



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA
PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA**

Luis Fernando Joaquín Solís

Asesorado por el M.A. Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA
PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS FERNANDO JOACHÍN SOLIS

ASESORADO POR EL M.A. ING. CARLOS ENRIQUE CHICOL CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Veliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 28 de agosto de 2014.

Luis Fernando Joaquín Solís



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala 21 de julio de 2015

**Ingeniero
Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería, USAC**

Estimado ingeniero Guzmán:

Por este medio informo que ha finalizado la etapa de asesoría del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA**, realizado por el estudiante **Luis Fernando Joaquín Solís**, considerando que cumple con el contenido y objetivos propuestos en el protocolo aprobado por la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Atentamente,

Id y Enseñad a Todos

Ma. Ing. Carlos E. Chicol G.
C.O.P. No. 6968

**Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
Asesor de Trabajo de Graduación**

c.c Archivo
RG/lg



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.355.2015

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA** del estudiante **Luis Fernando Joaquín Solís**, carné No. **2010-20883** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador del Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2015

/oej



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.042.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA** del estudiante **Luis Fernando Joaquín Solís, CUI 2420-59740-0101, registro académico No. 201020883** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Directo
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero de 2017

/aej

Universidad de San Carlos
De Guatemala

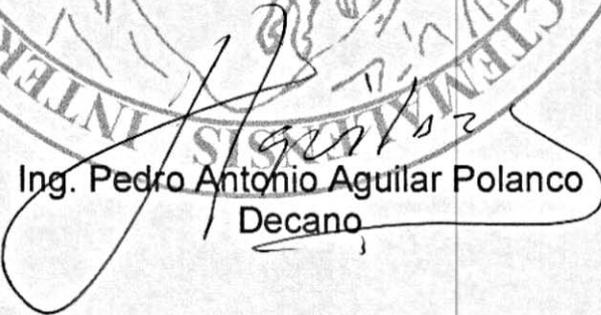


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.064.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EQUIPO DE LA PLANTA DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA LLANRESA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Joaquín Solís**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, enero de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme la vida, sabiduría, la inteligencia y el entendimiento en cada aspecto de mi vida.
Mis padres	Bruno Joaquín y Bony Solis de Joaquín, por ser un vaso de bendición, por sus consejos de vida y su amor incondicional en cualquier circunstancia.
Mis hermanas	Leydi Roxana y Delmy Elizabeth Joaquín, por su solidaridad, cariño, ayuda, y que sigamos compartiendo éxitos en nuestras vidas.
Mi tío	Noé Solis, por el apoyo mostrado durante esta etapa.
Mi tía	Rosa Elvira Solis (q. e. p. d.), por sus consejos.
Mi primo	Elder Solis (q. e. p. d.), por los momentos compartidos.
Mis abuelos	Miguel Solis y María del Carmen Alonzo, por su cariño.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de pertenecer a la mejor casa de estudios universitarios en el país.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos durante mis estudios universitarios como ingeniero.
Mis amigos de la Facultad	Por su amistad y los momentos que convivimos durante todo el proceso de formación como ingenieros.
Mi amiga	Verónica Méndez, por brindarme su apoyo y sus palabras durante mucho tiempo en mi carrera como estudiante universitario, siendo una persona muy importante en mi vida.
Ing. Carlos Chicol	Por su asesoría durante el desarrollo de este trabajo de graduación.
LLANRESA	Por darme la oportunidad de desarrollar el tema de graduación como un profesional de la ingeniería.
Compañeros	Del PAP, de la escuela de ingeniería mecánica y civil por la amistad y el apoyo durante toda la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA LLANRESA	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.1.1. Proceso de reencauche en frio de un neumático en la planta LLANRESA	3
1.2. Antecedentes de mantenimiento de planta de reencauche	5
1.3. Inventario de equipo de planta de reencauche.....	6
2. MANTENIMIENTO	11
2.1. Tipos de mantenimiento	11
2.1.1. Mantenimiento preventivo.....	12
2.1.2. Mantenimiento correctivo.....	12
2.1.3. Mantenimiento predictivo	13
2.1.4. Mantenimiento bajo condición	15
2.1.5. Mantenimiento de clase mundial	16
2.2. Enfoques del mantenimiento preventivo.....	17
2.2.1. Inventario de equipo	17
2.2.2. Datos técnicos de equipo	17
2.2.3. Funcionamiento básico de maquinaria	17

2.2.4.	Procedimiento de mantenimiento	18
2.2.5.	Control de frecuencia	18
2.2.6.	Manual de actividades de mantenimiento	18
2.2.7.	Programación de mantenimiento.....	18
3.	MANTENIMIENTO GENERAL DE PLANTA	19
3.1.	Mantenimiento preventivo de instalación neumática	19
3.1.1.	Generalidades del mantenimiento.....	19
3.1.1.1.	Prevenición	20
3.1.1.2.	Detención	20
3.1.1.3.	Inspección	21
3.1.2.	Principales daños de contaminación en instalación neumática.....	21
3.1.3.	Efectos de los contaminantes en la instalación neumática.....	22
3.1.4.	Mantenimiento en prevención del control de la contaminación neumática.....	23
3.1.4.1.	Control de la contaminación.....	23
3.1.5.	Mantenimiento preventivo para un compresor	29
3.1.5.1.	Datos técnicos de compresor	29
3.1.5.2.	Detalles de mantenimiento del compresor	33
3.2.	Mantenimiento preventivo en generación de vapor.....	34
3.2.1.	Datos técnicos de caldera	34
3.2.1.1.	Caldera piro tubular	34
3.2.1.2.	Caldera acu tubular	36
3.2.2.	Mantenimiento preventivo de caldera piro tubular y acu tubular.....	37

3.2.2.1.	Actividades de mantenimiento de calderas acuatubular y pirotubular.....	39
3.2.3.	Mantenimiento sobre tratamiento de agua para caldera.....	41
3.2.3.1.	Dureza de agua	42
3.2.3.2.	Tipos de dureza	42
3.2.3.2.1.	Dureza total	42
3.2.3.2.2.	Dureza temporal.....	43
3.2.3.2.3.	Dureza permanente.....	43
3.2.3.3.	Tipos de tratamientos de agua	43
3.2.3.3.1.	Precipitación con carbonato	43
3.2.3.3.2.	Filtración.....	45
3.2.3.3.3.	Zeolitas.....	45
3.2.3.3.4.	Evaporación-condensación	46
3.2.3.3.5.	Resinas de intercambio iónico.....	47
3.2.3.3.6.	Carbón activado	47
3.2.3.3.7.	Ósmosis inversa.....	47
3.2.3.3.8.	Productos químicos	48
3.2.3.4.	Tratamiento de agua utilizado en la empresa.....	49
3.3.	Mantenimiento de generador eléctrico	51
3.3.1.	Datos técnicos de generador eléctrico.....	52
3.3.2.	Detalles de mantenimiento de generador eléctrico	52

4.	MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTA COMERCIAL	55
4.1.	Datos técnicos de máquinas	55
4.1.1.	Datos técnicos de máquinas de inspección inicial	55
4.1.2.	Datos técnicos de máquinas de raspado y saneo ...	57
4.1.3.	Datos técnicos de máquinas de reparaciones.....	59
4.1.4.	Datos técnicos de maquinaria de embande	61
4.1.5.	Datos técnicos de maquinaria de vulcanización	65
4.1.6.	Datos técnicos de maquinaria de inspección final ...	68
4.2.	Descripción básica del funcionamiento de la maquinaria en el área de reencauche comercial	69
4.2.1.	Funcionamiento básico de maquinaria de inspección inicial	69
4.2.1.1.	Máquina de inspección IIN-1 y IIN-2	69
4.2.1.2.	Máquina de inspección IIN-3.....	70
4.2.2.	Funcionamiento básico de maquinaria de raspado y saneo.....	71
4.2.2.1.	Máquina de raspado RCO-1 y RCO-2....	71
4.2.3.	Funcionamiento básico de maquinaria de reparaciones.....	71
4.2.3.1.	Máquina de reparaciones ARE-1 Y ARE-2.....	72
4.2.4.	Funcionamiento básico de maquinaria de embande	72
4.2.4.1.	Máquina de embande ECO-1 y ECO-3	73
4.2.4.2.	Máquina de embande ECO-2.....	74
4.2.4.3.	Máquina de embande ECO-4.....	74

