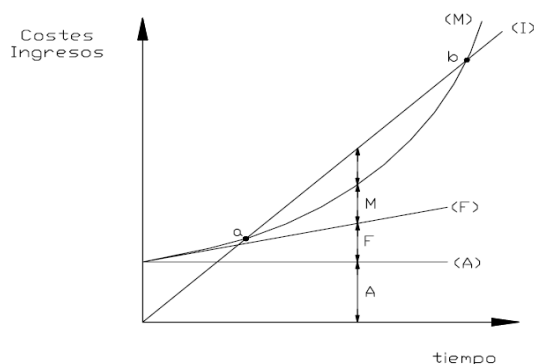
Todos ellos referidos a la vida completa del equipo y expresados en dinero constante, a fin de que sus importes acumulados queden bien definidos. El coste global C vendrá dado por la siguiente expresión:

$$C = A + F + M + r \quad \text{Ecuación (8)}$$

Si el ingreso acumulado aportado por el equipo es I, el resultado de explotación es:

$$R = I - C = I - (A + F + M + r) \quad \text{Ecuación (9)}$$

Si prescindimos de r, la representación gráfica del resto de magnitudes expresan que, en términos muy generales, R es positivo entre a y b:

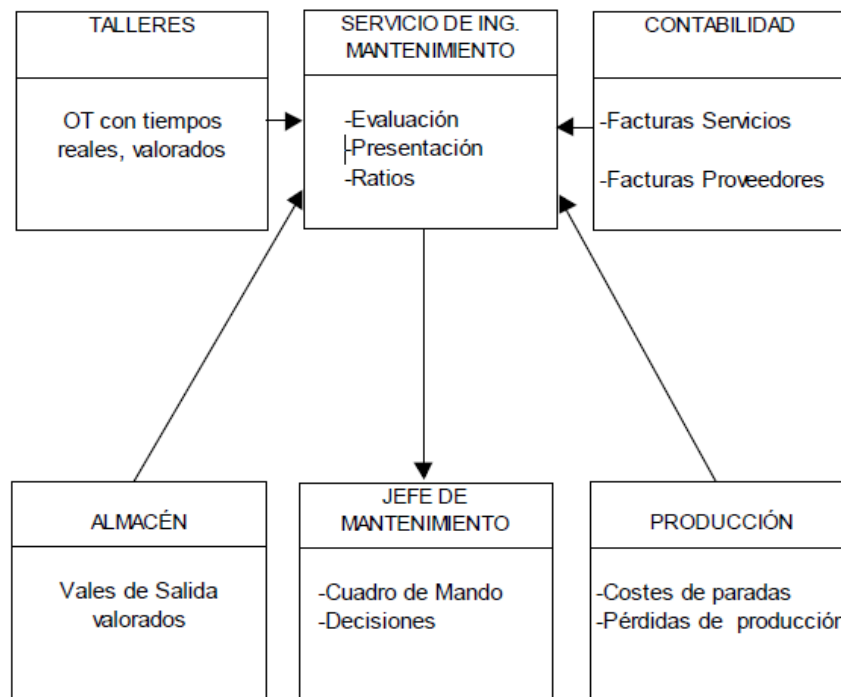


**Fig. 2.15:** Costo Global

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 53 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Antes de llegar al punto a (tiempo de retorno de la inversión) la operación no es rentable pues los gastos superan los ingresos. A partir de b vuelve a presentarse la misma situación por el incremento exponencial que experimentan los costes de mantenimiento cuando se ha agotado la vida útil del equipo.

Los costes son recogidos día a día en los documentos internos (OT, Vale de salida de Almacén, Certificación de trabajos); su presentación en forma de índices permite tener un "cuadro de mando" para la Gestión: (J. Díaz N., pág. 54. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)



**Fig. 2.16: Cuadro de Mando**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 54. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

### 2.3.5.6. Control de Gestión

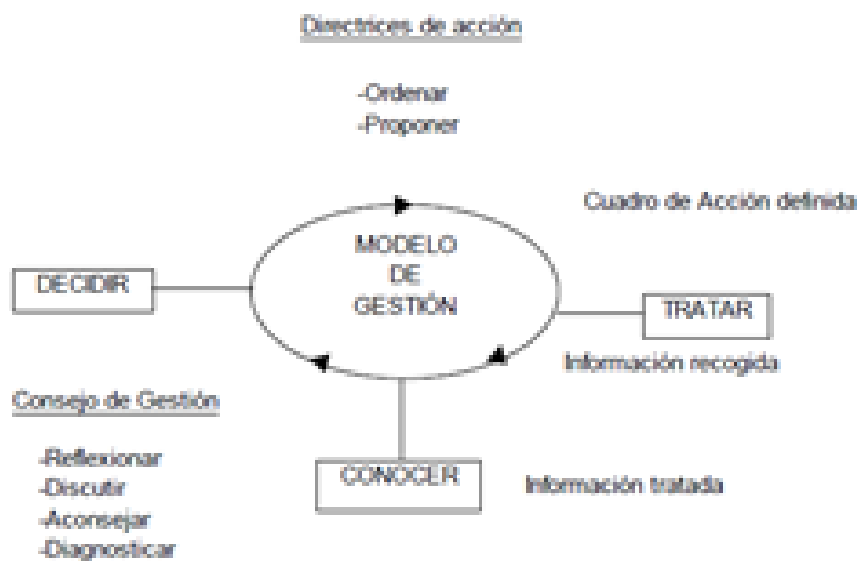
Gestionar es tomar decisiones con conocimiento de causa. La gestión del mantenimiento se realiza bajo la responsabilidad del jefe del servicio, partiendo de indicadores del cuadro de mando y normalmente con decisiones colegiadas o

concertadas con el "grupo de consejeros" que depende del tamaño de la instalación. Este grupo de consejeros suele ser la ingeniería de mantenimiento, que despojada de responsabilidades operacionales, prepara el cuadro de mando y realiza el análisis crítico y las propuestas de mejora.

El cuadro de mando es el conjunto de informaciones tratadas y ordenadas de forma que permiten caracterizar el estado y la evolución del servicio de mantenimiento mediante:

- ✓ Estados cifrados
- ✓ Gráficos de evolución
- ✓ Gráficos de reparto
- ✓ Ratios (relación convencional de dos números)

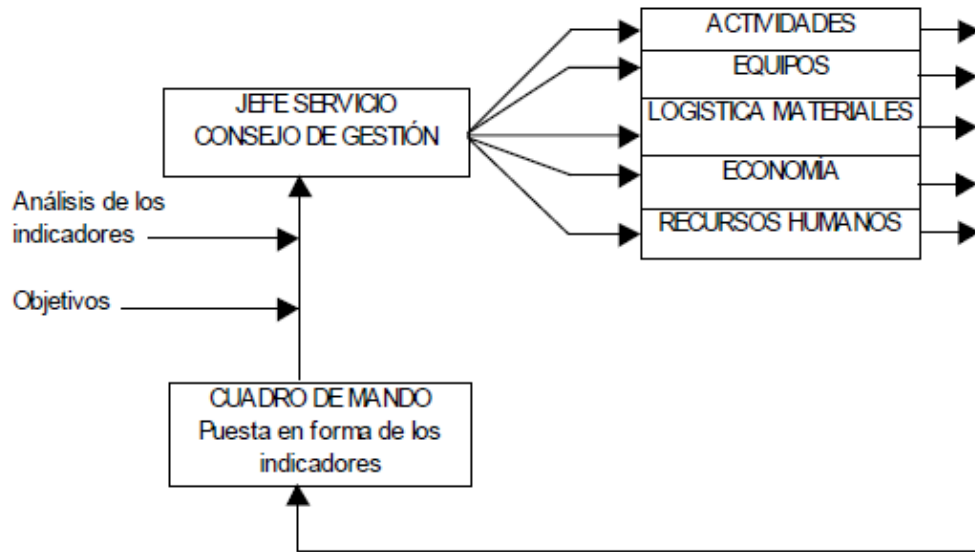
De todo ello resulta el siguiente Modelo Iterativo de Gestión:



**Fig. 2.17: Modelo de Gestión**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 55. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Que resulta del flujo de informaciones de los distintos campos a gestionar y que se indican en la siguiente Figura:



**Fig. 2.18: Consejo de Gestión**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 55. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Toda esta masa de información a tratar implica medios de recogida, almacenamiento y tratamiento informático que es lo que constituye un Programa de Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO). (J. Díaz N., pág. 55 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

### 2.3.5.7. Ratios de Control

Los ratios, índices o indicadores utilizados para el cuadro de mando están formados por una relación convencional de dos dimensiones cuantificadas, que pueden ser de distinta naturaleza.

Ejemplo:

$$\frac{\text{Gastos de Mantenimiento (EUROS)}}{\text{Producción realizada (TONELADAS)}} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Se utilizan para el control de la gestión y constituyen un medio de reflexión:

- ✓ En valor absoluto

- ✓ Por comparación con el valor de períodos anteriores (evolución)
- ✓ Por comparación con los mismos ratios en otras empresas similares.

Es normal usar varios índices para cada área de gestión a controlar. Haremos mención de los más usados al estudiar cada una de las áreas de gestión a controlar. (J. Díaz N., pág. 56 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

### **2.3.5.8. Control de Gestión de Equipos**

Informaciones a recoger para asegurar el seguimiento de las máquinas:

- ✓ Clasificación según estado de la máquina (Marcha, Parada, En Reparación)
- ✓ Horas de uso
- ✓ Desviaciones de comportamiento
- ✓ Resultados de inspecciones
- ✓ Histórico de fallos
- ✓ Ficha de análisis de fallos
- ✓ Lista de recambios consumidos
- ✓ Consumos de lubricantes, energía

De forma más precisa, el cálculo del MTBF (fiabilidad) y el MTTR (mantenibilidad) permitirá evaluar la DISPONIBILIDAD, que es el indicador de gestión más eficaz.

Los ratios de control más usados en la gestión de equipos se definen a continuación:

- ✓ **MTBF:** Tiempo Medio entre Fallos sucesivos.

Está ligado a la FIABILIDAD o probabilidad de buen funcionamiento.

Un parámetro derivado del anterior:

$$\text{TASA DE FALLOS: } \lambda = \frac{1}{MTBF} (\text{N}^\circ \text{ de averías por unidad de tiempo})$$

Ecuación (11)

- ✓ **MTTR:** Tiempo Medio de Reparación.

Está ligado a la MANTENIBILIDAD o facilidad con que puede hacerse una intervención de mantenimiento.

Un parámetro derivado del anterior:

TASA DE REPARACIÓN:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} (\text{N}^\circ \text{ de reparaciones por unidad de tiempo})$$

Ecuación (12)

- ✓ **DISPONIBILIDAD:** Capacidad de un ítem para desarrollar su función durante un determinado período de tiempo

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuación (13)

**FACTOR DE UTILIZACIÓN:**

Proporción entre el Tiempo de Operación de un ítem y su tiempo disponible. (J. Díaz N., pág. 57. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

### 2.3.5.9. Control de Gestión de Recursos Humanos

Se trata de tener recogidos todos los datos necesarios para decidir, mejorar y orientar la gestión de la mano de obra.

a. La información necesaria normalmente puede ser:

- ✓ Estructura propia
- ✓ Por especialidades
- ✓ Por cualificación
- ✓ Por antigüedad media

- b. N° medio de efectivos ajenos
  - ✓ Por tipos de trabajo
  - ✓ Por contratas
  - ✓ Horas de formación
  - ✓ Datos de accidentes
  - ✓ Datos de absentismo
  - ✓ Datos de horas extras

Los principales indicadores son:

- a. Índice de cobertura ( horas de mantenimiento propio/horas totales )
- b. Índice de horas de formación (Horas Formación/Horas totales de trabajo)
- c. Índice de accidentes:

$$\text{Índice de Frecuencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Accidentes con Baja}}{\text{Horas Trabajadas (al año)}} \times 10^6 \quad \text{Ecuación (14)}$$

$$\text{Índice de Gravedad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Jornadas Perdidas Acctes con baja}}{\text{Horas Trabajadas (al año)}} \times 10^3 \quad \text{Ecuación (15)}$$

Índice de Absentismo (Horas de Ausencia/Horas Teóricas de presencia) (J. Díaz N., pág. 58 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

### 2.3.5.10. Control de Gestión de Actividades

Toda actividad de mantenimiento da lugar a una OT que, una vez asignados los costos (mano de obra, materiales) permite su valoración. Toda la información asociada a las actividades propias de mantenimiento que ya comentamos:

- ✓ Preparación
- ✓ Programación
- ✓ Lanzamiento
- ✓ Ejecución
- ✓ Retroinformación



Es almacenada en la base de datos de mantenimiento (GMAO), y nos facilitará el análisis de la gestión.

El análisis de la gestión permitirá, entre otros, disponer de la siguiente información:

- ✓ Evolución y Reparto de las actividades en tiempo (horas)
- ✓ Evolución y Reparto de los gastos (Euros)
- ✓ OT'S por Talleres, Plantas, Máquinas

Se utiliza los siguientes ratios o indicadores de control:

- ✓ .% OT's Preventivo/Total OT's
- ✓ .% OT's Correctivo/Total OT's
- ✓ .% OT's Urgentes/Total OT's
  
- ✓ .% OT's Ejecutadas/Total lanzadas. (J. Díaz N., pág. 59 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

#### **2.3.5.11. Control de Gestión de Existencias y Aprovisionamientos**

Partiendo de los movimientos de almacén (Vales de salida, Vales de entrada/Bonos de Recepción) se determinan las existencias actuales.

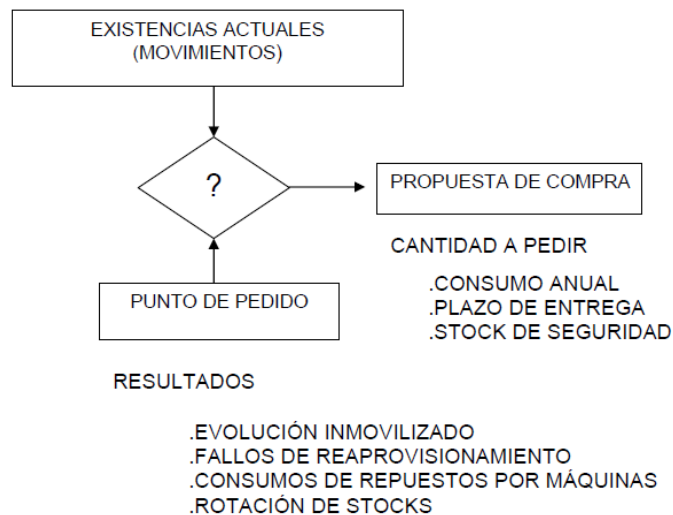
En la gestión de existencias se compara el valor anterior (existencias actuales) con el punto de pedido definido para cada artículo y permite emitir una propuesta de compra por cada artículo cuyas existencias sean inferiores al punto de pedido. En cada caso, la cantidad a pedir estará definida por los siguientes parámetros:

- ✓ Consumo anual
- ✓ Plazo de entrega
- ✓ Stock de seguridad

Esta gestión nos permite conocer:

- ✓ La evolución del inmovilizado del almacén de repuestos

- ✓ Analizar fallos de reaprovisionamiento; Faltas de materiales
- ✓ Analizar consumos de repuestos por máquinas (Piezas, Importe)
- ✓ Conocer la rotación de almacenes.



**Fig. 2.19: Existencias Actuales**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 60. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Se suelen usar los siguientes ratios para el control de gestión:

- ✓ % Repuestos/Gasto Total Mantenimiento
- ✓ Inmovilizado en Repuestos/Valor Reposición Planta
- ✓ Índice de Rotación  $IR = \text{Consumo Anual} / \text{Existencias medias}$

(J. Díaz N., pág. 61. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

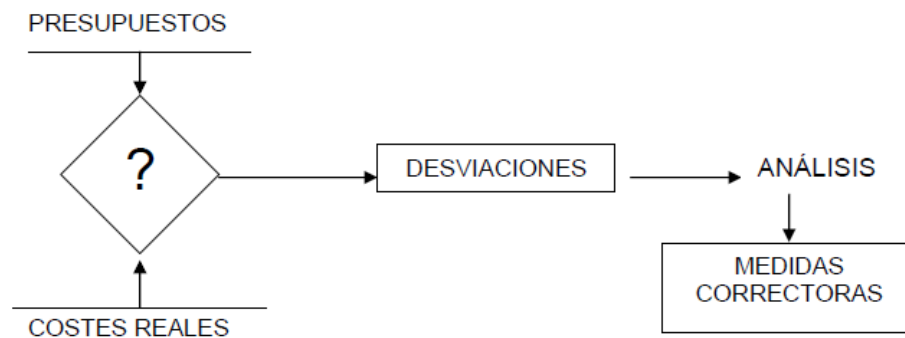
### 2.3.5.12. Control de Gestión Económica

Comparación con los presupuestados para cada cuenta de cargo y analizar las causas de las desviaciones. Al menos mensualmente se debe hacer este seguimiento con objeto de tomar medidas para evitar y corregir las desviaciones.

La codificación de máquinas y actividades nos debe permitir tener clasificados los costes reales imputados según se presupuestaron:

- ✓ Costes de Mantenimiento Correctivo
- ✓ Costes de Mantenimiento Preventivo
- ✓ Costes de Mantenimiento Predictivo (Preventivo condicional)
- ✓ Costes de Mejoras Técnicas
- ✓ Costes de Mano de Obra Propia
- ✓ Costes de Mano de Obra Ajena
- ✓ Costes de Materiales
- ✓ Costes de Repuestos específicos

La comparación con las respectivas masas presupuestadas constituyen uno de los elementos más importantes del cuadro de mando.



**Fig. 2.20: Presupuestos**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 61. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Además de la distribución de los costes reales, desviaciones por tipos de mantenimiento y por concepto de costo, se utilizan los siguientes ratios de control:

- ✓ Costo Total Mantenimiento/ Producción
- ✓ Costo Total Mantenimiento/Valor Reposición de la Planta (2-10%, s/tipos)
- ✓ Costo Total Mantenimiento/Facturación (1 - 9,8% s/tipos)
- ✓ Costo Total Mantenimiento/Beneficios (61,8 - 87'5% s/tipos)
- ✓ Costo Medio por Averías

- ✓ Costo Medio por Tipos de Equipos. (J. Díaz N., pág. 62 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

### **2.3.6. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamiento, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento.

- ✓ Mantenimiento Correctivo
- ✓ Mantenimiento Preventivo
- ✓ Mantenimiento Predictivo
- ✓ Mantenimiento Productivo Total

Ninguno de los tipos anteriores se utiliza de forma exclusiva sino que, en áreas de la rentabilidad de la explotación, se imponen practicar una adecuada combinación de los tipos anteriores, realizando lo que se ha venido en llamar mantenimiento planificado. (Gómez F., 1998, pág. 25)

#### **2.3.6.1. Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el modelo de mantenimiento más común en la pequeña y mediana empresa y aunque es el que tradicionalmente se ha venido empleando, impera desde hace algún tiempo la introducción de programas de mantenimiento preventivo cuyos resultados a largo plazo son muchos más eficaces. El mantenimiento correctivo se basa en la intervención en el caso de avería, manifestada como el colapso de un equipo o instalación, es decir, la interrupción súbita de la producción. Dentro del mantenimiento correctivo se pueden distinguir dos variedades.

### **Mantenimiento correctivo con eliminación de la avería**

Es este caso el mantenimiento consiste en la reparación de emergencia, efectuando la sustitución de los elementos averiados. Normalmente se realiza bajo fuertes presiones tratando de evitar caídas en la producción.

### **Mantenimiento correctivo con eliminación de causas**

Este tipo de mantenimiento no sólo consiste en la situación de los elementos defectuosos sino en la eliminación de la causa que originó la avería.

Por este motivo proporciona soluciones más duraderas, así como un incremento de la disponibilidad y fiabilidad a largo plazo. Obviamente, la participación de los técnicos en este caso es más necesaria y el tiempo de intervención se incrementa, por este motivo suele realizarse en las paradas programadas.

### **Ventajas del Mantenimiento Correctivo**

- ✓ Máximo aprovechamiento de la reserva de uso de los equipos: se conoce como tal a su tiempo de vida útil remanente.
- ✓ No se requiere una elevada capacidad de análisis ni infraestructura técnica o administrativa.

### **Inconvenientes del Mantenimiento Correctivo**

- ✓ Interrupciones impredecibles de la producción que pueden provocar daños y averías en cadena de proporciones desconocidas.
- ✓ Reducción de la vida útil de equipos e instalaciones.
- ✓ Baja seguridad en la producción.
- ✓ Necesidad de un “stock” de repuestos de dimensiones considerables.
- ✓ Riesgo de fallo de elementos de difícil adquisición con el consecuente tiempo de espera.
- ✓ Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para realizar las reparaciones.

## **Posibles aplicaciones del mantenimiento correctivo**

Por todo lo dicho en puntos anteriores no es difícil deducir que el mantenimiento correctivo es de aplicación en aquellos casos en los que el coste total de las paradas causadas por actividades correctivas sea menor que el coste total por acciones preventivas. Esta situación sólo se da en el caso de pequeñas empresas y en general, en sistemas industriales secundarios, cuya eventual parada no afecta substancialmente a la producción. (Fernández M., García M., Orcajo G., Cano J., Sarriego J., 1998, pág. 8-9)

### **2.3.6.2. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar –en cierta medida- la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o un determinado período de tiempo de funcionamiento.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del período de inspección. Un período demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un período demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los costes procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrado aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

El grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones. El desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricante, rodamientos, etc.) que no se encuentran en mal estado, se nos antoja innecesario. Por otra parte, sea cual sea el período de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de la aparición de averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas.

Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar entretenimiento de los equipos, es decir, engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc. Aunque a todos los efectos se trata de un mantenimiento preventivo, se le suele denominar mantenimiento rutinario, con el fin de distinguirlo del anterior.

### **2.3.6.3. Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales –correctivo y preventivo- de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución.

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

1. La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
2. La vigilancia continua de los equipos.

La mayoría de los componentes de las máquinas avisan de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra [Patton, 1983]. Por lo tanto, si mediante el seguimiento de los parámetros funcionales adecuados es posible detectar prematuramente el fallo de algún componente de la máquina, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de la misma, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes [Martínez, 1985]. El conjunto de técnicas que se ocupan del seguimiento y examen de estos parámetros característicos de la máquina se conoce como Técnicas de Verificación Mecánica.

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguientes:

- ✓ Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer, sin necesidad de parar y desmontar la máquina.
- ✓ Observar aquellos defectos que sólo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento.
- ✓ Seguir la evolución del defecto hasta que se estime que es peligroso.
- ✓ Elaborar un historial del funcionamiento de la máquina, a través de la evolución de sus parámetros funcionales y su relación con cualquier evento significativo: parada, revisión, lubricación, reemplazo de algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectados, etc.
- ✓ Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.
- ✓ Programar el suministro de repuestos y la mano de obra.
- ✓ Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma.
- ✓ Aislar las causas de los posibles fallos repetitivos, y procurar su erradicación.
- ✓ Proporcionar criterios para una selección satisfactoria de las mejores condiciones de operación de la máquina.
- ✓ Aumentar la seguridad de funcionamiento de la máquina, y en general de toda la instalación.



Sin embargo, una cosa es lo que predica la filosofía del mantenimiento predictivo, y otra lo que realmente se puede esperar de su puesta en práctica. Las dificultades para su desarrollo pleno provienen de los mismos principios en los que basa, a saber:

En primer lugar, no existe ningún parámetro funcional, ni siquiera una combinación de ello, que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, indicando de forma inmediata, mediante la aparición de signos identificadores, la presencia de un defecto incipiente, y además para todos los defectos posibles.

En segundo lugar, no es viable una monitorización (o vigilancia continua) de todos los parámetros funcionales significativos para todos los equipos de una instalación. En la realidad el número de parámetros analizados en el programa de mantenimiento debe limitarse, así como la proporción de máquinas implicadas. Además el término vigilancia sólo para aquellos equipos críticos en el proceso.

Como consecuencia de las limitaciones anteriores pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

- ✓ Que el defecto se produzca en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.
- ✓ Que un defecto no sea detectado con la medición y análisis de los parámetros incluidos en el programa.
- ✓ Que, aun siendo detectado, éste no sea diagnosticado correctamente o en toda su gravedad.
- ✓ Que, aun habiéndose realizado un diagnóstico correcto, no sea posible programar la parada de la máquina en el momento oportuno, y sea preciso asumir el riesgo de fallo. (Gómez F., 1998, pág. 28-29).

#### **2.3.6.4. Mantenimiento Productivo Total**

Es indudable que el mantenimiento de estándares, normas, procedimientos y gamas sobre “procesos” automatizados se presenta complejo sin una organización

capaz de tener una gran reactividad y preparación. Así mismo, es difícil progresar, por ejemplo, en el tiempo de utilización de los equipos y en su capacidad de producción para fabricar productos de acuerdo a especificaciones cuando sólo se depende del mantenimiento realizado por personal especializado, dado que es prácticamente imposible atender todas las tareas originadas por un número tan elevado de paradas e incidencias, surgidas en los automatismos y en las 5M de este tipo de “procesos”.

La evolución hacia el TPM actual (Management de la Producción Total) pasa por aceptar las siguientes definiciones:

1° ¿Qué es la Empresa?

Es un sistema formado por un conjunto de elementos en interacción dinámica, asociados con una misma visión y ambición para llegar a una meta a través de lograr unos objetivos.

2° ¿Cómo definimos al Mantenimiento Industrial?

Es el conjunto de técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el funcionamiento continuo de la maquinaria productiva.

3° ¿Qué definición podemos dar a la seguridad de funcionamiento continuo?

Es el conjunto de medidas, normas y actuaciones que tienen como fin que el plan de producción se desarrolle tal y como estaba previsto, dentro de los riesgos técnicos que se habían tomado (fiabilidad, calidad, tiempo ciclo, etc.).

4° ¿Qué es, pues, el Mantenimiento Total o Global?

Es el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua.

En este contexto, el TPM asume el reto de cero fallos, cero incidencias y cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso productivo, permitiendo reducir costes y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora.

El TPM tiene, así pues, como acción principal: cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndolos en su estado de referencia y aplicando sobre ellos la mejora continua.

Podemos definir como estado de referencia aquel en que el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de su concepción de la situación actual cara a la evolución del producto a elaborar o transformar.

Por tanto, asegurar el mantenimiento del estado de referencia se trata de vigilar, con un buen mantenimiento preventivo total, la situación de referencia de los equipos productivos en cuanto a:

- ✓ Tiempo de ciclo.
- ✓ Parámetros de proceso (soldadura, temperatura, etc.).
- ✓ Parámetros de engrase (tipos de aceite, niveles, etc.).
- ✓ Parámetros de reglaje de útiles, herramientas, calibres, etc.
- ✓ Parámetros eléctricos.
- ✓ Parámetros de calidad.
- ✓ Parámetros mecánicos (ajustes, ruidos, etc.).
- ✓ Parámetros hidráulicos (presiones, niveles, etc.).
- ✓ Etc.

En caso de desviación de la situación de referencia las consignas de actuación deben precisar:

- ✓ La intervención que debe hacer el operador de fabricación.
- ✓ La forma de actuar ante un difícil diagnóstico para ser ayudado por profesionales o técnicos de mantenimiento.

Según esto, el TPM tiene como finalidad:

El mantenimiento de estándares y la búsqueda permanente de la mejora de los mismos con el fin de mejorar los performances o comportamientos técnicos de un proceso, a través de una implicación concreta y una participación diaria de todos los miembros y funciones de la organización, en particular de todas las relacionadas con el proceso productivo.

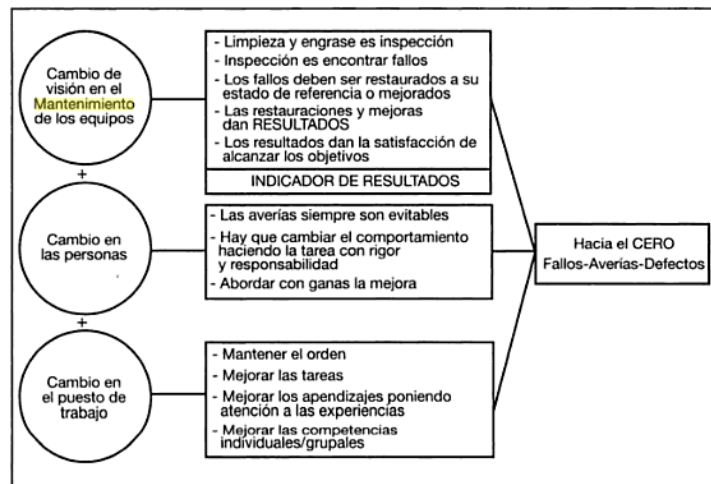
Así mismo, busca la innovación en los sistemas para alargar su ciclo de vida.

El objetivo principal del TPM es así la “mejora continua” del rendimiento operacional de todos los procesos y sistemas de producción, sea cual sea su nivel de performances técnicos, a través de la dinámica de los grupos de fiabilización, evitando por la prevención las paradas y minimizando los tiempos de intervención. Los objetivos que podemos derivar de este principal son:

1. Conseguir el rendimiento operacional (Ro) óptimo de los equipos de producción con la participación de todos, o lo que es lo mismo: cuidar y explotar los equipos con un sentido de máxima disponibilidad de los mismos. Esto lo podemos conseguir con estas dos herramientas:
  - a. Desarrollo del Auto mantenimiento integrado en la fabricación para mantener los estándares o estados de referencia.
  - b. Desarrollo de la mejora continua de los estándares por la aportación de ideas para mejorar el estado de referencia por la evolución de los aprendizajes.
2. Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos para eliminar fallos esporádicos o aleatorios y fallos crónicos, así como para asegurar la calidad de los procesos y mejorar la productividad.
3. Tomar estadísticas a través de la experiencia adquirida en las actividades TPM que ayuden, tanto al utilizador como al responsable de adquirir nuevos equipos y a los constructores de los mismos, mejorando diseños y haciendo puestas a punto más económicas desde el punto de vista del mantenimiento total.
4. Formar a agentes técnicos y operadores de líneas de fabricación para que conozcan bien las instalaciones.

Para conseguir estos objetivos hemos de lograr un cambio de visión del mantenimiento clásico, de las personas y de los puestos y organización de un

proceso que nos conduzca a cero fallos, averías y accidentes por la práctica de la “prevención”. (Rey F., 2001, pág. 58-63)



**Fig. 2.21: La Evolución del Mantenimiento durante el Siglo XX.**

**Fuente:** F. González F., Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.

FC Editorial

### 2.3.7. FIABILIDAD

#### 2.3.7.1. Análisis de Fiabilidad de Equipos

La teoría de la fiabilidad es el conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos y prácticas operativas que, mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, están dirigidos a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema.

Tiene sus orígenes en la aeronáutica (seguridad de funcionamiento). Un paso significativo se dio en Alemania cuando se trabajó con el misil V1. Von Braun consideraba erróneamente que en una cadena de componentes, cuyo buen funcionamiento era esencial para el correcto funcionamiento del conjunto, la probabilidad de fracaso dependía exclusivamente del funcionamiento del componente más débil. Erich Pieruschka (matemático del equipo) dio vida a la fórmula de la fiabilidad del sistema a partir de la fiabilidad de los componentes,

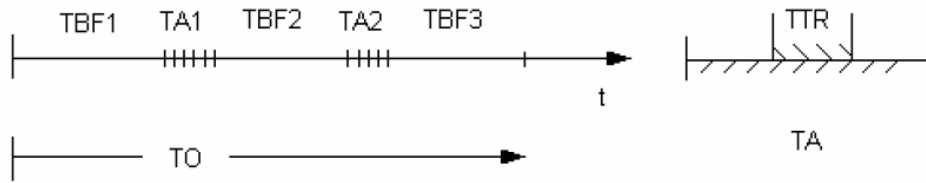
que permite afirmar que la fiabilidad del conjunto es siempre inferior a la de sus componentes individuales.

Posteriormente en el sector militar en EEUU, para garantizar el funcionamiento de sistemas electrónicos y finalmente en el industrial, para garantizar la calidad de los productos y eliminar riesgos de pérdidas valiosas, dieron el impulso definitivo para su paulatina implantación en otros campos.

#### **a. Definiciones Básicas**

- ✓ Fallo: Es toda alteración o interrupción en el cumplimiento de la función requerida.
  
- ✓ Fiabilidad (de un elemento): Es la probabilidad de que funcione sin fallos durante un tiempo (t) determinado, en unas condiciones ambientales dadas.
  
- ✓ Mantenibilidad: Es la probabilidad de que, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.
  
- ✓ Disponibilidad: Es la probabilidad de que esté en estado de funcionar (ni averiado ni en revisión) en un tiempo dado.

Si adoptamos, para simplificar, que el esquema de vida de una máquina consiste en una alternancia de "tiempos de buen funcionamiento" (TBF) y "tiempos de averías" (TA):



**Fig. 2.22: Tiempos de Buen Funcionamiento y Tiempos de Averías**

**Fuente:** (J. Díaz N., pág. 64 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz).

En los que cada segmento tiene los siguientes significados:

TBF: Tiempo entre fallos

TA: Tiempo de parada

TTR: Tiempo de reparación

TO: Tiempo de operación

n: Número de fallos en el periodo considerado podemos definir los siguientes parámetros como medidas características de dichas probabilidades:

- ✓ El tiempo medio entre fallos (**MTBF**) como medida de la Fiabilidad:

$$MTBF = \frac{\sum_0^n TBF_i}{n} [\text{días}] \quad \text{Ecuación (16)}$$

Y su inversa ( $\lambda$ ) conocida como la tasa de fallos:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} [N^\circ \text{ de fallos/Año}] \quad \text{Ecuación (17)}$$

- ✓ El tiempo medio de reparación (**MTTR**) como medida de la Mantenibilidad:

$$MTTR = \frac{\sum_0^n TTR_i}{n} [\text{días}] \quad \text{Ecuación (18)}$$

Y su inversa ( $\mu$ ) conocida como la **tasa de reparación**:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} [N^\circ \text{ de Reparaciones/Año}] \quad \text{Ecuación (19)}$$

✓ La **disponibilidad** (D) es una medida derivada de las anteriores:

$$D = \frac{\sum_1^n TBF_i}{TO} = \frac{\sum TBF_i}{\sum TBF_i + \sum TAI_i} = \frac{\sum TBF_i/n}{\sum TBF_i/n + \sum TAI_i/n} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Ecuación (20)}$$

Es decir, la disponibilidad es función de la fiabilidad y de la mantenibilidad.

Otra medida de la fiabilidad es el factor de fiabilidad:

$$FF = \frac{HT - HMC}{HT} \quad \text{Ecuación (21)}$$

Dónde:

HT: Horas totales del periodo

HMC: Horas de Mantenimiento Correctivo (Averías)

HMP: Horas de Mantenimiento Preventivo (programado)

Y otra medida de la disponibilidad es el **factor de disponibilidad**:

$$FD = \frac{HT - HMC - HMP}{HT} \quad \text{Ecuación (22)}$$

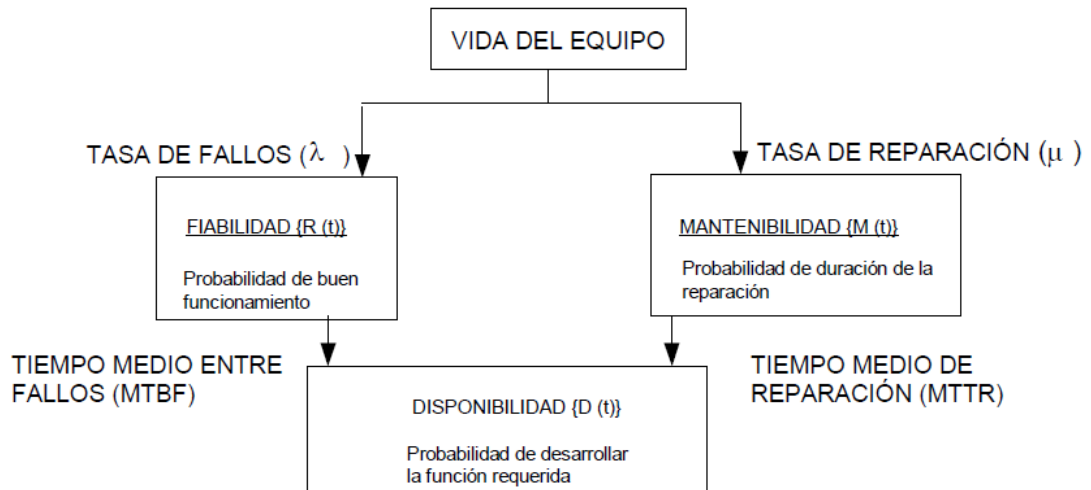
Donde se pone claramente de manifiesto que la disponibilidad es menor que la fiabilidad, puesto que al contabilizar el tiempo de buen funcionamiento, en la disponibilidad se prescinde de todo tipo de causas posibles (se incluye el tiempo de mantenimiento preventivo programado):

$$D = \frac{TO - \sum_0^n TAI_i}{TO} \quad \text{Ecuación (23)}$$

Sin embargo en el cálculo de la fiabilidad, al contabilizar el tiempo de buen funcionamiento, no se incluye el tiempo de mantenimiento preventivo programado.

El esquema siguiente es un resumen de los parámetros que caracterizan la vida de los equipos:





**Fig. 2.23: Vida del Equipo**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 66 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz.

### b. Teoría de la Fiabilidad

Hemos definido antes la FIABILIDAD como la probabilidad de que un elemento, conjunto o sistema funcione sin fallos, durante un tiempo dado, en unas condiciones ambientales dadas. Ello supone:

- ✓ Definir de forma inequívoca el criterio que determina si el elemento funciona o no.
- ✓ Que se definan claramente las condiciones ambientales y de utilización y se mantengan constantes.
- ✓ Que se defina el intervalo  $t$  durante el cual se requiere que el elemento funcione.

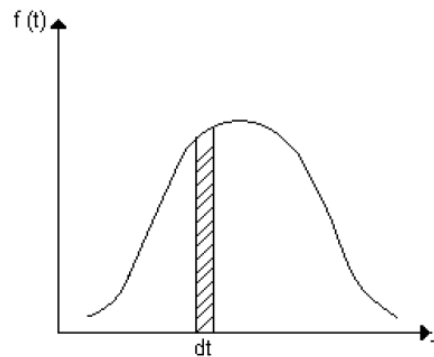
Para evaluar la fiabilidad se usan dos procedimientos:

- ✓ Usar datos históricos. Si se dispone de muchos datos históricos de aparatos iguales durante un largo período no se necesita elaboración estadística. Si son pocos aparatos y poco tiempo hay que estimar el grado de confianza.

- ✓ Usar la fiabilidad conocida de partes para calcular la fiabilidad del conjunto.  
Se usa para hacer evaluaciones de fiabilidad antes de conocer los resultados reales.

Consideramos  $t$  "tiempo hasta que el elemento falla" como variable independiente (período al que se refiere la fiabilidad).

- ✓ Función de distribución de probabilidad:  $f(t)$
- ✓ Probabilidad de que el elemento falle en instante  $t$ :  $f(t) dt$
- ✓ Probabilidad de que falle en el instante  $t$  o antes (infiabilidad):



**Fig. 2.24: Función de distribución de probabilidad**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 67. Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad \text{Ecuación (24)}$$

Donde  $F(t)$  es la función de distribución de probabilidad acumulada

$$\int_0^{\infty} f(t) dt = 1 \quad (\text{Todo elemento acaba por fallar}) \quad \text{Ecuación (25)}$$

**Fiabilidad,  $R(t)$** , Probabilidad de que funcione todavía en el instante  $t$ :

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \text{Ecuación (26)}$$

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt \quad \text{Ecuación (27)}$$

Tasa de fallos,  $\lambda(t)$ , es la función de distribución de Probabilidad (condicional) de un elemento que ha funcionado bien hasta el instante  $t$ , y falla en el tiempo comprendido entre  $t$  y  $t+dt$ .

Véase la diferencia entre  $f(t)$  y  $\lambda(t)$ :

$f(t) dt$  representa la fracción de población que falla entre  $t$  y  $t+dt$ , respecto una población sana en  $t=0$  (original).

$\lambda(t) dt$  representa la fracción de población que falla entre  $t$  y  $t+dt$ , respecto una Población sana en el momento  $t$  (es menos numerosa, o como máximo igual a la población original).

$f(t) dt$  es una probabilidad a priori, referida al instante inicial de funcionamiento.

$\lambda(t) dt$  es una probabilidad a posteriori, condicionada a la información cierta de que el aparato ha funcionado bien hasta el momento  $t$ .

### **Relación entre fiabilidad $R(t)$ y tasa de fallos $\lambda(t)$**

$$f(t) dt = R(t) \times \lambda(t) dt \text{ (Probabilidad condicionada)} \quad \text{Ecuación (29)}$$

Prob. de que falle en período  $t+dt$  = Prob. de que funcione todavía en  $t$  x Prob. de que falle en  $t+dt$ , estando bien en  $t$

Recordando que:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \quad \text{Ecuación (30)}$$

$$dR(t) = -f(t)dt = -R(t)\lambda(t)d(t)$$

E integrando entre 0 y  $t$ :

$$\ln R(t) - \ln R(0) = -\int_0^t \lambda(t)dt \quad \text{Ecuación (31)}$$

Ya que  $\ln R(0) = 0$  porque  $R(0) = 1$ .

La fórmula (31) que es la fiabilidad en función de la tasa de fallos, junto con las siguientes:

$$f(t) = \lambda(t)R(t) = \lambda(t)e^{-\int_0^t \lambda(t)dt} \quad \text{Ecuación (32) (distribución de probabilidad en función de la tasa de fallos)}$$

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t)dt} \quad \text{Ecuación (33) (infiabilidad en función de la tasa de fallos)}$$

Constituyen tres relaciones, entre cuatro funciones  $[f(t), F(t), R(t), \lambda(t)]$ , por lo que conociendo una cualquiera de ellas, se conocen las otras tres.

#### **Análisis de la función tasa de fallos $\lambda(t)$**

Tiene la dimensión inversa de un tiempo, por lo que puede interpretarse como "Número de fallos en la unidad de tiempo".

Al representarla gráficamente para una población homogénea de componentes, a medida que crece su edad  $t$ :

Resulta ser la llamada **curva de la bañera**, en la que se distinguen claramente tres períodos:

A:

- ✓ Período de Mortalidad Infantil
- ✓ Fallos de rodaje, ajuste o montaje
- ✓ La tasa de fallos es decreciente
- ✓ Propio de componentes de Tecnología Mecánica.

B:

- ✓ Período de Fallos por azar (o aleatorios)
- ✓ Tasa de fallos constante
- ✓ Propio de materiales de Tecnología eléctrica/electrónica.

C:

- ✓ Período de Fallos por Desgaste o Vejez
- ✓ Tasa de fallos creciente
- ✓ Propio de materiales de Tecnología mecánica o electromecánica (desgaste progresivo).

En general, la curva  $\lambda(t)$  resulta de la superposición de la curva (a) asociada a los defectos iniciales tras la puesta en servicio y la curva (b) que marca los fenómenos de desgaste o deterioro de la función.

De manera que, dependiendo de la influencia de cada uno de los fenómenos mencionados, la tasa de fallo tendrá una forma distinta. Así en los equipos mecánicos predominan los fenómenos asociados al desgaste y su tasa de fallo crece con el tiempo:

### c. Leyes Estadísticas

Ahora vamos a ver la forma de estas funciones para cada uno de los tres aspectos de la función  $\lambda(t)$ : constante, creciente y decreciente.

- a.  $\lambda = \text{cte.}$  Ley exponencial  $R(t) = e^{-\lambda t}$  (exponencial negativa)

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad \text{Ecuación (34)}$$

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \text{Ecuación (35)}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad \text{Ecuación (36)}$$

- b.  $\lambda(t)$  es variable. Ley de Weibull. Ley con tres parámetros que permiten ajustar las tasas de fallos crecientes o decrecientes.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-y}{n}\right)^\beta} \quad \text{Ecuación (37)}$$

$\beta$ : Parámetro de forma  $\beta > 0$

$\eta$ : Parámetro de escala  $\eta > 0$

$\gamma$ : Parámetro de posición  $-\infty < \gamma < +\infty$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad \text{Ecuación (38)}$$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad \text{Ecuación (39)}$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad \text{Ecuación (40)}$$

Si

$\beta < 1$ .  $\lambda$  decrece. Período A

$\beta = 1$ .  $\lambda$  constante. Período B

$\beta > 1$ .  $\lambda$  crece. Período C

De forma simplificada:

$$R(t) = e^{-(t/T)^\beta}$$

t: variable de duración  $0 < t < \infty$

T: duración característica,  $T > 0$

$\beta$ : parámetro de forma

$$F(t) = 1 - e^{-(t/T)^\beta} \quad \text{Ecuación (41)}$$

$$f(t) = \frac{\beta}{T} \left(\frac{t}{T}\right)^{\beta-1} e^{-(t/T)^\beta} \quad \text{Ecuación (42)}$$

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{T} \left(\frac{t}{T}\right)^{\beta-1} \quad \text{Ecuación (43)}$$

Si

$\beta < 1$ .  $\lambda$  decrece. Fallos infantiles

$\beta = 1$ .  $\lambda$  constante. Fallos aleatorios

$\beta > 1$ .  $\lambda$  crece. Fallos por desgaste

Para un período de tiempo  $t$ , igual a la **duración característica**  $T$ :

$$F(t) = 1 - e^{-1^\beta} = 1 - \frac{1}{e} = 0,632 \quad \text{Ecuación (44)}$$

La duración característica  $T$  es la duración hasta que han fallado el 63,2% de la población.

Representando la función de Weibull gráficamente con escala doble logarítmica en ordenadas y logarítmica en abscisas,  $R(t)$  adopta forma de recta de pendiente  $\beta$ . En dicho gráfico es posible determinar la fiabilidad  $R$  para cualquier duración  $t$ . Sin embargo, la aplicación de las técnicas estadísticas permite una estimación más precisa.

El conocimiento de las leyes de evolución de  $\lambda(t)$  en función del tiempo puede ser útil para establecer la política de mantenimiento más adecuada para cada tipo de componente de los equipos. En componentes de tasa de fallo constante un cambio de pieza no aporta una mayor fiabilidad, es más, presentaría un valor de fiabilidad menor al principio de su puesta en servicio, por posibles defectos de fabricación. Sin embargo, en componentes con tasa de fallo creciente con el tiempo está perfectamente justificada la sustitución preventiva antes de que la tasa de fallos alcance un valor inadmisibles. (J. Díaz N., pág. 73 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

### 2.3.7.2. Fiabilidad de los Sistemas

Tratamos ahora de establecer la relación que liga la fiabilidad de un sistema complejo con la de sus componentes individuales.

La fiabilidad de un sistema no es otra que la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento "NO HAY FALLOS", lo cual es, a su vez, resultado de una serie de acontecimientos más simples.

Las partes componentes del sistema se pueden comportar, desde el punto de vista de la fiabilidad de forma independiente o no.

El funcionamiento, desde el punto de vista de la fiabilidad, de un sistema se representa mediante esquemas de bloques adecuadamente conectados, de forma que cada bloque representa un elemento o subsistema.

Estos esquemas no corresponden con los esquemas funcionales de la instalación (No hay correspondencia con el despiece físico), sino que **representan la dependencia lógica** del acontecimiento "fallo del sistema".

a. Sistemas en serie.

El fallo de uno cualquiera de sus componentes determina el fallo del sistema completo

$$\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \lambda_3 \quad \lambda_n \quad R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) = R(t)$$

Ecuación (45)

Si  $\lambda = \text{cte}$ . Entonces  $MTBF_i = \frac{1}{\lambda_i} \quad MTBF_s = \frac{1}{\lambda_s} \quad \lambda_s = \sum_{i=1}^n \lambda_i$

b. Sistemas en paralelo.

Basta que funcione un elemento para que funcione todo el sistema.

Se llaman también sistemas redundantes.

En este caso se simplifican los cálculos usando la función infiability  $F(t) = 1 - R(t)$

De manera que  $F(t) = F_1(t) \times F_2(t) \times \dots \times F_n(t)$  Ecuación (46)



Con lo que

$$\begin{aligned} 1 - R(t) &= (1 - R_1(t))x(1 - R_2(t))x \dots x(1 - R_n(t))R(t) \\ &= 1 - \pi_1^n(1 - R_i(t)) \end{aligned}$$

Ecuación (47)

Cuantos más elementos hay en paralelo, mejor es la fiabilidad.

$$\lambda_s = \pi_1^n \lambda_i$$

Ecuación (48)

### **a. Sistemas Complejos. Método Del Árbol De Fallos**

Normalmente, en los equipos, los componentes forman un sistema complejo que en parte son subsistemas en serie y en parte subsistemas en paralelo.

De los diversos métodos existentes para estudiar la fiabilidad de sistemas complejos el que mejor se adapta a un tratamiento informático es el MÉTODO DEL ÁRBOL DE FALLOS.

Consiste en descomponer, escalonadamente, la ocurrencia de un suceso en un sistema lógico secuencial integrado por unidades (elementos) operativos independientes, hasta alcanzar los sucesos tomados como iniciales (primarios). Cada unidad queda identificada por su denominación y la función (operación-fallo) que se espera de ella.

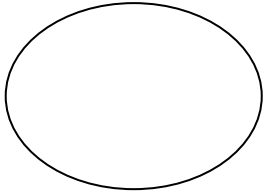

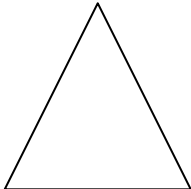
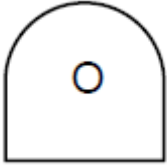
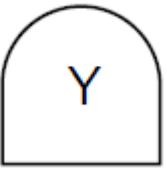
Los estados en que pueden encontrarse las unidades son dos: Operativo-Fallo.

A partir del suceso en estudio se responde a la pregunta:

¿Qué se necesita para funcionar?  $R(t)$

¿Qué se necesita para que falle?  $\lambda(t)$

Se utilizan símbolos, con el siguiente significado

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
<p><b>SUCESO PRIMARIO</b></p> <p>Técnicas de Mantenimiento Industrial 76</p> <p>No requiere desarrollo posterior o no es posible desarrollarse, por alguna razón.</p>	
<p><b>SUCESO SECUNDARIO</b></p> <p>Resulta la combinación lógica de sucesos previos.,</p>	
<p><b>CADENA REPETIDA</b></p> <p>Resume una cadena, idéntica, ya analizada.</p>	
<p><b>PUERTA O</b></p> <p>Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presente cualquiera de los precedentes. Existe redundancia.</p>	
<p><b>PUERTA Y</b></p> <p>Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presentan todos los precedentes. Existe coincidencia.</p>	

**Tabla 2.1: Método del Árbol de Fallos**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 76Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

Se comienza eligiendo el suceso final objeto del análisis. A partir de aquí se van determinando los sucesos previos inmediatos que, por combinación lógica,

pueden ser su causa. El proceso se repite hasta llegar a un nivel de sucesos básicos que no requieren mayor análisis.

Una vez desarrollado para cada suceso preestablecido, es posible determinar cualitativa y cuantitativamente la fiabilidad del sistema.

El análisis cualitativo permite determinar los sucesos (fallos mínimos) que deban presentarse (condición necesaria y suficiente) para que ocurra el suceso principal.

El análisis cuantitativo (mediante el álgebra de Boole) determina la fiabilidad del sistema si se conocen la de los distintos elementos o sucesos primarios.

Ejemplo: Fallos de una linterna eléctrica de mano para que no funcione.

Si  $F_i$  representa la tasa de fallo de cada evento:

$$F_0 = F_1 \cdot F_2 \quad \text{Ecuación (49)}$$

$$F_2 = F_3 + F_4 \quad \text{Ecuación (50)}$$

$$F_4 = F_5 + F_6 \quad \text{Ecuación (51)}$$

Cuando es conocida la probabilidad de cada suceso primario, es posible calcular la del fallo principal. (Datos históricos/Datos de fabricantes).

De esta forma se determina si es aceptable o no el fallo principal, y nos ayuda a:

- ✓ Determinar la fiabilidad de elementos, subsistemas y sistemas.
- ✓ Analizar la fiabilidad de distintos diseños (análisis comparativo).
- ✓ Identificar componentes críticos, que pueden ser causa de sucesos indeseables.
- ✓ Analizar fallos críticos que previamente han sido identificados por un análisis AMFE.

Como consecuencia de estos análisis podemos decir que el método del árbol de fallos se podría utilizar para:

- ✓ Evidenciar la fiabilidad de un sistema

- ✓ Comparar con la de otros sistemas
- ✓ Proponer modificaciones en el diseño

E incluso para establecer el plan de su mantenimiento preventivo (gamas y frecuencia).

Para facilitar el análisis cuantitativo, la tasa de fallos de cada suceso se asigna, a falta de datos precisos, utilizando valores relativos arbitrarios como la tabla de probabilidades relativas de la Atomic Energy of Canada Ltd.:

Muy probable	$10^{-2}$
Probable	$10^{-3}$
No probable	$10^{-4}$
Improbable	$10^{-5}$
Muy improbable	$10^{-6}$
Extremadamente improbable	$10^{-7}$

En las puertas Y la probabilidad es igual al producto de las probabilidades. Como están expresadas en forma de potencias de 10, sólo habrá que sumar exponentes:

$$10^{-3} \cdot 10^4 = 10^{-7} \quad \text{Ecuación (52)}$$

En las puertas OR la probabilidad es igual a la suma de probabilidades. Por la misma razón (potencias de 10) se puede simplificar tomando la mayor y despreciando el resto:

$$10^{-4} + 10^{-3} + 10^{-6} \approx 10^{-3} \quad \text{Ecuación (53)}$$

### **b. Mantenibilidad. Disponibilidad**

Se trata de conceptos paralelos a la fiabilidad en tanto en cuanto son funciones de distribución de probabilidad, de acuerdo con las definiciones dadas antes.

La **mantenibilidad**, probabilidad de ser reparado en un tiempo predeterminado, se refiere a la variabilidad de los tiempos de reparación, que es muy grande por los numerosos factores que pueden intervenir.

La función de distribución de estos tiempos puede ser:

Distribución Normal: Tareas relativamente sencillas.

Distribución Logarítmico-Normal: La mayoría de los casos en mantenimiento.

Función de distribución de probabilidad  $m(t)$ , indica la distribución de los tiempos de mantenimiento.

$$\text{Mantenibilidad: } M(t) = \int_0^t m(t) dt \quad \text{Ecuación (54)}$$

$$\text{Tasa de reparación: } \mu(t) = \frac{m(t)}{1-M(t)} \text{ Si } \mu = \text{cte entonces } \mu = \frac{1}{MTTR} \text{ Ecuación (55)}$$

Tiempo medio de reparación: MTTR

La **disponibilidad**, probabilidad de desarrollar la función requerida, se refiere a la probabilidad de que no haya tenido fallos en el tiempo  $t$ , y que caso que los tenga, que sea reparada en un tiempo menor al máximo permitido. Es función por tanto, de la fiabilidad y de la mantenibilidad.

En el caso de que la tasa de fallos  $\lambda(t)$  y la tasa de reparación  $\mu(t)$  sean constantes,

$$\text{Es } D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Ecuación (56)}$$

La disponibilidad aumenta al aumentar la fiabilidad (disminuir la tasa de fallos  $\lambda$ ) o al disminuir el tiempo medio de reparación (aumentar la tasa de reparación  $\mu$ ). (J. Díaz N., pág. 79 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)

## **2.4. HIPÓTESIS**

El estudio de la actividad de trabajo y el estado actual de máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A., reducirá el número de fallas.

## **2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Estudio del estado actual de máquinas, equipos y sistemas

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Número de fallas

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE**

En la presente investigación se realizara estudios y análisis cualicuantitativos; cualitativos puesto que se considerarán todas las características de las máquinas, equipos y sistemas como es el tiempo de operación, documentación de cada maquinaria en general. Y cuantitativo porque se dará valores a criterios de evaluación para ponderar y comparar el estado de máquinas, equipos y sistemas.

#### **3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realizará tomando en cuenta las siguientes modalidades:

##### **3.2.1. DE CAMPO**

Esta investigación tiene la modalidad de campo para obtener la información de la maquinaria en general y de esta manera determinar la realidad de los problemas que presentan las máquinas, equipos y sistemas.

##### **3.2.2. BIBLIOGRÁFICO**

Será de tipo bibliográfico ya que toda la información recopilada de libros, tesis, catálogos, revistas, documentales, páginas web, etc. sobre Ingeniería Mecánica y mantenimiento industrial, se podrá ampliar los conocimientos sobre el tema de investigación, además se obtendrán las herramientas necesarias para la correcta elaboración de este proyecto.

### **3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1. EXPLORATORIO**

La investigación se vuelve exploratoria puesto que contribuye al diagnóstico del problema a través del análisis causa-efecto, la hipótesis planteada anteriormente nos ayudará a conocer las mejores soluciones para reducir el número de fallo en las máquinas, equipos y sistemas.

#### **3.3.2. DESCRIPTIVA**

La intención de esta investigación será representar situaciones reales a las que se encuentran dispuestas las máquinas, equipos y sistemas. Es así que se podrá determinar que el proyecto cumple con las necesidades requeridas por la empresa.

#### **3.3.3. CORRELACIONAL**

La principal intención del trabajo es cuantificar el grado de influencia que existe entre las variables de investigación, puesto que se conseguirá la relación de la variable independiente que representa al análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas y la variable dependiente que es el número de fallas, las cuales justificarán el presente proyecto.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

Para desarrollar la presente investigación del estado actual de máquinas, equipos y sistemas y su influencia en la fiabilidad en la Florícola La Rosaleda S.A., se considerará aquellas herramientas de trabajo usadas con más frecuencia en la jornada diaria de trabajo.



<b>SUB ÁREAS</b>			
<b>ÁREA</b>	<b>SUB ÁREA</b>	<b>MÁQUINAS - EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Producción</b>	<b>Cultivo</b>	Tijeras	82
		Tractor	1
		Espolvoreadora	1
		Motosierra	1
		Cortazetos	1
		Bomba de Fumigación (Tipo Maleta)	1
	<b>Riego</b>	Bombas de Presión	3
	<b>Fumigación</b>	Bombas de fumigación	5
	<b>Compostera</b>	Picadoras	2
	<b>Post Cosecha</b>	Banda Transportadora	1
		Cortadora de tallos	2
		Grapadoras	18
		Bomba para agua potable	2
		Bomba de Fumigación (Tipo Maleta)	1
		Ensunchadora	2
Grapadora de Pie		1	
Bomba de fumigación	1		
<b>Apoyo</b>	<b>Mantenimiento</b>	Sueldas	2
		Compresor	1
		Cortadora de Metal	1
		Amoladora	1
		Generador	1
		Motoguadaña	2
		Cortadora de Madera	1
		Taladro	1
		Esmeril	1
		Grapadoras	5
	Bomba de Caudal	1	
	<b>Administración</b>	ESTAS SUB ÁREAS NO DISPONEN DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS	
<b>Otras Áreas</b>			
<b>Otros Servicios</b>			

**Tabla 3.1: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.**

**Fuente:** Florícola La Rosaleda S.A.

### 3.4.2. MUESTRA

Las máquinas, equipos y sistemas antes mencionadas han sido clasificadas según la fuente de energía que utilizan para realizar su trabajo. Las fuentes de energía son: manuales, eléctricas y de combustión. En el presente estudio no se tomará en cuenta las máquinas, equipos y sistemas que necesiten una fuente de energía manual.

<b>MÁQUINAS MANUALES</b>	
<b>MÁQUINAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Tijeras	82
Grapadora de Pie	1
Bomba de Fumigación (Tipo Maleta)	2
Grapadoras	23

**Tabla 3.2: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

<b>MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b>		
<b>MÁQUINAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MUESTRA</b>
Bombas de Presión	3	3
Cortadora de tallos	2	2
Taladro	1	1
Bomba de Caudal	1	1
Bombas de fumigación	6	6
Picadoras	2	2
Bomba para agua potable	2	2
Ensunchadora	2	2
Sueldas	2	2
Compresor	1	1
Tronzadora de Metal	1	1
Amoladora	1	1
Cortadora de Madera	1	1
Esmeril	1	1

**Tabla 3.3: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

MÁQUINAS DE COMBUSTIÓN		
MÁQUINAS	CANTIDAD	MUESTRA
Tractor	1	1
Espolvoreadora	1	1
Motosierra	1	1
Cortazetos	1	1
Generador	1	1
Motoguadaña	2	2

**Tabla 3.4: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

La muestra, en definición es una porción que representa a la población en su totalidad o universo y que puede ser calculada por las ecuaciones calculadas a continuación:

$$\sigma^2 = pxq \quad \text{Ecuación (57)}$$

$$n = \frac{NZ^2\sigma^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad \text{Ecuación (58)}$$

Dónde:

**n:** Tamaño de la muestra

**N:** Tamaño de la población

**$\sigma$ :** Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

**Z:** Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

**e:** Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

<b>MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b>		
<b>MÁQUINAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MUESTRA</b>
Bombas de Presión	3	3
Cortadora de tallos	2	2
Taladro	1	1
Bomba de Caudal	1	1
Bombas de fumigación	6	6
Picadoras	2	2
Bomba para agua potable	2	2
Ensunchadora	2	2
Sueldas	2	2
Compresor	1	1
Tronzadora de Metal	1	1
Amoladora	1	1
Cortadora de Madera	1	1
Esmeril	1	1

**Tabla 3.5: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. (Muestra)**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

<b>MÁQUINAS DE COMBUSTIÓN</b>		
<b>MÁQUINAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MUESTRA</b>
Tractor	1	1
Espolvoreadora	1	1
Motosierra	1	1
Cortazetos	1	1
Generador	1	1
Motoguadaña	2	2

**Tabla 3.6: Distribución de Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. (Muestra)**

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis del Estado Actual de Máquinas, Equipos y Sistemas

**Tabla 3.7: Operacionalización de la Variable Independiente**

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS E
Conjunto de acciones que tienen como objetivo el mantenimiento de máquinas, instalaciones o equipos, con el fin de prevenir averías, efectuar las revisiones programadas, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios y contribuyendo a los beneficios de la empresa.	Mantenimiento	¿Qué tipo de mantenimiento necesitan las máquinas, equipos y sistemas para funcionar correctamente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantenimiento Correctivo</li> <li>✓ Mantenimiento Preventivo</li> <li>✓ Mantenimiento Predictivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuaderno de notas.</li> <li>✓ Hoja de Registro</li> </ul>
	Prevenir averías	¿De qué manera se puede prevenir averías en los equipos de la florícola?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de mantenimiento de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuaderno de notas.</li> <li>✓ Hoja de Trabajo</li> </ul>

Elaborado por: Cristhian O. Carrión E.

### 3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Número de fallas

**Tabla 3.8: Operacionalización de la Variable Dependiente**

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS <sup>E</sup>
Es la causa u evento que nos lleva a la finalización de la capacidad según el tipo de falla de los equipos para realizar su disponibilidad adecuadamente o para dejar de realizarlo en su totalidad.	Capacidad	¿Cómo se puede identificar la capacidad de trabajo en las máquinas, equipos y sistemas de la florícola?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registros de mantenimientos existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuaderno de notas.</li> <li>✓ Fichas de registros</li> </ul>
	Mantenibilidad	¿Qué porcentaje de mantenibilidad tienen las máquinas, equipos y sistemas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo total de fallas (TTF)</li> <li>✓ Número de fallas detectadas (NTFALLAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Análisis estadístico</li> </ul>
	Disponibilidad	¿Cuáles son los indicadores de funcionamiento con los que se puede evaluar la disponibilidad de la maquinaria?	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo promedio entre fallas (TPEF)</li> <li>✓ Tiempo promedio de reparación (TPPR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Análisis estadístico</li> </ul>

**Elaborado por:** Cristhian O. Carrión E.

### **3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Acorde al progreso de la operacionalización de variables, las técnicas que serán usadas son las siguientes:

#### **3.6.1. OBSERVACIÓN**

Se realizará la inspección respectiva de máquinas, equipos y sistemas de las instalaciones de la Florícola La Rosaleda, para poder recolectar información necesaria sobre el estado de los mismos, observando directamente las partes fundamentales para conocer los problemas más relevantes y así solucionarlos de la mejor manera posible.

### **3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

#### **3.7.1. PLAN DE PROCESAMIENTO**

- ✓ Revisión de la información obtenida de la investigación.
- ✓ Inspección de las máquinas, equipos y sistemas, tomando apuntes de los problemas encontrados.
- ✓ De la información obtenida, se podrá agrupar en áreas los diferentes problemas.
- ✓ Adaptar a nuestra realidad la problemática encontrada.
- ✓ Analizar e interpretar los resultados obtenidos con los objetivos propuestos.
- ✓ Ejecutar la propuesta para solucionar el problema de investigación.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Las máquinas, equipos y sistemas estudiadas se determinó mediante los registros existentes en la Florícola La Rosaleda S.A., ya que una vez clasificadas de acuerdo a su fuente de energía no se encontraba disponible un registro histórico de las averías de las máquinas manuales; por tal motivo no se puede realizar el análisis del estado actual de las mismas. Debido a esta problemática se vió la necesidad de realizar el estudio específicamente a las máquinas eléctricas y de combustión puesto que en ellas si existe datos para realizar el respectivo estudio.

A continuación se ha tomado en cuenta los procedimientos adecuados para el desarrollo del Análisis del Estado Actual de Máquinas, Equipos y Sistemas y su influencia en la fiabilidad en la Florícola La Rosaleda S.A. en la Provincia de Cotopaxi.

#### **4.2 ESTUDIO INICIAL DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.**

**4.2.1** Conocimiento General acerca de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda.



### **4.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL FÍSICA DEL ESTADO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO**

**4.3.1** Análisis de la situación actual del Mantenimiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas del taller de Mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A.

**4.3.2** Análisis de la situación actual de la Disponibilidad de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.

### **4.4 ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.**

**4.4.1** Análisis Modal de Falla-Efecto de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda.

**4.4.2** Representación Gráfica del Comportamiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas con relación a la curva de la bañera.

### **4.2. ESTUDIO INICIAL DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.**

Esta etapa nos sirve para obtener un conocimiento general acerca de todas y cada una de las Máquinas, Equipos y Sistemas existentes en el taller de Mantenimiento de la Florícola La Rosaleda.

#### **4.2.1. CONOCIMIENTO GENERAL ACERCA DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA.**

Las Máquinas, Equipos y Sistemas están definidas por el labor diario en la Florícola, el arte de cultivar flores no es muy sencillo como parece se necesita de un sin número de máquinas que facilite la jornada diaria de trabajo.

Como primer paso para realizar el estudio se necesita conocer con exactitud las características generales y los componentes de cada máquina, equipo y sistema. A continuación se presenta en una tabla sobre el conocimiento general de cada máquina:

**Tabla 4.1: Amoladora-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
		TALLER INDUSTRIAL	
		 	
		CÓDIGO:	
		AMOLADORA	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>SERIE:</b>	115287	<b>VOLTAJE:</b>	120 V AC/DC
<b>MARCA:</b>	ANGLE GRINDER	<b>POTENCIA:</b>	2300 W
<b>PROCEDENCIA:</b>	CHINA	<b>TIPO:</b>	2
<b>MODELO:</b>	D28494W-B3	<b>VELOCIDAD:</b>	6500 rpm
<b>FRECUENCIA:</b>	50 - 60 Hz	<b>AMPERIOS:</b>	15 A
COMPONENTES			
Interruptor de conexión		Brida de apoyo	
Empuñadura adicional		discos de desbaste y corte de 9"	
Caperuza protectora		Tuerca de fijación	
Esta máquina tiene manual de fabricante			
<b>FUNCIÓN:</b> La amoladora permite realizar cortes de materiales y pulirlos.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.2: Bomba de Agua Potable-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
		TALLER INDUSTRIAL	
		 	
		CÓDIGO:	
		BOMBA	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>MARCA:</b>	FORAS	<b>FRECUENCIA:</b>	60 Hz
<b>PROCEDENCIA:</b>	ITALIA	<b>POTENCIA:</b>	1,1 KW
<b>MODELO:</b>	KM160/1	<b>VOLTAJE:</b>	220 V
<b>CAUDAL:</b>	20-110 L7MIN	<b>AMPERIOS:</b>	8,5 A
<b>MOTOR:</b>	1,5 Hp	<b>VELOCIDAD:</b>	3400 min <sup>-1</sup>
<b>TEMPERATURA:</b>	90°C	<b>GRADO DE PROTECCIÓN:</b>	IP44
COMPONENTES			
Anillos de desgaste		Empaques, sellos	
Cojinetes		Estator bobinado	
Impulsores		Rotor	
Caja de conexiones		Rodete	
<b>FUNCIÓN:</b> Nos ayuda a mantener continuidad de presión de agua en toda la Florícola.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.3: Bomba de Caudal-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA
			TALLER INDUSTRIAL		
			 		
			CÓDIGO:		
			BOMBA DE CAUDAL		
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
<b>MARCA:</b>	SIEMENS	<b>FASES:</b>	3		
<b>MODELO:</b>		<b>FACTOR DE POTENCIA cos φ:</b>	0,86		
<b>PROCEDENCIA:</b>	ECUADOR	<b>AISLAMIENTO:</b>	F		
<b>MOTOR:</b>	12 Hp	<b>VELOCIDAD:</b>	3525 rpm		
<b>VOLTAJE:</b>	220 V	<b>GRADO DE PROTECCIÓN:</b>	IP44		
COMPONENTES					
Anillos de desgaste		Empaques, sellos			
Cojinetes 6309 y 6207		Estator bobinado			
Impulsores		Rotor			
Caja de conexiones		Rodete			
<b>FUNCIÓN:</b> Esta bomba cumple con el objetivo de drenar casi en su totalidad los pozos existentes en la Florícola.					

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.4: Bomba de Fumigación-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO		SISTEMA X
			TALLER INDUSTRIAL		
			 		
			CÓDIGO:		
			BOMBA DE FUMIGACIÓN		
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
<b>MARCA:</b>	MARUYAMA	<b>VELOCIDAD:</b>	1740 rpm		
<b>PROCEDENCIA:</b>	ECUADOR	<b>MOTOR:</b>	7,5 Hp		
<b>MODELO:</b>	MS 653	<b>FRECUENCIA:</b>	50 Hz		
<b>PESO:</b>	32,7 Kg	<b>AMPERIOS:</b>	23,2 A		
<b>VOLTAJE:</b>	220 V	<b>EFICIENCIA:</b>	0,801		
COMPONENTES					
Motor		Pistón			
Rodamientos		Múltiple de entrada			
Cigüeñal		Válvula de admisión			
Cárter de la bomba		Polea			
Manómetro		Acoples			
Medidor de aceite		Banda			
Sellos de aceite		Cilindros			
Bielas		Espigos			
Esta máquina tiene manual de fabricante					
<b>FUNCIÓN:</b> Esta nos permite rociar con los químicos adecuados las flores de la empresa.					

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.5: Bomba de Presión-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
	<b>TALLER INDUSTRIAL</b>		
	 		
	CÓDIGO:		
	BOMBA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	WEG	TEMPERATURA AMBIENTE:	40°C
MODELO:	NBR.7094	FACTOR DE POTENCIA cosδ:	0,88
RENDIMIENTO:	87,60%	VELOCIDAD:	3530
MOTOR:	7,5 Hp	FRECUENCIA:	60 Hz
VOLTAJE:	220-380-440 V	RODAMIENTO 1:	6207
FACTOR DE SERVICIO:	1,15	GRADO DE PROTECCIÓN:	IP55
PESO:	62 Kg	RODAMIENTO 2:	6309
COMPONENTES			
Anillos de desgaste		Empaques, sellos	
Cojinetes		Estator bobinado	
Impulsores		Rotor	
Caja de conexiones		Rodete	
FUNCIÓN: Nos permite transportar los químicos diariamente a través de un sistema computarizado a una presión adecuada.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.6: Compresor-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
	<b>TALLER INDUSTRIAL</b>		
	 		
	CÓDIGO:		
	COMPRESOR		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
TIPO:	Monofásico	MÁXIMA PRESIÓN:	800 KPa
MARCA:	TRUPER	PESO:	16 Kg
PROCEDENCIA:	MÉXICO	TENSIÓN:	120 V
MODELO:	COMP-10L	POTENCIA NOMINAL:	790 W
DIMENSIONES:	48 * 19 * 47 cm	VELOCIDAD:	3400 rpm
CAPACIDAD:	10 L	FLUJO:	192 L/min
FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA MÁXIMA:	1500 W
COMPONENTES			
Filtro de aire		Llave para purga de aire	
Mirilla de aceite		Llave de purga	
Salida de aire		Motor	
Mangueras		Regulador de presión	
Pistón		Cilindro	
Tapón de llenado de aceite		Manómetros	
Esta máquina tiene manual de fabricante			
FUNCIÓN: El compresor permite realizar trabajos de pintura y limpieza en las instalaciones de la Florícola La Rosaleda.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.7: Cortadora de Madera- Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA		
			<b>TALLER INDUSTRIAL</b>				
							
			CÓDIGO:				
			CORTADORA DE MADERA				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
<b>FRECUENCIA:</b>	50 - 60 Hz		<b>VOLTAJE:</b>	220 V			
<b>PROCEDENCIA:</b>	Ecuador		<b>POTENCIA:</b>	4 KW			
<b>AMPERIOS:</b>	14,6 A		<b>RODAMIENTO 1:</b>	6206 - ZZ			
			<b>RODAMIENTO 2:</b>	6307 - ZZ			
COMPONENTES							
Motor			Banda				
Disco de corte			Interruptor				
Poleas			Botonera de control				
Rodamientos							
<b>FUNCIÓN:</b> La cortadora de madera permite realizar cortes en madera de diferentes dimensiones para utilizarlos en las diferentes necesidades de la Florícola La Rosaleda S.A.							




**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.8: Cortadora de Tallos- Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA		
			<b>TALLER INDUSTRIAL</b>				
							
			CÓDIGO:				
			CORTADORA DE TALLOS				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
<b>VOLTAJE:</b>	127 V		<b>FRECUENCIA:</b>	60 Hz			
<b>MOTOR:</b>	1/4 HP		<b>VELOCIDAD:</b>	1700 rpm			
<b>MARCA:</b>	SIEMENS		<b>MODELO:</b>	SIE0601			
<b> AISLAMIENTO:</b>	Clase B		<b>FACTOR DE SERVICIO:</b>	1,6			
<b>PROCEDENCIA:</b>	ECUADOR		<b>PESO:</b>	7,4 Kg			
COMPONENTES							
Disco de corte			Botonera de control				
Rodamientos			Ventilador				
Motor			Eje				
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite realizar los cortes en los tallos de las flores de acuerdo a la necesidad de los clientes.							

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.9: Cortasetos- Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
		TALLER INDUSTRIAL	
		 	
		CÓDIGO:	
		CORTASETOS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	STIHL	POTENCIA:	1,3 CV
PROCEDENCIA:	EE.UU	VELOCIDAD DEL MOTOR:	10500 rpm
MODELO:	HL 4230	CAPACIDAD DEL TANQUE:	0,44 L
PESO:	6,4Kg	DISTANCIA ENTRE DIENTES:	30 mm
CILINDRADA:	25,4 cc		
COMPONENTES			
Mango de arranque		Tanque del combustible	
Gatillo de aceleración		Caja del ventilador	
Palanca de bloqueo		Motor	
Caja del filtro		Protectores	
Bomba de combustible		Palanca del estrangulador	
Casquillo de bujía		Cuchillas de corte	
Interruptor de parada		Silenciador	
Esta máquina tiene manual de fabricante			
FUNCIÓN: Nos permite realizar cortes de ramas que impidan realizar el trabajo adecuadamente en la empresa.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.10: Ensunchadora- Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
		TALLER INDUSTRIAL	
		 	
		CÓDIGO:	
		ENSUNCHADORA	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
FASE:	1 AC	PESO:	85 Kg
MARCA:	STRAPPING MACHINE	RUIDO:	78 dB
PROCEDENCIA:	TAIWAN	TEMPERATURA AMBIENTE:	5°C - 40°C
MODELO:	TP-202	VOLTAJE:	220 V
FRECUENCIA:	50 - 60 Hz	AMPERIOS:	7 - 10 A
COMPONENTES			
Botonera de control		Enrollador del suncho	
Motor		poleas	
Engranajes		banda	
Sensor		Slide	
Esta máquina tiene manual de fabricante			
FUNCIÓN: La ensunchadora tiene como objetivo asegurar las cajas que contienen los bonches de flor, para que las flores no se maltraten durante su transporte.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.11: Esmeril-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA
	TALLER INDUSTRIAL				
					
	CÓDIGO:				
ESMERIL					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
FASE:	1		VELOCIDAD:	3450 rpm	
MARCA:	ELECTRIC BENCK GRINDE		CICLOS:	60	
PROCEDENCIA:	TAIWAN		VOLTAJE:	110 V	
MODELO:	BG-8		AMPERIOS:	4:00 AM	
MOTOR:	1/2 Hp		DIÁMETRO:	8"	
COMPONENTES					
Piedra de pulir 8"			Rodamiento de esfera		
Motor			Protectores de chispa		
Terminales			Rotor del motor		
Interruptor			Protectores oculares		
<b>FUNCIÓN:</b> El esmeril permite realizar trabajos de: pulir piezas soldadas, afilar cuchillas de las tijeras felco, limpiar óxido, etc.					