4.2.5.	Funcionamiento básico de maquinaria de vulcanizado.....	74
4.2.5.1.	Máquina de vulcanizado VCP-3 y VCP-4 (autoclave)	75
4.2.5.2.	Máquina de vulcanizado VCP-5.....	75
4.2.6.	Funcionamiento básico de maquinaria de inspección final	75
4.2.6.1.	Máquina de inspección final IFC-1.....	76
4.3.	Manual de actividades básicas de mantenimiento de la maquinaria en el área de reencauche comercial	76
4.3.1.	Manual de actividades de mantenimiento en inspección inicial.....	76
4.3.1.1.	Máquina IIN-1y IIN-2.....	76
4.3.1.2.	Máquina IIN-3	83
4.3.2.	Manual de actividades de mantenimiento en raspado y saneo	89
4.3.2.1.	Máquina de raspado RCO-1 y RCO-2 ...	89
4.3.3.	Manual de actividades de mantenimiento en el área de reparaciones.....	101
4.3.4.	Manual de actividades de mantenimiento en embande.....	102
4.3.4.1.	Máquina de embande EPN-1.....	102
4.3.4.2.	Máquina de embande EPN-2.....	106
4.3.4.3.	Máquina de embande EPN-3.....	110
4.3.4.4.	Máquina de embande EPN-4.....	114
4.3.5.	Manual de actividades de mantenimiento en vulcanizado.....	116
4.3.5.1.	Máquina de vulcanizado VCO-3 y VCO-4.....	116

4.3.5.2.	Máquina de vulcanizado VCO-5.....	121
4.3.6.	Manual de actividades de mantenimiento en inspección final.....	125
4.3.6.1.	Máquina de inspección final IFC-1	125
5.	MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL	131
5.1.	Datos técnicos de máquinas	131
5.1.1.	Datos técnicos de máquinas de raspado y saneo .	131
5.1.2.	Datos técnicos de máquinas de taqueo	134
5.1.3.	Datos técnicos de vulcanización	135
5.2.	Descripción básica del funcionamiento de la maquinaria en el área de reencauche agrícola e industrial.....	137
5.2.1.	Funcionamiento básico de maquinaria de raspado y saneo.....	137
5.2.1.1.	Máquina de raspado RAI-1.....	137
5.2.1.2.	Máquina de raspado RAI-2.....	137
5.2.2.	Funcionamiento básico de maquinaria de taqueo .	138
5.2.3.	Funcionamiento básico de maquinaria de vulcanizado	138
5.3.	Manual de actividades básicas de mantenimiento de la maquinaria de reencauche agrícola e industrial	139
5.3.1.	Manual de actividades de mantenimiento de raspado y saneo.....	139
5.3.1.1.	Máquinas de raspado RAI-1 y RAI-2..	139
5.3.2.	Manual de actividades de mantenimiento de taqueo	150
5.3.3.	Manual de actividades de mantenimiento de vulcanizado	151

5.3.3.1.	Máquina de vulcanizado VAI-1 y VAI-2.....	152
6.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS AUXILIARES EN LA PLANTA	155
6.1.	Datos técnicos de equipos auxiliares	155
6.1.1.	Máquina envelopadora	155
6.1.2.	Máquina levantadora de llantas	157
6.1.3.	Máquina pulidor escariador.....	158
6.1.4.	Máquina pulidora manual	159
6.1.4.1.	Turbina de bajas revoluciones	159
6.1.4.2.	Turbina de altas revoluciones	160
6.1.5.	Pistola <i>miniextruder</i>	160
6.1.6.	Pedestales de neumáticos.....	161
6.1.7.	Máquina mezcladora de cemento.....	163
6.2.	Actividades de mantenimiento de equipos auxiliares	164
6.2.1.	Máquina envelopadora	164
6.2.1.1.	Actividades de mantenimiento de envelopadora	164
6.2.2.	Máquina levantadora de llantas	165
6.2.2.1.	Actividades de mantenimiento.....	165
6.2.3.	Máquina pulidor escariador.....	165
6.2.4.	Máquina pulidora manual	166
6.2.5.	Pistola <i>miniextruder</i>	166
6.2.6.	Pedestales de neumáticos.....	167
6.2.7.	Máquina mezcladora de cemento.....	167
6.3.	Mantenimiento preventivo de motor eléctrico	167

7.	BITÁCORAS DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA.....	173
7.1.	Bitácoras de mantenimiento.....	173
7.1.1.	Bitácoras de mantenimiento general.....	173
7.1.1.1.	Bitácoras de mantenimiento de instalación neumática.....	173
7.1.1.2.	Bitácoras de mantenimiento de compresor industrial.....	176
7.1.1.3.	Bitácora de generación de vapor.....	177
7.1.2.	Bitácoras de mantenimiento en línea comercial....	181
7.1.2.1.	Bitácoras de mantenimiento de inspección inicial.....	181
7.1.2.2.	Bitácoras de mantenimiento de raspado y saneo.....	182
7.1.2.3.	Bitácoras de mantenimiento de reparaciones.....	185
7.1.2.4.	Bitácoras de mantenimiento de embande.....	185
7.1.2.5.	Bitácoras de mantenimiento de vulcanización.....	189
7.1.2.6.	Bitácoras de mantenimiento de inspección final.....	192
7.1.3.	Bitácoras de mantenimiento en línea agrícola e industrial.....	193
7.1.3.1.	Bitácoras de mantenimiento de raspado y saneo.....	194
7.1.3.2.	Bitácoras de mantenimiento de taqueo.....	195

7.1.3.3.	Bitácoras de mantenimiento de vulcanizado.....	195
7.2.	Programación de actividades de mantenimiento preventivo para la planta de reencauche LLANRESA.....	196
7.2.1.	Programación de mantenimiento preventivo para el equipo de reencauche de neumático comercial	197
7.2.2.	Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de reencauche del neumático agrícola-industrial.....	200
7.2.3.	Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de reencauche del neumático agrícola-industrial.....	200
7.2.4.	Programación de mantenimiento de la instalación neumática en planta de reencauche ...	200
7.2.5.	Programación de mantenimiento preventivo de equipos realizado por empresas contratadas	202
	CONCLUSIONES	203
	RECOMENDACIONES	205
	BIBLIOGRAFÍA.....	207
	APÉNDICES	209

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Interpretación de código.....	8
2.	Obstrucción en tuberías	23
3.	Unidad de mantenimiento	28
4.	Corrosión por oxígeno.....	38
5.	Corrosión por ácido carbónico	38
6.	Tubería por incrustación.....	39
7.	Unidad de mantenimiento	79
8.	FRL de máquina de inspección IIN-1	80
9.	Inspección de empaque de cilindro.....	81
10.	Cilindro neumático.....	82
11.	Unidad de mantenimiento de NDT-II.....	84
12.	Lubricación de cadena	86
13.	Puntos de lubricación de brazos	87
14.	Puntos de lubricación externos	88
15.	Puntos de lubricación de rodillos rotadores.....	88
16.	Lubricación de mandril de expansión.....	96
17.	Lubricación de aletas y pistón de expansión.....	97
18.	Limpieza interna de mandril de expansión	97
19.	Lubricación interna de pistón de expansión	98
20.	Inspección de fajas de transmisión	99
21.	Fallas en fajas de transmisión.....	100
22.	Revisión de bufa	103
23.	Inspección de buje	104

24.	Inspección de faja de transmisión.....	105
25.	Inspección de unidad de mantenimiento EPN-2	107
26.	Lubricación de tornillo sin fin.....	108
27.	Lubricación de rodamientos	109
28.	Cilindro neumático de EPN-3.....	111
29.	Inspección de retenedor	111
30.	Cilindro neumático	112
31.	Rodillos estichador.....	113
32.	Unidad de mantenimiento EPN-4.....	115
33.	Inspección de faja de transmisión.....	121
34.	Inspección de retenedor de la VCO-5.....	123
35.	Cilindro neumático de la VCO-5.....	124
36.	Inspección de retenedor de la máquina IFC-1	128
37.	Cilindro neumático	129
38.	Revisión de unidad de mantenimiento	141
39.	Revisión de válvula neumática	143
40.	Revisión de bujes.....	144
41.	Revisión de sellos neumáticos.....	145
42.	Cilindro neumático	146
43.	Revisión de pines de cuchillas	146
44.	Inspección de pines de cuchillas.....	147
45.	Revisión de bujes.....	148
46.	Revisión de sellos neumáticos.....	148
47.	Inspección de fajas de transmisión	149
48.	Fallas en fajas de transmisión	150
49.	Lubricación de cadena de transmisión.....	153
50.	Inspección de cadenas de transmisión	154
51.	Cojinete de rodillos	154
52.	División de mantenimiento de motor eléctrico	168