**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.12: Espolvoreadora-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA
	TALLER INDUSTRIAL				
					
	CÓDIGO:				
ESPOLVOREADORA					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
MARCA:	STIHL		VELOCIDAD:	1260 m <sup>3</sup> /h	
PROCEDENCIA:	EE.UU		ALCANCE VERTICAL:	11,5 m	
MODELO:	SR 420		ALCANCE HORIZONTAL:	12m	
PESO:	11,1 Kg		CAPACIDAD PARA COMBUSTIBLE:	1,5 L	
CILINDRADA:	56,5 cm <sup>3</sup>		CAPACIDAD DEL DEPÓSITO:	14 L	
POTENCIA:	2,6 KW				
COMPONENTES					
Boquilla estándar			Tubo de extensión		
Gatillo de aceleración			Elementos antivibración		
Interruptor de parada			Recipiente		
Válvula de corte			Casquillo de bujía		
Manguera con pliegues			Tanque de combustible		
Rejilla deflectora			Silenciador		
Perilla dosificadora			Equipamiento de carga		
Esta máquina tiene manual de fabricante					
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite espolvorear químicos granulados dependiendo de la necesidad de las flores.					

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.13: Generador-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA																											
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																											
FICHA DE:	MÁQUINA	EQUIPO	SISTEMA	X																							
		TALLER INDUSTRIAL																									
		 		CÓDIGO:																							
		GENERADOR																									
		<p align="center"><b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b></p> <table border="1"> <tr> <td>MARCA:</td> <td>STAMFORD</td> <td>VOLTAJE:</td> <td>220 / 127 V</td> </tr> <tr> <td>MODELO:</td> <td>BS5000</td> <td>VELOCIDAD:</td> <td>1800 rpm</td> </tr> <tr> <td>PROCEDENCIA:</td> <td>INGLATERRA</td> <td>AMPERIOS:</td> <td>251 A</td> </tr> <tr> <td>TIPO:</td> <td>UCI 224G1</td> <td>FRECUENCIA:</td> <td>60 Hz</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA:</td> <td>75 KW</td> <td>FASE:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA:</td> <td>93,5 KVA</td> <td>TEMPERATURA AMBIENTE:</td> <td>40°C</td> </tr> </table>				MARCA:	STAMFORD	VOLTAJE:	220 / 127 V	MODELO:	BS5000	VELOCIDAD:	1800 rpm	PROCEDENCIA:	INGLATERRA	AMPERIOS:	251 A	TIPO:	UCI 224G1	FRECUENCIA:	60 Hz	POTENCIA:	75 KW	FASE:	3	POTENCIA:	93,5 KVA
MARCA:	STAMFORD	VOLTAJE:	220 / 127 V																								
MODELO:	BS5000	VELOCIDAD:	1800 rpm																								
PROCEDENCIA:	INGLATERRA	AMPERIOS:	251 A																								
TIPO:	UCI 224G1	FRECUENCIA:	60 Hz																								
POTENCIA:	75 KW	FASE:	3																								
POTENCIA:	93,5 KVA	TEMPERATURA AMBIENTE:	40°C																								
<p align="center"><b>COMPONENTES</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Alternador</td> <td>Bornes</td> </tr> <tr> <td>Motor de arranque</td> <td>Rodamientos</td> </tr> <tr> <td>Batería</td> <td>Estator</td> </tr> <tr> <td>Filtros</td> <td>Bastidor</td> </tr> <tr> <td>Panel de control</td> <td>Rotor</td> </tr> <tr> <td>Eje</td> <td>Ventilador</td> </tr> <tr> <td>Manómetros</td> <td>Sensor de temperatura</td> </tr> </table>						Alternador	Bornes	Motor de arranque	Rodamientos	Batería	Estator	Filtros	Bastidor	Panel de control	Rotor	Eje	Ventilador	Manómetros	Sensor de temperatura								
Alternador	Bornes																										
Motor de arranque	Rodamientos																										
Batería	Estator																										
Filtros	Bastidor																										
Panel de control	Rotor																										
Eje	Ventilador																										
Manómetros	Sensor de temperatura																										
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite mantener con energía eléctrica a la empresa en caso de producirse un corte eléctrico inesperado.																											

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



**Tabla 4.14: Motoguadaña-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
	<b>TALLER INDUSTRIAL</b>		
			
	<b>CÓDIGO:</b>		
	MOTOGUADAÑA		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>CILINDRADA:</b>	22,5 cc	<b>PESO:</b>	4 Kg
<b>MARCA:</b>	MARUYAMA	<b>TIPO DE EJE:</b>	7 mm sólido
<b>PROCEDENCIA:</b>	JAPÓN	<b>DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE:</b>	1 L
<b>MODELO:</b>	BC 2259	<b>VELOCIDAD:</b>	7000 rpm
<b>POTENCIA:</b>	1 Hp	<b>MOTOR:</b>	LET230
COMPONENTES			
Agua de carburador		Pistón del motor	
Anillo del pistón BC 420		Protector cuchilla	
Anillo pistón		Rejilla filtro de aire	
Arranque completo		Resorte espiral	
Buje cabeza nylon		Rodamiento (6000)	
Bujía		Rodamiento (6002)	
Cable de encendido		Rodamiento 609	
Campana del clutch		Rodamiento 6202-ZZ.C3 NTN	
Cilindro motor		Sello aceite motor	
Clutch completo		Tornillo carcasa arranque	
Eje interior de mando		Tornillo clutch	
Elemento filtro aire		Tornillo protector motor	
Empaque del cilindro		Tubo eje exterior B	
Empaque diafragma		Tubo giratorio	
Empaque platina carburador		Mariposa cabeza de nylon	
Filtro de aire completo		Palanca acelerador	
Funda guaya aceleración completa		Piñon cono cabeza eje	
Manguera combustible completa		Piñon vertical cabeza eje	
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite realizar trabajos como podar, cortar y arreglar el aspecto general de la empresa.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.15: Motosierra-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA
	<b>TALLER INDUSTRIAL</b>				
					
	<b>CÓDIGO:</b>				
MOTOSIERRA					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
<b>CILINDRADA:</b>	45,4 cm <sup>3</sup>	<b>VELOCIDAD:</b>	2800 rpm		
<b>MARCA:</b>	STIHL	<b>PESO:</b>	4,9 Kg		
<b>PROCEDENCIA:</b>	EE.UU	<b>CAPACIDAD:</b>	0,47 L		
<b>MODELO:</b>	MS 250	<b>DISTANCIA ENTRE ELECTRODOS:</b>	0,5 mm		
<b>CARRERA:</b>	32 mm	<b>POTENCIA:</b>	2,2 KW		
COMPONENTES					
Bomba de combustible	Casquillo de bujía				
Freno de la cadena	Gatillo de aceleración				
Piñón de la cadena	Motor				
Tapa de llenado de aceite	Mango de arranque				
Sistema de encendido	Sistema de combustible				
Cadena	Protectores				
Esta máquina tiene manual de fabricante					
<b>FUNCIÓN:</b> Este nos permite realizar trabajos de corte de ramas y madera de acuerdo a la necesidad de la empresa.					

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.16: Picadora-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA
	<b>TALLER INDUSTRIAL</b>				
					
	<b>CÓDIGO:</b>				
PICADORA					
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
<b>MARCA:</b>	SIEMENS	<b>VELOCIDAD:</b>	1750 rpm		
<b>PROCEDENCIA:</b>	ECUADOR	<b>MOTOR:</b>	15 Hp		
<b>MODELO:</b>	IMB3	<b>FRECUENCIA:</b>	60 Hz		
<b>PESO:</b>	61,5 Kg	<b>AMPERIOS:</b>	43 A		
<b>VOLTAJE:</b>	220 V	<b>EFICIENCIA:</b>	0,813		
COMPONENTES					
Motor	Polea de 8"				
Bandas A73	Botonera de control				
Eje	Relé de sobrecarga Siemens				
Rodamientos	Contactor Siemens				
Enchufe trifásico 220 V	Cuchillas				
Juego de martillos					
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite realizar la trituración de los tallos y hojas descartados durante todos los procesos de cosecha y empaque de las flores.					

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.17: Suelda Eléctrica-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA
			<b>TALLER INDUSTRIAL</b>	
			 	
			<b>CÓDIGO:</b>	
			SUELDA ELÉCTRICA	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
<b>CORRIENTE:</b>	20% Ciclo de trabajo	<b>VOLTAJE:</b>	110V	220V
<b>MARCA:</b>	INFRA	<b>AMPERAJE:</b>	45 A	58 A
<b>PROCEDENCIA:</b>	MÉXICO	<b>POTENCIA:</b>	3,22 KW	8,3 KW
<b>MODELO:</b>	TH 235/160	<b>TENSIÓN NOMINAL:</b>	24 V	29 V
<b>DIMENSIONES:</b>	49 * 32 * 35 cm	<b>RANGO DE CORRIENTE:</b>	30-100 A	30-250 A
<b>PESO:</b>	54 Kg	<b>FRECUENCIA:</b>	50 - 60 Hz	
COMPONENTES				
Control de ajuste de corriente		1 Lagarto de conexión a tierra		
Escala indicadora de corriente		1 Pinza porta electrodo		
Interruptor de línea		Cables del circuito de soldadura		
Terminales secundarias		Transformador		
Enchufe trifásico 220V				
Esta máquina tiene manual de fabricante				
<b>FUNCIÓN:</b> La suelda eléctrica permite realizar trabajos de soldadura en todas las instalaciones de la Florícola La Rosaleda S.A., según el requerimiento de las distintas áreas de trabajo.				




**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.18: Taladro-Characterísticas**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA
			<b>TALLER INDUSTRIAL</b>	
			 	
			<b>CÓDIGO:</b>	
			TALADRO	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
<b>TIPO:</b>	1	<b>VELOCIDAD:</b>	2800 rpm	
<b>MARCA:</b>	BLACK & DECKER	<b>PESO:</b>	1,9 Kg	
<b>PROCEDENCIA:</b>	China	<b>VOLTAJE:</b>	120 V	
<b>MODELO:</b>	TM650	<b>POTENCIA:</b>	650 W	
<b>FRECUENCIA:</b>	60 Hz	<b>PERFORACIÓN:</b>	13 mm - 20 mm	
COMPONENTES				
Interruptor de velocidad variable		Portabrocas		
Botón de bloqueo		Tope de profundidad		
Bobina		Empuñadura lateral		
Selector de modo de perforación		Ventilador		
Esta máquina tiene manual de fabricante				
<b>FUNCIÓN:</b> El taladro permite realizar perforaciones de diferente tamaño en: cemento, madera, estructuras metálicas, entre otros; según las necesidades de las diferentes áreas de la Florícola La Rosaleda S.A.				

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.19: Tractor-Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
<b>FICHA DE:</b>	<b>MÁQUINA</b>	X	<b>EQUIPO</b>
		<b>TALLER INDUSTRIAL</b>	
		 	
		<b>CÓDIGO:</b>	
TRACTOR			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>MARCA:</b>	FIAT	<b>DIÁMETRO Y CARRERA:</b>	104 * 115 mm
<b>PROCEDENCIA:</b>	ITALIA	<b>POTENCIA MÁXIMA:</b>	2600 rpm
<b>MODELO:</b>	640	<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:</b>	Agua de 4 hileras
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	85 Hp	<b>CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE:</b>	54 L
<b>MOTOR:</b>	Fiat 8045,05	<b>SISTEMA DE ARRANQUE:</b>	12 V
<b>NÚMERO DE CILINDROS</b>	4	<b>AH DE LA BATERÍA:</b>	110/120
<b>CILINDRADA:</b>	0.908 cu. cm	<b>ALTERNADOR:</b>	400 V
<b>DIÁMETRO DE LAS PLACAS DEL EMBRAGUE:</b>	11"	<b>RADIO MÍNIMO DE GIRO CON FRENO:</b>	3400 mm
<b>MARCHA ADELANTE:</b>	8	<b>MARCHA ATRÁS:</b>	2
<b>ASIENTO CONDUCTOR:</b>	3700 mm	<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	540 rpm a 1.967 rpm
<b>EJES:</b>	6	<b>CAPACIDAD DE LA BOMBA DE CAPACIDAD:</b>	26,7 L/ min
<b>PRESIÓN DE APERTURA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD:</b>	190 kg / sq.cm	<b>MÁXIMA CAPACIDAD DE CARGA:</b>	2150 Kg
<b>NEUMÁTICOS DELANTEROS:</b>	7,50-16	<b>NEUMÁTICOS TRASEROS:</b>	16.9 / 14-30
<b>DIMENSIONES:</b>	7,50 a 16 y 16,9 14 - 20 neumáticos	<b>DISTANCIA ENTRE EJES:</b>	2070 mm
<b>LONGITUD TOTAL:</b>	3330 mm	<b>RELACIÓN DE COMPRESIÓN:</b>	17:1
<b>CIGÜEÑAL:</b>	5 Rodamientos		

COMPONENTES	
Neumáticos	Cigüeñal
Elevador hidráulico	Rodamientos
Ejes	Sistema de Arranque
Cilindros	Alternador
Sistema de Refrigeración	Batería
Hileras	Filtro de Aire
Radiador	Filtro de Combustible
Aleta de Alimentación	Filtro de Aceite
Sistema de Lubricación	Escape silenciador
Bomba Hidráulica	Caja de Cambios
Bomba de Inyección	Palanca de Control Doble
Distribuidor	Engranajes
Arranque	Suspensión
Frenos	Gato
Palanca Manual	Cadenas
Banda de Rodadura	Tacómetro
Motor	Faros
Bomba de Engranajes	Válvula de Seguridad
Bomba de Capacidad	Poleas
<b>FUNCIÓN:</b> Nos permite el traslado de los desechos y de las picadoras hacia el centro de acopio.	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.20: Tronzadora de Metales- Características**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO
		TALLER INDUSTRIAL	
			
		CÓDIGO:	
		TRONZADORA DE METALES	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>SERIE:</b>	121236	<b>EJE:</b>	1"
<b>MARCA:</b>	CHOP SAW	<b>POTENCIA:</b>	2200 W
<b>PROCEDENCIA:</b>	CHINA	<b>TIPO:</b>	1
<b>MODELO:</b>	D28710-B3	<b>VELOCIDAD:</b>	3800 rpm
<b>FRECUENCIA:</b>	50 - 60 Hz	<b>VOLTAJE:</b>	120 V
COMPONENTES			
Guía (grados)		Disco de corte de 14"	
Torno		Protector de disco	
Manivela		Perno tope de profundidad	
Palanca del torno		Tuerca de obstrucción	
Pernos para la guía		Conmutador tipo gatillo	
Esta máquina tiene manual de fabricante			
<b>FUNCIÓN:</b> La tronzadora de metal permite realizar cortes de diferentes materiales utilizados en la Florícola La Rosaleda S.A.			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

### **4.3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL FÍSICA DEL ESTADO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO**

Se logró obtener toda la información posible para la ayuda del mejoramiento del desarrollo del estudio.

#### **4.3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DEL TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.**

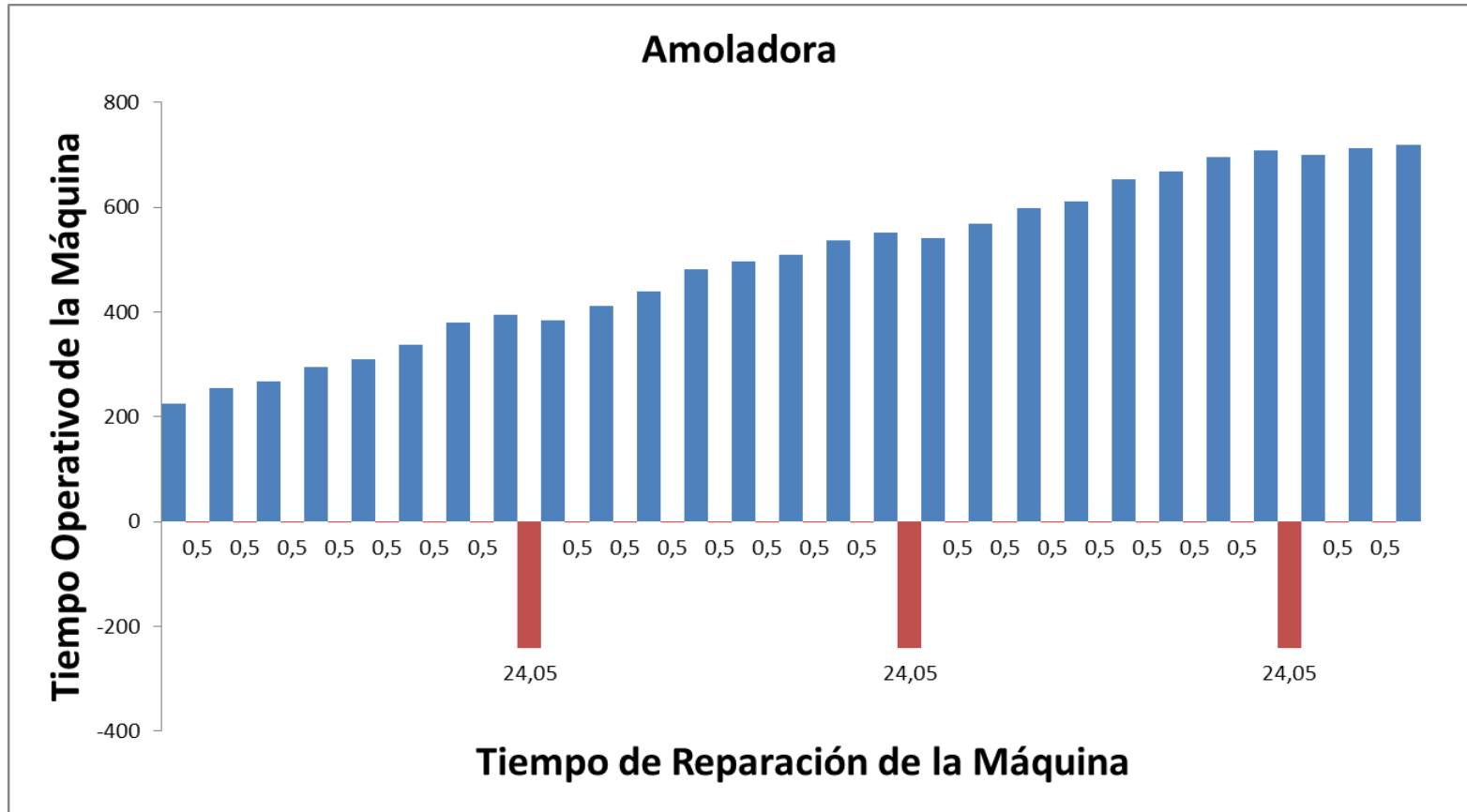
Enseguida se procederá a conocer los antecedentes de las máquinas, equipos y sistemas con relación a los registros de los mantenimientos que la empresa archiva para poder obtener un informe de sus años de labores.

**Tabla 4.21: Análisis de la Situación Actual de Amoladora**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	2			792
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	21/01/2014	113	113	226	226	0,05
21/01/2014	04/02/2014	14	127	28	253,95	0,05
04/02/2014	11/02/2014	7	134	14	267,90	0,05
11/02/2014	25/02/2014	14	148	28	295,85	0,05
25/02/2014	04/03/2014	7	155	14	309,80	0,05
04/03/2014	18/03/2014	14	169	28	337,75	0,05
18/03/2014	08/04/2014	21	190	42	379,70	0,05
08/04/2014	15/04/2014	7	197	14	393,65	24,05
15/04/2014	22/04/2014	7	204	14	383,60	0,05
22/04/2014	06/05/2014	14	218	28	411,55	0,05
06/05/2014	20/05/2014	14	232	28	439,50	0,05
20/05/2014	10/06/2014	21	253	42	481,45	0,05
10/06/2014	17/06/2014	7	260	14	495,40	0,05
17/06/2014	24/06/2014	7	267	14	509,35	0,05
24/06/2014	08/07/2014	14	281	28	537,30	0,05
08/07/2014	15/07/2014	7	288	14	551,25	24,05
15/07/2014	22/07/2014	7	295	14	541,20	0,05
22/07/2014	05/08/2014	14	309	28	569,15	0,05
05/08/2014	19/08/2014	14	323	28	597,10	0,05
19/08/2014	26/08/2014	7	330	14	611,05	0,05
26/08/2014	16/09/2014	21	351	42	653,00	0,05
16/09/2014	23/09/2014	7	358	14	666,95	0,05
23/09/2014	07/10/2014	14	372	28	694,90	0,05
07/10/2014	14/10/2014	7	379	14	708,85	24,05
14/10/2014	21/10/2014	7	386	14	698,80	0,05
21/10/2014	28/10/2014	7	393	14	712,75	0,05

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

Fig. 4.1: Análisis de la Situación Actual de Amoladora



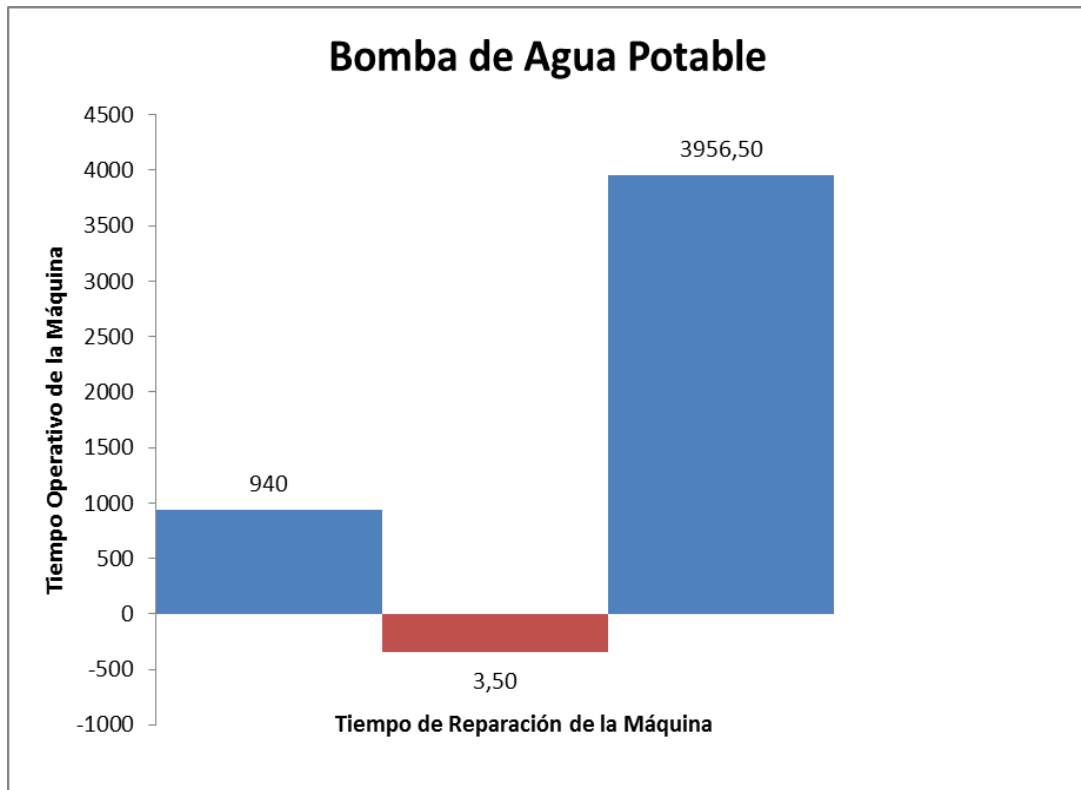
Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.22: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Agua Potable**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	10			3960
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	02/01/2014	94	94	940	940	3,50
02/01/2014	31/10/2014	302	396	3020	<b>3956,50</b>	
				<b>3960</b>		<b>3,50</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.2: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Agua Potable**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

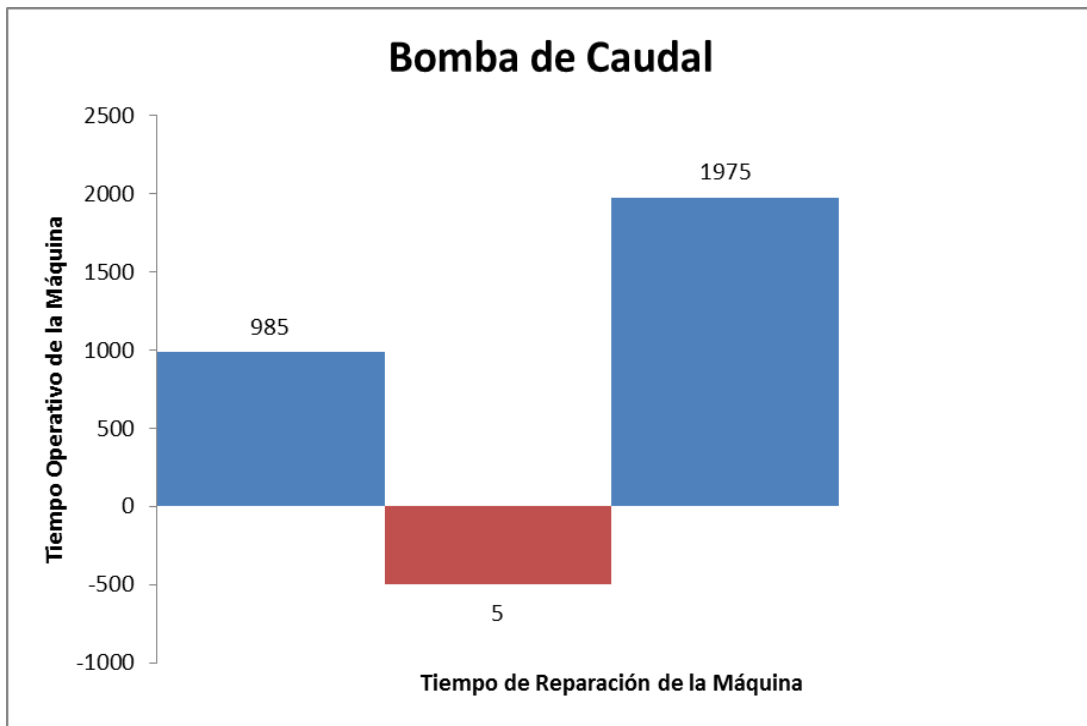


**Tabla 4.23: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Caudal**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	5			1980
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	15/04/2014	197	197	985	985	5,00
15/04/2014	31/10/2014	199	396	995	<b>1975</b>	
				<b>1980</b>		<b>5,00</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.3: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Caudal**



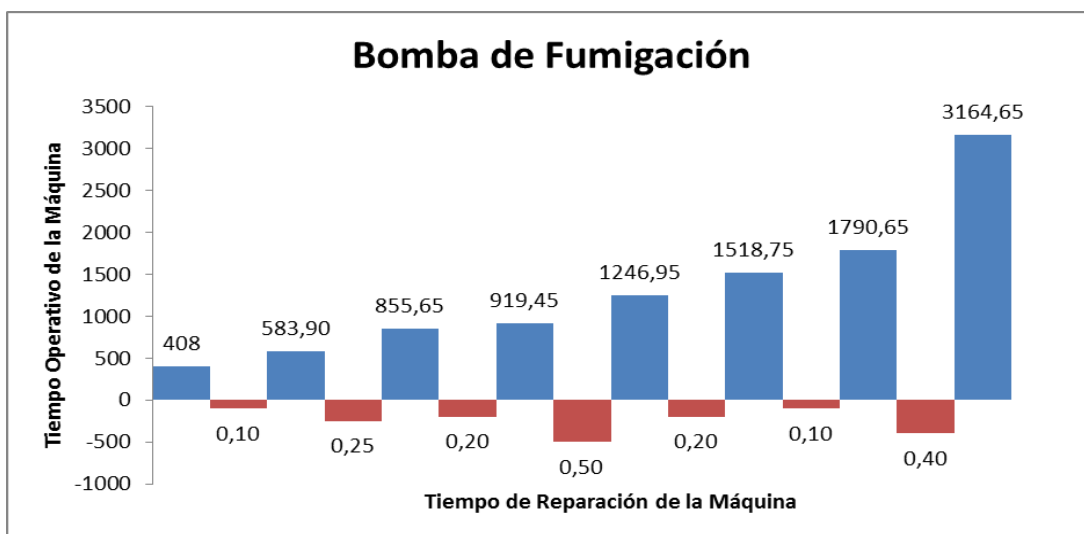
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.24: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Fumigación**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	8			3168
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento		Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento
01/10/2013	20/11/2013	51	51	408	408	0,10
20/11/2013	12/12/2013	22	73	176	583,90	0,25
12/12/2013	15/01/2014	34	107	272	855,65	0,20
15/01/2014	23/01/2014	8	115	64	919,45	0,50
23/01/2014	05/03/2014	41	156	328	1246,95	0,20
05/03/2014	08/04/2014	34	190	272	1518,75	0,10
08/04/2014	12/05/2014	34	224	272	1790,65	0,40
12/05/2014	10/06/2014	29	253	232	2022,25	1,05
10/06/2014	10/07/2014	30	283	240	2261,20	0,55
10/07/2014	31/10/2014	113	396	904	<b>3164,65</b>	
				<b>3168</b>		<b>3,35</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.4: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Fumigación**



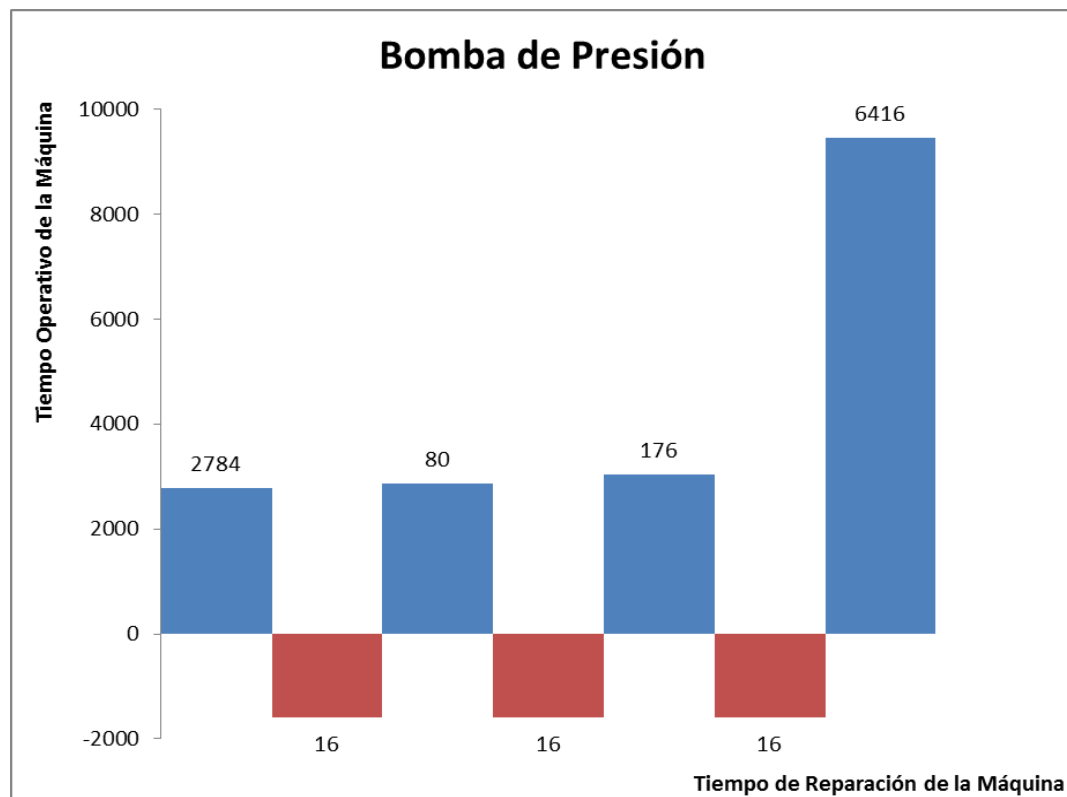
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.25: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Presión**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	24			9504
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	24/01/2014	116	116	2784	2784	16
24/01/2014	28/01/2014	4	120	96	2864	16
28/01/2014	05/02/2014	8	128	192	3040	16
05/02/2014	31/10/2014	268	396	6432	<b>9456</b>	
				<b>9504</b>		<b>48</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.5: Análisis de la Situación Actual de Bomba de Presión**



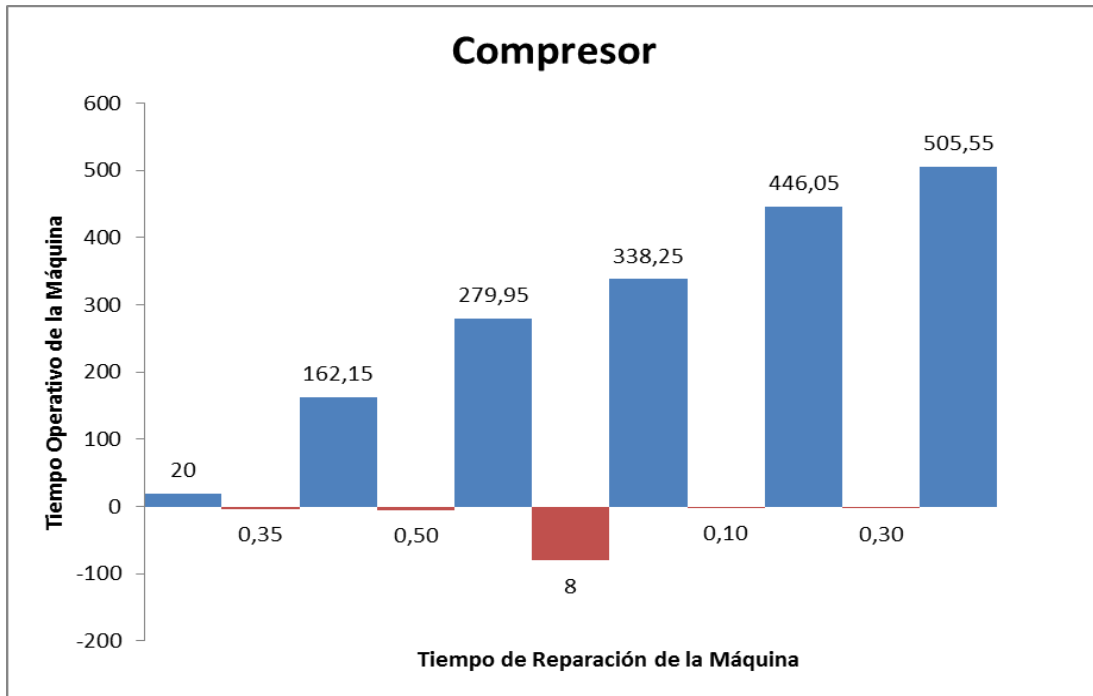
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.26: Análisis de la Situación Actual de Compresor**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Dias*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	1,3			514,8
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento		Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento
01/10/2013	15/10/2013	15	15	20	20	0,35
15/10/2013	02/02/2014	110	125	143	162,15	0,50
02/02/2014	04/05/2014	91	216	118	279,95	8,00
04/05/2014	24/06/2014	51	267	66	338,25	0,10
24/06/2014	15/09/2014	83	350	108	446,05	0,30
15/09/2014	31/10/2014	46	396	60	<b>505,55</b>	
				<b>514,8</b>		<b>9,25</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.6: Análisis de la Situación Actual de Compresor**



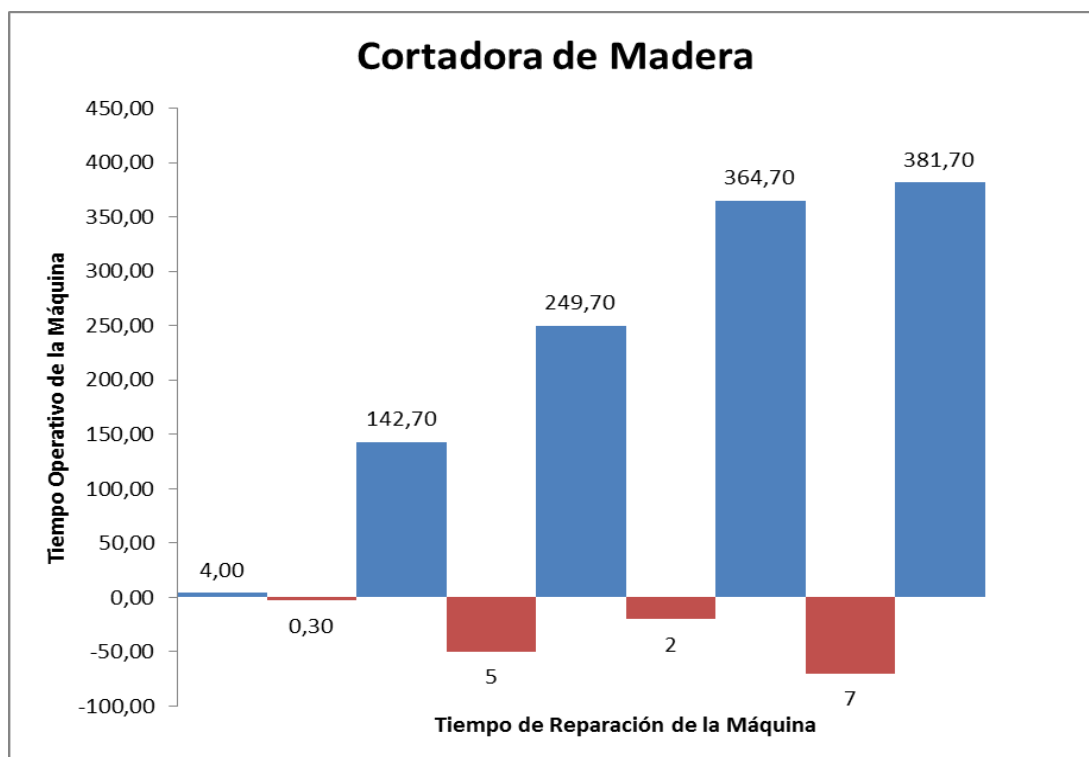
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.27: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Madera**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	1			396
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	04/10/2013	4	4	4	4	0,30
04/10/2013	20/02/2014	139	143	139	142,70	5,00
20/02/2014	12/06/2014	112	255	112	249,70	2,00
12/06/2014	07/10/2014	117	372	117	364,70	7,00
07/10/2014	31/10/2014	24	396	24	<b>381,70</b>	
				<b>396</b>		<b>14,30</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.7: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Madera**



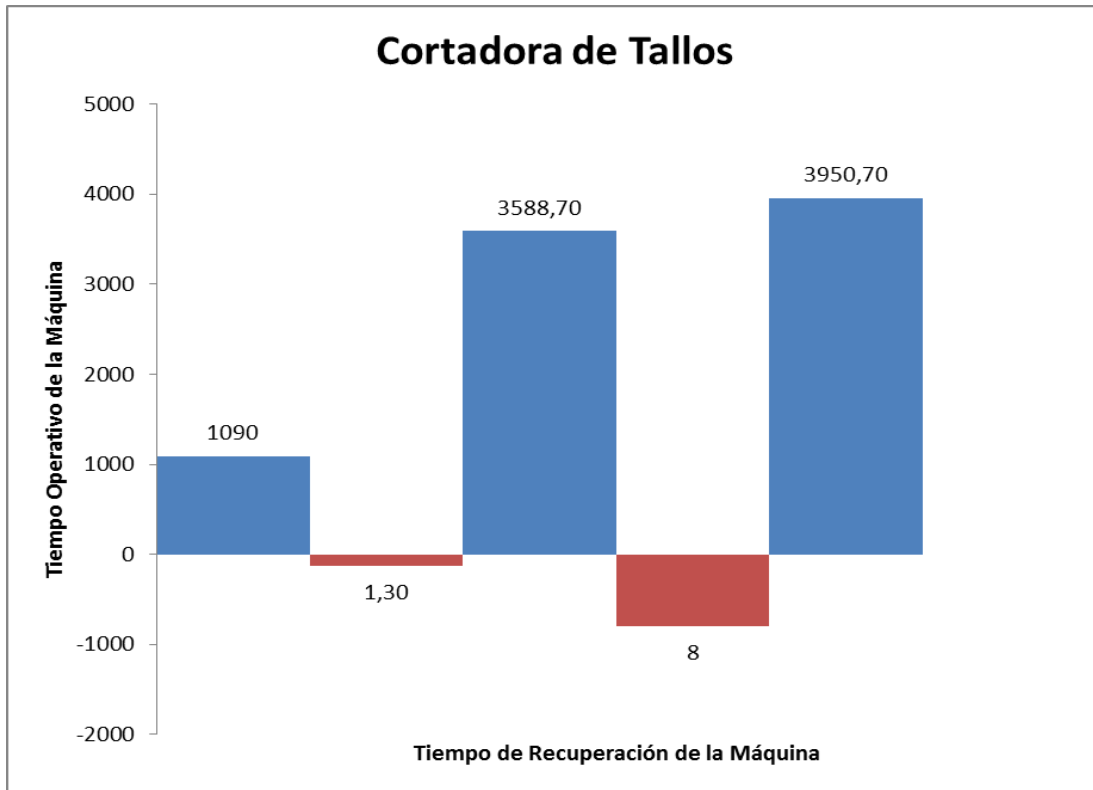
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.28: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Tallos**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Dias*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	10			3960
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	17/01/2014	109	109	1090	1090	1,30
17/01/2014	24/09/2014	250	359	2500	3588,70	8,00
24/09/2014	31/10/2014	37	396	370	<b>3950,70</b>	
				<b>3960</b>		<b>9,30</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.8: Análisis de la Situación Actual de Cortadora de Tallos**



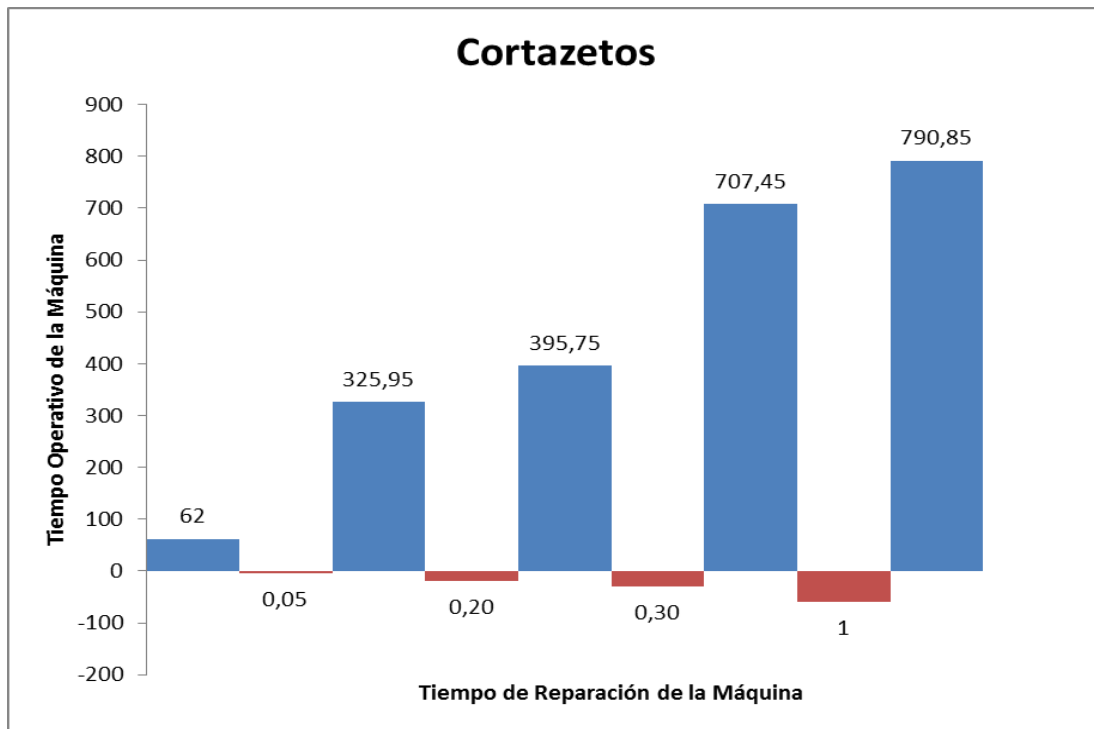
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.29: Análisis de la Situación Actual de Cortazetos**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
Fecha de Compra	01/10/2013	396	2			792
Fecha de Trabajos						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento	Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento	
01/10/2013	31/10/2013	31	31	62	62	0,05
31/10/2013	12/03/2014	132	163	264	325,95	0,20
12/03/2014	16/04/2014	35	198	70	395,75	0,30
16/04/2014	19/09/2014	156	354	312	707,45	0,60
19/09/2014	31/10/2014	42	396	84	<b>790,85</b>	
				<b>792</b>		<b>1,15</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.9: Análisis de la Situación Actual de Cortazetos**



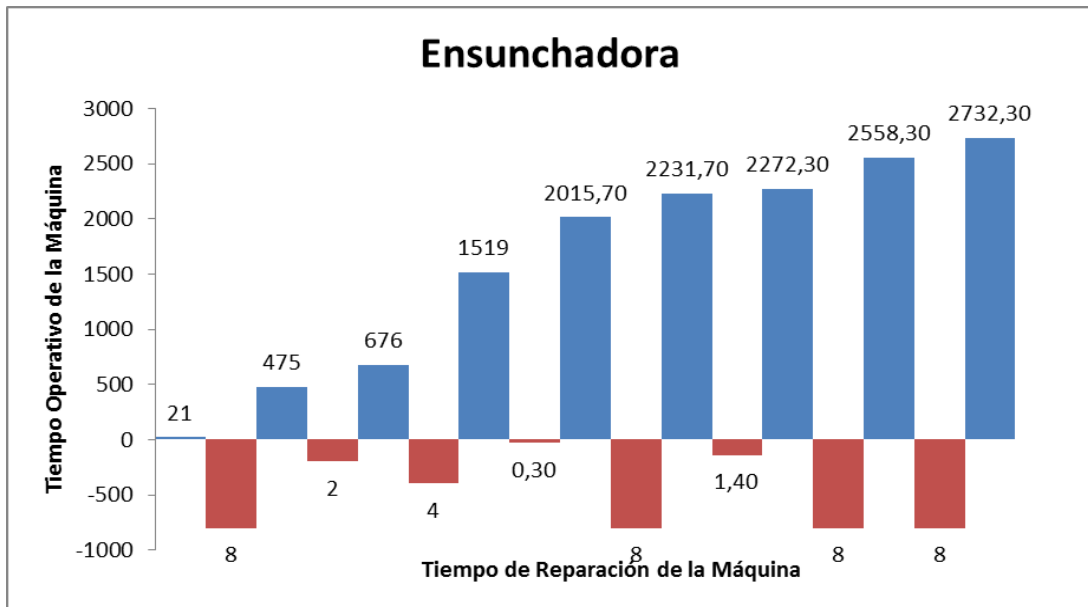
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.30: Análisis de la Situación Actual de Ensunchadora**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	7			2772
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento	Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento	
01/10/2013	03/10/2013	3	3	21	21	8,00
03/10/2013	08/12/2013	66	69	462	475,00	2,00
08/12/2013	06/01/2014	29	98	203	676,00	4,00
06/01/2014	07/05/2014	121	219	847	1519,00	0,30
07/05/2014	17/07/2014	71	290	497	2015,70	8,00
17/07/2014	18/08/2014	32	322	224	2231,70	1,40
18/08/2014	24/08/2014	6	328	42	2272,30	8,00
24/08/2014	05/10/2014	42	370	294	2558,30	8,00
05/10/2014	31/10/2014	26	396	182	<b>2732,30</b>	
				<b>2772</b>	<b>39,70</b>	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.10: Análisis de la Situación Actual de Ensunchadora**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

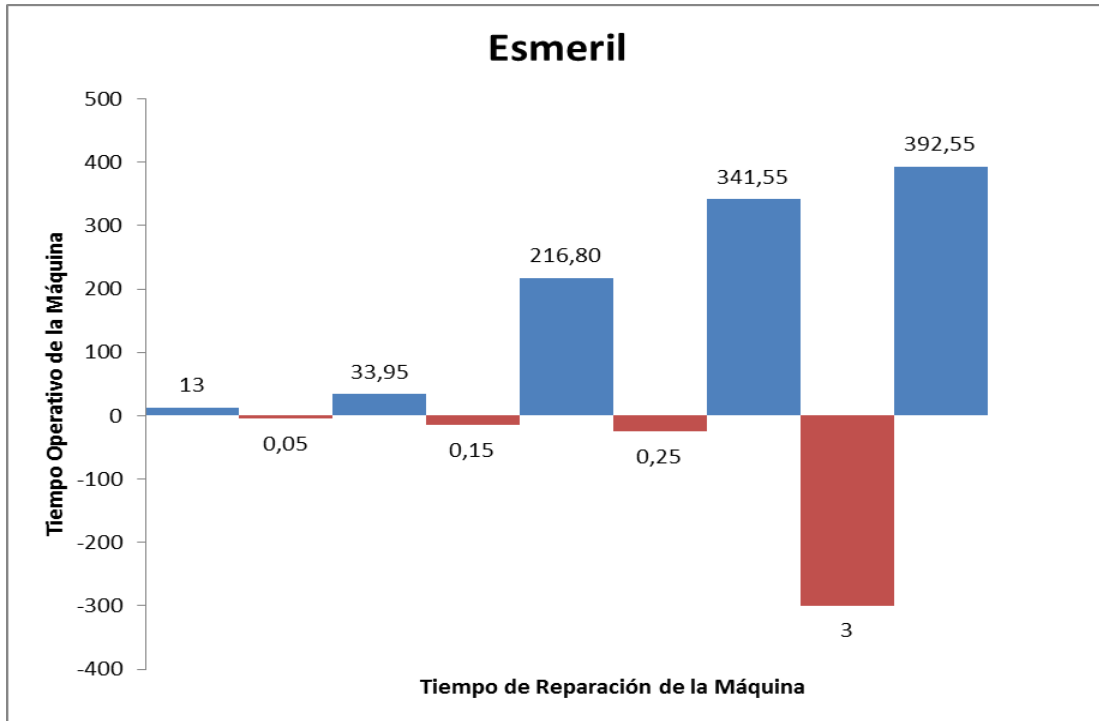


**Tabla 4.31: Análisis de la Situación Actual de Esmeril**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Dias*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	1			396
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento		Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento
01/10/2013	13/10/2013	13	13	13	13	0,05
13/10/2013	03/11/2013	21	34	21	33,95	0,15
03/11/2013	05/05/2014	183	217	183	216,80	0,25
05/05/2014	07/09/2014	125	342	125	341,55	3,00
07/09/2014	31/10/2014	54	396	54	<b>392,55</b>	
				<b>396</b>		<b>3,45</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.11: Análisis de la Situación Actual de Esmeril**



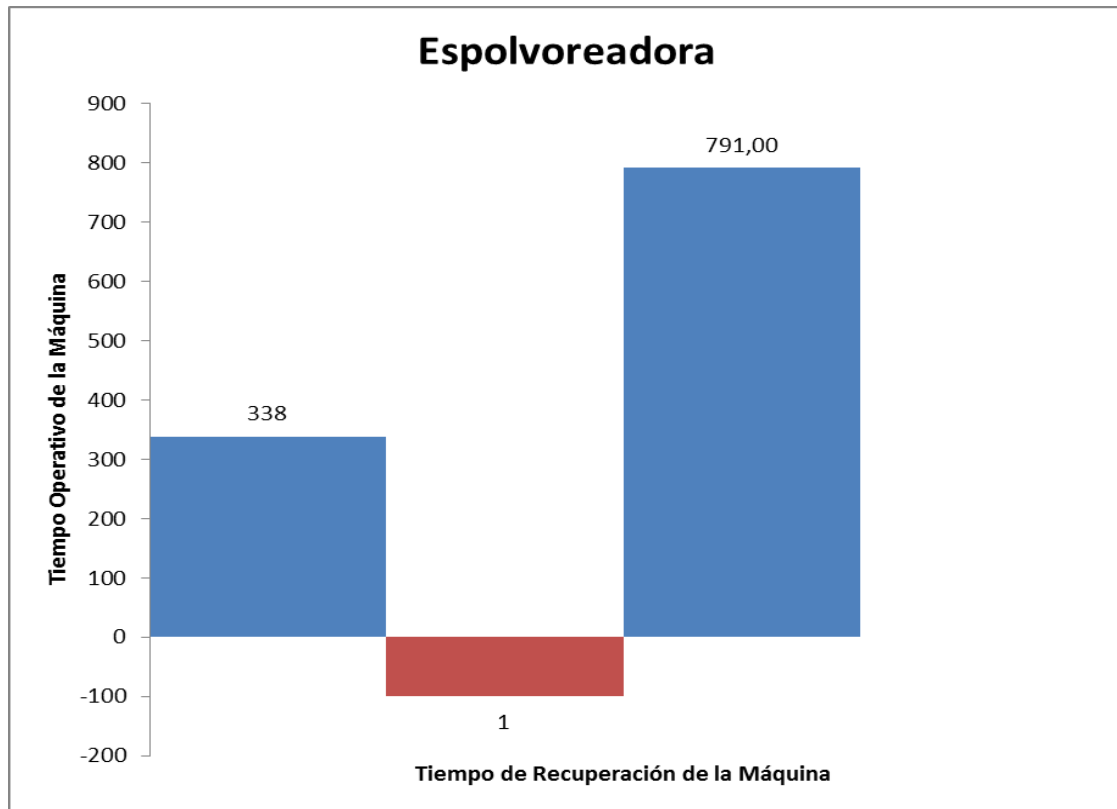
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.32: Análisis de la Situación Actual de Espolvoreadora**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	2			792
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	18/03/2014	169	169	338	338	1,00
18/03/2014	31/10/2014	227	396	454	<b>791,00</b>	
				<b>792</b>		<b>1,00</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.12: Análisis de la Situación Actual de Espolvoreadora**



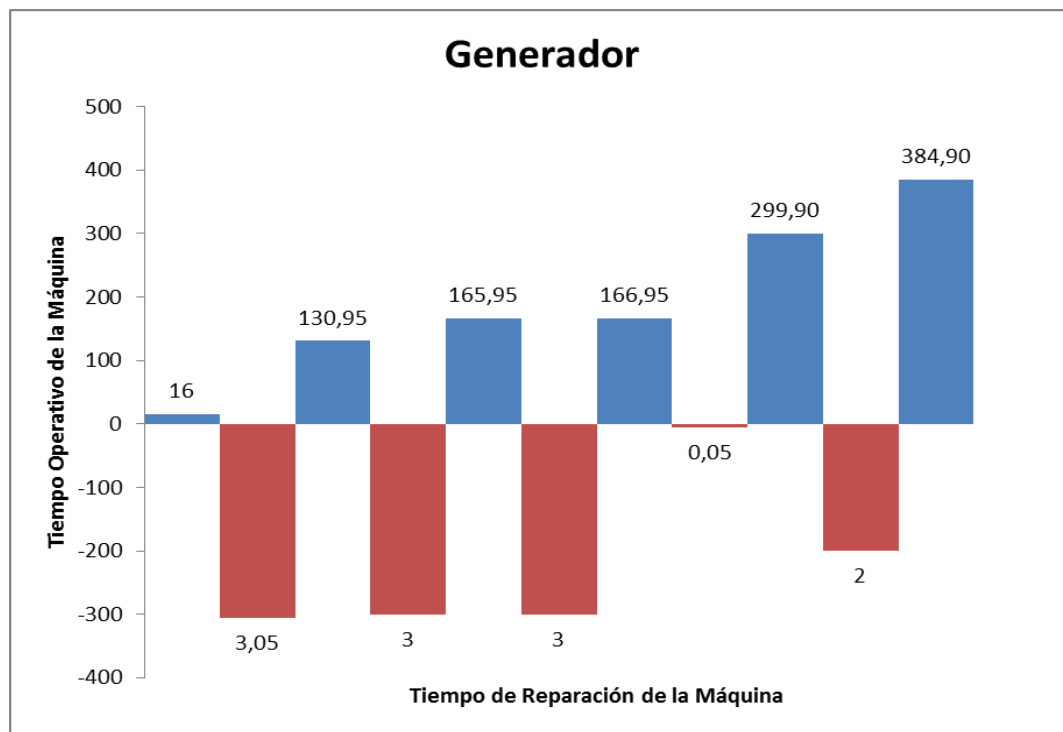
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.33: Análisis de la Situación Actual de Generador**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	1			396
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	16/10/2013	16	16	16	16	3,05
	16/10/2013	118	134	118	130,95	3,00
	11/02/2014	38	172	38	165,95	3,00
	21/03/2014	4	176	4	166,95	0,05
	25/03/2014	133	309	133	299,90	2,00
	05/08/2014	87	396	87	<b>384,90</b>	
				<b>396</b>		<b>11,10</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.13: Análisis de la Situación Actual de Generador**



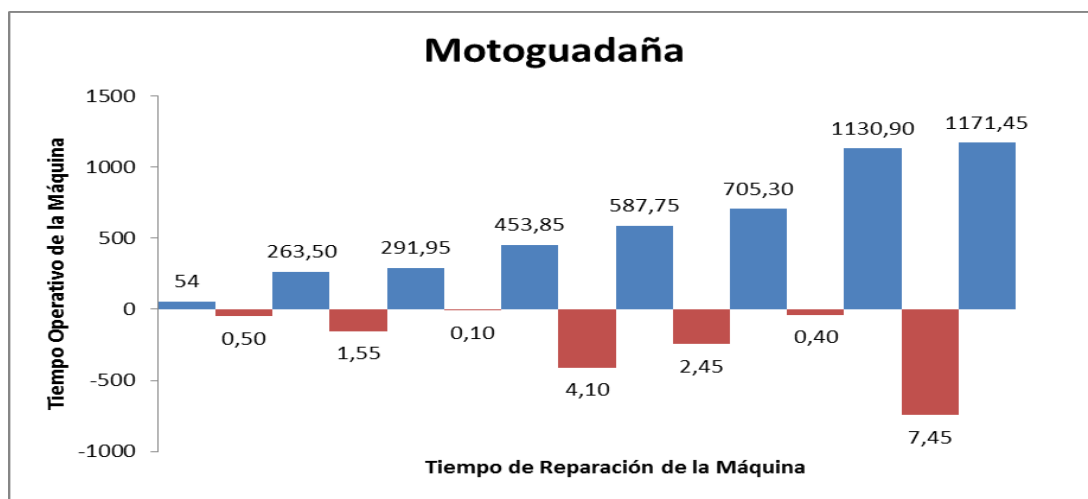
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.34: Análisis de la Situación Actual de Motoguadaña**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Dias*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	3			1188
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento		Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento
01/10/2013	18/10/2013	18	18	54	54	0,50
18/10/2013	27/12/2013	70	88	210	263,50	1,55
27/12/2013	06/01/2014	10	98	30	291,95	0,10
06/01/2014	01/03/2014	54	152	162	453,85	4,10
01/03/2014	16/04/2014	46	198	138	587,75	2,45
16/04/2014	26/05/2014	40	238	120	705,30	0,40
26/05/2014	15/10/2014	142	380	426	1130,90	7,45
15/10/2014	31/10/2014	16	396	48	<b>1171,45</b>	
				<b>1188</b>		<b>16,55</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.14: Análisis de la Situación Actual de Motoguadaña**



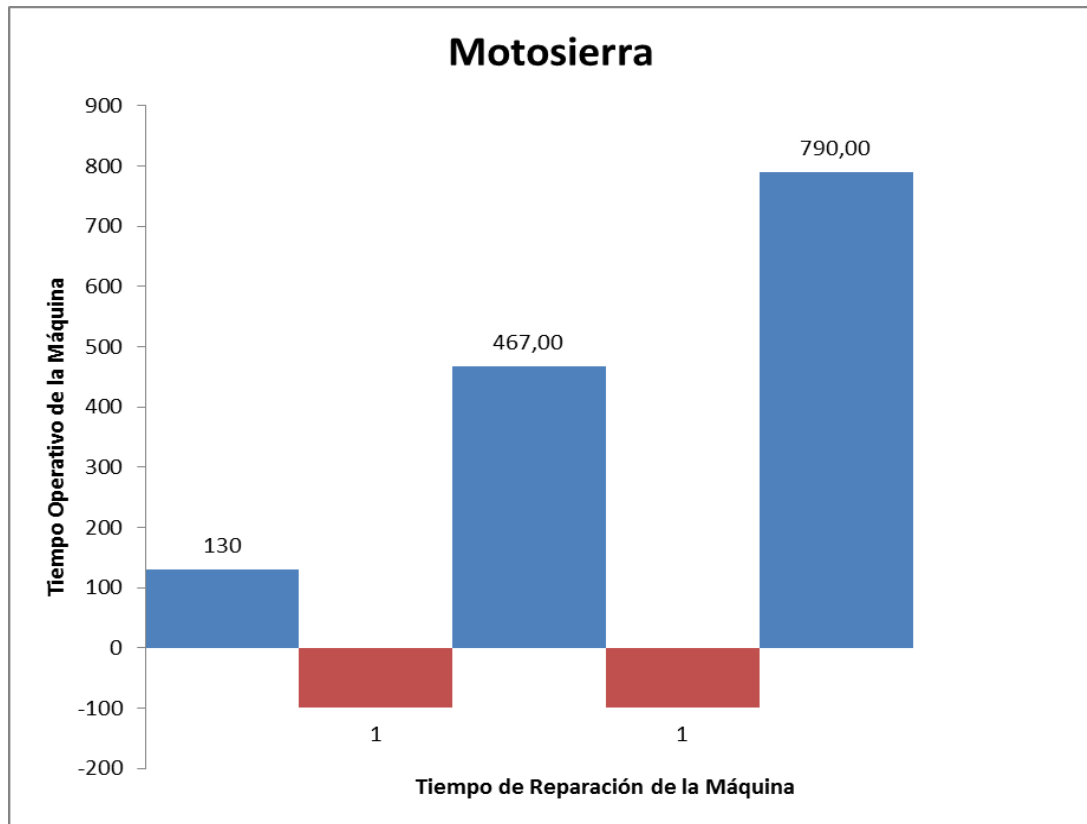
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.35: Análisis de la Situación Actual de Motosierra**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	2			792
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	04/12/2013	65	65	130	130	1,00
04/12/2013	22/05/2014	169	234	338	467,00	1,00
22/05/2014	31/10/2014	162	396	324	<b>790,00</b>	
				<b>792</b>		<b>2,00</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.15: Análisis de la Situación Actual de Motosierra**



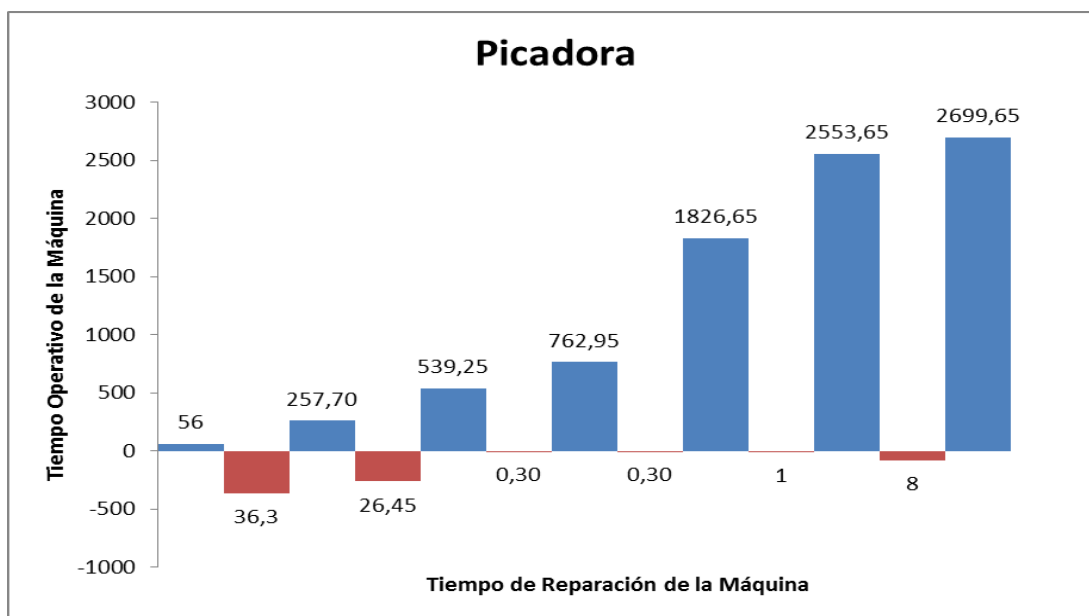
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.36: Análisis de la Situación Actual de Picadora**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	7			2772
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento	Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento	
01/10/2013	08/10/2013	8	8	56	56	36,30
08/10/2013	11/11/2013	34	42	238	257,70	26,45
11/11/2013	25/12/2013	44	86	308	539,25	0,30
25/12/2013	26/01/2014	32	118	224	762,95	0,30
26/01/2014	27/06/2014	152	270	1064	1826,65	1,00
27/06/2014	09/10/2014	104	374	728	2553,65	8,00
09/10/2014	31/10/2014	22	396	154	<b>2699,65</b>	
				<b>2772</b>		<b>72,35</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.16: Análisis de la Situación Actual de Picadora**



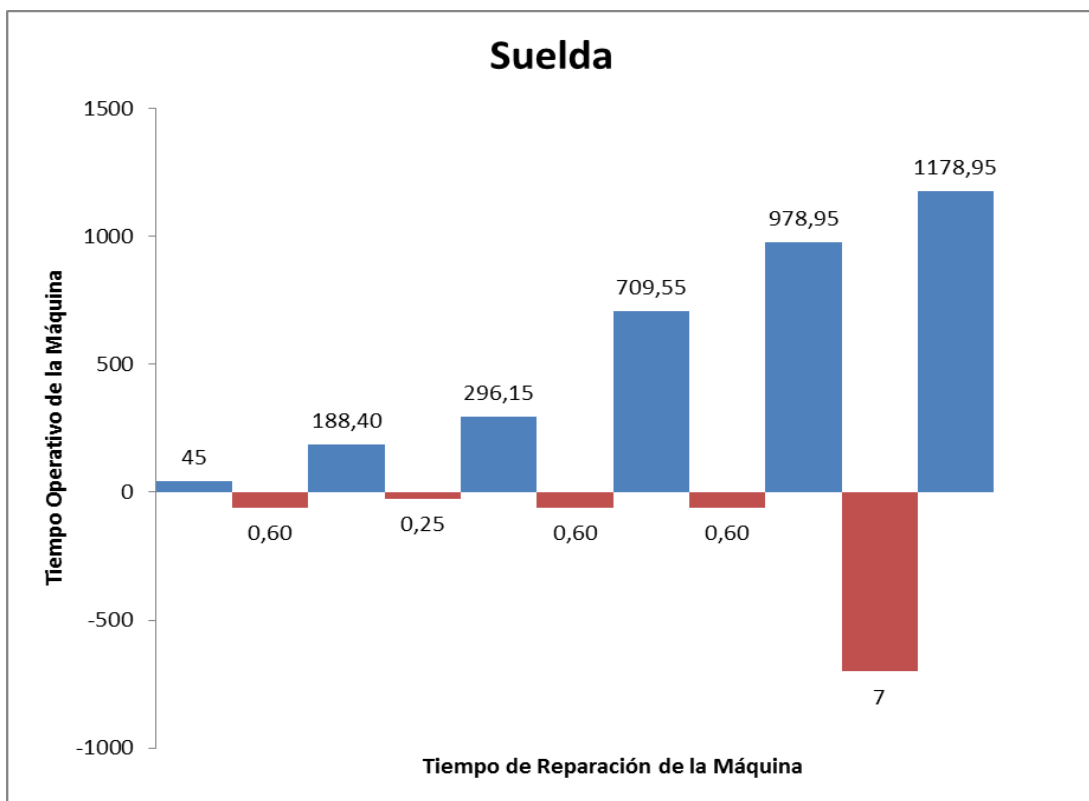
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.37: Análisis de la Situación Actual de Suelda**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Dias*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	3			1188
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
<b>Fechas de Mantenimiento</b>		<b>Días trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Horas trabajados antes de mantenimiento</b>		<b>Duración de Mantenimiento</b>
01/10/2013	15/10/2013	15	15	45	45	0,60
15/10/2013	02/12/2013	48	63	144	188,40	0,25
02/12/2013	07/01/2014	36	99	108	296,15	0,60
07/01/2014	25/05/2014	138	237	414	709,55	0,60
25/05/2014	23/08/2014	90	327	270	978,95	7,00
23/08/2014	31/10/2014	69	396	207	<b>1178,95</b>	
				<b>1188</b>		<b>9,05</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.17: Análisis de la Situación Actual de Suelda**



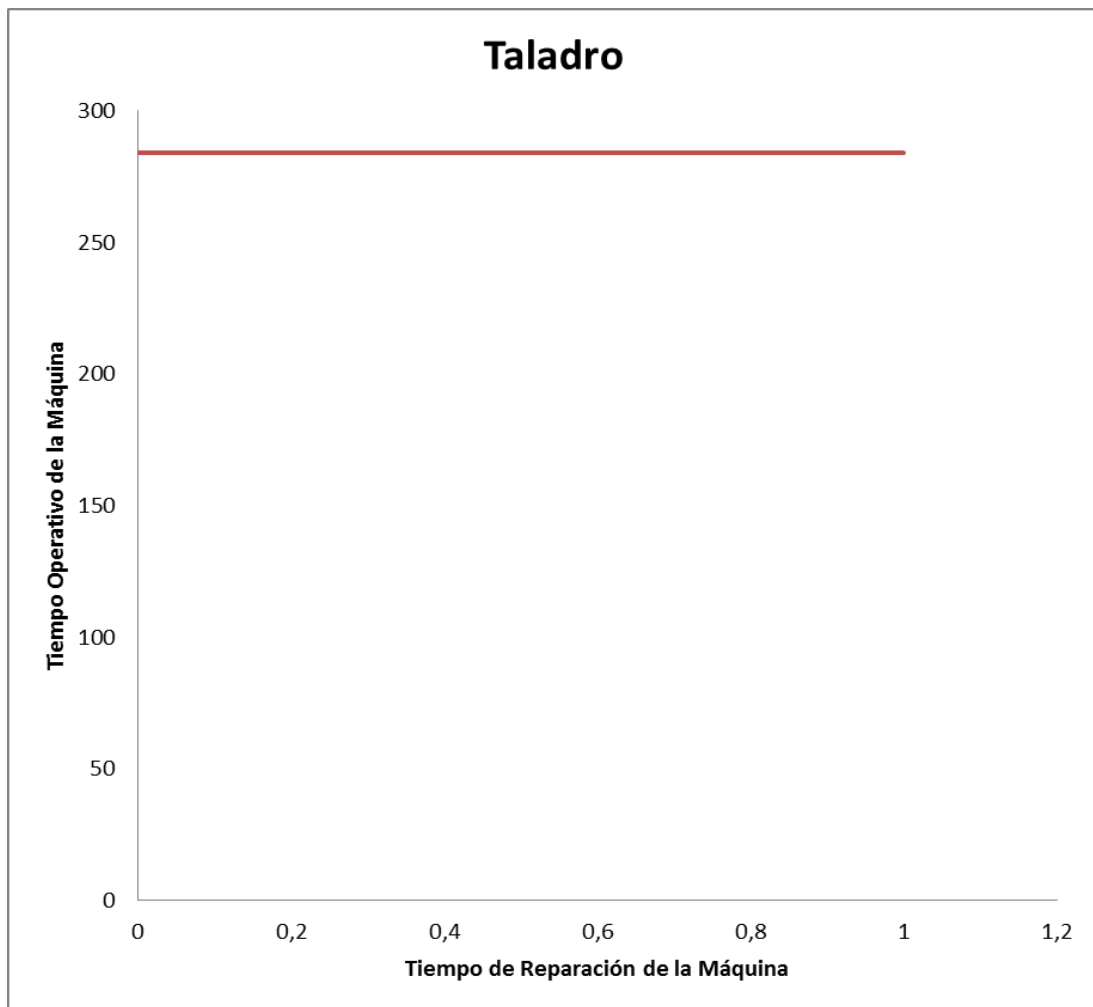
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.38: Análisis de la Situación Actual de Taladro**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo	Días*Horas
Fecha de Compra	21/01/2014	0	0	284
Fecha de Trabajos		284	1	
21/01/2014	31/10/2014			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.18: Análisis de la Situación Actual de Taladro**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

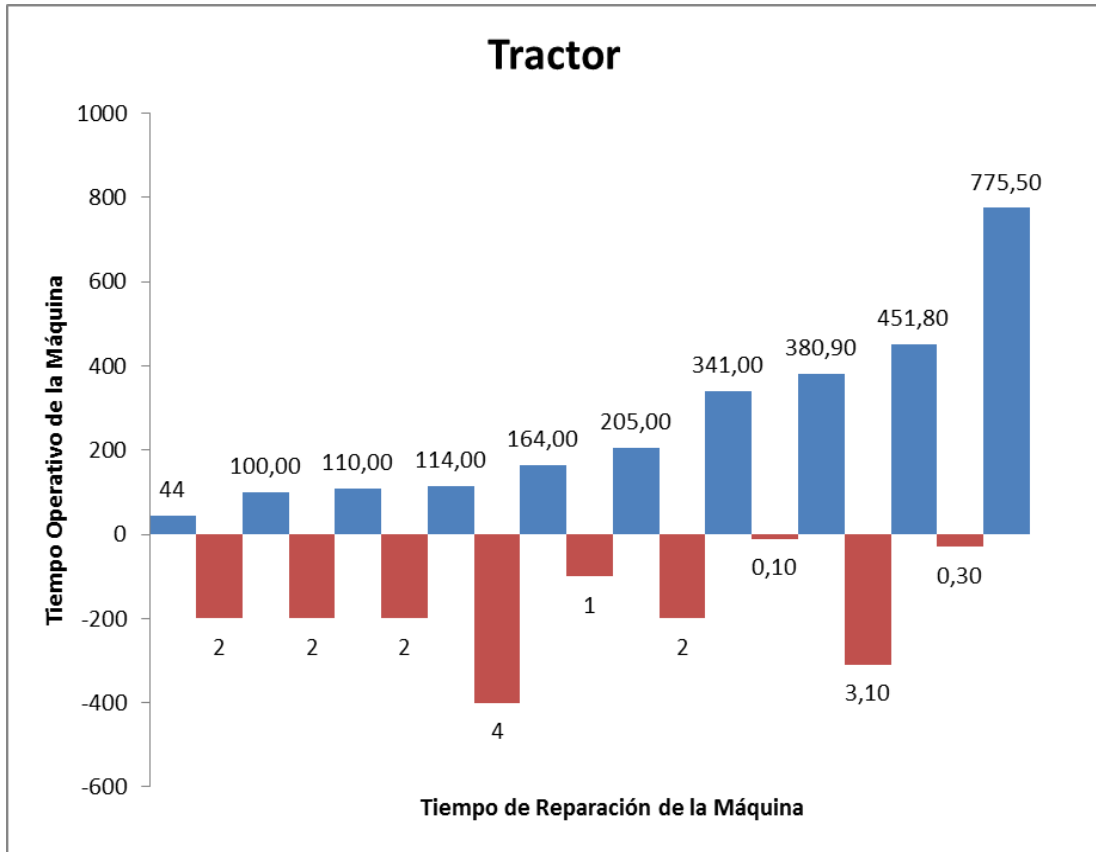


**Tabla 4.39: Análisis de la Situación Actual de Tractor**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo			Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	2			792
<b>Fecha de Trabajos</b>						
01/10/2013	31/10/2014					
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento		Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento
01/10/2013	22/10/2013	22	22	44	44	2,00
22/10/2013	20/11/2013	29	51	58	100,00	2,00
20/11/2013	26/11/2013	6	57	12	110,00	2,00
26/11/2013	29/11/2013	3	60	6	114,00	4,00
29/11/2013	26/12/2013	27	87	54	164,00	1,00
26/12/2013	16/01/2014	21	108	42	205,00	2,00
16/01/2014	26/03/2014	69	177	138	341,00	0,10
26/03/2014	15/04/2014	20	197	40	380,90	3,10
15/04/2014	22/05/2014	37	234	74	451,80	0,30
22/05/2014	31/10/2014	162	396	324	<b>775,50</b>	
				<b>792</b>		<b>16,50</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.19: Análisis de la Situación Actual de Tractor**