53.	Pruebas a motor eléctrico	170
54.	Pruebas eléctricas a estator de motor eléctrico	170
55.	Pruebas eléctricas a rotor de motor eléctrico	171
56.	Partes básicas de motor eléctrico	172

TABLAS

I.	Inventario de equipo.....	6
II.	Significado de código maquinaria	8
III.	Códigos de maquinaria	8
IV.	Actividades de mantenimiento de instalación neumática	24
V.	Datos técnicos de compresor de 60 HP	30
VI.	Datos técnicos de compresor de 40 HP	31
VII.	Datos técnicos de compresor de 25 HP	32
VIII.	Actividades de mantenimiento de compresor industrial	33
IX.	Datos técnicos de caldera pirotubular	35
X.	Datos técnicos de caldera acuatubular	36
XI.	Actividades de mantenimiento de caldera.....	40
XII.	Datos técnicos de generador eléctrico	52
XIII.	Actividades básicas de mantenimiento de generador eléctrico.....	53
XIV.	Datos técnicos de IIN-1	55
XV.	Datos técnicos de IIN-2.....	56
XVI.	Datos técnicos de IIN-3.....	57
XVII.	Datos técnicos de RCO-1.....	58
XVIII.	Datos técnicos de RCO-2.....	59
XIX.	Datos técnicos de ARE-1	60
XX.	Datos técnicos de la máquina de embande ECO-1	61
XXI.	Datos técnicos de la máquina de embande ECO-2	62
XXII.	Datos técnicos de la máquina de embande ECO-3	63

XXIII.	Datos técnicos de la máquina de embande ECO-4	64
XXIV.	Datos técnicos de la máquina de vulcanizado VCO-3	65
XXV.	Datos técnicos de la vulcanizadora VCO-4.....	66
XXVI.	Datos técnicos de la vulcanizadora VCO-5.....	67
XXVII.	Datos técnicos la inspeccionadora final IFC-1	68
XXVIII.	Actividades de mantenimiento de IIN-1 y IIN-2.....	77
XXIX.	Actividades de mantenimiento de IIN-3	83
XXX.	Primeras actividades de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2	89
XXXI.	Segundas actividades de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2	90
XXXII.	Actividades de mantenimiento en área de reparaciones	101
XXXIII.	Actividades de mantenimiento de EPN-1.....	102
XXXIV.	Actividades de mantenimiento EPN-2.....	106
XXXV.	Actividades de mantenimiento de EPN-3.....	110
XXXVI.	Actividades de mantenimiento de EPN-4.....	114
XXXVII.	Actividades de mantenimiento de VCO-3 y VCO-4.....	117
XXXVIII.	Actividades de mantenimiento de VCO-5	121
XXXIX.	Actividades de mantenimiento de IFC-1	125
XL.	Datos técnicos de RAI-1	132
XLI.	Datos técnicos de RAI-2	133
XLII.	Datos técnicos de TH-1	134
XLIII.	Datos técnicos de VAI-1	135
XLIV.	Datos técnicos de VAI-2	136
XLV.	Actividades de mantenimiento de RAI-1 y RAI-2	139
XLVI.	Actividades de mantenimiento de taqueo	151
XLVII.	Actividades de mantenimiento de VAI-1 y VAI-2	152
XLVIII.	Datos técnicos de VEN-1	156
XLIX.	Datos técnicos de VUN-1	157
L.	Datos técnicos de RPE-1	158
LI.	Datos técnicos de RTB-1	159

LII.	Datos técnicos de RTA-1	160
LIII.	Datos técnicos EPM-1	161
LIV.	Datos técnicos de EPN-1	162
LV.	Datos técnicos de GLC-1	163
LVI.	Bitácoras de mantenimiento de instalación neumática 10 hrs.....	174
LVII.	Bitácora de mantenimiento de instalación neumática de 250 y 500 hrs.....	175
LVIII.	Bitácora de mantenimiento de instalación neumática de 1 000 y 2 000 hrs	176
LIX.	Bitácora de mantenimiento de compresor industrial	177
LX.	Bitácora de mantenimiento de caldera diaria y semanal.....	178
LXI.	Bitácora de mantenimiento de caldera mensual	179
LXII.	Bitácora de mantenimiento de caldera semestral y anual.....	180
LXIII.	Bitácora de mantenimiento de IIN-1 y IIN-2	181
LXIV.	Bitácora de mantenimiento de IIN-3.....	182
LXV.	Bitácora de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2 No. 1	183
LXVI.	Bitácora de mantenimiento de RAI-1 y RA1-2 No.2.....	184
LXVII.	Bitácora de mantenimiento ARE-1 y ARE-2.....	185
LXVIII.	Bitácora de mantenimiento de ECO-1.....	186
LXIX.	Bitácora de mantenimiento de ECO-2.....	187
LXX.	Bitácora de mantenimiento de ECO-3.....	188
LXXI.	Bitácora de mantenimiento de ECO-4.....	189
LXXII.	Bitácora de mantenimiento de VCO-3.....	190
LXXIII.	Bitácora de mantenimiento de VCO-4.....	191
LXXIV.	Bitácora de mantenimiento de VCO-5.....	192
LXXV.	Bitácora de mantenimiento de IFC-1.....	193
LXXVI.	Bitácora de mantenimiento de RAI-1 y RAI-2.....	194
LXXVII.	Bitácora de mantenimiento del área de taqueo.....	195
LXXVIII.	Bitácora de mantenimiento de VAI-1 y VAI-2	196

LXXIX.	Tabla de frecuencia de mantenimiento	197
LXXX.	Tabla de código de actividades de mantenimiento	197
LXXXI.	Tabla de códigos de actividades de mantenimiento en área de neumático agrícola-industrial	200
LXXXII.	Tabla de código de actividades de mantenimiento en instalación neumática	201

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_2O	Agua
$CaCO_3$	Carbonato de calcio
CBM	<i>Condition-based maintenance</i> (mantenimiento basado en la condición).
$Mg(OH)_2$	Hidróxido de magnesio
°C	Grados Celsius
hrs	Horas
HP	<i>Horse power</i> (caballos de fuerza)
Km	kilómetro
Max	Máximo
m^3/h	Metros cúbicos por hora
mg/l	Miligramos por litro
Min	Mínimo
mm	milímetros
#	Número
pH	Potencial de hidrógeno
Psi	<i>Pressure square inch</i> (libra sobre pulgada cuadrada)
Rpm	Revoluciones por minuto
V	Voltaje

GLOSARIO

Ablandamiento	El ablandamiento del agua es una técnica que sirve para eliminar los iones que hacen que el agua sea dura, en la mayoría de los casos iones de calcio y magnesio. En otros casos, iones de hierro también causan dureza del agua.
Antracita	Es el carbón mineral más metamórfico y es un excelente medio de filtración para clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes.
Autoclave	La autoclave industrial es el recipiente que se utiliza para facilitar el cocimiento en diversos procesos industriales. Se lleva a cabo un tratamiento de estos productos por encima de los 100 °C, que es el punto de ebullición del agua a una presión atmosférica estándar.
Caldera	La caldera es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor o líquido-vapor

Cemento	Sustancia líquida formada de hule prevulcanizado con solvente y pegamento que al formarse una mezcla homogénea es utilizado para la adherencia entre la banda de rodamiento y el casco del neumático.
Coagulación	Es el proceso en el cual se añade un coagulante al agua fuente para crear una atracción entre las partículas en suspensión.
Embande	Acción de la colocación de la banda de rodamiento al neumático idóneo para el proceso de reencauche.
Mesoporos	Se refiere a cualquier poro de tamaño moderado, pero especialmente aquellos de entre aproximadamente 2 y 50 nanómetros de ancho.
Niples	Tubo de metal u otro material con rosca en sus dos extremos que se utiliza para alargar tuberías o para ser el acople con otros accesorios.
Ósmosis inversa	En este proceso el agua es forzada a cruzar una membrana, dejando las impurezas detrás. La permeabilidad de la membrana puede ser tan pequeña, que prácticamente todas las impurezas, moléculas de la sal, bacterias y virus, son separados del agua.

<i>Pitting</i>	Se refiere a la corrosión por picadura, es una forma de corrosión extremadamente localizada que conduce a la creación de pequeños agujeros en el metal.
Reencauche	Proceso de reutilización de neumáticos desgastados, que consiste en la utilización del casco o el armazón del neumático en el cual se sustituye la banda de rodamiento del neumático por una nueva banda, dependiendo de sus aplicaciones.
Solvente	Es una sustancia en la que se diluye un soluto (un sólido, líquido o gas químicamente diferente), en este caso cualquier tipo de suciedad.
Taco	Es una porción de hule prevulcanizado de forma regular que da la forma de las ranuras que tendrá el neumático de uso agrícola o industrial.
Teflón	Es llamado también politetrafluoroetileno (PTFE). Es un polímero similar al polietileno; en la rama automotriz es utilizado para sellar o proteger, creando una superficie impenetrable y brillante a prueba de agua, formando un escudo invisible que protege de los factores de oxidación o desgaste del medio ambiente.
Turbidez	Es la falta de transparencia de un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más

sólidos en suspensión haya en el líquido, más sucio parecerá este y más alta será la turbidez.

U.S.

Estados Unidos.

Vulcanización

La vulcanización es un proceso mediante el cual se calienta el caucho con el fin de volverlo más duro y resistente al frío.

Wipe

Paño utilizado para la limpieza de diferentes tipos de objetos, generalmente es hecho de hilos de algodón.

Zeolitas

Son los minerales aluminosilicatos microporosos que destacan por su capacidad de hidratarse y deshidratarse, reversiblemente.

RESUMEN

El presente plan de mantenimiento preventivo para la planta de reencauche de la empresa LLANRESA se enfoca en las actividades de mantenimiento del equipo utilizado en el reencauche; adicionalmente se ha agredo el funcionamiento básico del equipo para dar una idea del mismo con el cual se interactúa al momento del mantenimiento, como también una breve descripción de las actividades que se incluyen en la programación de actividades de mantenimiento.

De forma continua se establece un mantenimiento básico en las áreas de generación como la generación de vapor, de aire comprimido y de generación de energía eléctrica, el cual es ejecutado por empresas ajenas al personal de mantenimiento de la planta.

Se propone un diseño de bitácoras para un mejor control de las actividades de mantenimiento de cada equipo que se encuentre ubicado en las etapas del proceso de reencauche, como también un historial del mantenimiento del equipo, órdenes de insumos y de repuestos para trabajos de mantenimiento, solicitud de cambio de repuestos y órdenes de trabajos externos para la ayuda de un registro de una futura implementación del archivo de mantenimiento, para una mejor eficiencia del plan de mantenimiento que se propone.

OBJETIVOS

General

Realizar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la planta de producción reencauche de la empresa LLANRESA.

Específicos

1. Conocer el mantenimiento preventivo que estará enfocado en la planta de reencauche.
2. Evitar paradas no programadas de la maquinaria durante el proceso de producción.
3. Definir un manual de actividades básicas de mantenimiento para el tipo de maquinaria en cada etapa del proceso de producción de reencauche.
4. Establecer una programación de actividades generales para la maquinaria de la planta de reencauche.
5. Diseñar bitácoras para la maquinaria de la planta.

INTRODUCCIÓN

El reencauche en frío es un proceso de manufacturación, cuya función es la reutilización de los neumáticos, dependiendo de las condiciones en la que se encuentre el mismo, para que cumpla con las características necesarias para el desempeño de rodaje y de movilización del vehículo.

Para que el neumático cumpla con las características necesarias es vital que la banda de rodaje, que es lo que se sustituye en el reencauche, quede completamente adherida al casco del neumático, que no existan bolsas de aire entre las superficies; es por esta razón que en el proceso no deben existir errores y esto se puede evitar de gran manera cuando el equipo trabaja en óptimas condiciones; esto se logra con un mantenimiento preventivo.

En el desarrollo del tema se incluyen 7 capítulos, de los cuales en el primero se establecen las generalidades de la empresa, las etapas del reencauche y el inventario del equipo que se encuentra en la planta de producción.

El segundo capítulo describe el significado del mantenimiento preventivo, así como los mantenimientos más importantes utilizados en la industria y los enfoques del mantenimiento preventivo en la planta. El tercer capítulo se centra en el mantenimiento general de planta, que incluye la instalación neumática y los detalles de mantenimiento a calderas, compresores, tratamiento de agua para calderas y generador eléctrico; todos realizados por empresas contratadas menos el mantenimiento de las instalaciones neumáticas efectuado por el personal de mantenimiento.

En el cuarto capítulo se describen los datos técnicos del equipo, el funcionamiento y las actividades de mantenimiento; de igual forma se da a conocer el equipo utilizado para el reencauche de neumáticos comerciales y en el quinto, para el proceso de reencauche neumáticos agrícola-industrial.

El sexto capítulo incluye los equipos auxiliares utilizados en las diferentes etapas del proceso, en los cuales el mantenimiento no incluye actividades de gran escala; el último capítulo reúne todas las actividades de los anteriores en el cual existe una bitácora para cada equipo y las reúne en una propuesta de programación anual de actividades de mantenimiento, en el tiempo estipulado para evitar los para innecesarios.

Con la implementación del plan de mantenimiento se estarán evitando fallas imprevistas en el equipo de la planta y en paralelo, ayudando al proceso de producción.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA LLANRESA

1.1. Historia de la empresa

En la década de los años ochenta las compañías de camiones buscaban una ventaja que las distinguiera, ya que la competencia era dura. Para sobrevivir en ese mercado tan competitivo, las compañías prestaban mucha atención a los detalles que les generaran beneficios.

El reducir el costo por kilómetro estaba en la mente de cada gerente, si se trataba de equipo pesado, agrícola e industrial; el objetivo era claro: buscar el producto que les brindara el más alto rendimiento.

Oliver Rubber Company, Subsidiary of the Standard Products, después de analizar y llenar los requerimientos máximos en tecnología, autorizó en 1987 a LLANRESA de Guatemala, como representante exclusivo del mejor producto para reencauche, conocido mundialmente desde 1912.

LLANRESA inicia funciones en noviembre de 1987 y desde entonces se ha basado en tres principios fundamentales para la operación de la compañía:

- Calidad en las materias primas y productos
- Asesoría para la reducción de los costos de operación del cliente
- El mejor servicio como complemento de un buen equipo de trabajo

Cada uno de estos principios se ha logrado engranar para lograr un conjunto de productos y servicios de la más alta calidad, para que tanto el

cliente como el conductor puedan ambos beneficiarse del nivel más alto de confianza.

En los casi veintisiete años que LLANRESA tiene de estar funcionando en el mercado nacional, se ha preocupado por generar una evolución en los productos y servicios que ofrece, ampliando su atención a los distintos segmentos de mercado y así llenar todas las necesidades que los conductores y dueños de vehículos puedan poseer.

De lo anterior es que la empresa posee tres líneas de negocio, para cubrir cualquier necesidad que el mercado puede presentar.

- Planta de reencauche: ubicada en el km 15,5, ruta al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala. En esta planta se realizan los procesos de reencauche y reparación de todo tipo de llantas agrícolas, industriales y mueve tierra. Siendo sus principales clientes las fincas agrícolas, algodonerías, ingenios azucareros, constructoras, exploraciones petroleras y las principales cementeras de Centro América. Además se reencauchan y reparan llantas de uso comercial (camiones y buses) y de vehículo liviano.
- Comercialización de llantas y tubos nuevos: LLANRESA es proveedor de llantas nuevas para todo tipo de vehículo (pasajero, liviano, comercial, industrial, forestal, mueve tierra, portacontenedores y servicios especiales). También comercializa tubos para neumáticos de todas las aplicaciones.

- Centros de servicio: son talleres especializados que prestan servicios de mecánica general, en distintos puntos del área metropolitana y del interior del país.