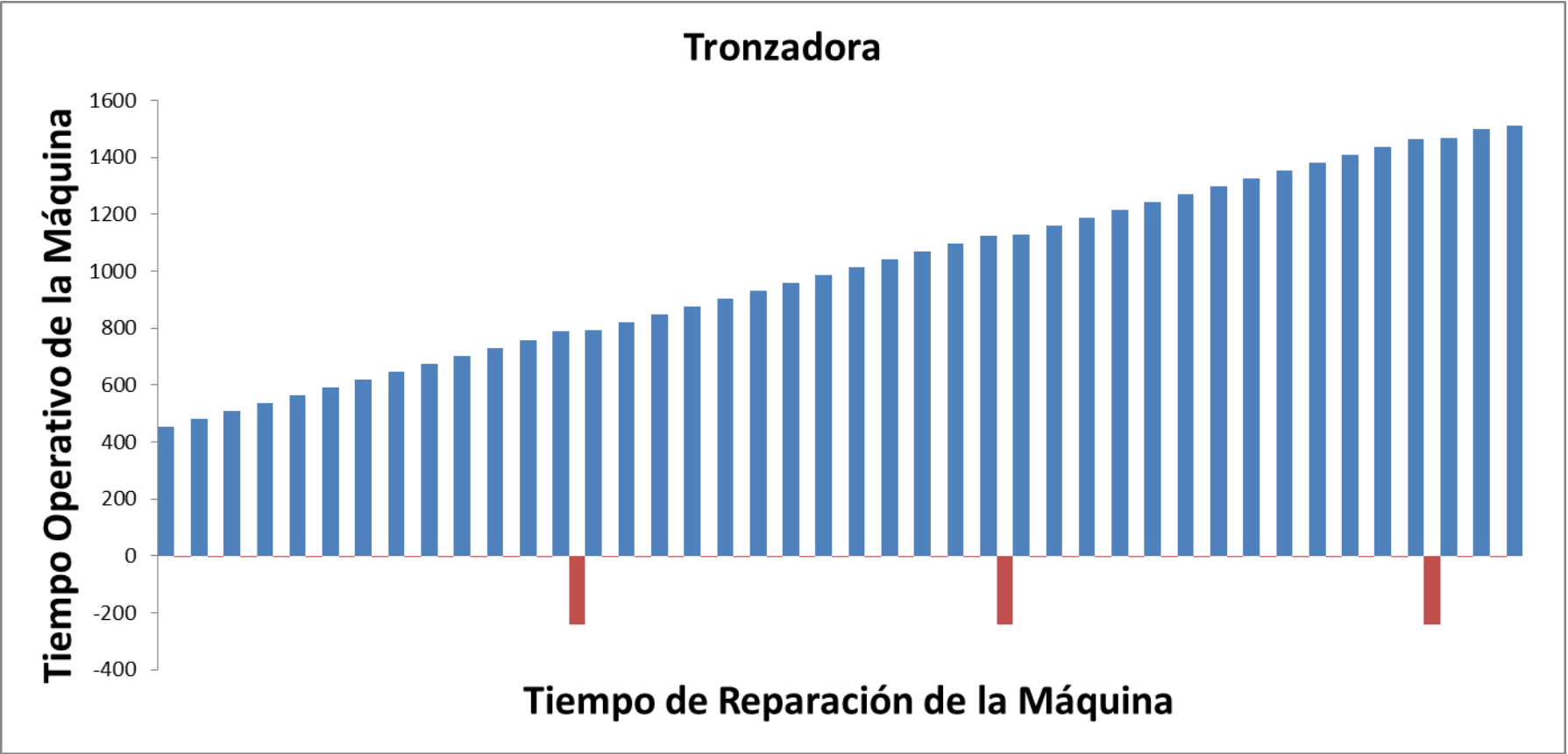
**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.40: Análisis de la Situación Actual de Tronzadora**

		Días de trabajo	Horas diarias de trabajo				Días*Horas
<b>Fecha de Compra</b>	01/10/2013	396	4			1584	
<b>Fecha de Trabajos</b>							
01/10/2013	31/10/2014						
Fechas de Mantenimiento		Días trabajados antes de mantenimiento	Horas trabajados antes de mantenimiento		Duración de Mantenimiento		
01/10/2013	21/01/2014	113	113	452	452	0,05	
21/01/2014	28/01/2014	7	120	28	479,95	0,05	
28/01/2014	04/02/2014	7	127	28	507,90	0,05	
04/02/2014	11/02/2014	7	134	28	535,85	0,05	
11/02/2014	18/02/2014	7	141	28	563,80	0,05	
18/02/2014	25/02/2014	7	148	28	591,75	0,05	
25/02/2014	04/03/2014	7	155	28	619,70	0,05	
04/03/2014	11/03/2014	7	162	28	647,65	0,05	
11/03/2014	18/03/2014	7	169	28	675,60	0,05	
18/03/2014	25/03/2014	7	176	28	703,55	0,05	
25/03/2014	01/04/2014	7	183	28	731,50	0,05	
01/04/2014	08/04/2014	7	190	28	759,45	0,05	
08/04/2014	15/04/2014	7	197	28	787,40	24,05	
15/04/2014	22/04/2014	7	204	28	791,35	0,05	
22/04/2014	29/04/2014	7	211	28	819,30	0,05	
29/04/2014	06/05/2014	7	218	28	847,25	0,05	
06/05/2014	13/05/2014	7	225	28	875,20	0,05	
13/05/2014	20/05/2014	7	232	28	903,15	0,05	
20/05/2014	27/05/2014	7	239	28	931,10	0,05	
27/05/2014	03/06/2014	7	246	28	959,05	0,05	
03/06/2014	10/06/2014	7	253	28	987,00	0,05	
10/06/2014	17/06/2014	7	260	28	1014,95	0,05	
17/06/2014	24/06/2014	7	267	28	1042,90	0,05	
24/06/2014	01/07/2014	7	274	28	1070,85	0,05	
01/07/2014	08/07/2014	7	281	28	1098,80	0,05	
08/07/2014	15/07/2014	7	288	28	1126,75	24,05	
15/07/2014	22/07/2014	7	295	28	1130,70	0,05	
22/07/2014	29/07/2014	7	302	28	1158,65	0,05	
29/07/2014	05/08/2014	7	309	28	1186,60	0,05	
05/08/2014	12/08/2014	7	316	28	1214,55	0,05	
12/08/2014	19/08/2014	7	323	28	1242,50	0,05	
19/08/2014	26/08/2014	7	330	28	1270,45	0,05	
26/08/2014	02/09/2014	7	337	28	1298,40	0,05	
02/09/2014	09/09/2014	7	344	28	1326,35	0,05	
09/09/2014	16/09/2014	7	351	28	1354,30	0,05	
16/09/2014	23/09/2014	7	358	28	1382,25	0,05	
23/09/2014	30/09/2014	7	365	28	1410,20	0,05	
30/09/2014	07/10/2014	7	372	28	1438,15	0,05	
07/10/2014	14/10/2014	7	379	28	1466,10	24,05	
14/10/2014	21/10/2014	7	386	28	1470,05	0,05	
21/10/2014	28/10/2014	7	393	28	1498,00	0,05	
28/10/2014	31/10/2014	3	396	12	<b>1509,95</b>		
				<b>1584</b>			<b>74,05</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

Fig. 4.20: Análisis de la Situación Actual de Tronzadora



Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

#### 4.3.2. Análisis de la situación actual de la Disponibilidad de las Máquinas, Equipos y Sistemas del taller de Mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A.

La Disponibilidad de las Máquinas, Equipos y Sistemas no es otra cosa más que la accesibilidad con la que se puede contar para usar dichas máquinas.

Para obtener la disponibilidad se ha realizado varios cálculos anteriores como:

- ✓ **Horas de Operación (HROP):** que es la sumatoria total de toda la vida útil de la máquina, equipo y sistema.
- ✓ **Número Total de Fallas Detectadas (NTF):** número total de fallas registradas por la Florícola.
- ✓ **Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF):** es la división entre las horas de operación y el número total de fallas detectadas.
- ✓ **Tiempo Total de Fallas (TTF):** es la sumatoria del tiempo en que la máquina ha fallado.
- ✓ **Tiempo Promedio Para Reparación (TPPR):** es la división entre el tiempo total de fallas y el número total de fallas detectadas.
- ✓ **Tiempo Operativo (TO):** es igual al número de horas de operación.
- ✓ **Tiempo de Parada (TP):** es igual al número del tiempo total de fallas.

Para poder comprobar el valor de la disponibilidad es la ha realizado mediante dos fórmulas:

- ✓ **Disponibilidad (D):** división entre el tiempo operativo y la sumatoria del tiempo operativo más tiempo de parada.
- ✓ **Tasa de Fallo ( $\lambda$ ):** es la división entre uno y el tiempo promedio entre fallas.
- ✓ **Tasa de Reparación ( $\mu$ ):** es la división entre uno y el tiempo promedio para reparación.

A continuación se presenta el cálculo respectivo de las fórmulas antes mencionadas para el respectivo cálculo de la Disponibilidad y de Mantenibilidad para cada una de las máquinas, equipos y sistemas.

**AMOLADORA**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 718,70  
**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 26  
**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{718,70}{26}$$

TPEF= 27,64 Horas

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 73,30  
**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{73,30}{26}$$

TPPR= 2,82 Horas

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 718,70  
**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 73,30  
**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 27,64  
**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 2,82  
**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{718,70}{718,70 + 73,30}$$

$$D = \frac{27,64}{27,64 + 2,82}$$

$$D = \frac{718,70}{792,00}$$

$$D = \frac{27,64}{30,46}$$

D= 90,74 %      D= 90,74 %

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{27,64}$$

$$\lambda = 0,03617643$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{2,82}$$

$$\mu = 0,354706685$$

### **BOMBA DE AGUA POTABLE**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 3956,50

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 5

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{3956,50}{5}$$

**TPEF=** 791,30 Horas

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 3,50

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$\text{TPPR} = \frac{3,50}{5}$$

$$\text{TPPR} = 0,70 \quad \text{Horas}$$

$$\text{TIEMPO OPERATIVO (TO)} = (\text{HROP}) = 3956,50$$

$$\text{TIEMPO DE PARADA (TP)} = (\text{TTF}) = 3,50$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):} \quad 791,30$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):} \quad 0,70$$

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{3956,50}{3956,50 + 3,50}$$

$$D = \frac{3956,50}{3960,00}$$

$$D = 99,91 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{791,30}{791,30 + 0,70}$$

$$D = \frac{791,30}{792,00}$$

$$D = 99,91 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{791,30}$$

$$\lambda = 0,0012637$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{0,70}$$

$$\mu = 1,4285714$$



## BOMBA DE CAUDAL

<b>HORAS DE OPERACIÓN (HROP):</b>	1975,00
<b>NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):</b>	1
<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{1975,00}{1}$$

$$TPEF = 1975,00 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):</b>	5,00
--------------------------------------	------

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{5,00}{1}$$

$$TPPR = 5,00 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=</b>	1975,00
--------------------------------------	---------

<b>TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=</b>	5,00
-------------------------------------	------

<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	1975,00
---	---------

<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):</b>	5,00
--	------

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{1975,00}{1975,00 + 5,00}$$

$$D = \frac{1975,00}{1975,00 + 5,00}$$

$$D = \frac{1975,00}{1980,00}$$

$$D = \frac{1975,00}{1980,00}$$

$$D = 99,75 \%$$

$$D = 99,75 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{1975,00}$$

$$\lambda = 0,0005063$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{5,00}$$

$$\mu = 0,2$$

### **BOMBA DE FUMIGACION**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 3164,65

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 9

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{3164,65}{9}$$

**TPEF= 351,63 Horas**

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 3,35

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

<b>TPPR=</b>	$\frac{3,35}{9}$	
<b>TPPR=</b>	0,37	Horas
<b>TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=</b>		3164,65
<b>TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=</b>		3,35
<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>		351,63
<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):</b>		0,37

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{3164,65}{3164,65 + 3,35}$$

$$D = \frac{3164,65}{3168,00}$$

$$D = 99,89 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{351,63}{351,63 + 0,37}$$

$$D = \frac{351,63}{352,00}$$

$$D = 99,89 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{351,63}$$

$$\lambda = 0,0028439$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{0,37}$$

$$\mu = 2,6865672$$

## BOMBA DE PRESION

<b>HORAS DE OPERACIÓN (HROP):</b>	9456,00
<b>NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):</b>	3
<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{9456,00}{3}$$

$$TPEF = 3152,00 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):</b>	48,00
--------------------------------------	-------

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{48,00}{3}$$

$$TPPR = 16,00 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=</b>	9456,00
--------------------------------------	---------

<b>TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=</b>	48,00
-------------------------------------	-------

<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	3152,00
---	---------

<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):</b>	16,00
--	-------

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{9456,00}{9456,00 + 48,00}$$

$$D = \frac{9456,00}{9504,00}$$

$$D = 99,49 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{3152,00}{3152,00 + 16,00}$$

$$D = \frac{3152,00}{3168,00}$$

$$D = 99,49 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{3152,00}$$

$$\lambda = 0,0003173$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{16,00}$$

$$\mu = 0,0625$$

### **COMPRESOR**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 505,55

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 5

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{505,55}{5}$$

$$TPEF = 101,11 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 9,25

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{9,25}{5}$$

$$TPPR = 1,85 \text{ Horas}$$

$$\text{TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)} = 505,55$$

$$\text{TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)} = 9,25$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF)} = 101,11$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR)} = 1,85$$

$$\text{DISPONIBILIDAD (D)} =$$

$$D = \frac{505,55}{505,55 + 9,25}$$

$$D = \frac{101,11}{101,11 + 1,85}$$

$$D = \frac{505,55}{514,80}$$

$$D = \frac{101,11}{102,96}$$

$$D = 98,20 \%$$

$$D = 98,20 \%$$

$$\text{TASA DE FALLOS } (\lambda) =$$

$$\text{MTBF} = \text{TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{101,11}$$

$$\lambda = 0,0098902$$

$$\text{TASA DE REPARACIÓN } (\mu) =$$

$$\text{MTTR} = \text{TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN}$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,85}$$

$$\mu = 0,5405405$$

### CORTADORA DE MADERA

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 381,70

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 4

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{381,70}{4}$$

**TPEF=** 95,43 Horas

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 14,30

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{14,30}{4}$$

**TPPR=** 3,58 Horas

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 381,70

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 14,30

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 95,43

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 3,58

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{381,70}{381,70 + 14,30}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{95,43}{95,43 + 3,58}$$

$$D = \frac{381,70}{396,00} \qquad D = \frac{95,43}{99,00}$$

$$D = 96,39 \% \qquad D = 96,39 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{95,43}$$

$$\lambda = 0,0104794$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{3,58}$$

$$\mu = 0,2797203$$

### **CORTADORA DE TALLOS**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 3950,70

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 2

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{3950,70}{2}$$

$$TPEF = 1975,35 \text{ Horas}$$



**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 9,30

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{9,30}{2}$$

$$TPPR = 4,65 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 3950,70

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 9,30

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 1975,35

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 4,65

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{3950,70}{3950,70 + 9,30}$$

$$D = \frac{3950,70}{3960,00}$$

$$D = 99,77 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{1975,35}{1975,35 + 4,65}$$

$$D = \frac{1975,35}{1980,00}$$

$$D = 99,77 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{1975,35}$$

$$\lambda = 0,0005062$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{4,65}$$

$$\mu = 0,2150538$$

### **CORTAZETOS**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 790,85

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 4

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{790,85}{4}$$

$$TPEF = 197,71 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 1,15

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{1,15}{4}$$

$$TPPR = 0,29 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 790,85

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 1,15

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 197,71

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 0,29

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{790,85}{790,85 + 1,15}$$

$$D = \frac{790,85}{792,00}$$

$$D = 99,85 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{197,71}{197,71 + 0,29}$$

$$D = \frac{197,71}{198,00}$$

$$D = 99,85 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{197,71}$$

$$\lambda = 0,0050578$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{0,29}$$

$$\mu = 3,4782609$$

### **ENSUNCHADORA**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 2732,30

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 8

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{2732,30}{8}$$

$$TPEF = 341,54 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 39,70

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{39,70}{8}$$

$$TPPR = 4,96 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 2732,30

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 39,70

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 341,54

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 4,96

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{2732,30}{2732,30 + 39,70}$$

$$D = \frac{2732,30}{2772,00}$$

$$D = 98,57 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{341,54}{341,54 + 4,96}$$

$$D = \frac{341,54}{346,50}$$

$$D = 98,57 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$
$$\lambda = \frac{1}{341,54}$$

$$\lambda = 0,0029279$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$
$$\mu = \frac{1}{4,96}$$

$$\mu = 0,2015113$$

### **ESMERIL**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 392,55

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 4

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{392,55}{4}$$

$$TPEF = 98,14 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 3,45

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{3,45}{4}$$

$$TPPR = 0,86 \text{ Horas}$$

$$\text{TIEMPO OPERATIVO (TO)} = (\text{HROP}) = 392,55$$

$$\text{TIEMPO DE PARADA (TP)} = (\text{TTF}) = 3,45$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):} \quad 98,14$$

$$\text{TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):} \quad 0,86$$

$$\text{DISPONIBILIDAD (D)} =$$

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{392,55}{392,55 + 3,45}$$

$$D = \frac{98,14}{98,14 + 0,86}$$

$$D = \frac{392,55}{396,00}$$

$$D = \frac{98,14}{99,00}$$

$$D = 99,13 \%$$

$$D = 99,13 \%$$

$$\text{TASA DE FALLOS } (\lambda) =$$

$$\text{MTBF} = \text{TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{98,14}$$

$$\lambda = 0,0101898$$

$$\text{TASA DE REPARACIÓN } (\mu) =$$

$$\text{MTTR} = \text{TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN}$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{0,86}$$

$$\mu = 1,1594203$$

### ESPOLVEADORA

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 791,00

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 1

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{791,00}{1}$$

$$TPEF = 791,00 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 1,00

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{1,00}{1}$$

$$TPPR = 1,00 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 791,00

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 1,00

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 791,00

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 1,00

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{791,00}{791,00 + 1,00}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{791,00}{791,00 + 1,00}$$

$$D = \frac{791,00}{792,00}$$

$$D = 99,87 \%$$

$$D = \frac{791,00}{792,00}$$

$$D = 99,87 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE**

**FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{791,00}$$

$$\lambda = 0,0012642$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE**

**REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,00}$$

$$\mu = 1$$

### **GENERADOR**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 384,90

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 4

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{384,90}{4}$$



**TPEF=** 96,23 Horas

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 11,10

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{11,10}{4}$$

**TPPR=** 2,78 Horas

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 384,90

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 11,10

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 96,23

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 2,78

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{384,90}{384,90 + 11,10}$$

$$D = \frac{384,90}{396,00}$$

$$D = 97,20 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{96,23}{96,23 + 2,78}$$

$$D = \frac{96,23}{99,00}$$

$$D = 97,20 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{96,23}$$

$$\lambda = 0,0103923$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{2,78}$$

$$\mu = 0,3603604$$

### MOTOGUADAÑA

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 1171,45

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 7

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{1171,45}{7}$$

$$TPEF = 167,35 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 16,55

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{16,55}{7}$$

$$TPPR = 2,36 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 1171,45

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 16,55

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 167,35

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 2,36

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{1171,45}{1171,45 + 16,55} \quad D = \frac{167,35}{167,35 + 2,36}$$

$$D = \frac{1171,45}{1188,00} \quad D = \frac{167,35}{169,71}$$

$$D = 98,61 \% \quad D = 98,61 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{167,35}$$

$$\lambda = 0,0059755$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{2,36}$$

$$\mu = 0,4229607$$

### **MOTOSIERRA**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 790,00

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 2

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{790,00}{2}$$

$$TPEF = 395,00 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 2,00

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{2,00}{2}$$

$$TPPR = 1,00 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 790,00

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 2,00

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 395,00

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 1,00

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{790,00}{790,00 + 2,00}$$

$$D = \frac{395,00}{395,00 + 1,00}$$

$$D = \frac{790,00}{792,00}$$

$$D = \frac{395,00}{396,00}$$

$$D = 99,75 \%$$

$$D = 99,75 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{395,00}$$

$$\lambda = 0,0025316$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,00}$$

$$\mu = 1$$

### PICADORA

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 2699,65

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 6

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{2699,65}{6}$$

$$TPEF = 449,94 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 72,35

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{72,35}{6}$$

$$TPPR = 12,06 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 2699,65

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 72,35

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 449,94

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

12,06

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{2699,65}{2699,65 + 72,35}$$

$$D = \frac{2699,65}{2772,00}$$

$$D = 97,39 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{449,94}{449,94 + 12,06}$$

$$D = \frac{449,94}{462,00}$$

$$D = 97,39 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{449,94}$$

$$\lambda = 0,0022225$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{12,06}$$

$$\mu = 0,0829302$$

**SUELDA**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):**

1178,95

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 5

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{1178,95}{5}$$

$$TPEF = 235,79 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 9,05

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{9,05}{5}$$

$$TPPR = 1,81 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 1178,95

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 9,05

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 235,79

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 1,81

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{1178,95}{1178,95 + 9,05}$$

$$D = \frac{1178,95}{1188,00}$$

$$D = 99,24 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{235,79}{235,79 + 1,81}$$

$$D = \frac{235,79}{237,60}$$

$$D = 99,24 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{235,79}$$

$$\lambda = 0,0042411$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,81}$$

$$\mu = 0,5524862$$

#### **TALADRO**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 284,00

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 0

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{284,00}{0}$$

$$TPEF = 0 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 0,00

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{0,00}{0}$$

$$TPPR = 0,00 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 284,00

**TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=** 0,00



**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):** 0,00  
**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):** 0,00

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{284,00}{284,00 + 0,00}$$

$$D = \frac{284,00}{284,00}$$

$$D = 100,00 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{0,00}{0,00 + 0,00}$$

$$D = \frac{0,00}{0,00}$$

$$D = 0,00 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{0}$$

$$\lambda = 0$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{0}$$

$$\mu = 0$$

## TRACTOR

<b>HORAS DE OPERACIÓN (HROP):</b>	775,50
<b>NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):</b>	9
<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{775,50}{9}$$

$$TPEF = 86,17 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):</b>	16,50
--------------------------------------	-------

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{16,50}{9}$$

$$TPPR = 1,83 \text{ Horas}$$

<b>TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=</b>	775,50
--------------------------------------	--------

<b>TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=</b>	16,50
-------------------------------------	-------

<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	86,17
---	-------

<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):</b>	1,83
--	------

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

$$D = \frac{775,50}{775,50 + 16,50}$$

$$D = \frac{775,50}{792,00}$$

$$D = 97,92 \%$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{86,17}{86,17 + 1,83}$$

$$D = \frac{86,17}{88,00}$$

$$D = 97,92 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{86,17}$$

$$\lambda = 0,0116054$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**

**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,83}$$

$$\mu = 0,5454545$$

### **TRONZADORA**

**HORAS DE OPERACIÓN (HROP):** 1509,95

**NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS (NTF):** 41

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):**

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPEF = \frac{1509,95}{41}$$

$$TPEF = 36,83 \text{ Horas}$$

**TIEMPO TOTAL DE FALLAS (TTF):** 74,05

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):**

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

$$TPPR = \frac{74,05}{41}$$

$$TPPR = 1,81 \text{ Horas}$$

**TIEMPO OPERATIVO (TO)=(HROP)=** 1509,95

<b>TIEMPO DE PARADA (TP)=(TTF)=</b>	74,05
<b>TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (TPEF):</b>	36,83
<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPPR):</b>	1,81

**DISPONIBILIDAD (D)=**

$$D = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$D = \frac{1509,95}{1509,95 + 74,05}$$

$$D = \frac{36,83}{36,83 + 1,81}$$

$$D = \frac{1509,95}{1584,00}$$

$$D = \frac{36,83}{38,63}$$

$$D = 95,33 \%$$

$$D = 95,33 \%$$

**TASA DE FALLOS ( $\lambda$ )=**

**MTBF= TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$\lambda = \frac{1}{36,83}$$

$$\lambda = 0,0271532$$

**TASA DE REPARACIÓN ( $\mu$ )=**



**MTTR= TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN**

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = \frac{1}{1,81}$$

$$\mu = 0,5536799$$

**Tabla 4.40: Cálculo de Mantenibilidad y Disponibilidad**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Código:	MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS							Rev.
DESCRIPCIÓN	01 DE OCTUBRE DEL 2013 - 30 DE OCTUBRE DEL 2014							
	HORAS DE OPERACIÓN	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	TIEMPO TOTAL DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD	TASA DE FALLOS $\lambda$	TASA DE REPARACIÓN $\mu$
	(HROP) en horas	(NTF)	(TPEF) en horas	(TTF) en horas	(TPPR) en horas	(D) en porcentaje %	Nº de fallos/año	Nº de reparaciones/años
Amoladora D28494W-B3	0,00	26	27,64	0,00	2,82	90,74	0,0362	0,3547
Bomba de Caudal SIEMENS	0,00	1	1975,00	0,00	5,00	99,75	0,0005	0,2000
Bomba para agua potable KM160/1	3956,50	5	791,30	3,50	0,70	99,91	0,0013	1,4286
Bomba para agua potable KM161/1	0,00	5	791,30	0,00	0,70	99,91	0,0013	1,4286
Bombas de fumigación MS 653	0,00	9	351,63	0,00	0,37	99,89	0,0028	2,6866
Bombas de fumigación MS 654	0,00	9	349,35	23,85	2,65	99,25	0,0029	0,3774
Bombas de fumigación MS 655	0,00	7	449,11	0,00	3,46	99,23	0,0022	0,2887
Bombas de fumigación MS 656	0,00	8	389,59	0,00	6,41	98,38	0,0026	0,1561
Bombas de fumigación MS 657	0,00	7	452,08	0,00	0,49	99,89	0,0022	2,0290
Bombas de fumigación MS 658	0,00	8	395,27	0,00	0,73	99,82	0,0025	1,3675
Bombas de Presión NBR.7094	0,00	3	3152,00	0,00	16,00	99,49	0,0003	0,0625
Bombas de Presión NBR.7095	0,00	3	3152,00	0,00	16,00	99,49	0,0003	0,0625
Bombas de Presión NBR.7096	9456,00	0	3152,00	48,00	16,00	99,49	0,0003	0,0625
Compresor TRUPER 10L	0,00	5	101,11	0,00	1,85	98,20	0,0099	0,5405
Cortadora de Madera	0,00	4	95,43	0,00	3,58	96,39	0,0105	0,2797
Cortadora de tallos SIE0601	0,00	2	1975,35	0,00	4,65	99,77	0,0005	0,2151
Cortadora de tallos SIE0602	0,00	2	1975,35	0,00	4,65	99,77	0,0005	0,2151
Cortazetos HL 4230	0,00	4	197,71	0,00	0,29	99,85	0,0051	3,4783
Ensunchadora TP-202	0,00	8	341,54	0,00	4,96	98,57	0,0029	0,2015
Ensunchadora TP-203	0,00	5	547,60	0,00	6,80	98,77	0,0018	0,1471
Esmeril BG-8	0,00	4	98,14	0,00	0,86	99,13	0,0102	1,1594
Espolvoreadora SR 420	0,00	1	791,00	0,00	1,00	99,87	0,0013	1,0000
Generador UCI 224G1	0,00	4	96,23	0,00	2,78	97,20	0,0104	0,3604
Motoguadaña BC 2259	0,00	7	167,35	0,00	2,36	98,61	0,0060	0,4230
Motoguadaña BC 2258	0,00	5	234,84	0,00	2,76	98,84	0,0043	0,3623
Motosierra MS 250	0,00	2	395,00	0,00	1,00	99,75	0,0025	1,0000
Picadora IMB3	0,00	6	449,94	0,00	12,06	97,39	0,0022	0,0829
Picadora IMB4	0,00	6	449,94	0,00	12,06	97,39	0,0022	0,0829
Suelda INFRA TH 235/160	0,00	5	235,79	0,00	1,81	99,24	0,0042	0,5525
Suelda HOBART TC - 230 DV	0,00	5	235,87	0,00	1,73	99,27	0,0042	0,5780
Taladro BLACK&DECKER TM650	0,00	0	0	0	0	100,00	0	0
Tractor FIAT	0,00	9	86,17	0,00	1,83	97,92	0,0116	0,5455
Tronzadora de Metal D28710-B3	0,00	41	36,83	0,00	1,81	95,33	0,0272	0,5537
	<b>NOMBRE:</b>				<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				15/12/2014			
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				22/12/2014			
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				22/12/2014			

**Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar**

#### **4.4. ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.**

Conocer la frecuencia, la gravedad y la detección con la que las máquinas, equipos y sistemas trabajan diariamente; además detectaremos el número de prioridad de riesgos de cada máquina.

##### **4.4.1. Análisis Modal de Falla-Efecto AMFE de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda.**

Para el presente análisis se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Frecuencia
- ✓ Gravedad
- ✓ Detección

La valoración de estos parámetros fue tomada con relación a la realidad del presente estudio, por lo tanto se tomó como referencia la teoría presentada en el Capítulo 2.

La Frecuencia (F) es una estimación subjetiva de la ocurrencia del modo de fallo; se tomó en cuenta los siguientes valores para su ponderación.

**Tabla 4.41: Valor de Frecuencia**

<b>FRECUENCIA</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR DE F</b>
Imposible	1-2
Remoto	3-4
Ocasional	5-6
Frecuente	7-8
Muy Frecuente	9-10

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

La Gravedad (G) es una estimación subjetiva de las consecuencias

**Tabla 4.42: Valor de Gravedad**

<b>FRECUENCIA</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR DE G</b>
Insignificante	1-2
Moderado	3-4
Importante	5-6
Crítico	7-8
Catastrófico	9-10

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

La Detección (D) es una estimación subjetiva de la probabilidad de ser detectado el fallo potencial.

**Tabla 4.43: Valor de Detección**

<b>DETECCIÓN</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR DE D</b>
Probabilidad de detección muy elevada	1-2
Probabilidad de detección elevada	3-4
Probabilidad de detección moderada	5-6
Probabilidad de detección escasa	7-8
Probabilidad de detección muy escasa	9-10

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

El número de prioridad de riesgos (NPR) permite priorizar las acciones a tomar. Para este estudio los números de prioridad de riesgos van a ser variables, puesto que serán determinados por la sumatoria de todos los NPR dividido para el número de componentes.

Posteriormente se presentará una tabla de ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) para cada máquina, equipo y sistema.



Tabla 4.44: AMFE Amoladora

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA AMOLADORA D28494W-B3										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	3	5	5	75	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Tuerca de fijación	Ajustar los diferentes discos	Aislamiento en la rosca interna	Aflojamiento	Procedimiento inadecuado de ajuste	Rotura del disco	3	7	5	105	Se debe utilizar la herramienta adecuada para su ajuste
Carbones	Llevar energía al inducido	No permita el encendido de la máquina	Desgaste	Desgaste por el tiempo de uso	Parada parcial de la máquina	4	8	5	160	Deber estar siempre libres de la suciedad
Engranajes	Aumenta eficiencia y durabilidad	Desbalanceo del eje principal	Atascamiento	Falta de lubricante	Parada de la máquina	6	8	4	192	Se debe colocar mucha grasa en la zona de los engranajes
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 133$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>		<b>FECHA:</b>		
						<b>Realizó:</b> Cristhian Carrión		03/01/2015		
						<b>Verificó:</b> Ing. Mg.Christian Castro		20/01/2015		
						<b>Validó:</b> Ing. Mg.Christian Castro		20/01/2015		

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar



Tabla 4.45: AMFE Bomba de Agua Potable

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA BOMBA DE AGUA POTABLE KM160/I										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	5	6	180	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	6	180	Utilizar adecuadamente el interruptor
Rodete	Recibe el líquido y le imparte velocidad	No imparte velocidad	Fuga	Instalaciones inadecuadas	Velocidad mínima	5	6	4	120	Realizar adecuadamente las instalaciones para evitar la pérdida de velocidad
Eje	Transmite el movimiento	Ruido de sus elementos	Atascamiento	Mala calidad del eje	Rotura de los elementos	4	6	5	120	Realizar una limpieza periódica de la bomba
Cojinetes	Soporta cargas radiales y axiales	Sobrecalentamiento de la bomba	Desgaste	Lubricante en mal estado	Parada de la máquina	7	9	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Empaques y sellos	Evitan el flujo hacia afuera del líquido bombeado	Pérdida del líquido	Rotura	Inadecuado mantenimiento	Parada parcial de la máquina	4	8	6	192	Cambiar los empaques y sellos cada cierto tiempo
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 174$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>	
						Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015	
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.46: AMFE Bomba de Caudal

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA BOMBA DE CAUDAL SIEMENS										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	5	6	180	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	6	180	Utilizar adecuadamente el interruptor
Rodete	Recibe el líquido y le imparte velocidad	No imparte velocidad	Fuga	Instalaciones inadecuadas	Velocidad mínima	5	6	4	120	Realizar adecuadamente las instalaciones para evitar la pérdida de velocidad
Eje	Transmite el movimiento	Ruido de sus elementos	Atascamiento	Suciedad	Rotura de los elementos	4	6	5	120	Realizar una limpieza periódica de la bomba
Cojinetes	Soporta cargas radiales y axiales	Sobrecalentamiento de la bomba	Desgaste	Lubricante en mal estado	Daño de la bomba	7	9	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Empaques y sellos	Evitan el flujo hacia afuera del líquido bombeado	Pérdida del líquido	Rotura	Inadecuado mantenimiento	Menos eficiencia de la bomba	4	8	6	192	Cambiar los empaques y sellos cada cierto tiempo
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 174$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.47: AMFE Bomba de Fumigación

COMPONENTE		FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	6	6	216	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables	
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	6	6	216	Utilizar adecuadamente el interruptor	
Cigüeñal	Recibe la fuerza del motor para impartir al líquido	No imparte velocidad	Fuga	Inadecuada selección del motor	Velocidad insuficiente	5	6	4	120	Realizar adecuadamente las instalaciones para evitar la pérdida de velocidad	
Eje	Transmite el movimiento	Ruido de sus elementos	Atascamiento	Suciedad	Rotura de los elementos	4	6	6	144	Realizar una limpieza periódica de la bomba	
Cojinetes	Soporta cargas radiales y axiales	Sobrecalentamiento de la bomba	Desgaste	Lubricante en mal estado	Daño de la bomba	7	9	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado	
Cilindros	Imparten fuerza al líquido	Pérdida del líquido	Rotura	Golpe	Menos eficiencia de la bomba	5	7	6	210	Cambiar los cilindros en conjunto con los empaques	
Accesorios	Permiten la salida del producto adecuadamente	Pérdida del líquido	Rotura	Golpe	Parada de la máquina	9	7	4	252	Prevenir golpear los accesorios	
Empaques y sellos	Evitan el flujo hacia afuera del líquido bombeado	Pérdida del líquido	Rotura	Inadecuado mantenimiento	Menos eficiencia de la bomba	5	8	6	240	Cambiar los empaques y sellos cada cierto tiempo	
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con NPR $\geq 206$ son los resaltados de color rojo.											
				<b>NOMBRE:</b>				<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>				Cristhian Carrión				03/01/2015			
<b>Verificó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			
<b>Validó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.48: AMFE Bomba de Presión

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA BOMBA DE PRESIÓN NBR.7094										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	5	6	180	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	6	180	Utilizar adecuadamente el interruptor
Rodete	Recibe el líquido y le imparte velocidad	No imparte velocidad	Fuga	Instalaciones inadecuadas	Velocidad mínima	5	6	4	120	Realizar adecuadamente las instalaciones para evitar la pérdida de velocidad
Eje	Transmite el movimiento	Ruido de sus elementos	Atascamiento	Suciedad	Rotura de los elementos	4	6	5	120	Realizar una limpieza periódica de la bomba
Cojinetes	Soporta cargas radiales y axiales	Sobrecalentamiento de la bomba	Desgaste	Lubricante en mal estado	Daño de la bomba	7	9	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Empaques y sellos	Evitan el flujo hacia afuera del líquido bombeado	Pérdida del líquido	Rotura	Inadecuado mantenimiento	Menos eficiencia de la bomba	4	8	6	192	Cambiar los empaques y sellos cada cierto tiempo
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 174$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.49: AMFE Compresor

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DEL COMPRESOR TRUPER 10L										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	4	5	6	120	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Pistón	Traslada la energía del cigüeñal al gas	Pérdida de potencia	Rotura	Lubricante en mal estado	Avería del compresor	3	6	5	90	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Biela	Transmite el movimiento alternativo	Pérdida de potencia	Atascamiento	Procedimiento inadecuado de ajuste	Avería del compresor	3	6	5	90	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Cigüeñal	Transmite potencia del motor hacia las bielas	Pérdida de potencia	Atascamiento	Procedimiento inadecuado de ajuste	Avería del compresor	3	5	5	75	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Válvulas	Permite la entrada y salida del gas al cilindro	Pérdida de gas	Fuga	Inadecuado mantenimiento preventivo	Avería del compresor	3	5	5	75	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con NPR $\geq 90$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			



Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.50: AMFE Cortadora de Madera

COMPONENTE		FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica		Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	4	5	6	120	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor		Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	4	120	Utilizar adecuadamente el interruptor
Cojinetes		Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	7	7	4	196	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Bandas		Transmite movimiento del motor hacia el disco	Rotura de las bandas	Desgaste	Inadecuado mantenimiento preventivo	Parada de la máquina	6	8	4	192	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Disco		Permite realizar los cortes en madera	Cortes inadecuados	Desgaste	Desgaste por tiempo de uso	Parada de la máquina	9	7	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con NPR $\geq 176$ son los resaltados de color rojo.											
						<b>NOMBRE:</b>		<b>FECHA:</b>			
						Realizó: Cristhian Carrión		03/01/2015			
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro		20/01/2015			
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro		20/01/2015			


Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.51: AMFE Cortadora de Tallos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA CORTADORA DE TALLOS SIE0601										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	4	5	5	100	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	4	120	Utilizar adecuadamente el interruptor
Cojinetes	Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	8	7	4	224	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Disco	Permite realizar los cortes de los tallos de flores	Cortes inadecuados	Desgaste	Desgaste por el tiempo de uso	Parada de la máquina	9	7	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 174$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>	
						Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015	
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	

Elaborado por: **Carrión Eras Cristhian Omar**

Tabla 4.52: AMFE Cortazetos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA CORTAZETOS HL 4230										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Gatillo de aceleración	Regula la velocidad del motor	No existe aceleración	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Inadecuada aceleración	3	5	4	60	Utilizar de manera adecuado el gatillo de aceleración
Bomba de combustible	Suministra alimentación de combustible	No encendido de la máquina	Fuga	Inadecuado uso	Avería de la bomba	3	5	4	60	Evitar golpes o movimientos que afecten a su vida útil
Cuchilla de corte	Permite realizar los cortes de arbustos, tallos	Cortes inadecuados	Desgaste	Inadecuado uso	Parada de la máquina	5	3	5	75	Utilizarlo para su objetivo específico
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 65$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>	
						Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015	
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	

Elaborado por: **Carrión Eras Cristhian Omar**



Tabla 4.53: AMFE Ensunchadora

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA ENSUNCHADORA TP-202											
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	NPR		
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	3	5	5	75	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables	
Engranajes	Transmitir movimiento	Rotura parcial o total del cable	Atascamiento	Lubricante en mal estado	Avería de la máquina	3	5	4	60	Realizar un mantenimiento preventivo	
Sensores	Permitir el ajuste y cortado adecuado del suncho	Inadecuado ajuste y corte del suncho	Aflojamiento	Inadecuado uso	Parada de la máquina	5	8	4	160	Realizar un mantenimiento preventivo	
Botonera de control	Controlar todas las actividades en conjunto	Avería de los controles de mando	Rotura	Inadecuado uso	Avería de la máquina	9	8	2	144	Utilizar de manera adecuada toda la botonera de control	
Bandas	Transmitir movimiento	Rotura de las bandas	Desgaste	Inadecuado mantenimiento	Parada de la máquina	4	5	4	80	Realizar un mantenimiento preventivo	
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 111$ son los resaltados de color rojo.											
				<b>NOMBRE:</b>				<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión				03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			



Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.54: AMFE Esmeril

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 											
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DEL ESMERIL BG-8											
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	NPR		
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	4	5	6	120	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables	
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	4	120	Utilizar adecuadamente el interruptor	
Eje del husillo	Transmitir movimiento a la muela abrasiva	Rotura del eje	Rotura	Mala calidad del eje	Parada parcial de la máquina	4	5	6	120	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado	
Protección de la muela	Evitar accidentes a los operarios	Rotura de la protección	Rotura	Golpes sobre el protector	Accidentes a los operarios	4	3	4	48	Evitar los golpes a los protectores	
Protector de seguridad	Proteger los ojos	Rotura de la protección	Rotura	Golpes sobre el protector	Accidentes a los operarios	4	3	4	48	Evitar los golpes a los protectores	
Cojinetes	Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	6	6	4	144	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado	
Muela abrasiva	Desbastar las piezas de trabajo	Inadecuados desbastes	Desgaste	Desgaste por tiempo de uso	Parada de la máquina	8	5	5	200	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado	
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 114$ son los resaltados de color rojo.											
				<b>NOMBRE:</b>				<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>				Cristhian Carrión				03/01/2015			
<b>Verificó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			
<b>Validó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.55: AMFE Espolvoreadora

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA ESPOLVOREADORA SR 420										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Gatillo de aceleración	Regula la velocidad del motor	No existe aceleración	Rotura	Inadecuada manipulación	Inadecuada aceleración	3	5	4	60	Utilizar de manera adecuado el gatillo de aceleración
Válvula de corte	Abre y cierra el caudal enviado a la manguera de pulverización	Daño de la válvula	Atascamiento	Inadecuada manipulación	Pulverización inadecuada	5	5	6	150	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Tanque de combustible	Contiene la mezcla aceite y combustible	Pérdida de combustible	Rotura	Inadecuada manipulación	Parada de la máquina	4	5	5	100	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Casquillo de la bujía	Conecta la bujía al alambre de encendido	No permite el encendido	Desgaste	Inadecuada manipulación	Parada de la máquina	6	5	5	150	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 115$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.56: AMFE Generador

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DEL GENERADOR UCI 224G1										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Sistema eléctrico	Permite el manejo del generador mediante un tablero de control automatizado	No encendido del generador automáticamente	Cortocircuito	Instalaciones inadecuadas	Avería del sistema en general	1	3	3	9	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Sistema de escape	Expulsar gases combustiónados	Rotura de la tubería	Fuga	Desgaste	Avería del sistema en general	3	4	2	24	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Alternador	Generan electricidad en corriente alterna	Avería de sus elementos	Atascamiento	Instalaciones inadecuadas	No genere energía	6	5	4	120	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Batería	Proporciona energía eléctrica al motor de arranque	Bornes flojos	Descarga	Instalaciones inadecuadas	No encendido del motor de arranque	8	7	6	336	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Sensor de temperatura, manómetros	Controlan el funcionamiento correcto del generador	Avería de sus elementos	Rotura	Inadecuado uso	Avería de los elementos de control	3	5	5	75	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 112$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			



Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.57: AMFE Motoguadaña

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 											
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA MOTOGUADAÑA BC 2259											
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
						F	G	D	NPR		
Cojinetes	Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	8	7	4	224	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado	
Depósito de combustible	Suministra alimentación de combustible	No encendido de la máquina	Fuga	Inadecuado uso	Avería de la bomba	3	5	4	60	Evitar golpes o movimientos que afecten a su vida útil	
Hilo de corte	Permite realizar los podados de césped	Podado irregular	Desgaste	Inadecuado uso	Parada de la máquina	5	3	5	75	Utilizarlo para su objetivo específico	
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 120$ son los resaltados de color rojo.											
				<b>NOMBRE:</b>				<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión				03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro				20/01/2015			

Elaborado por: **Carrión Eras Cristhian Omar**

Tabla 4.58: AMFE Motosierra

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA MOTOSIERRA MS 250										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Gatillo de aceleración	Regula la velocidad del motor	No existe aceleración	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Inadecuada aceleración	4	5	3	60	Utilizar de manera adecuado el gatillo de aceleración
Bomba de combustible	Suministra alimentación adicional de combustible para el arranque en frío	No encendido de la máquina	Fuga	Inadecuado uso	Avería de la máquina	3	6	3	54	Evitar golpes o movimientos que afecten a su vida útil
Cuchilla cadena de corte	Permite realizar los cortes de arbustos, tallos	Cortes inadecuados	Desgaste	Inadecuado uso	Parada de la máquina	5	3	5	75	Utilizarlo para su objetivo específico
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con NPR $\geq 63$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			


Elaborado por: **Carrión Eras Cristhian Omar**

Tabla 4.59: AMFE Picadora

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA PICADORA IMB3										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	4	5	6	120	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	4	120	Utilizar adecuadamente el interruptor
Cojinetes	Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	7	7	4	196	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Bandas	Transmite movimiento del motor hacia el disco	Rotura de las bandas	Desgaste	Inadecuado mantenimiento preventivo	Parada de la máquina	6	8	4	192	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Cuchillas	Permite realizar el picado de los tallos y flores	Picado inadecuado	Desgaste	Desgaste por tiempo de uso	Parada de la máquina	9	7	4	252	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 176$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>	
						Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015	
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

Tabla 4.60: AMFE Suelta

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA SUELDA INFRA TH 235/160										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	5	6	180	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Carcasa	Proteger los componentes internos de la máquina	Daño de los componentes	Corrosión	Exposición de los componentes al medio ambiente	Desgaste por exposición a los gases de soldadura	3	4	5	60	Ubicar a la máquina en un lugar adecuado
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Pulsador en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No se enciende la máquina	6	5	4	120	Utilizar adecuadamente el interruptor
Cables	Transmiten energía	Desgaste de la protección	Desgaste	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	6	5	6	180	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Pinza Portaelectrodos	Energiza el electrodo para soldar	No permite realizar el proceso de soldadura	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	5	8	5	200	Evitar golpear las pinzas
Pinza de maza	Energiza la pieza a soldar	No permite realizar el proceso de soldadura	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	5	8	5	200	Evitar golpear las pinzas
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con NPR $\geq 156$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>				Cristhian Carrión			03/01/2015			
<b>Verificó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
<b>Validó:</b>				Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar



Tabla 4.61: AMFE Taladro

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DEL TALADRO BLACK&DECKER TM650										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Portabrocas	Ajustar las diferentes brocas	Aislamiento en el portabrocas	Aflojamiento	Procedimiento inadecuado de ajuste	Rotura de las brocas	3	7	5	105	Se debe utilizar la herramienta adecuada para su ajuste
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	3	6	6	108	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Carbones	Llevar energía al inducido	No permita el encendido de la máquina	Desgaste	Desgaste por el tiempo de uso	Parada de la máquina	4	8	5	160	Deber estar siempre libres de la suciedad
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 124$ son los resaltados de color rojo.										
						<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>	
						Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015	
						Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	
						Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015	

Elaborado por: **Carrión Eras Cristhian Omar**

Tabla 4.62: AMFE Tractor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DEL TRACTOR FIAT										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Sistema eléctrico y electrónico	Controlan el funcionamiento correcto del tractor	Avería de sus elementos	Rotura	Inadecuado uso	Parada del tractor	6	5	5	150	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Sistema de escape	Expulsar gases combustionados	Rotura de la tubería	Fuga	Desgaste	Parada del tractor	3	5	5	75	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Sistema de refrigeración	Controla que se sobrecaliente algunos componentes del tractor	Avería de sus elementos	Rotura	Inadecuado uso	Parada del tractor	5	6	5	150	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Alternador	Generan electricidad en corriente alterna	Avería de sus elementos	Atascamiento	Inadecuado uso	Parada del tractor	6	5	6	180	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado

Batería	Proporciona energía eléctrica al motor de arranque	Bornes flojos	Descarga	Instalaciones inadecuadas	No encendido del motor de arranque	8	7	6	336	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Bastidor o chasis	Armazón metálico sobre el cual se sujetan los mecanismos fundamentales	Corrosión	Rotura	Exposición al medio ambiente	Parada del tractor	2	3	4	24	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Motor	Transformar la energía	Rotura de elementos del motor	Fuga	Desgaste por el uso diario	Parada del tractor	4	5	4	80	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Caja de cambios	Conjunto de ejes y engranes mediante los cuales se adecua la velocidad de avance y el esfuerzo de tracción del tractor	Dureza al realizar cambios de marcha	Atascamiento	Lubricante en mal estado	Parada del tractor	5	4	5	100	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado

Diferencial	Conjunto de engranes que permiten diferente velocidad de giro entre sí	Dureza al girar el tractor	Atascamiento	Lubricante en mal estado	Parada del tractor	5	4	5	100	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
Filtros	Filtrado y limpieza del combustible	No encienda el tractor	Desgaste	Combustible con suciedad	Parada parcial del tractor	7	6	5	210	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 140$ son los resaltados de color rojo.										
					<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>		
					<b>Realizó:</b> Cristhian Carrión			03/01/2015		
					<b>Verificó:</b> Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015		
					<b>Validó:</b> Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

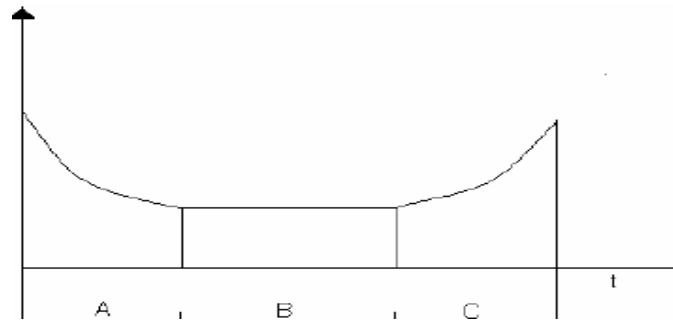
Tabla 4.63: AMFE Tronzadora

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LA TRONZADORA DE METAL D28710-B3										
COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	
Tuerca de fijación	Ajustar los diferentes discos	Aislamiento en la rosca interna	Aflojamiento	Procedimiento inadecuado de ajuste	Rotura del disco	3	7	5	105	Se debe utilizar la herramienta adecuada para su ajuste
Cable de alimentación eléctrica	Conducir corriente eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Rotura	Mal cuidado en su manipulación	Descarga eléctrica	3	5	5	75	Evitar exponer al cable a zonas vulnerables
Protección del disco	Evitar accidentes a los operarios	Rotura de la protección	Rotura	Golpes sobre el protector	Accidentes a los operarios	4	3	4	48	Evitar los golpes a los protectores
Disco de corte	Permite realizar el corte de diferente material	Desvalanceo del disco	Desgaste	Inadecuado uso	Avería de la tronzadora	9	6	4	216	Se debe utilizar adecuadamente la Máquina
Cojinetes	Soporta cargas axiales y radiales	Ruido excesivo	Desgaste	Lubricante inadecuado	Avería del motor	8	7	4	224	Realizar un mantenimiento preventivo adecuado
<b>Observaciones:</b> El número de prioridad de riesgos (NPR) crítico será determinado con el promedio de todos los NPR de los diferentes componentes lo cual permitirá priorizar las acciones a tomar. En este caso los elementos con $NPR \geq 133$ son los resaltados de color rojo.										
				<b>NOMBRE:</b>			<b>FECHA:</b>			
				Realizó: Cristhian Carrión			03/01/2015			
				Verificó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			
				Validó: Ing. Mg. Christian Castro			20/01/2015			

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar

#### 4.4.2. Representación Gráfica del Comportamiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas con relación a la curva de la bañera.

Se presenta el comportamiento representado gráficamente dentro de los siguientes parámetros:



**Fig. 4.21: Curva de la Bañera**

**Fuente:** J. Díaz N., pág. 69 Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz

En el cuadrante A:

- ✓ Período de Mortalidad Infantil
- ✓ Fallos de rodaje, ajuste o montaje
- ✓ La tasa de fallos es decreciente

En el cuadrante B:

- ✓ Período de Fallos por azar (o aleatorios)
- ✓ Tasa de fallos constante

En el cuadrante C:

- ✓ Período de Fallos por Desgaste ó Vejez
- ✓ Tasa de fallos creciente

Los gráficos presentados a continuación son realizados con los antecedentes de las máquinas, equipos y sistemas.



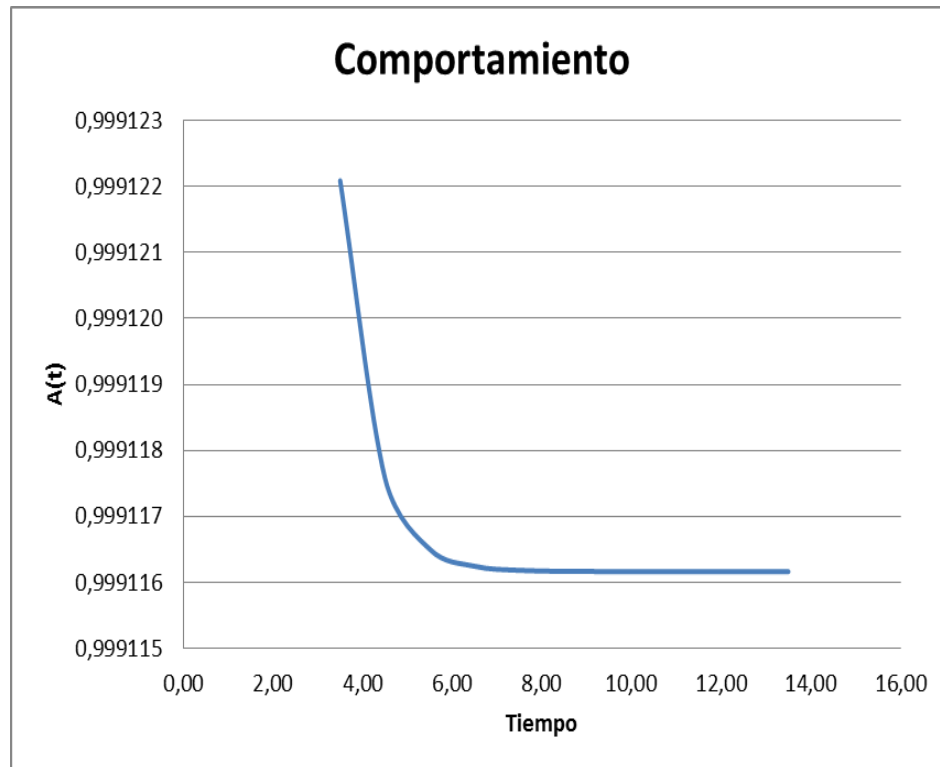
## BOMBA DE AGUA POTABLE

**Tabla 4.65: Comportamiento Bomba de Agua Potable**

A(t)	Tiempo
0,999122	3,50

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.23: Comportamiento Bomba de Agua Potable**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



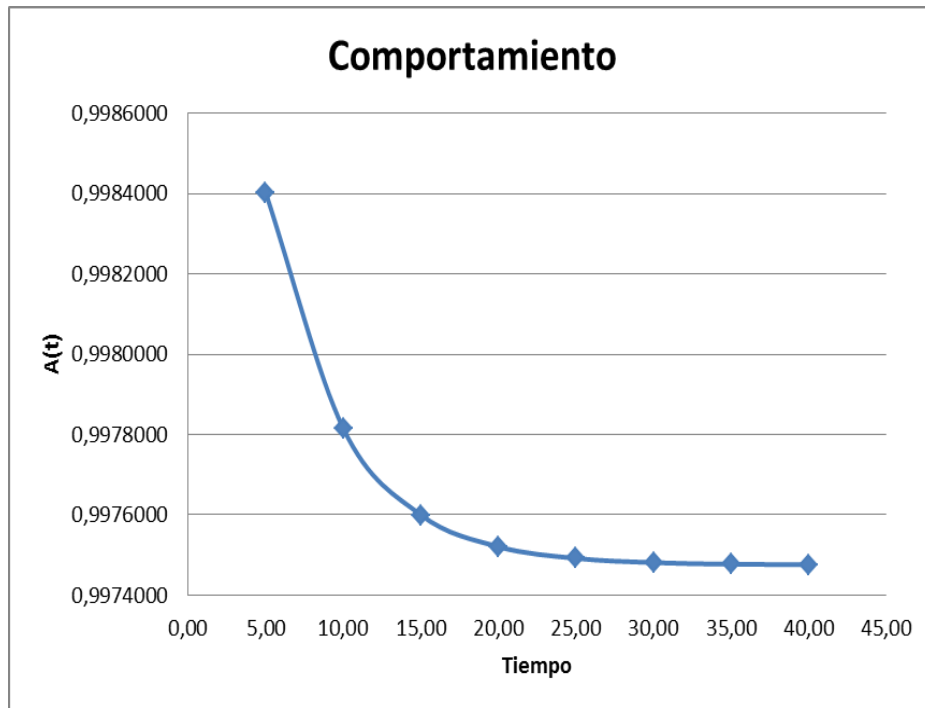
## BOMBA DE CAUDAL

**Tabla 4.66: Comportamiento Bomba de Caudal**

A(t)	Tiempo
0,9984014	5,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.24: Comportamiento Bomba de Caudal**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

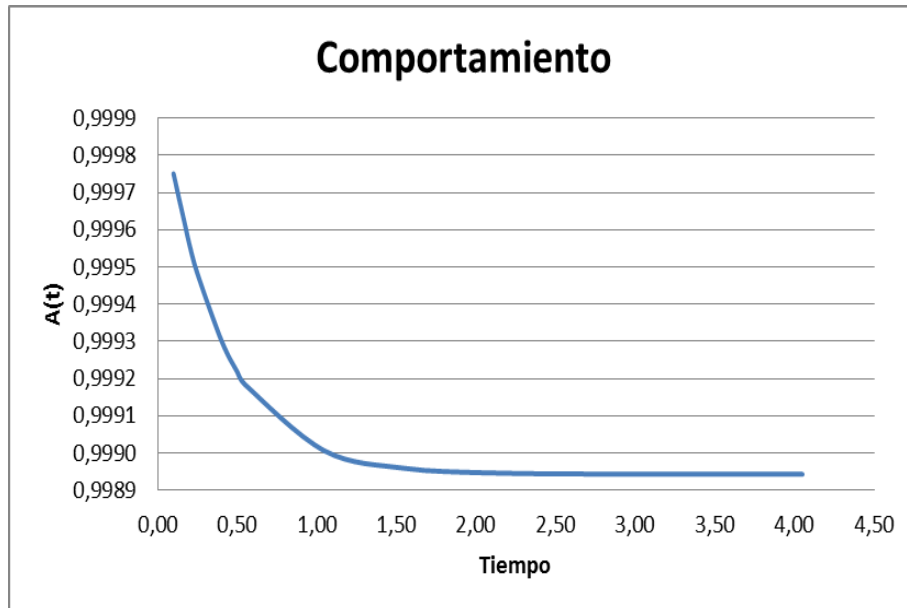
## BOMBA DE FUMIGACION

**Tabla 4.67: Comportamiento Bomba de Fumigación**

A(t)	Tiempo
0,9998	0,10
0,9998	0,10
0,9996	0,20
0,9996	0,20
0,9995	0,25
0,9993	0,40
0,9992	0,50
0,9992	0,55
0,9990	1,05

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.25: Comportamiento Bomba de Fumigación**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

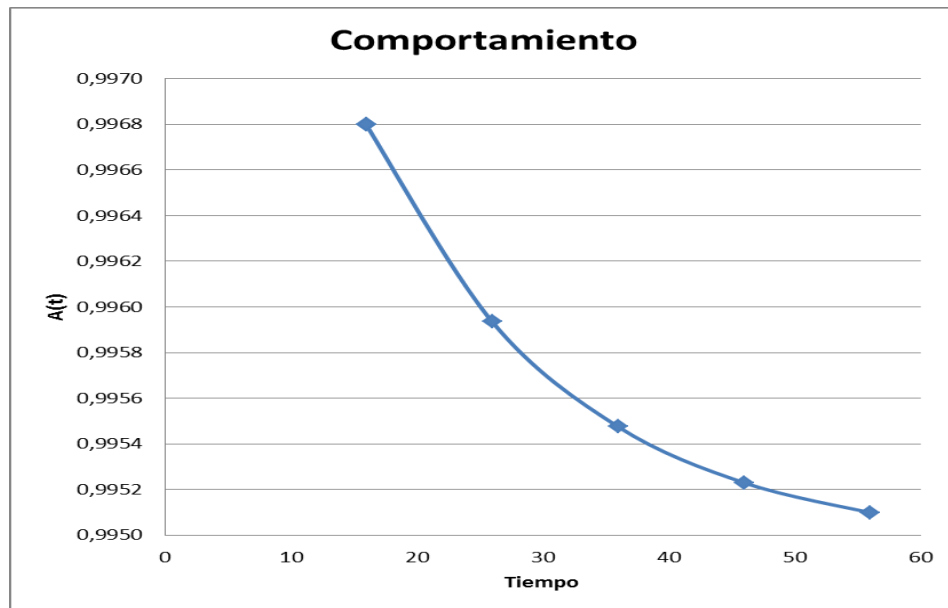
## BOMBA DE PRESION

**Tabla 4.68: Comportamiento Bomba de Presión**

A(t)	Tiempo
0,9968	16
0,9968	16
0,9968	16

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.26: Comportamiento Bomba de Presión**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

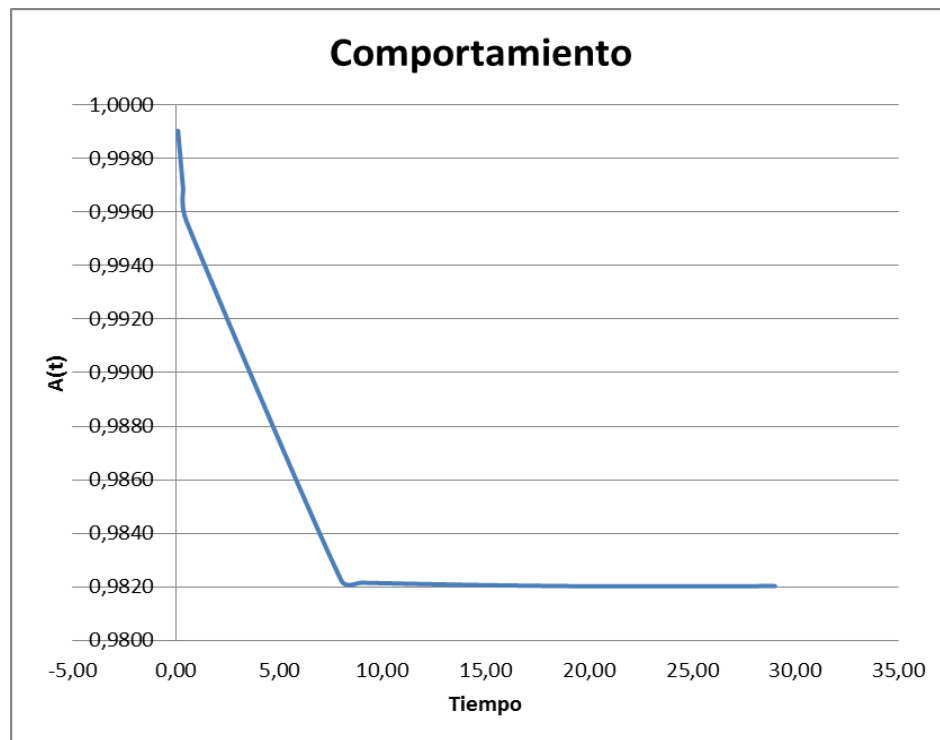
## COMPRESOR

**Tabla 4.69: Comportamiento Compresor**

A(t)	Tiempo
0,9990	0,10
0,9973	0,30
0,9969	0,35
0,9957	0,50
0,9823	8,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.27: Comportamiento Compresor**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

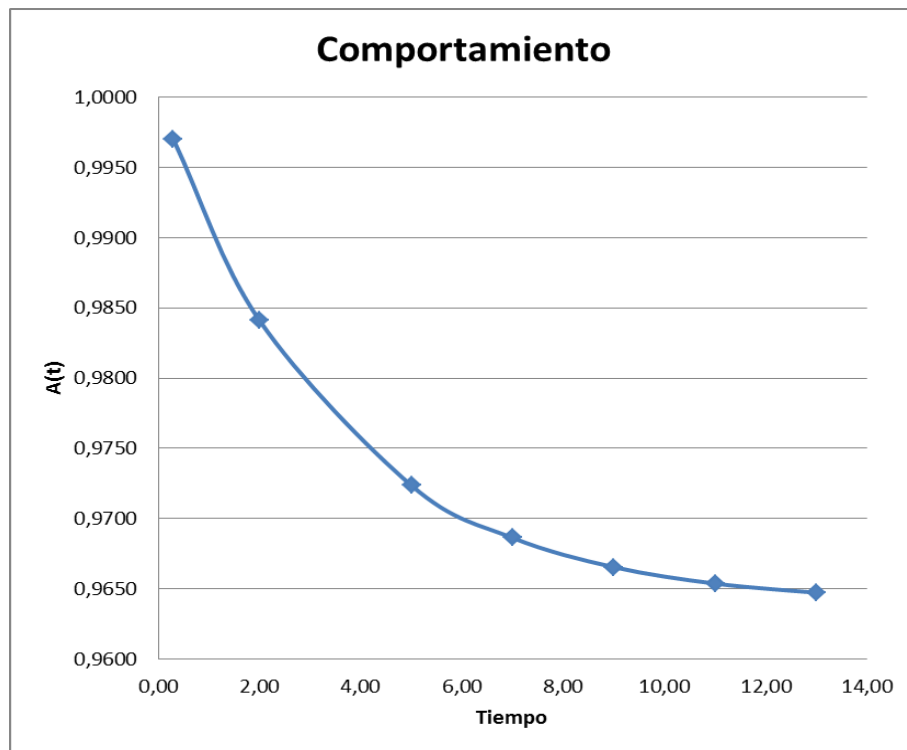
## CORTADORA DE MADERA

**Tabla 4.70: Comportamiento Cortadora de Madera**

A(t)	Tiempo
0,9970	0,30
0,9841	2,00
0,9724	5,00
0,9686	7,00
0,9665	9,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.28: Comportamiento Cortadora de Madera**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

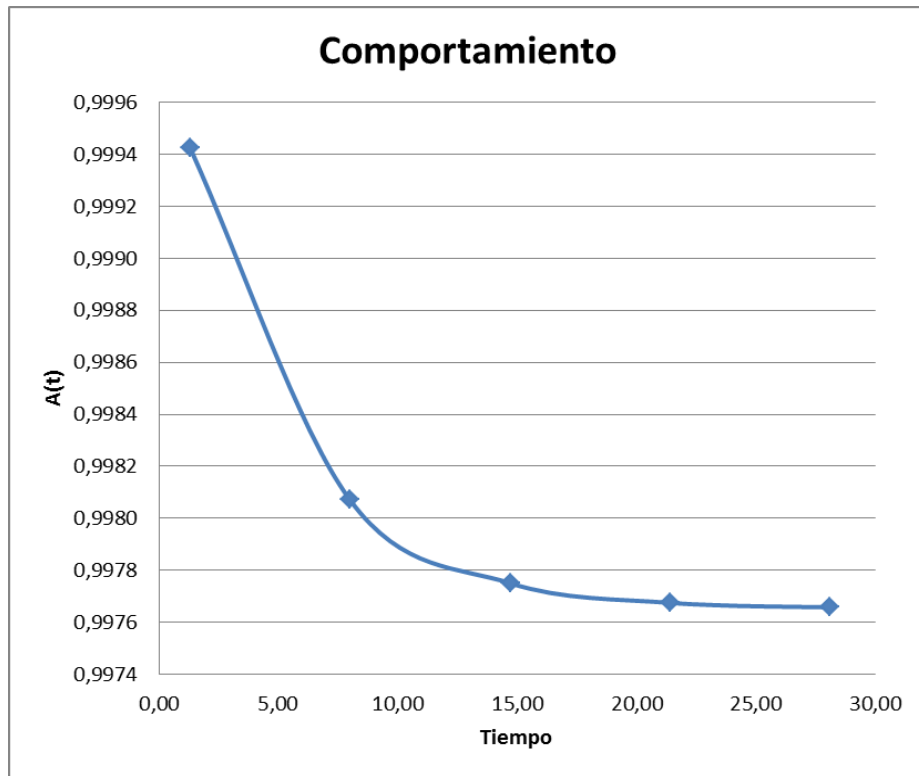
## CORTADORA DE TALLOS

**Tabla 4.71: Comportamiento Cortadora de Tallos**

A(t)	Tiempo
0,9994	1,30
0,9981	8,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.29: Comportamiento Cortadora de Tallos**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

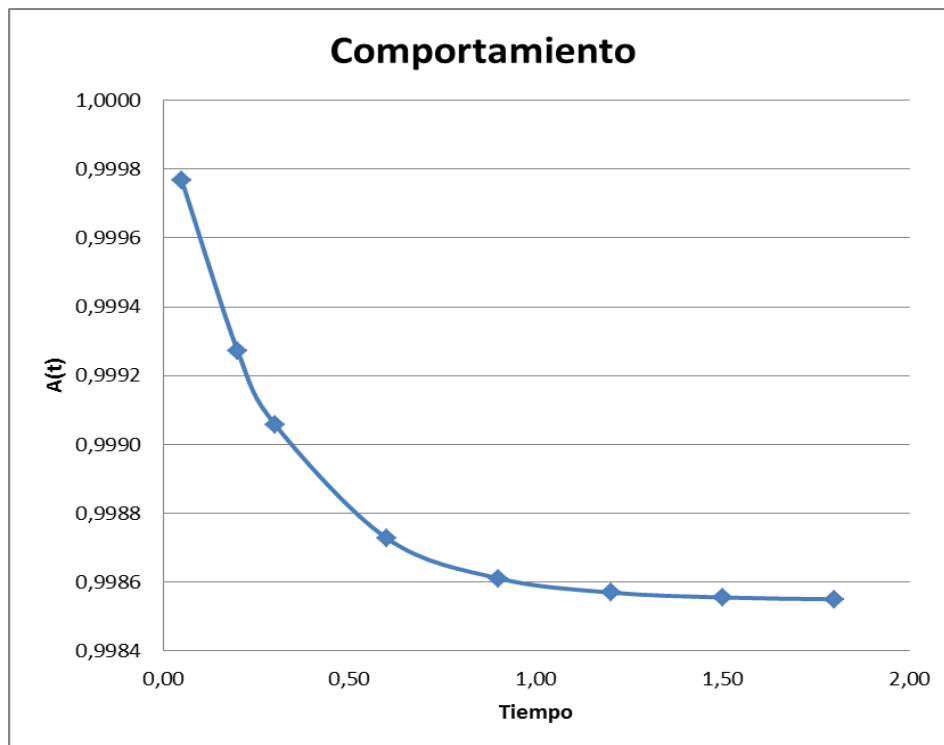
## CORTAZETOS

**Tabla 4.72: Comportamiento Cortazetos**

A(t)	Tiempo
0,9998	0,05
0,9993	0,20
0,9991	0,30
0,9987	0,60

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.30: Comportamiento Cortazetos**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

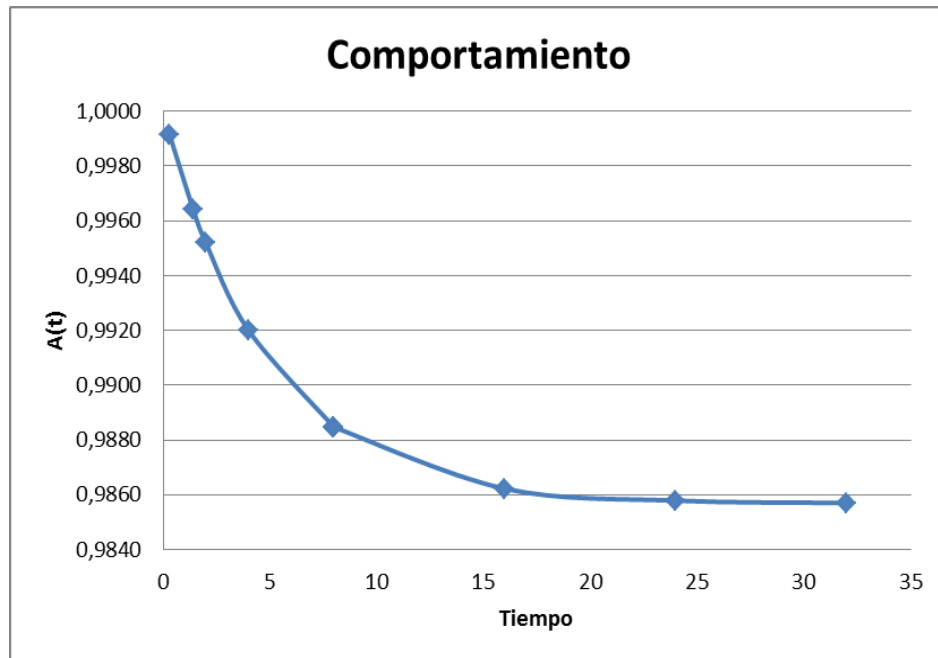
## ENSUNCHADORA

**Tabla 4.73: Comportamiento Ensunchadora**

A(t)	Tiempo
0,9991	0,3
0,9964	1,4
0,9952	2
0,9920	4
0,9885	8
0,9885	8
0,9885	8
0,9885	8

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.31: Comportamiento Ensunchadora**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



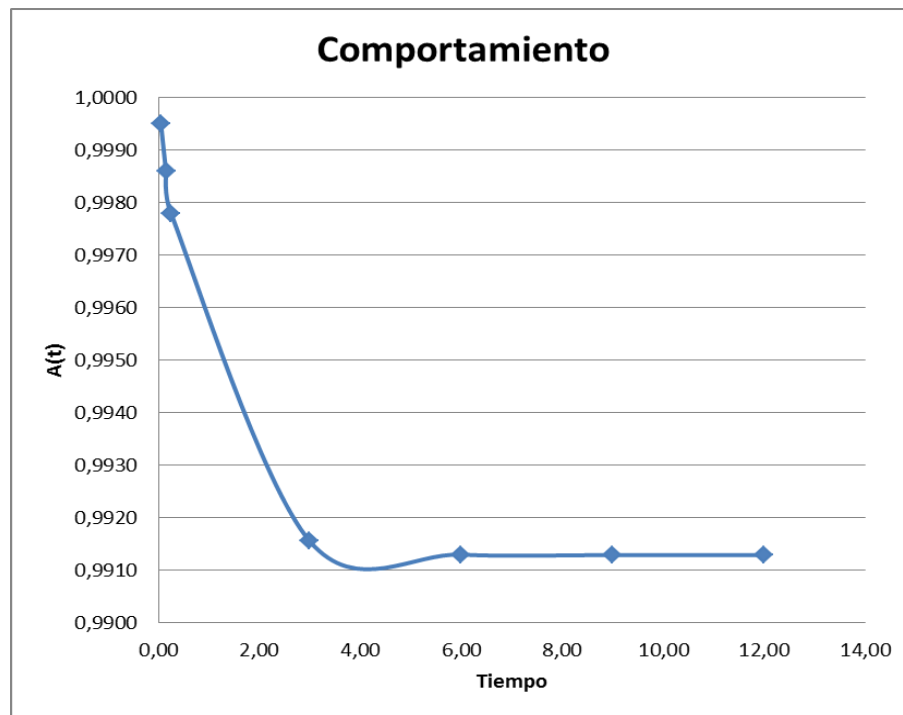
## ESMERIL

**Tabla 4.74: Comportamiento Esmeril**

A(t)	Tiempo
0,9995	0,05
0,9986	0,15
0,9978	0,25
0,9915	3,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.32: Comportamiento Esmeril**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