1.1.1. Proceso de reencauche en frío de un neumático en la planta LLANRESA

- Área de inspección inicial: el proceso de reencauche de un neumático se inicia con la inspección y es enfatizado para demostrar que si una llanta es apta para el reencauche, el operario inspecciona si pueden existir fallas o problemas en la llanta como bolsas, grietas, pasiones de objetos punzocortantes entre otros.
- Área de raspado: el segundo paso en el proceso de reencauche de un neumático es raspar la banda antigua y dejar solamente el casco de la llanta, para realizar reparaciones en el casco del neumático; si algún caso lo amerita, de forma contraria continúa con el proceso evitando la etapa de reparaciones.
- Área de reparación: en la área de reparación es donde se ve involucrado el saneo o raspado de toda aquella superficie que no pudo ser raspada por las máquinas y en lugares donde la llanta necesite una reparación específica.
- Área de raspado de parche: es el área donde se elimina todo parche antiguo que posea la llanta, así también si existiera algún tipo de parche vertical (tarugo) que podría afectar la llanta en el proceso de reencauche en el momento de embande.

- Área de cementado: en esta etapa del proceso de reencauche es donde se agrega el pegamento (cemento) pulverizado para lograr una distribución uniforme del cemento en el caso del neumático. El cementado es el pegamento que será el adhesivo con la nueva banda, cuando se encuentre en la etapa de vulcanizado.
- Área de relleno: el área de relleno es la etapa donde se coloca hule caliente en partes laterales (si es necesario), hendiduras, heridas o reparaciones efectuadas por el raspado; en esta área también se coloca cualquier tipo de parche superficial o parche vertical; cuando se encuentre en el área de vulcanización el caucho se vuelve duro y genera un sello perfectamente hermético que evita que exista algún tipo de fuga.
- Área de preparación de banda (llanta comercial): esta área trabaja en conjunto con las otras áreas, ya que se prepara el tamaño indicado de la banda para determinado casco; así también se pulen los extremos de la banda para que no existan imperfecciones que pudieron generarse por el corte.
- Área de embande (llanta comercial): es la etapa en donde se coloca la nueva banda al casco usado y se elimina cualquier tipo de aire que pueda quedar entre el casco y la banda.
- Área de taqueo (llanta agrícola-industrial): en esta sección se coloca el taco al casco agrícola o industrial; este taco, para su colocación, debe ser calentado para su fácil adherencia antes de su total adherencia en el proceso de vulcanizado.

- Área de vulcanización: el proceso de vulcanizado del neumático es el momento en el cual se generará la adherencia total de la banda o taco con el casco antiguo, cuando se ingresa una llanta al proceso de vulcanizado genera la fusión entre las dos partes de la llanta (casco-banda o casco-taco).
- Área de inspección final: es la etapa final del proceso de reencauche del neumático; aquí solamente se observa que el vulcanizado haya generado completamente y que no existan fallas en el proceso.

1.2. Antecedentes de mantenimiento de planta de reencauche

El mantenimiento de la planta estaba siendo elaborado de manera correctiva y en ciertas ocasiones preventivo, solucionando problemas de cada equipo cuando se presentara la falla. Cuando se realizaba el mantenimiento preventivo era efectuado por las experiencias de las repeticiones de fallas que suelen presentar los distintos tipos de máquinas, el personal de mantenimiento controlaba el tiempo de falla y realizaba el mantenimiento antes que lograra presentarse algún tipo de problema en el equipo.

Todo lo anteriormente mencionado es aplicado al equipo que se encuentra en la planta de producción, mientras que a los equipos, tanto del área de generación de vapor como compresores y generadores, los mantenimientos son efectuados por empresas contratadas; cabe mencionar que en el presente plan de mantenimiento se hace mención a los puntos más importantes de mantenimiento del compresores y de los generadores; así también se detallan los aspectos de vital cuidado en el mantenimiento de calderas.

1.3. Inventario de equipo de planta de reencauche

El inventario de equipo muestra el listado que se encuentra operando dentro de la planta de reencauche.

Tabla I. Inventario de equipo

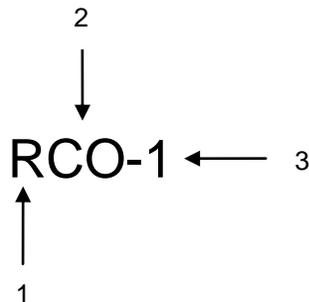
Núm. (en área)	CÓDIGO DE MANTENIMIENTO	ÁREA DE PRODUCCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE
1	IIN-1	Inspección inicial	ATEC INSTA- SPECT U.S. PATENT STATION	-----	-----
2	IIN-2	Inspección inicial	BRANICK	5660	-----
3	IIN-3	Inspección inicial	HAWKINSON CO.	NDT-II	
1	RAI-1	Raspado y saneo	COLLMANN	-----	
2	RAI-2	Raspado y saneo		-----	
3	RCO-1	Raspado y saneo	CINCINNATI		
4	RCO-2	Raspado y saneo	MALISBURY MACHINARY COMPANY		
1	RPE-1	Raspado y saneo	LEESON	-----	-----
2	RPE-2	Raspado y saneo	LEESON	-----	-----
3	RPE-3	Raspado y saneo	LEESON	-----	-----
4	RPE-4	Raspado y saneo	LEESON	-----	-----
1	RTA-1	Raspado y saneo		-----	-----
2	RTA-2	Raspado y saneo		-----	-----
1	RTB-1	Raspado y saneo		-----	-----
2	RTB-2	Raspado y saneo		-----	-----
1	CPN-1	Cementado	-----	-----	-----
1	EPN-1	Embande	-----	-----	-----
2	EPN-2	Embande	-----	-----	-----
1	ECO-1	Embande	-----	-----	-----
2	ECO-2	Embande	CAHILL	-----	-----
3	ECO-3	Embande	-----	-----	-----
4	ECO-4	Embande	Maggion	ROL-12 ^a 3	09-95
1	EPE-1	Embande	Bosch		
2	EPE-2	Embande	Bosch		
1	EPM-1	Embande	Bosch		
2	EPM-2	Embande	Bosch		
3	TPM-3	Taqueo	Bosch		
1	TPM-1	Taqueo	Bosch		
2	TPM-2	Taqueo	Bosch		
3	TPM-3	Taqueo	Bosch		
4	TPM-4	Taqueo	Bosch		
1	TH-1	Taqueo	-----	-----	-----

Continuación de la tabla I.

2	TH-2	Taqueo	-----	-----	-----
3	TH-3	Taqueo	-----	-----	-----
4	TH-4	Taqueo	-----	-----	-----
5	TH-5	Taqueo	-----	-----	-----
6	TH-6	Taqueo	-----	-----	-----
1	PGC-1	Preparación de banda	-----	-----	-----
2	PGC-2	Preparación de banda	-----	-----	-----
1	VAI-1	Vulcanizado	MAKERS (Año 1951)	-----	-----
2	VAI-2	Vulcanizado	TREADBONDER VULCAN	-----	-----
3	VCO-3	Vulcanizado	CEDCO	2523B	2062
4	VCO-4	Vulcanizado	FERLEX		
5	VCO-5	Vulcanizado	VULCAP	TB-54 Treadbonder	-----
1	VEN-1	Vulcanizado	-----	-----	-----
1	VUN-1	Vulcanizado	-----	-----	-----
1	GVP-1	Generación de vapor	Gabriel, Portland	Modelo No.20	MFR. No.488
2	GVP-2	Generación de vapor	Parker		
1	GLC-1	Generación de vapor	-----	-----	-----
1	IFC-1	Inspección final	BRANICK		----
1	ARE-1	Reparaciones	BRANICK	5120	
2	ARE-2	Reparaciones	BRANICK	5120	
1	GAC-1	Generación de aire	INGERSOLL-RAND		
2	GAC-1	Generación de aire	INGERSOLL-RAND		
3	GAC-1	Generación de aire	INGERSOLL-RAND		
1	GEE-1	Generación de energía eléctrica	KOHLER POWER SYSTEM	-----	400

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Interpretación de código



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Significado de código maquinaria

INTERPRETACIÓN DE CÓDIGO	
1	Área de producción
2	Tipo de maquina
3	Numero de maquina en área

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Códigos de maquinaria

CÓDIGO DE MANTENIMIENTO			
Código	Primer valor	Código	Segundo valor
I	Área de inspección	IN	Inicial
R	Área de raspado	AI	Raspado agrícola-industrial
E	Área de embande	CO	Comercial
V	Vulcanizado	V	Vapor
G	Generación	FC	Final comercial
A	Área auxiliar	RE	Reparaciones
C	Cementado	PN	Pedestal de neumáticos
P	Preparación de banda	PE	Pulidor escurador
P	Preparación de banda	GC	Guillotina de corte
		H	Horno
		EN	Envelopadora
		UN	Levantadora de llantas

Continuación de la tabla III.