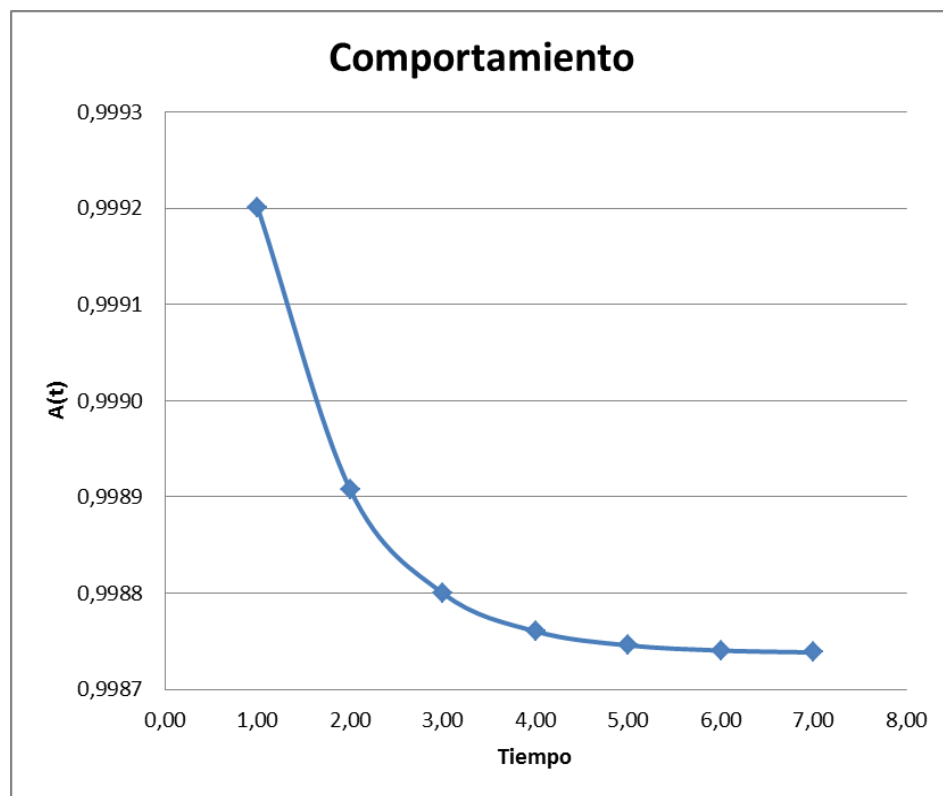
## ESPOLVOREADORA

**Tabla 4.75: Comportamiento Espolvoreadora**

A(t)	Tiempo
0,9992	1,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.33: Comportamiento Espolvoreadora**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

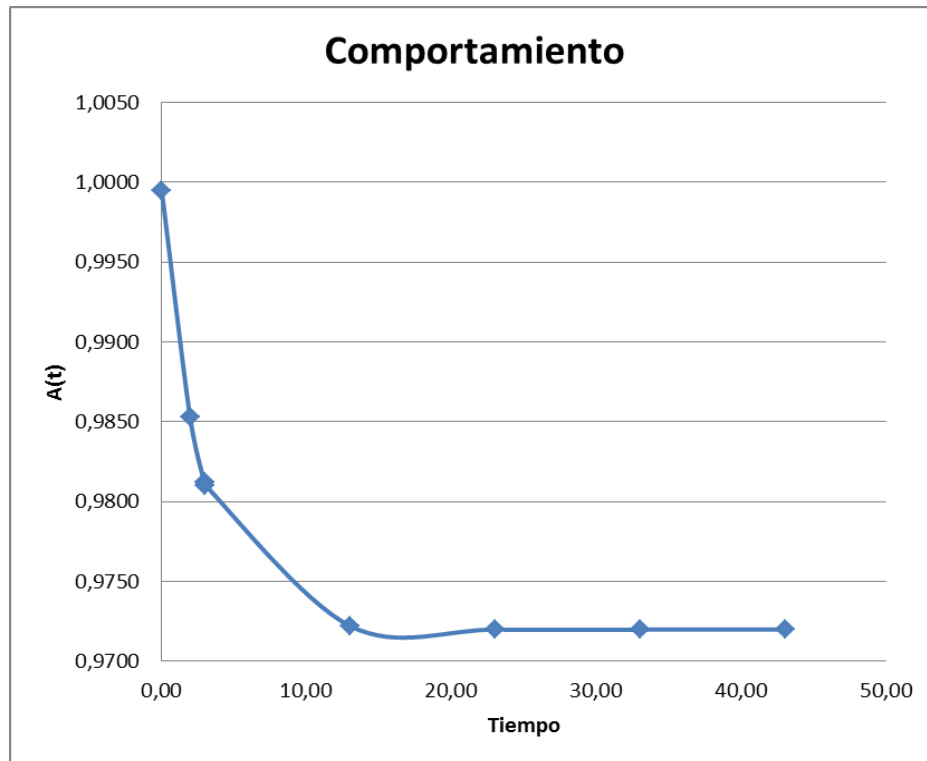
## GENERADOR

**Tabla 4.76: Comportamiento Generador**

A(t)	Tiempo
0,9995	0,05
0,9853	2,00
0,9812	3,00
0,9812	3,00
0,9810	3,05

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.34: Comportamiento Generador**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

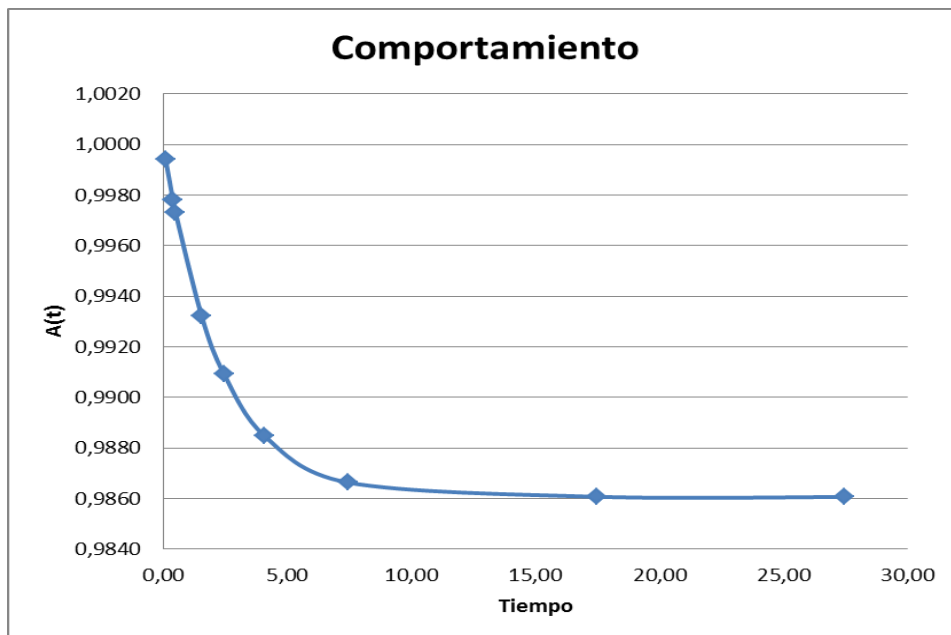
## MOTOGUADAÑA

**Tabla 4.77: Comportamiento Motoguadaña**

A(t)	Tiempo
0,9994	0,10
0,9978	0,40
0,9973	0,50
0,9932	1,55
0,9909	2,45
0,9885	4,10
0,9866	7,45

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.35: Comportamiento Motoguadaña**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

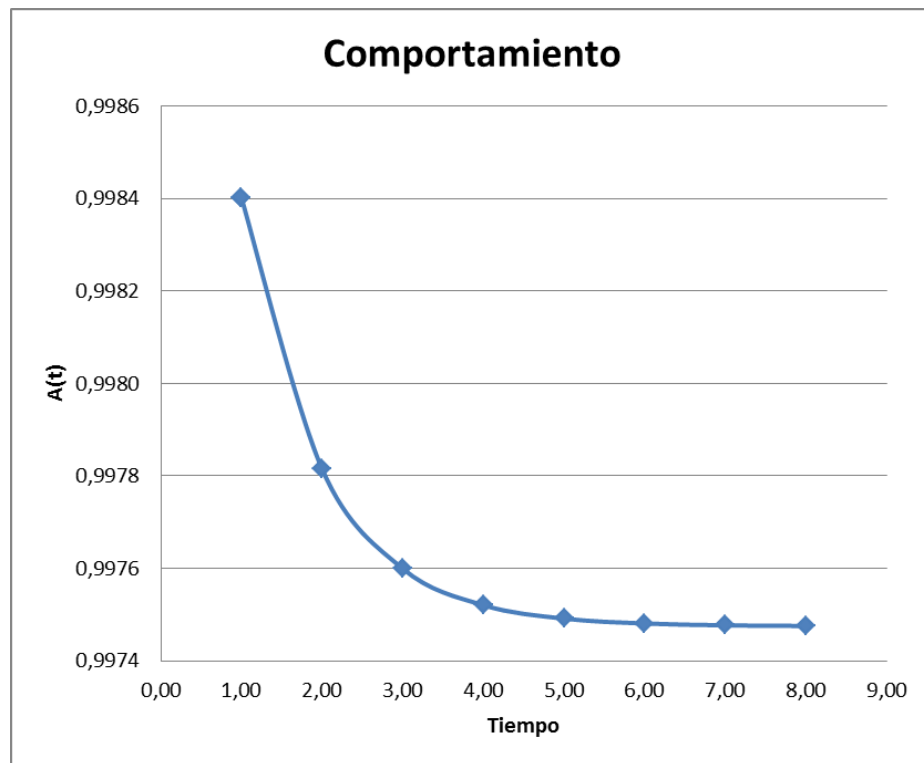
## MOTOSIERRA

**Tabla 4.78: Comportamiento Motosierra**

A(t)	Tiempo
0,9984	1,00
0,9984	1,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.36: Comportamiento Motosierra**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

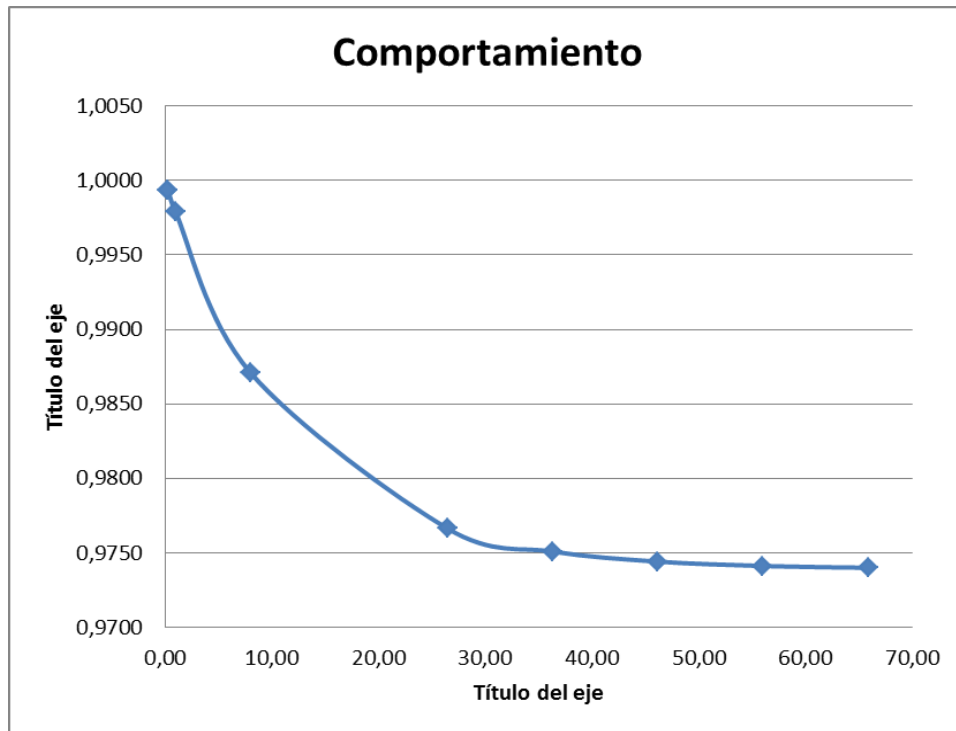
## PICADORA

**Tabla 4.79: Comportamiento Picadora**

A(t)	Tiempo
0,9993	0,30
0,9993	0,30
0,9979	1,00
0,9871	8,00
0,9766	26,45
0,9751	36,30

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.37: Comportamiento Picadora**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

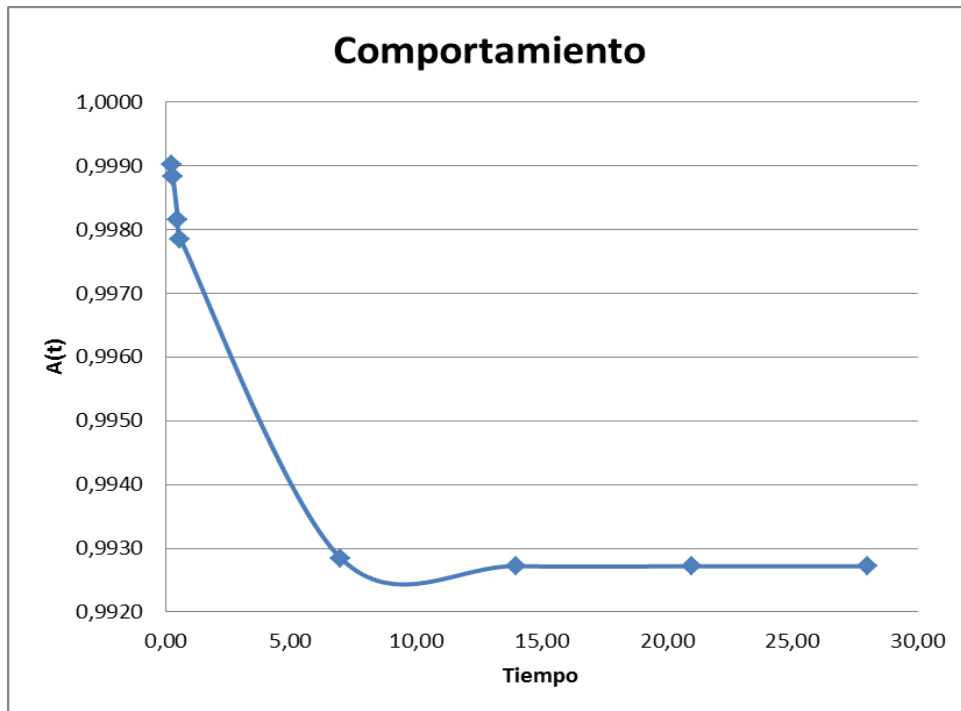
## SUELDA

**Tabla 4.80: Comportamiento Suelta**

A(t)	Tiempo
0,9990	0,25
0,9988	0,30
0,9982	0,50
0,9979	0,60
0,9928	7,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.38: Comportamiento Suelta**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

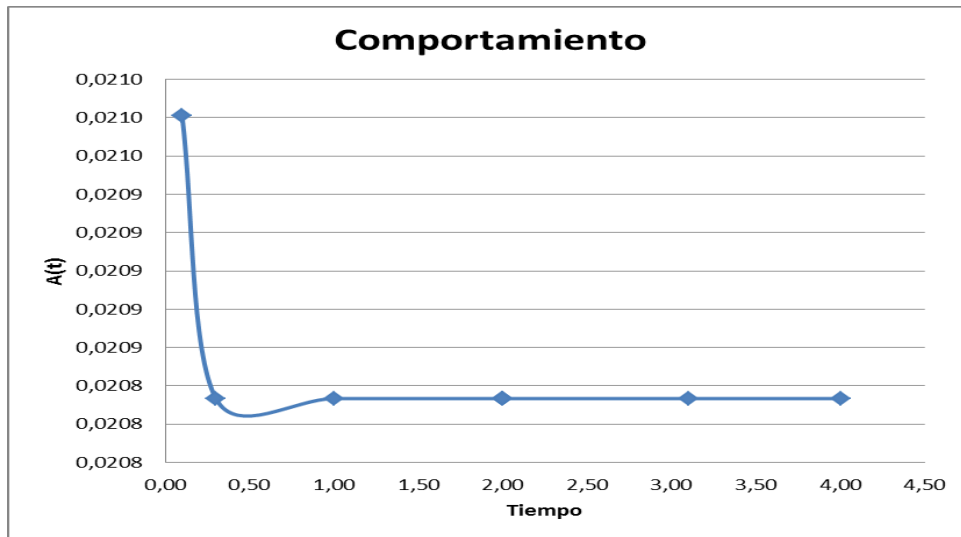
## TRACTOR

**Tabla 4.81: Comportamiento Tractor**

A(t)	Tiempo
0,0210	0,10
0,0208	0,30
0,0208	1,00
0,0208	2,00
0,0208	2,00
0,0208	2,00
0,0208	2,00
0,0208	2,00
0,0208	3,10
0,0208	4,00

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Fig. 4.39: Comportamiento Tractor**

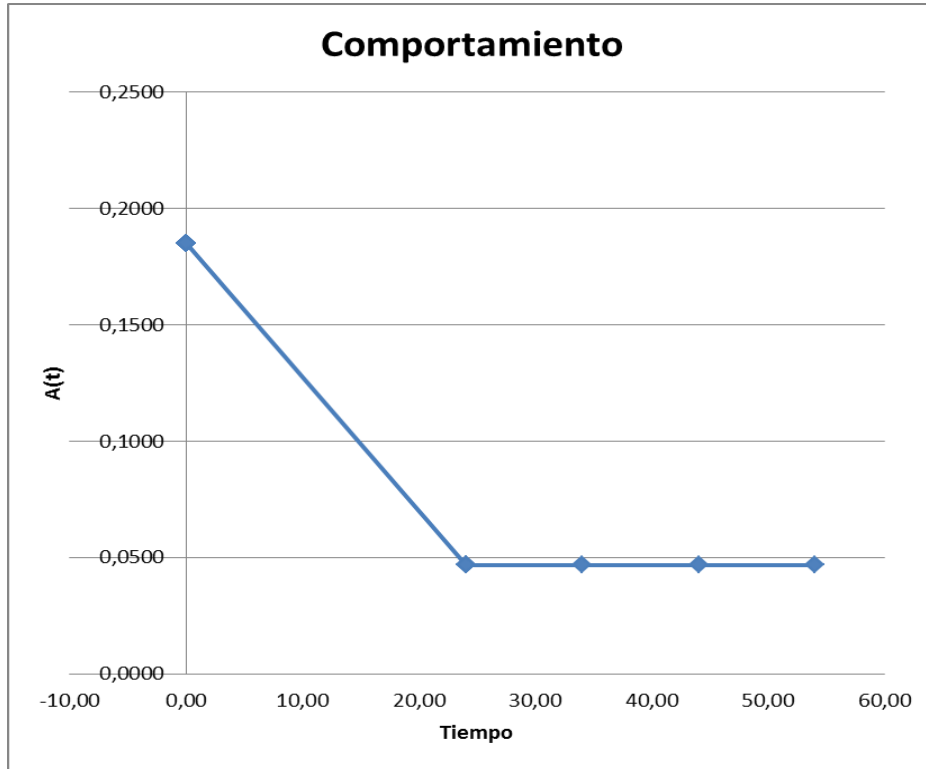


**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar





**Fig. 4.40: Comportamiento Tronzadora**



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Conclusión General:**

Las Máquinas, Equipos y Sistemas antes estudiadas y graficadas se encuentran en el rango B de la figura 4.21 Curva de la Bañera, puesto que las Herramientas de trabajo se encuentran en un Período de Mortalidad Infantil, Fallos de rodaje, ajuste o montaje, Tasa de Fallos es decreciente, es decir las Máquinas, Equipos y Sistemas necesitan de un Mantenimiento Preventivo para evitar fallos a futuro.

## **Verificación De La Hipótesis**

Antes de verificar estadísticamente la hipótesis que platearemos a continuación, es necesario realizar un análisis acerca de las variables que se consideró en el presente estudio. En el Capítulo III se presentó todas las máquinas que constan en el inventario de la Florícola La Rosaleda S.A., el cual consta de Máquinas Manuales, Eléctricas y de Combustión; para todos los análisis que se ha expuesto anteriormente se ha considerado las Máquinas Eléctricas y de Combustión puesto que si existen registros de sus averías los mismos que nos ayudaron a realizar el presente estudio.

## **Planteamiento de la Hipótesis**

### Modelo Lógico

“El estudio de la actividad de trabajo y el estado actual de las máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. reducirá el número de fallas.”

### Hipótesis Nula (Ho)

Ho: “El estudio de la actividad de trabajo y el estado actual de las máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. no reducirá el número de fallas.”

### Hipótesis Alterna (H1)

H1: “El estudio de la actividad de trabajo y el estado actual de las máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. reducirá el número de fallas.”

## **Definición del Nivel de Significación**

El nivel de significación seleccionado para la presente investigación es del 0,05% (95%).

## **Elección de la Prueba Estadística**

Se utilizó la fórmula del CHI cuadrado

$$x^2 = \frac{E(Fo.Fe)^2}{Fe}$$

$X^2 = \text{CHI- cuadrado}$

$F_o = \text{Frecuencia Observada}$

$F_e = \text{Frecuencia Esperada}$

**Región o Zona de aceptación y rechazo**

$gl = (F-1) (C-1)$

$gl = (3-1) (2-1)$

$gl = 2 \times 1$

$gl = 2$

**CÁLCULO DEL CHI CUADRADO**

**Tabla 4.83: Frecuencias Observadas**

<b>FRECUENCIAS OBSERVADAS</b>			
<b>MÁQUINAS</b>	<b>ESTUDIADAS</b>	<b>NO ESTUDIADAS</b>	<b>TOTAL</b>
MÁQUINAS MANUALES	0	108	108
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	26	0	26
MÁQUINAS DE COMBUSTIÓN	7	0	134
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>108</b>	<b>141</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.84: Frecuencias Esperadas**

<b>FRECUENCIAS ESPERADAS</b>			
<b>MÁQUINAS</b>	<b>ESTUDIADAS</b>	<b>NO ESTUDIADAS</b>	<b>TOTAL</b>
MÁQUINAS MANUALES	25,28	82,72	108
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	6,09	19,91	26
MÁQUINAS DE COMBUSTIÓN	31,36	102,64	134
<b>TOTAL</b>	<b>62,72</b>	<b>205,28</b>	<b>268</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 4.85: Cálculo del Chi-Cuadrado**

<b>CALCULO DEL CHI-CUADRADO</b>				
<b>O</b>	<b>E</b>	<b>O-E</b>	<b>(O-E)*(O-E)</b>	<b>(O-E)<sup>2</sup>/E</b>
0	25,28	-25,28	638,91	25,28
26	6,09	19,91	396,60	65,18
7	31,36	-24,36	593,49	18,92
108	82,72	25,28	638,91	7,72
0	19,91	-19,91	396,60	19,91
0	102,64	-102,64	10534,62	102,64
				<b>239,65</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

### **DECISIÓN**

Para un contraste bilateral con un nivel de significación del 5% y 2 grados de libertad el valor de la tabla es: 5,99; y el valor calculado es: 239,65; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; es decir: “El estudio de la actividad de trabajo y el estado actual de las máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. reducirá el número de fallas.”

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones:

Después de haber terminado con el análisis del estado actual de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A., se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. cuentan con los registros históricos acerca de sus averías, tanto en máquinas eléctricas y de combustión, los mismos que nos sirvieron para analizar el estado de estas herramientas de trabajo.
- ✓ Antes de analizar el estado actual de las Máquinas, Equipos y Sistemas, se ha conocido a profundidad las características, los componentes, las funciones de las mismas, para obtener un conocimiento vasto, logrando conseguir un juicio de criterio fundamentado, para analizar de mejor manera el estado actual de las herramientas de trabajo con las que cuenta la Florícola. De esta manera se ha constatado que la herramienta de trabajo con más componentes es el Tractor y con un menor número de componentes es la Amoladora.
- ✓ Las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. han operado por un lapso de cinco años en adelante esto se puede observar en el punto 4.3.1. Análisis de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas del Taller de Mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A., tiempo en el

cual se ha llevado un registro esporádico de las fallas, reparaciones o trabajo realizado que contribuyan con un plan de conservación de dichas herramientas de trabajo; en la Tabla 4.40 y en la Tabla 4.38, se puede evidenciar las maquinarias de trabajo con mayor y menor fallas evidenciadas dentro del año de estudio. Como ejemplo la Tronzadora tuvo un tiempo de mantenimiento de 74 horas y 5 minutos y un tiempo de trabajo de 1584; mientras que, el taladro por ser una máquina recién adquirida no ha tenido tiempo de mantenimiento, pero ha tenido un tiempo de trabajo de 284 horas.

✓ Para determinar los principales problemas de las Máquinas, Equipos y Sistemas se indagó sobre los componentes de cada herramienta. Esta información se puede verificar en el punto 4.4.1. Análisis Modal de Falla-Efecto de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda. En este tipo de análisis se puede observar el modo de fallo de cada máquina, equipo y sistema con una valoración adecuada que se puede observar en las Tablas 4-41, 4-42 y 4-43; las cuales nos revelan el rango de nivel de prioridad de riesgo por cada componente. Por ejemplo la Bomba de Fumigación tiene un nivel de prioridad de riesgo de 206, el más alto del estudio; mientras que, la Motosierra tiene un nivel de prioridad de riesgo (NPR) de 63 es decir el más bajo de la investigación.

✓ Uno de los estudios a las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. muestran el comportamiento de funcionalidad y operación actual de las mismas, este comportamiento se lo puede observar en el punto Representación Gráfica del Comportamiento de las Máquinas, Equipos y Sistemas con relación a la curva de la bañera que se la observa en la Figura 4.21. Como un ejemplo se puede observar que la Curva de la Bomba de Presión es la que menos se asemeja al cuadrante B (Tasa de fallos constante); en cambio, la Curva de la Motoguadaña es una de las que más se asemeja al cuadrante B.

## 5.2. Recomendaciones:

Después de concluir con el Análisis del Estado Actual de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A., se pone en consideración las siguientes recomendaciones:

- ✓ Implementar la fiabilidad de las Máquinas, Equipos y Sistemas optando como primera opción la aplicación de un Plan de Mantenimiento para incrementar la probabilidad de funcionamiento de las herramientas de trabajo.
- ✓ Realizar los cuidados establecidos en el Plan de Mantenimiento Preventivo; aplicarlos con rigurosidad por el personal de mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A.
- ✓ Optar por un adecuado mejoramiento del sistema de mantenimiento periódico, con procesos determinados, estrategias de control preventivo, procedimientos y actividades de información, para aumentar los procesos de fiabilidad en la Florícola.
- ✓ Desarrollar y ejecutar trabajos de mantenimiento y conservación a las Máquinas, Equipos y Sistemas, para alargar su vida útil consiguiendo una mejor disponibilidad y confiabilidad en la jornada diaria de trabajo.
- ✓ Recolectar la información posible de las Máquinas, Equipos y Sistemas existentes para conocer la funcionabilidad y los cuidados adecuados que se deben tener en el taller de mantenimiento, para así evitar fallas, daños y accidentes dentro de la Florícola La Rosaleda S.A. Para desarrollar dicha recolección de información se va a contar con la ayuda de un Plan de Mantenimiento Preventivo Anual, un Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación, una Bitácora de Mantenimiento, un Registro de Tiempo de Falla y Reparación, una Orden de Mantenimiento y una Orden de Compra.



## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.

##### **6.1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA**

“FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.”

##### **6.1.3 BENEFICIARIOS**

Los beneficiarios de la presente propuesta serían la empresa, trabajadores, clientes y proveedores; se logra alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas y se ahorrar en mantenimiento de las mismas.

##### **6.1.4 UBICACIÓN DE LA EMPRESA**

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Mulaló, Avenida Panamericana Norte Km 3, Vía antigua a Mulaló.

##### **6.1.5 TIEMPO ESTIMADO PARA SU EJECUCIÓN**

**Fecha de Inicio:** Septiembre de 2014

**Fecha de Terminación:** Febrero de 2015

### **6.1.6 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE**

**Gerente General:** Ing. Alfredo Pallares

**Jefe de Área de Mantenimiento:** Ing. Jonathan Carrión

**Tutor:** Ing. Cristian Castro

**Autor:** Cristhian Omar Carrión Eras

### **6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El presente proyecto de investigación con el tema Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A., según investigaciones realizadas en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, no existen otras propuestas similares para este tipo de Herramientas de Trabajo.

De igual manera, en los archivos de la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento para cada Máquina, Equipo y Sistema, lo cual es de vital importancia para mantener un correcto funcionamiento de las mismas.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN**

La Florícola La Rosaleda S.A. del cantón Latacunga, tiene la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para las Máquinas, Equipos y Sistemas de la empresa, puesto que la principal problemática que tiene la organización es el daño continuo de las herramientas de trabajo.

Este proyecto está orientado a solucionar la problemática con la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de las maquinarias el mismo que dependerá de su correcta elección del período de inspección.

Además permitirá reducir gastos debido a que las herramientas de trabajo no tendrán problemas si se les brinda el mantenimiento respectivo a tiempo.

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Diseñar de un Plan de Mantenimiento Preventivo en la Florícola La Rosaleda S.A. para prolongar la vida útil de las maquinarias.

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Identificar cada Máquina, Equipo y Sistema asignándole un código específico para su identificación.
- ✓ Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo para todas las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A para precautelar la vida útil de los mismos.
- ✓ Diseñar un Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación para indicar cada cuanto tiempo necesitan cierto tipo de actividad.
- ✓ Plantear una bitácora de mantenimiento para registrar en que mes se ha dado mantenimiento a las herramientas de trabajo.
- ✓ Llevar un Registro de Tiempo de Fallo y Reparación para conocer con exactitud las causas del fallo con su información adicional.
- ✓ Diseñar una Orden de Mantenimiento para dar disposición de trabajo a los operarios de mantenimiento.

## **6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

En el presente estudio está implicada la inversión para colaborar con el Plan de Mantenimiento Preventivo de las Máquinas, Equipos y Sistemas, es importante establecer la inversión con la que se realiza este proyecto.

## **6.6. FUNDAMENTACIÓN**

La presente propuesta se fundamenta en la información recogida y presentada en el CAPITULO II - MARCO TEÓRICO, donde se presenta características a tomar en cuenta para recopilar información y evaluar el estado de Máquinas, Equipos y

Sistemas, tanto en las instalaciones físicas, condiciones externas así como los modos de fallas que se pueden presentar.

**MTBF:** Tiempo Medio entre Fallos sucesivos.

Está ligado a la FIABILIDAD o probabilidad de buen funcionamiento.

Un parámetro derivado del anterior:

TASA DE FALLOS:  $\lambda = \frac{1}{MTBF}$  (*Nº de averías por unidad de tiempo*)

**MTTR:** Tiempo Medio de Reparación.

Está ligado a la MANTENIBILIDAD o facilidad con que puede hacerse una intervención de mantenimiento.

Un parámetro derivado del anterior:

**TASA DE REPARACIÓN:**

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ (Nº de reparaciones por unidad de tiempo)}$$

**DISPONIBILIDAD:** Capacidad de un ítem para desarrollar su función durante un determinado período de tiempo.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

## 6.7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente proyecto, fue necesario realizar una investigación de campo en la empresa sobre las Máquinas, Equipos y Sistemas, acerca de su funcionamiento, características, fallas constantes y de acuerdo con los datos obtenidos se ha podido establecer que la empresa necesita un Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar la vida útil de las Herramientas de Trabajo.

## **6.8. ADMINISTRACIÓN**

Para desarrollar el Plan de Mantenimiento Preventivo de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. se necesitará de ciertos documentos específicos que serán llenados por el investigador y diseños de instrumentos que serán llenados posteriormente por parte de los trabajadores del área de mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A.

### **6.8.1 ASIGNACIÓN DE UN CÓDIGO ESPECÍFICO PARA SU IDENTIFICACIÓN.**

#### **6.8.1.1 Objetivo**

Asignar Códigos de Identificación a las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.

#### **6.8.1.2 Alcance**

Consiste en permitir llevar a cabo la codificación de cada una de las diferentes máquinas, equipos y sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.

#### **6.8.1.3 Generalización**

La asignación de códigos a las máquinas, equipos, sistemas sirve para identificar técnicamente y referenciar la ubicación y pertenencia de las herramientas de trabajo en un área específica.

De igual manera se permite ubicar dentro de un inventario con la finalidad de documentar las actividades para posibles necesidades, repuestos en el futuro.

#### **6.8.1.4 Realización**

Para el desarrollo de la codificación de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. se realizará los siguientes pasos:

- ✓ Asignar un código alfanumérico a cada área de la Florícola.
- ✓ Identificar la ubicación de cada una de las máquinas, equipos y sistemas.
- ✓ Asignar un código numérico o alfanumérico a las herramientas de trabajo.

### **6.8.1.5 Codificación de las Áreas de la Florícola La Rosaleda S.A.**

En la Florícola La Rosaleda S.A. se encuentran diferentes áreas de trabajo donde se realizan varios trabajos. A continuación se detallan las áreas donde se encuentran ubicados las Máquinas, Equipos y Sistema en estudio:

**Tabla 6.1: Codificación de las Áreas**

<b>ÁREAS</b>	<b>CÓDIGOS</b>
POST-COSECHA	PSC
MANTENIMIENTO	TMT
RIEGO	ARG
EMPAQUE	AEQ
BODEGA PRINCIPAL	ABP

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

### **6.8.1.6 Identificar y Asignar Códigos a las Máquinas, Equipos y Sistemas en Estudio**

Dentro de las áreas antes mencionadas se encuentran las siguientes máquinas, equipos y sistemas, según el inventario entregado por el departamento de Mantenimiento.

**Tabla 6.2: Identificar y Asignar Códigos a las Máquinas, Equipos y Sistemas en Estudio**

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CÓDIGO
1	1	AMOLADORA	MANTENIMIENTO	TMT-001
2	2	BOMBA DE AGUA POTABLE	POST-COSECHA	PSC-001
3	1	BOMBA DE CAUDAL	MANTENIMIENTO	TMT-002
4	6	BOMBA DE FUMIGACIÓN	POST-COSECHA	PSC-002
5	3	BOMBA DE PRESIÓN	RIEGO	ARG-001
6	1	COMPRESOR	MANTENIMIENTO	TMT-003
7	1	CORTADORA DE MADERA	MANTENIMIENTO	TMT-004
8	2	CORTADORA DE TALLOS	POST-COSECHA	PSC-003
9	1	CORTAZETOS	MANTENIMIENTO	TMT-005
10	2	ENSUNCHADORA	EMPAQUE	AEQ-001
11	1	ESMERIL	MANTENIMIENTO	TMT-006
12	1	ESPOLVOREADOR A	BODEGA PRINCIPAL	ABP-001
13	1	GENERADOR	MANTENIMIENTO	TMT-007
14	2	MOTOGUADAÑA	MANTENIMIENTO	TMT-008
15	1	MOTOSIERRA	MANTENIMIENTO	TMT-009
16	2	PICADORA	MANTENIMIENTO	TMT-010
17	2	SUELDAS	MANTENIMIENTO	TMT-011

18	1	TALADRO	MANTENIMIENTO	TMT-012
19	1	TRACTOR	MANTENIMIENTO	TMT-013
20	1	TROZADORA	MANTENIMIENTO	TMT-014

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

### **6.8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL**

El Plan de Mantenimiento Preventivo Anual son actividades realizadas por técnicos especializados para prevenir el desgaste prematuro de piezas vitales para el funcionamiento de las máquinas. Es por esto que en este documento se detalla a continuación cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo a cada área de ejecución.

















Tabla 6.9: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Cortadora de Madera



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA CORTADORA DE MADERA																																																							
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO: <input type="checkbox"/>		SISTEMA: <input type="checkbox"/>																																																			
MARCA: _____		PROCEDENCIA: Ecuador		SERIE: _____																																																			
ÁREA: MANTENIMIENTO		FECHA: 03/01/2015		CÓDIGO: TMT-004																																																			
EQUIPO CRÍTICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
CORTADORA DE MADERA	Cable de alimentación eléctrica	Y			Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		
	Interruptor				Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y
	Cojinetes				Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y
	Bandas				Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y
	Disco				Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y		Y
		INSPECCIÓN															LIMPIEZA										MANTENIMIENTO																												
																	<b>RESPONSABLES</b>										<b>FIRMAS</b>							<b>FECHA:</b>																					
<b>Realizó:</b>																	Cristhian Carrión																	03/01/2015																					
<b>Verificó:</b>																	Ing. Cristhian Castro																	20/01/2015																					
<b>Validó:</b>																	Ing. Cristhian Castro																	20/01/2015																					

Elaborado por: Carrión Eras Cristhian Omar







**Tabla 6.11: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Cortazetos**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																				
		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA CORTAZETOS HL 4230</b>																																																				
		MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>										EQUIPO: <input type="checkbox"/>										SISTEMA: <input type="checkbox"/>																																
MARCA: <u>STIHL</u>																																PROCEDENCIA: <u>EEUU</u>																						
ÁREA: <u>MANTENIMIENTO</u>																																SERIE: <u>HL 4230</u>																						
CÓDIGO: <u>TMT-005</u>																																FECHA: <u>03/01/2015</u>																						
<b>EQUIPO CRITICO</b>	<b>ÁREA DE EJECUCIÓN</b>	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
CORTAZETOS HL 4230	Gatillo de aceleración	█			█	█			█	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█
	Bomba de combustible	█			█	█			█	█	█		█	█	█		█	█	█		█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█				
	Cuchilla de corte	█		█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█					
						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
		INSPECCIÓN										LIMPIEZA										MANTENIMIENTO																																
												<b>RESPONSABLES</b>										<b>FIRMAS</b>										<b>FECHA:</b>																						
Realizó:												Cristhian Carrión																				03/01/2015																						
Verificó:												Ing. Cristhian Castro																				20/01/2015																						
Validó:												Ing. Cristhian Castro																				20/01/2015																						

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



**Tabla 6.13: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Esmeril**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 																																																													
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DEL ESMERIL BG-8																																																													
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO: <input type="text"/>															SISTEMA: <input type="text"/>																																												
MARCA: <u>ELECTRIC BENCK GRINDE</u>																	PROCEDENCIA: <u>TAIWAN</u>																																												
ÁREA: <u>MANTENIMIENTO</u>																	SERIE: <u>BG-8</u>																																												
CÓDIGO: <u>TMT-006</u>																	FECHA: <u>03/01/2015</u>																																												
EQUIPO CRITICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
ESMERIL BG-8	Cable de alimentación eléctrica	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Interruptor	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Eje del husillo	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Protección de la muela	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Protector de seguridad	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Cojinetes	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
	Muela abrasiva	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█							
		INSPECCIÓN															LIMPIEZA															MANTENIMIENTO																													
																	RESPONSABLES															FIRMAS															FECHA:														
Realizó:																	Cristhian Carrión																														03/01/2015														
Verificó:																	Ing. Cristhian Castro																														20/01/2015														
Validó:																	Ing. Cristhian Castro																														20/01/2015														

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar













**Tabla 6.18: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Picadora**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																								
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA PICADORA IMB3																																																								
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO: <input type="checkbox"/>		SISTEMA: <input type="checkbox"/>																																																				
MARCA: SIEMENS		PROCEDENCIA: ECUADOR		SERIE: IMB3																																																				
ÁREA: MANTENIMIENTO		FECHA: 03/01/2015		CÓDIGO: TMT-010																																																				
EQUIPO CRITICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
PICADORA IMB3	Cable de alimentación eléctrica	Y			Y	Y			Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y				
	Interruptor	Y			Y	Y			Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
	Cojinetes	Y			Y	Y			Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
	Bandas	Y			Y	Y			Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Cuchillas	Y			Y	Y			Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		INSPECCIÓN															LIMPIEZA										MANTENIMIENTO																													
																RESPONSABLES												FIRMAS												FECHA:																
Realizó:																Cristhian Carrión																								03/01/2015																
Verificó:																Ing. Cristhian Castro																								20/01/2015																
Validó:																Ing. Cristhian Castro																								20/01/2015																

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar





**Tabla 6.19: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Suelda**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																									
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA SUELDA INFRA TH 235/160																																																									
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO: <input type="text"/>		SISTEMA: <input type="text"/>																																																					
MARCA: INFRA		PROCEDENCIA: MÉXICO		SERIE: TH 235/160																																																					
ÁREA: MANTENIMIENTO		FECHA: 03/01/2015		CÓDIGO: TMT-011																																																					
EQUIPO CRITICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
SUELDA INFRA TH 235/160	Cable de alimentación eléctrica	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
	Carcasa	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
	Interruptor	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
	Cables	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
	Pinza Portaelectrodos	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
	Pinza de maza	█		█	█			█	█			█	█	█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█			█	█						
		INSPECCIÓN				LIMPIEZA				MANTENIMIENTO																																															
		Realizó:																RESPONSABLES																FIRMAS																FECHA:							
		Verificó:																Cristhian Carrión																																03/01/2015							
		Validó:																Ing. Cristhian Castro																																20/01/2015							
																		Ing. Cristhian Castro																																20/01/2015							

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar





**Tabla 6.21: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Tractor**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DEL TRACTOR FIAT																																																					
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/> X		EQUIPO: <input type="text"/>		SISTEMA: <input type="text"/>																																																	
MARCA: FIAT				PROCEDENCIA: ITALIA																																																	
ÁREA: MANTENIMIENTO				SERIE: 640																																																	
CÓDIGO: TMT-013				FECHA: 03/01/2015																																																	
EQUIPO CRÍTICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
TRACTOR FIAT	Sistema eléctrico y electrónico	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow					
	Sistema de escape	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Sistema de refrigeración	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Alternador	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Batería	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Bastidor o chasis	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Motor	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Caja de cambios	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Diferencial	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
	Filtros	Yellow			Green	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow			Green	Blue	Yellow				
		INSPECCIÓN								LIMPIEZA								MANTENIMIENTO																																			
		<b>Realizó:</b>																<b>RESPONSABLES</b>																<b>FIRMAS</b>								<b>FECHA:</b>											
																		Cristhian Carrión																								03/01/2015											
		<b>Verificó:</b>																Ing. Cristhian Castro																								20/01/2015											
		<b>Validó:</b>																Ing. Cristhian Castro																								20/01/2015											

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.22: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual Tronzadora de Metal**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																																																									
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA TRONZADORA DE METAL D28710-B3																																																									
MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO: <input type="text"/>												SISTEMA: <input type="text"/>																																											
MARCA: CHOP SAW														PROCEDENCIA: CHINA																																											
ÁREA: MANTENIMIENTO														SERIE: D28710-B3																																											
CÓDIGO: TMT-014														FECHA: 03/01/2015																																											
EQUIPO CRITICO	ÁREA DE EJECUCIÓN	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	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
TRONZADORA DE METAL D28710-B3	Tuerca de fijación	█			█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		
	Cable de alimentación eléctrica	█			█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█
	Protección del disco	█			█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█
	Disco de corte	█			█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█
	Cojinetes	█			█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█		█
		INSPECCIÓN												LIMPIEZA												MANTENIMIENTO																															
																RESPONSABLES								FIRMAS								FECHA:																									
Realizó:																Cristhian Carrión																03/01/2015																									
Verificó:																Ing. Cristhian Castro																20/01/2015																									
Validó:																Ing. Cristhian Castro																20/01/2015																									

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

### 6.8.3 LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN

A continuación se ha diseñado una tabla donde nos indica con qué frecuencia se debe realizar las tareas más críticas para prevenir fallas a futuro:

**Tabla 6.23: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Amoladora**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA AMOLADORA D28494W-B3						
<b>MARCA:</b>		MÁQUINA: <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO: <input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA:</b> <input type="checkbox"/>		
		ANGLE GRINDER		<b>PROCEDENCIA:</b>		CHINA
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO		<b>SERIE:</b>		D28494W-B3
<b>CÓDIGO:</b>		TMT-001		<b>FECHA:</b>		03/02/2015
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	APLICACIÓN					
	SEMANTAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	CUATRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Limpieza General		X				
Cambiar los carbones			X			
Engrasar los engranajes					X	
		RESPONSABLES		FIRMAS		FECHA:
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/02/2015
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				18/02/2015
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				18/02/2015

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.24: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Agua Potable**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA BOMBA DE AGUA POTABLE KM160/1</b>									
<b>MÁQUINA:</b>		X		<b>EQUIPO:</b>			<b>SISTEMA:</b>		
<b>MARCA:</b>		FORAS			<b>PROCEDENCIA:</b>		ITALIA		
<b>ÁREA:</b>		POST-COSECHA			<b>SERIE:</b>		KM160/1		
<b>CÓDIGO:</b>		PSC-001			<b>FECHA:</b>		42007		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>							
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>		
Limpieza General			X						
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X						
Revisión el interruptor de los cojinetes					X				
Revisión de los empaques y los sellos						X			
		<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/01/2015			
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015			
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015			

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.25: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Caudal**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA BOMBA DE CAUDAL SIEMENS</b>							
<b>MARCA:</b>		MÁQUINA:	<input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO:	<input type="checkbox"/>	SISTEMA:	<input type="checkbox"/>
		SIEMENS			PROCEDENCIA: ECUADOR		
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>		
<b>CÓDIGO:</b>		TM002			<b>FECHA:</b> 03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
Limpieza General			X				
Revisión el cable de alimentación eléctrica				X			
Revisión el interruptor de los cojinetes					X		
Revisión de los empaques y los sellos					X		
		<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.26: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Fumigación**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		APLICACIÓN				
		SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	CUATRIMESTRAL	SEMESTRAL
Limpieza General		X				
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X			
Revisión el interruptor de los cojinetes				X		
Cambio de los cilindros y empaques			X			
Revisión general de los accesorios						X
Revisión de los empaques y los sellos				X		
		<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015	
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



**Tabla 6.27: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Bomba de Presión**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA BOMBA DE PRESIÓN NBR.7094</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA:</b>	<input type="checkbox"/>	
<b>MARCA:</b>	WEG			<b>PROCEDENCIA:</b>	FABRICANTE		
<b>ÁREA:</b>	RIEGO			<b>SERIE:</b>	NBR.7094		
<b>CÓDIGO:</b>	ARG-001			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>APLICACIÓN</b>						
	<b>SEMANTAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X				
Revisión el interruptor de los cojinetes				X			
Revisión de los empaques y los sellos			X				
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015		
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.28: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Compresor**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL COMPRESOR TRUPER 10L</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>		<b>SISTEMA:</b>		
<b>MARCA:</b>	TRUPER			<b>PROCEDENCIA:</b>	MÉXICO		
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>	COMP-10L		
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-003			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>APLICACIÓN</b>						
	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X				
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015		
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.29: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortadora de Madera**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA CORTADORA DE MADERA</b>								
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>		<input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA:</b>		<input type="checkbox"/>
<b>MARCA:</b>						<b>PROCEDENCIA:</b>		Ecuador
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO				<b>SERIE:</b>		
<b>CÓDIGO:</b>		TMT-004				<b>FECHA:</b>		03/01/2015
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>						
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General			X					
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión					03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.30: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortadora de Tallos**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA CORTADORA DE TALLOS SIE0601</b>								
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>			<b>SISTEMA:</b>		
<b>MARCA:</b>		SIEMENS			<b>PROCEDENCIA:</b>		ECUADOR	
<b>ÁREA:</b>		POST-COSECHA			<b>SERIE:</b>		SIE0601	
<b>CÓDIGO:</b>		PSC-003			<b>FECHA:</b>		03/01/2015	
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>						
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General			X					
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión					03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.31: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Cortazetos**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA CORTAZETOS HL 4230</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>				
<b>MARCA:</b>		STIHL			<b>PROCEDENCIA:</b>		EE.UU
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>		HL 4230
<b>CÓDIGO:</b>		TMT-005			<b>FECHA:</b>		03/01/2015
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
Limpieza General			X				
Revisar la utilización correcta de las cuchillas			X				
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión					03/01/2015
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.32: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Ensunchadora**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA ENSUNCHADORA TP-202</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>		<input type="checkbox"/>		
<b>MARCA:</b>		STRAPPING MACHINE			<b>PROCEDENCIA:</b>		
<b>ÁREA:</b>		EMPAQUE			<b>SERIE:</b>		
<b>CÓDIGO:</b>		AEQ-001			<b>FECHA:</b>		
		TAIWAN					
		TP-202					
		03/01/2015					
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	
		<b>ANUAL</b>					
Limpieza General			X				
Revisión de la botonera de control						X	
		<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.33: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Esmeril**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL ESMERIL BG-8</b>			
<b>MÁQUINA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>MARCA:</b>	ELECTRIC BENCK GRINDE		<b>SISTEMA:</b>
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO		<b>PROCEDENCIA:</b>
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-006		<b>FECHA:</b>
	<b>APLICACIÓN</b>		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>
		<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>
			<b>ANUAL</b>
Limpieza General		X	
Revisión de la botonera de control			X
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X
Revisión el interruptor de los cojinetes			X
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión		<b>FECHA:</b>
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro		03/01/2015
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro		20/01/2015

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.34: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Espolvoreadora**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA ESPOLVOREADORA SR 420</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>		<input type="checkbox"/>		
<b>MARCA:</b>		STIHL			<b>PROCEDENCIA:</b>		EE.UU
<b>ÁREA:</b>		BODEGA PRINCIPAL			<b>SERIE:</b>		SR 420
<b>CÓDIGO:</b>		ABP-001			<b>FECHA:</b>		03/01/2015
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
Limpieza General			X				
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



**Tabla 6.35: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Generador**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL GENERADOR UCI 224G1</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X		<b>EQUIPO:</b>			
<b>MARCA:</b>		STAMFORD		<b>SISTEMA:</b>			
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO		<b>PROCEDENCIA:</b>		INGLATERRA	
<b>SERIE:</b>				<b>SERIE:</b>		BS5000	
<b>CÓDIGO:</b>		TMT-007		<b>FECHA:</b>		03/01/2015	
<b>ACTIVIDADES DE</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
<b>MANTENIMIENTO</b>		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
Limpieza General			X				
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión				03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro				20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.36: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Motoguadaña**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA MOTOGUADAÑA BC 2259</b>								
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>			<b>SISTEMA:</b>		
<b>MARCA:</b>	MARUYAMA				<b>PROCEDENCIA:</b>		JAPÓN	
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO				<b>SERIE:</b>		BC 2259	
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-008				<b>FECHA:</b>		03/01/2015	
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>						
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General			X					
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión					03/01/2015	
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.37: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Motosierra**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA MOTOSIERRA MS 250</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA:</b>	<input type="checkbox"/>	
<b>MARCA:</b>	STIHL			<b>PROCEDENCIA:</b>	EE.UU		
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>	MS 250		
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-009			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>APLICACIÓN</b>						
	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
Revisar la utilización correcta de las cuchillas cadena de corte			X				
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015		
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.38: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Picadora**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA PICADORA IMB3</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>			<b>SISTEMA:</b>	
<b>MARCA:</b>	SIEMENS			<b>PROCEDENCIA:</b>	ECUADOR		
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>	IMB3		
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-010			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE</b>	<b>APLICACIÓN</b>						
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015		
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.39: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Suelda**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA SUELDA INFRA TH 235/160</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		<input checked="" type="checkbox"/>	<b>EQUIPO:</b>		<input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>MARCA:</b>	INFRA			<b>PROCEDENCIA:</b>	MÉXICO		
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>	TH 235/160		
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-011			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
Revisión el cable de alimentación eléctrica			X				
Revisión de los cables			X				
Revisión de las pinzas portaelectrodos				X			
Revisión de las pinzas de maza				X			
	<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión				03/01/2015		
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro				20/01/2015		

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.40: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Taladro**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL TALADRO BLACK&amp;DECKER TM650</b>							
		MÁQUINA:	<input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO:	<input type="checkbox"/>	SISTEMA:	<input type="checkbox"/>
MARCA:	BLACK&DECKER			PROCEDENCIA:	CHINA		
ÁREA:	MANTENIMIENTO			SERIE:	TM650		
CÓDIGO:	TMT-012			FECHA:	03/01/2015		
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		APLICACIÓN					
		SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	CUATRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Limpieza General			X				
		RESPONSABLES		FIRMAS		FECHA:	
Realizó:	Cristhian Carrión					03/01/2015	
Verificó:	Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	
Validó:	Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.41: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Tractor**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL TRACTOR FIAT</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X	<b>EQUIPO:</b>		<b>SISTEMA:</b>		
<b>MARCA:</b>	FIAT			<b>PROCEDENCIA:</b>	ITALIA		
<b>ÁREA:</b>	MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>	640		
<b>CÓDIGO:</b>	TMT-013			<b>FECHA:</b>	03/01/2015		
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
	<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>	
Limpieza General		X					
	<b>RESPONSABLES</b>			<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>Realizó:</b>	Cristhian Carrión					03/01/2015	
<b>Verificó:</b>	Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	
<b>Validó:</b>	Ing. Cristhian Castro					20/01/2015	

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

**Tabla 6.42: Listado de Actividades de Mantenimiento y Frecuencia de Aplicación Tronzadora de Metal**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
<b>LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA TROZADORA DE METAL D28710-B3</b>							
<b>MÁQUINA:</b>		X		<b>EQUIPO:</b>			
<b>MARCA:</b>		CHOP SAW			<b>PROCEDENCIA:</b>		CHINA
<b>ÁREA:</b>		MANTENIMIENTO			<b>SERIE:</b>		D28710-B3
<b>CÓDIGO:</b>		TMT-014			<b>FECHA:</b>		42007
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>APLICACIÓN</b>					
		<b>SEMANAL</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>CUATRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
Limpieza General			X				
Revisar la utilización correcta del disco de corte			X				
			<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMAS</b>		<b>FECHA:</b>
<b>Realizó:</b>		Cristhian Carrión					03/01/2015
<b>Verificó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015
<b>Validó:</b>		Ing. Cristhian Castro					20/01/2015

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



## 6.8.4 BITÁCORA DE MANTENIMIENTO

Este documento debe ser llenado según las necesidades que se presente en el labor diario, aquí nos detalla el mes específico en donde las herramientas de trabajo tuvieron una falla específica.

**Tabla 6.43: Bitácora de Mantenimiento**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 												
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO												
MÁQUINA: <input type="text"/>			EQUIPO: <input type="text"/>			SISTEMA: <input type="text"/>			PROCEDENCIA: <input type="text"/>			
DENOMINACIÓN Y MARCA: <input type="text"/>						SERIE: <input type="text"/>						
ÁREA: <input type="text"/>						FECHA: <input type="text"/>						
CÓDIGO: <input type="text"/>												
Actividades de Mantenimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
			<b>RESPONSABLES</b>			<b>FIRMAS</b>			<b>FECHA:</b>			
<b>Realizó:</b>			Cristhian Carrión						03/02/2015			
<b>Verificó:</b>			Ing. Cristhian Castro						18/02/2015			
<b>Validó:</b>			Ing. Cristhian Castro						18/02/2015			



**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



### 6.8.6 ORDEN DE MANTENIMIENTO

Es una ficha de trabajo donde se ordena a los trabajadores del área de mantenimiento que arreglen el fallo de la máquina, equipo y sistema.

**Tabla 6.45: Orden de Mantenimiento**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 				
ORDEN DE MANTENIMIENTO				
DENOMINACIÓN Y MARCA:		MÁQUINA: <input type="text"/>	EQUIPO: <input type="text"/>	SISTEMA: <input type="text"/>
ÁREA:		PROCEDENCIA:		
CÓDIGO:		SERIE:		
RESPONSABLE:		FECHA:		
Actividades de Mantenimiento	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	ELEMENTOS NECESARIOS	OBSERVACIONES
		RESPONSABLES	FIRMAS	FECHA:
Realizó:		Cristhian Carrión		03/02/2015
Verificó:		Ing. Cristhian Castro		18/02/2015
Validó:		Ing. Cristhian Castro		18/02/2015

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar



## 6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

### 6.9.1 RECURSOS

#### 6.9.1.1 Institucional

**Tabla 6.47: Recursos Institucionales**

INSTITUCIONES	CAMPO DE ACCIÓN
Florícola La Rosaleda S.A.	Industria Productiva
Universidad Técnica de Ambato	Educación

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

#### 6.9.1.2 Humanos

**Tabla 6.48: Recursos Humanos**

CARGO	NOMBRE
Gerente Florícola La Rosaleda S.A.	Ing. Alfredo Pallares
Tutor	Ing. Christian Castro
Estudiante	Cristhian Omar Carrión Eras

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

#### 6.9.1.3 Presupuesto de la Propuesta

**Tabla 6.49: Presupuesto de la Propuesta**

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>RECURSOS HUMANOS</b>					
1	Remuneración del Autor	1	u	400,00	400,00
<b>VARIOS</b>					
2	Material de Oficina	1	u	80,00	80,00
3	Internet	1	u	100,00	100,00
4	Transporte	1	u	90,00	90,00
5	Impresiones y Empastado	3	u	80,00	240,00
<b>TOTAL</b>					<b>910,00</b>

**Elaborado por:** Carrión Eras Cristhian Omar

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cesáreo, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial* (Primera ed.) España: Editum.
2. Creus, A. (1991). *Fiabilidad y seguridad de procesos industriales* (Primera ed.) España: Marcombo.
3. Creus, A., (2005). *Fiabilidad y seguridad: su aplicación en procesos industriales* (Segunda ed.) España: Marcombo.
4. Fernández, M., García, M., Orcajo, G., Cano, J., Solares, J. (1998). *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas* (Primera ed.) España: Marcombo.
5. García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento* (Primera ed.) España: Ediciones Díaz de Santos.
6. Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial* (Primera ed.) España: EDITUM.
7. González, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* (Segunda ed.) España: FC Editorial.
8. J. Díaz N., pág. 158. *Técnicas de Mantenimiento Industrial*. Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz)
9. Rey, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo* (Primera ed.) España: FC Editorial.
10. Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa* (Primera ed.) España: FC Editorial.

## **GUÍA DE ANEXOS**

<b>ANEXOS</b>	<b>CONTENIDO</b>
ANEXO A:	FOTOS DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.
ANEXO B:	ÁRBOL CAUSA - EFECTO
ANEXO C:	ORGANIGRAMA FUNCIONAL
ANEXO D:	ANÁLISIS DE TIEMPO DE MANTENIMIENTO









**ANEXO A:**

**FOTOS DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA  
“LA ROSALEDA”**

<b>CULTIVO</b>		
<b>TIJERAS</b>	<b>COCHES PARA TRANSPORTAR FLOR (GARRUCHAS)</b>	<b>COCHES PARA TRANSPORTAR BASURA (GARRUCHAS)</b>
		
<b>VENTILADORES</b>	<b>TRACTOR</b>	<b>ESPOLVOREADORA</b>
		
<b>MOTOSIERRA</b>	<b>CORTAZETOS</b>	<b>COCHES DE COSECHA</b>
		



<b>ENROLLADORES DE MANGUERAS DE FUMIGACIÓN</b>		<b>BOMBA DE FUMIGACIÓN (TIPO MALETA)</b>	
			
<b>RIEGO</b>			
<b>BOMBAS DE PRESIÓN</b>	<b>FILTROS DE GRABA</b>	<b>FILTROS DE ANILLO</b>	
			
<b>AGITADORES</b>	<b>VENTILADORES</b>	<b>RESERVORIOS</b>	
			
<b>VÁLVULAS DE RIEGO</b>		<b>SELENOIDES</b>	
			

<b>FUMIGACIÓN</b>		
<b>BOMBAS</b>		
		
		
<b>COMPOSTERA</b>		
<b>Picadoras</b>		
		
<b>POST COSECHA</b>		
<b>BANDA TRANSPORTADO RA</b>	<b>CORTADORA DE TALLOS</b>	<b>CALEFONES</b>
		

<p><b>EVAPORADORES</b></p> 	<p><b>CONDENSADORES</b></p> 	<p><b>GRAPADORAS</b></p> 
<p><b>ÁRBOLES DE CLASIFICACIÓN</b></p>	<p><b>MESAS DE CLASIFICACIÓN</b></p>	<p><b>LIRAS DE CLASIFICACIÓN</b></p>
		
<p><b>MESAS DE BONCHEO</b></p>	<p><b>COCHES DE TINAS CAFÉS</b></p>	<p><b>COCHES DE TINAS PLOMAS</b></p>
		
<p><b>DESOJADORES</b></p>	<p><b>BOMBA PARA AGUA POTABLE</b></p>	<p><b>HIDRONEUMÁTICO PARA AGUA POTABLE</b></p>
		

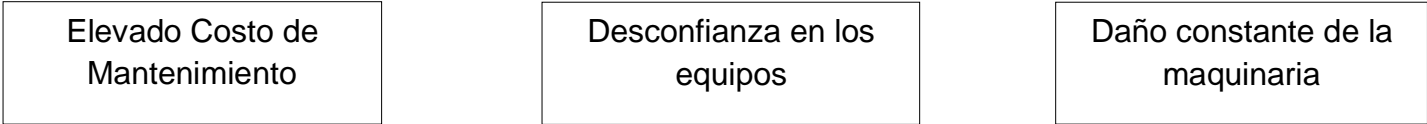
<p align="center"><b>BOMBA DE FUMIGACIÓN (TIPO MALETA)</b></p>	<p align="center"><b>FILTROS DE GRABA PARA AGUA POTABLE</b></p>	<p align="center"><b>CISTERNAS AGUA POTABLE</b></p>
		
<p align="center"><b>ENSUNCHADORA</b></p>	<p align="center"><b>GRAPADORA DE PIE</b></p>	<p align="center"><b>COCHES DE DOS TINAS</b></p>
		
<p align="center"><b>BOMBA FUMIGADORA</b></p>		
		

<b>MANTENIMIENTO</b>		
<b>SUELDAS</b>	<b>COMPRESOR</b>	<b>CORTADORA DE METAL</b>
		
<b>MOLADORA</b>	<b>GENERADOR</b>	<b>MOTOGUADAÑA</b>
		
<b>CORTADORA DE MADERA</b>	<b>TALADRO</b>	<b>ESMERIL</b>
		
<b>GRAPADORAS</b>		
		

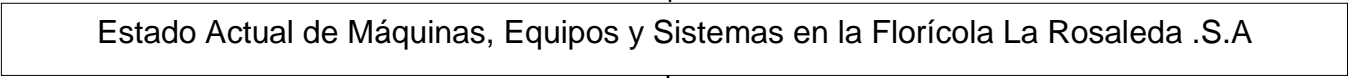
**ANEXO B:**

**ÁRBOL CAUSA – EFECTO**

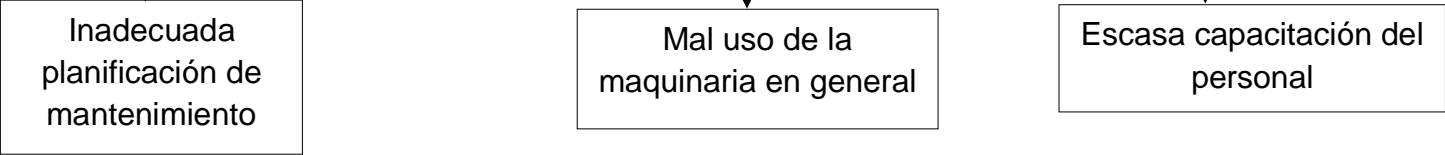
**Efecto:**



**Problema Central**

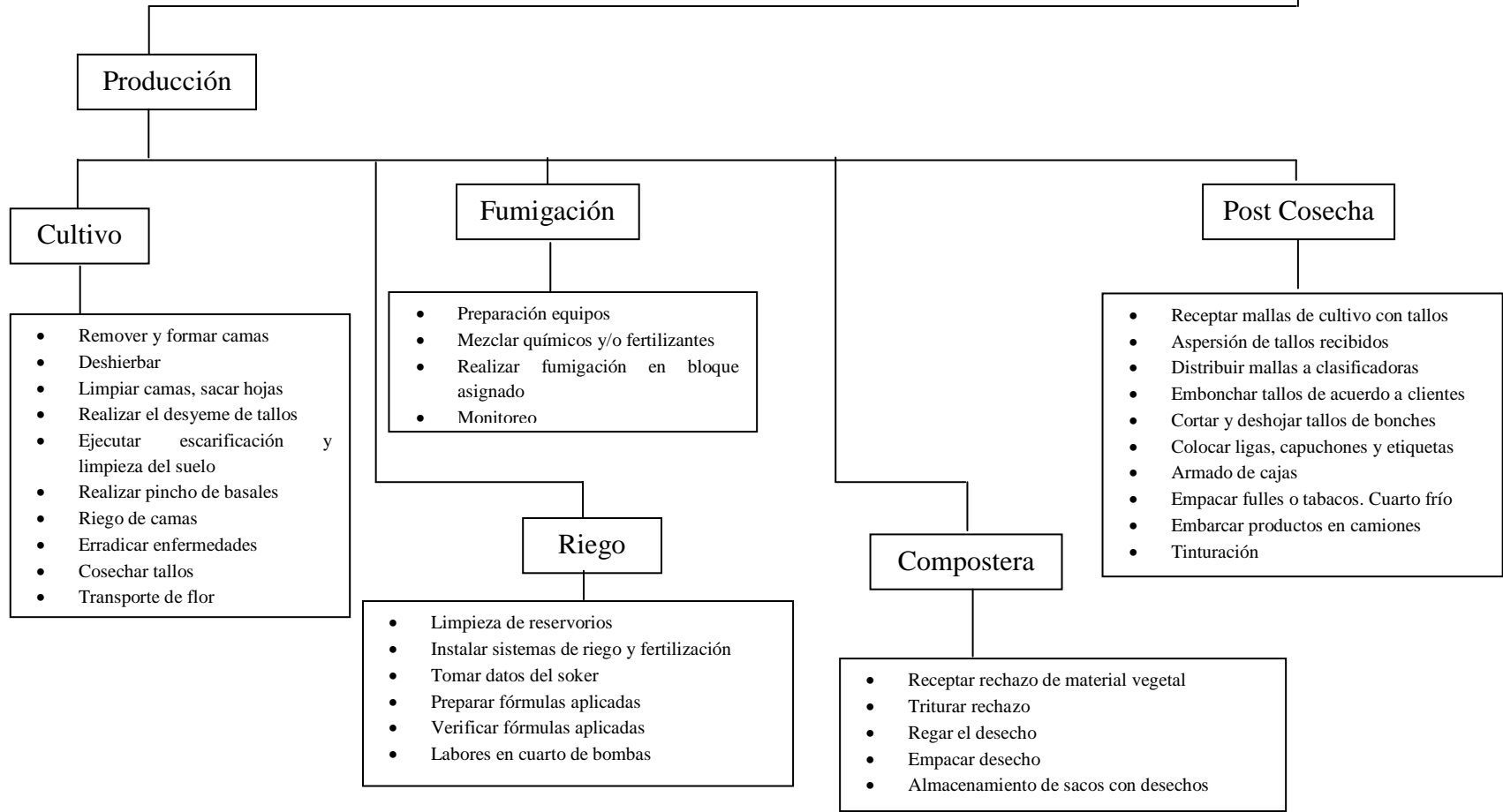


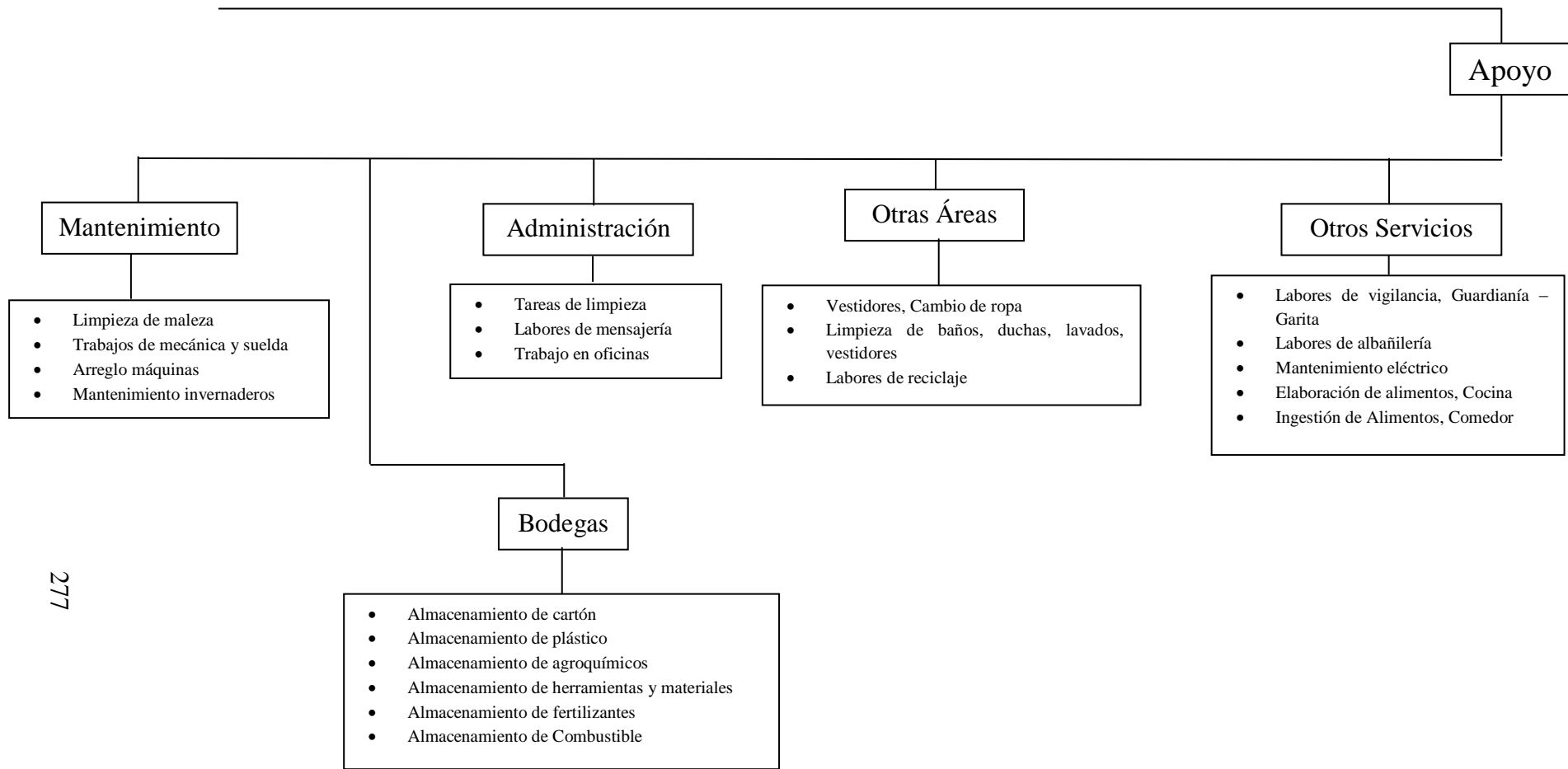
**Causas:**



**ANEXO C: ORGANIGRAMA FUNCIONAL**

Florícola “La Rosaleda”







**ANEXO D:**

**ANÁLISIS DE TIEMPO DE MANTENIMIENTO**

<b>BOMBA DE FUMIGACION</b>					
<b>ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>NTF</b>	<b>FECHA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO DE USO DIARIO</b>
1	20/11/2013	Cambio de aceite 20W50	0,10	0,10	8,00
2	12/12/2013	Espigo para acople rápido macho de ¼	0,05	0,25	
		Mango filtro	0,10		
		Acople rápido 1/4 hembra rosca interna	0,10		
3	15/01/2014	Malla para mango filtro	0,20	0,20	
4	23/01/2014	Mango filtro	0,20	0,50	
		Discos B7	0,30		
5	05/03/2014	Espigo para acople rápido macho de ¼	0,10	0,20	
		Acople macho 1/4	0,10		
6	08/04/2014	Llave de paso de 1/4	0,10	0,10	
7	12/05/2014	Espigo para acople rápido macho de ¼	0,10	0,40	
		Acople rápido 1/4 hembra rosca interna	0,10		
		Mango filtro	0,20		
8	10/06/2014	Boquilla de 2 salidas	0,20	1,05	
		Disco C 35	0,30		
		Malla para mango filtro	0,15		
9	10/07/2014	Espigo para acople rápido macho de ¼	0,15	0,55	
		Unión HG ¼	0,10		
		Acople rápido 1/4 hembra rosca interna	0,30		

**GENERADOR**

**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO**

<b>FECHA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO DE USO DIARIO</b>
16/10/2013	Revisión de:	0,10	3,05	
	Aceite	0,05		
	Refrigerante	0,10		
	Combustible	0,30		
	Presencia de fugas	0,20		
	Sistema de escape	0,30		
	Módulos	0,30		
	Sistema eléctrico	0,40		
	Bandas y accesorios	0,30		
Batería	0,10			
11/02/2014	Reparación de alternador del generador	2,00	3,00	1,00
	Cambio de electrolitos de la batería	1,00		
21/03/2014	Arreglo del alternador	2,00	3,00	
	Cambio del verificador de corriente	0,30		
	Carga de batería	0,30		
25/03/2014	Cambio de batería S4	0,05	0,05	
05/08/2014	Revisión del sistema de control del grupo, detección y corrección de falla que ocasionaba la descarga de la batería de arranque del equipo	0,30	2,00	
	Revisión del estado de funcionamiento del motor de arranque y del alternador de recarga de la batería	0,30		
	Pruebas de funcionamiento del grupo generador, en vacío y con carga	1,00		

TRACTOR				
ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO				
FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]	TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN [horas]	TIEMPO DE USO DIARIO
22/10/2013	Switch de arranque universal	0,10	2,00	2,00
	Botón de pito	0,50		
	Pito	0,50		
	Relay de neblinero	0,10		
20/11/2013	Arreglo de eje diferencial Chequeo de fugas de combustible	2,00	2,00	
26/11/2013	Llanta y colocado de agua	2,00	2,00	
29/11/2013	Desarmado de radiador para mandar a cambiar de caja de los paneles Desarme de la tapa de la transmisión para cambiar los cauchos Empacar la transmisión.	4,00	4,00	
	Suministros: Gasolina, silicón, papel victoria			
26/12/2013	Cambio de aceite	1,00	1,00	
16/01/2014	Bomba auxiliar de combustible JD 2040	1,00	2,00	
	Cañería acero 5/16	0,30		
	Perno racor M14 * 1,5 * 26 L 3H	0,10		
	Ojo prensable 14 mm * 3/8	0,05		
	Ojo prensable 12 mm * 3/8	0,05		
	Rodela cobre 12 mm - 13 mm	0,05		
	Rodela cobre 14 mm - 15 mm	0,05		
26/03/2014	Cambio de batería S3	0,10	0,10	
15/04/2014	Retenedor 105*135*12	0,30	3,10	
	Embrague	0,20		
	Filtro ML 88227	0,20		
	Cartucho para cárter	0,30		
	Primera y segunda sincronizados	1,30		
22/05/2014	Bornes para batería	0,30	0,30	

**ENSUNCHADORA****ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO**

<b>FECHA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO DE USO DIARIO</b>
03/10/2013	Mantenimiento de las ensunchadoras	8,00	8,00	7,00
08/12/2013	Cambio de bandas en las ensunchadoras	2,00	2,00	
06/01/2014	Cambio del sensor	3,00	4,00	
	Cambio de la botonera de control	1,00		
07/05/2014	Arreglo del enrollador del suncho	0,30	0,30	
17/07/2014	Mantenimiento de las ensunchadoras	8,00	8,00	
18/08/2014	Cuchilla	0,30	1,40	
	Corrector de zuncho	0,10		
	Micro interruptor	1,00		
24/08/2014	Mantenimiento de las ensunchadoras	8,00	8,00	
05/10/2014	Mantenimiento de las ensunchadoras	8,00	8,00	

**PICADORAS**

**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO**

<b>FECHA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN [horas]</b>	<b>TIEMPO DE USO DIARIO</b>
08/10/2013	Mantenimiento general	24,00	36,30	7,00
	Reconstrucción eje	8,00		
	Cambio juego de martillos	2,00		
	Cambio del enchufe trifásico 220V	0,30		
	Cambio de bandas A73	0,30		
	Cambio de polea 8"	1,30		
11/11/2013	Mantenimiento de máquina picadora	24,00	26,45	
	Cambio de martillos	0,30		
	Cambio de pernos de 5/8"	0,45		
	Cambio de polea 8"	1,30		
25/12/2013	Cambio de poleas 8"	0,30	0,30	
26/01/2014	Perforado de poleas	0,30	0,30	
27/06/2014	Cambio de chumacera	1,00	1,00	
09/10/2014	Rebobinado de motor Siemens 220/440 V, 1750 RPM	8,00	8,00	