Código	Primer valor	Código	Segundo valor
		TB	Turbina de baja rev.
		TA	Turbina de altas rev.
		PM	Pistola mini extruder
		LC	Licadora de cemento
		AC	Aire comprimido
		EE	Energía eléctrica

Fuente: elaboración propia.

El código de mantenimiento está en función del área, en que se encuentra localizada y el orden correlativo en el correspondiente en el área de producción; este código, ubicará de una manera inmediata el tipo de máquina a la que se está refiriendo.

2. MANTENIMIENTO

Es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades (inmuebles, equipo, instalaciones, herramientas, entre otros), en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico, previniendo daños o reparándolos cuando ya se hayan producido.

Para las diferentes actividades de mantenimiento hay diversas intensidades, las cuales dependen de la edad del equipo y de los daños de uso, que se pueden describir en una característica de eficiencia. En un equipo se pueden observar tres fases que tienen una dependencia mutua entre sí.

La segunda fase es normalmente el periodo donde la maquinaria trabaja sin fallas; el caso de deficiencia es ocasional y por eso la frecuencia de falla es constante por razones estadísticas.

La tercera fase se caracteriza por la edad del bien, y por eso las fallas típicas son causadas por desgaste de los componentes del equipo; este porcentaje aumenta hasta cierto nivel cuando todos los componentes del bien son reemplazados. Es de tener en cuenta que cada equipo tiene una vida útil de aprovechamiento.

2.1. Tipos de mantenimiento

A continuación se describen los diversos tipos de mantenimiento.

2.1.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento realizado a intervalos predeterminados, con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la reducción del funcionamiento del equipo.

Si el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo se refiere a serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo, para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado.

Este tipo de mantenimiento se logra con el afinamiento de las técnicas de anticipación de las clases de mantenimiento anteriormente mencionadas. El mantenimiento preventivo es un sistema de previsión de fallas, que por medio de una serie de inspecciones calendarizadas, controladas y previstas, reduce al mínimo el tiempo perdido por la falla y avería.

2.1.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo suele confundirse con lo que se conoce como reparaciones y mantenimiento de fallas; estas son interpretaciones diferentes.

El mantenimiento correctivo comprende aquellas tareas que provocan un cambio o una corrección de alguna función de un equipo o máquina, para que

realice la tarea en forma distinta para la que fue diseñado. El mantenimiento correctivo está arraigado al cambio del elemento o también por el mejoramiento del mismo, para una pronta solución del sistema operativo.

Cada elemento de máquina puede causar problemas, ya sea por causa de sus elementos principales de construcción o por el hecho del deterioro de elementos expuestos, daños, vibraciones, sobrecalentamiento, mala operación del personal, malos ajustes, o por sobrecarga debida a la alta producción.

Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento.

Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no pueden justificarse. Esta clase de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle, aplicada principalmente a los componentes electrónicos.

2.1.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es la serie de técnicas y acciones que deben aplicarse con el objetivo de detectar fallas prematuras y defectos de maquinaria en las etapas iniciales y evitar que las fallas se manifiesten catastróficamente durante el proceso de operación y ocasionen paros repentinos de emergencia y en tiempos muertos de producción, causando un impacto financiero negativo.

Para la efectividad de un mantenimiento predictivo debe realizarse un análisis sobre el funcionamiento de cada equipo y determinar qué equipo se justifica con la implementación de un programa, tanto técnica como

económicamente. Las técnicas efectuadas en el mantenimiento predictivo son las siguientes:

- Análisis y control de vibraciones mecánicas: esta es un técnica de diagnóstico y resolución de problemas de maquinaria rotatoria y constituye la base de un programa eficiente de mantenimiento predictivo.
- La termografía infrarroja: detecta problemas de calor en las máquinas por medio de instrumentación electrónica digital. Se prueban las temperaturas a la que trabajan las piezas y se comparan con las especificadas por el fabricante.
- Ultrasonido de alta frecuencia y onda corta: utilizando instrumentación electrónica digital para detectar ruidos anormales en regiones inaccesibles, se detectan fugas de vapor, tuberías de calderas y aire comprimido, sin necesidad de tener contacto físico.
- Análisis de corrientes en sistemas eléctricos: para detectar posibles problemas en los componentes electrónicos y eléctricos.
- Análisis de aceites lubricantes: buen número de fallas se presentan por problemas de lubricantes. Se saca una muestra que se analiza por espectrometría, la cual detecta qué materiales presenta la muestra, con lo que pueden descubrirse tendencias de desgaste.
- Análisis y degradación del proceso industrial: se analizan todos los parámetros de montaje, mantenimiento, revisión de los procedimientos que se están utilizando para mantener las máquinas, las especificaciones técnicas y los programas de mantenimiento.

2.1.4. Mantenimiento bajo condición

El mantenimiento bajo condición o CBM - mantenimiento basado en la condición, CBM por las siglas de su nombre en inglés *condition-based maintenance*, tiene como base la monitorización de las condiciones o estado de los diferentes elementos de una máquina o equipo para decidir el momento óptimo (más adecuado) para realizar las tareas de mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento bajo condición será disponer de la máxima cantidad de datos objetivos sobre la máquina, para poder identificar los posibles fallos que generen incidentes o paradas no deseadas antes de que aparezcan; para ello se utiliza el análisis de las tendencias de todos los datos recolectados.

- Control de temperatura, mediante termómetros de contacto, infrarrojos, termografía.
- Monitorización dinámica, control de la energía emitida por equipamientos mecánicos como el análisis de vibraciones, medida de ultrasonidos, entre otros.
- Análisis de aceites, para comprobar las cualidades de cualquier tipo de aceite, sea cual sea su función: aceites lubricantes, hidráulicos, y aislantes.
- Control de corrosión.
- Comprobaciones no destructivas (rayos X).
- Comprobaciones eléctricas.

- Supervisión del rendimiento, comparando datos nominales con los reales en cuando a caudales, presiones, tiempos, temperaturas, voltaje, entre otros.

2.1.5. Mantenimiento de clase mundial

Es un conjunto de las mejores prácticas que reúnen elementos de distintos enfoque, organizaciones con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, las cuales aplicadas en forma coherente, generan ahorros sustanciales a las empresas; también un mantenimiento clase mundial debe preocuparse no solamente consigo mismo, sino también con la empresa y con lo que esta podrá enfrentar con nuevas exigencias de las organizaciones en términos de receta y rentabilidad por las indisciplinas hasta entonces “naturales” de sus equipamientos.

Características del mantenimiento de clase mundial:

- Categoriza las mejores prácticas en la trilogía (G-P-T).
- Énfasis en obtención de los objetivos estratégicos del negocio a través del trabajo en equipos.
- Importancia al desarrollo de la competencia de la gente para el desempeño en los proceso.
- Promueve el trabajo en un ambiente de mejoramiento continuo.
- Busca la integración de los procesos y no ± fragmentación de las tareas.
- Promueve la relación continua del mantenimiento y el operador.
- El mantenimiento debe ser visto como una organización con visión de negocio que satisface a sus clientes y agrega valor a la empresa.
- Considera la tecnología de información como habilitador esencial en la integración de los procesos.

- Fomenta la eficiencia y efectividad de los procesos a través de una planificación disciplinada.

2.2. Enfoques del mantenimiento preventivo

Una característica natural es que la planificación del mantenimiento dará lugar a la mejor obtención de los objetivos trazados, así se pueden definir los enfoques del mantenimiento por medio de cada fase.

2.2.1. Inventario de equipo

El inventario es la primera etapa o fase que se debe tomar en cuenta en el desarrollo del mantenimiento preventivo para la posterior búsqueda de datos de interés en las actividades de mantenimiento.

2.2.2. Datos técnicos de equipo

Los datos técnicos provienen de la toma del inventario de la maquinaria; por lo cual ya se tiene la base para iniciar la búsqueda de la forma de funcionamiento, forma de operación y aspectos de información como manuales que son guías para la elaboración de actividades básicas del mantenimiento de la maquinaria.

2.2.3. Funcionamiento básico de maquinaria

En el funcionamiento de la maquinaria se indica la forma de operación con lo cual se tiene una idea del tipo de máquina con la que se tendrá contacto al momento de la ejecución del mantenimiento.

2.2.4. Procedimiento de mantenimiento

Esta fase se ayuda con la información del equipo, como la de forma de operación y de funcionamiento y se empieza con la redacción de la lista de actividades a ejecutarse rutinariamente para cada equipo o maquinaria.

2.2.5. Control de frecuencia

El control de frecuencia tiene como base las recomendaciones de los manuales, así como también la del personal de mantenimiento en cual si ha identificado algún tipo de falla recurrente, plasmarlo en la bitácora de mantenimiento de cada equipo, donde se indicará el tiempo necesario para efectuar cualquier actividad de mantenimiento.

2.2.6. Manual de actividades de mantenimiento

Se indica de una forma general y básica las acciones de las actividades de mantenimiento que se deben aplicar en forma rutinaria a los distintos elementos que componen una determinada máquina.

2.2.7. Programación de mantenimiento

La programación del mantenimiento se basa en las bitácoras de mantenimiento de cada equipo, pero lista las actividades de todos los equipos en una sola planificación.

3. MANTENIMIENTO GENERAL DE PLANTA

3.1. Mantenimiento preventivo de instalación neumática

En este tipo de mantenimiento solamente se aplica la planificación y la realización de alguna actividad de rutina; si fuera necesario, evitar que exista problema en el sistema neumático; este mantenimiento tipo menor está basado en la contaminación y el daño que este puede ocasionar al sistema.

3.1.1. Generalidades del mantenimiento

Para analizar un sistema de distribución de aire y su mantenimiento es necesario conocer aspectos importantes como la neumática; el aire juega el papel más importante en todos los circuitos de neumática; el funcionamiento óptimo o eficiente de las máquina se refiere en gran medida a que el flujo de trabajo posea las condiciones adecuadas de servicio como aire seco (sin humedad), presión adecuada y aire limpio; de esta forma con los 3 aspectos necesarios del aire se estará asegurando la mayor productividad en el proceso al menor costo posible, para esto es necesario aplicar técnicas en la gestión de un mantenimiento preventivo.

Además de los tres aspectos del aire que se necesita para que el equipo funcione en óptimas condiciones, también se debe analizar el aspecto en el cual se encuentra localizado el equipo.

- Condiciones de admisión de aire a los compresores.
- Conducción del aire comprimido hasta el punto de servicio.

- Condiciones en las que se encuentra ubicado el equipo neumático.
- Respuesta ante factores donde el equipo se encuentre en bajo rendimiento.

Para tener en cuenta que el plan de mantenimiento preventivo funcionará, se resumen en los siguientes puntos de observación:

- Prevención
- Detención
- Inspección

3.1.1.1. Prevención

La mayoría de los problemas se pueden llegar a solucionar por medio de indicativos de funcionamiento de los equipos, lo cual en algunos momentos muestra un funcionamiento inusual al momento de trabajo; el primer aspecto que se debe tomar en cuenta en la prevención de fallas debe ser el de la contaminación de lugar de trabajo; en este caso el polvo, caucho y agua; esta contaminación debe ser controlada y de esta forma se obtendrá la mayor eficiencia en el proceso.

3.1.1.2. Detención

En el proceso de recauchado de neumático posee un sistema de aire cerrado, por lo cual el desgaste de la mayoría de los componentes es interno, de modo de que debe analizarse el aire, y si en algún momento se está consumiendo mayor lubricante que lo usual.

3.1.1.3. Inspección

La inspección u observación programada de una maquinaria es vital para que se puedan detectar anomalías en la máquina o la búsqueda de algún tipo fuga ayudará a que no exista ningún tipo de paro inoportuno que pueda retrasar el proceso.

3.1.2. Principales daños de contaminación en instalación neumática

- Reducción de la eficiencia
- Aceleración de desgaste

Los efectos de la contaminación se dan con frecuencia y es difícil de detectar la pérdida de eficiencia, ya que es de tipo interno; es necesario mantener en mantenimiento el equipo, de no ser así, esto puede significar una elevación de costos en la producción del proceso.

¿A qué se le puede denominar contaminante?

Un contaminante al sistema neumático es todo aquel elemento extraño, pueden mencionarse contaminante como el polvo, agua, calor, aire y partículas extrañas; los contaminantes en sistema se pueden establecer en 2 categorías:

- Partícula contaminante: este tipo de contaminante puede generarse tanto fuera como dentro del sistema neumático; y como contaminante exteriores se pueden mencionar el polvo, arena y caucho que son las más comunes en este proceso, las cuales pueden ser controladas.

- Contaminante químico: los contaminantes químicos se pueden dar igualmente tanto en el exterior como en el interior de tuberías y máquinas; el calor y el agua pueden llegar a combinarse y forman una reacción química que provocaría la formación de óxido y corrosión y otros tipos de ácidos, lo cual obstruiría la función esencial del lubricante dentro de una maquinaria.

3.1.3. Efectos de los contaminantes en la instalación neumática

Los efectos más nocivos que pueden presentarse en un equipo y que pueden llegar a reducir tanto la eficiencia como las prestaciones del equipo son la abrasión la fatiga y obstrucción.

- Abrasión: es el resultado que se da por la introducción de partículas abrasivas, las cuales rozan con los componentes mecánicos al mezclarse con las partículas metálicas, así como con la posible humedad que posea el aire comprimido y polvo; se multiplica la abrasión, la cual se desplaza a otras partes del sistema, generando muchas más fallas.
- Fatiga: es el único efecto que en teoría tendría que darse en el equipo neumático conforme al uso de este; la fatiga es el efecto de sometimiento de cargas de altas presión o de presiones uniformes lo cual puede generar desde un agrietamiento o astillas hasta el rompimiento de los elementos mecánicos de equipo.
- Obstrucción: se obtiene cuando las partículas pequeñas se acumulan y van generando impedimento al flujo de aire comprimido lo cual genera una pérdida de eficiencia en el sistema neumático.

Figura 2. **Obstrucción en tuberías**



Fuente: *Aire comprimido*. <https://marcelocassani.wordpress.com/>.

Consulta: 1 de noviembre de 2014.

3.1.4. Mantenimiento en prevención del control de la contaminación neumática

El equipo neumático es bastante susceptible a la contaminación en el proceso de producción y en todos los procesos del aire comprimido como el cambio, llenado y almacenado de aire, por lo cual se debe de ser cuidadoso en el momento de mantenimiento.

3.1.4.1. Control de la contaminación

El control de la contaminación debe darse desde el momento antes del inicio de la producción y continuar con este en el momento de trabajo de la máquina. Una de las formas comunes de la incrustación de un tipo de contaminante en un equipo neumático es el rayado, picado o rompimiento de juntas en los elementos mecánicos como un cilindro. Las 3 formas para prevenir la deficiencia del equipo son:

- Inspecciones
- Mantenimiento del equipo neumático en buen estado
- Utilización de protectores

Las 3 formas de prevenir las deficiencias de los equipos se basan en el mantenimiento desde la admisión hasta la entrega de aire en la conexión de una unidad de mantenimiento; durante todo este proceso de mantenimiento deben realizarse inspecciones, comprobaciones, cambios y limpiezas. Las inspecciones que se deben realizar al sistema de aire comprimido son:

- Comprobar el nivel de fluido (aire).
- Comprobar que no hay pérdidas en los cilindros neumáticos.
- Comprobar el estado o posibles pérdidas en las mangueras y líneas neumáticas y en la zona del depósito neumático.
- Comprobar que el estado del enfriador de aire neumático no tenga pérdidas o este obstruido.
- Comprobar el estado de las conexiones en todas las líneas neumáticas.
- Cambiar el filtro neumático.
- Comprobar la presión del sistema neumático.
- Cambiar el aire neumático y lavar las rejillas de la boca de llenado.

En la siguiente la tabla se muestra las actividades de mantenimiento en la instalación neumática de la planta:

Tabla IV. **Actividades de mantenimiento de instalación neumática**

Acción de mantenimiento	Código de actividad de mantenimiento
Inspección diaria 10 horas	MN1
Inspección mensual 250 horas	MN2

Continuación de la tabla IV.

Inspección trimestral 500 horas	MN3
Inspección semestral 1000 horas	MN4
Inspección anual 2000 horas	MN5
Inspección de enfriador de aire	MN6
Inspección de líneas neumáticas	MN7
Inspección de unidad de mantenimiento	MN8
Verificación de tornillo de soporte de maquina	MN9
Comprobación de presión de sistema	MN10
Cambio de aire neumático	MN11
Limpieza de rejillas de admisión	MN12

Fuente: elaboración propia.

- Inspección diaria o cada 10 horas: comprobar el nivel de fluido (aire). Comprobar que no hay pérdidas en cilindros neumáticos. y el estado o posibles pérdidas en las mangueras y líneas neumáticas y en la zona del depósito neumático.
- Inspección mensual o cada 250 horas: realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 horas. Comprobar que el estado del enfriador de aire neumático no tiene pérdidas o está obstruido. Comprobar el estado de las conexiones en todas las líneas neumáticas.
- Inspección trimestral o cada 500 horas: realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 y las 250 horas. Cambiar el filtro neumático. Comprobar que los tornillos de los soportes de cilindro neumáticos no estén flojos o se han perdido.

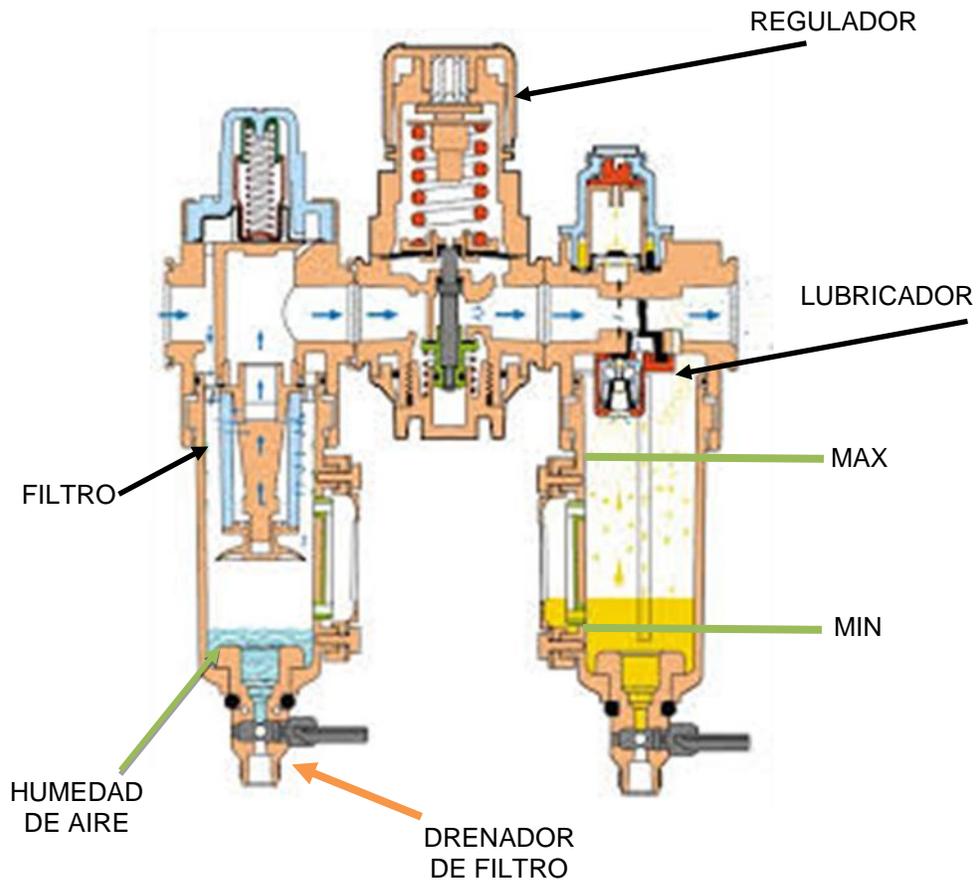
- Inspección semestral o cada 1 000 horas: realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250 y las 500 horas. Comprobar la presión del sistema neumático.
- Inspección anual o cada 2 000 horas: realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250, 500 y las 1 000 horas. Cambiar el aire neumático y lavar las rejillas de la boca de llenado.
- Enfriador del aire neumático: el enfriador tiene la función de enfriar el aire comprimido, ya que el aire comprimido es menos denso y tiene mejor propiedades termodinámicas; por lo cual deben estar libres de obstrucciones las aletas o panales que van unidas con los ductos de aire comprimido, para que cuando el ventilador de aire haga pasar la ráfagas de viento cumpla la función de enfriar el aire comprimido.

Al mismo se le puede llamar una pérdida u obstrucción, se le denomina obstrucción cuando existe basura o cualquier partícula extraña empotrada en las aletas (panal) de enfriamiento del enfriador o en la carcasa del ventilador del motor eléctrico, el cual impide la libre circulación del aire intercambiador de calor. La pérdida puede ser considerada cuando existe algún impedimento las aspas del ventilador, el cual permita generar aire para las aletas del enfriador.

- Conexiones de líneas neumáticas: las conexiones y las líneas neumáticas deben ser inspeccionadas para observar que en las uniones con los equipos no existan fugas en acoples, niples (conexiones neumáticas), mangueras, entre otros.

- Inspección de unidad de mantenimiento: el servicio en la unidad de mantenimiento consiste en:
 - Inspección del nivel de lubricante. Nota: no debe excederse de los límites establecidos por la unidad de mantenimiento.
 - Verificación de que no exista demasiado condensado en el filtro de aire.
 - Si existe demasiado condensado en la unidad de mantenimiento, eliminar o drenar toda el agua en el filtro.
 - Que se tenga la presión adecuada en la unidad de mantenimiento.
 - Verificar que no existan fugas de aire comprimido.
 - Si existen indicios de formación o presencia de burbujas:
 - ✓ Corregir las conexiones de aire.
 - ✓ Colocar teflón, colocarlo en sentido de la dirección de la rosca.
 - ✓ De persistir la fuga de aire cambiar los acoples en la unidad de mantenimiento.

Figura 3. **Unidad de mantenimiento**



Fuente: *Neumática*. http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Imagenes/Capitulo1/1_21.jpg.

Consulta: 21 de octubre de 2014.

- Tornillos de soporte de máquina: la inspección del torque de tornillos de soporte de la máquina debe inspeccionarse para evitar vibraciones en el equipo y que esto no perjudique el rendimiento de la máquina y en las conexiones que la misma posea.
- Presión de sistema: el parámetro para la verificación de la presión es que se encuentre con una presión de 120 psi en el sistema general; pero

cabe mencionar que en algunas áreas la presión de trabajo es menor por el tipo de máquina que se está operando y va a depender de las exigencias del equipo.

- Cambio de aire neumático: el cambio de aire neumático consiste en renovar todo el aire comprimido que se encuentre en las tuberías de conducción y en el tanque de almacenamiento. Para sacar todo el aire comprimido existente no se debe permitir que se abra el circuito de aire comprimido porque podrían ingresar partículas indeseables y que pueden perjudicar todo el sistema y posteriormente al equipo que se utilice en el proceso de producción.
- Limpieza de rejillas de admisión: la limpieza de las rejillas de admisión debe realizarse cada año, pero si se observa que las rejillas están demasiado sucias antes del tiempo establecido, debe efectuarse la limpieza; unas rejillas limpias evitan que no entre demasiada suciedad al filtro del compresor y que afecte internamente el compresor y disminuya su rendimiento, y que los costos de operación por generación de energía sean elevados.

3.1.5. Mantenimiento preventivo para un compresor

Describe actividades básicas de mantenimiento que son necesarias para el compresor.

3.1.5.1. Datos técnicos de compresor

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla V. **Datos técnicos de compresor de 60 HP**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Compresor industrial
Marca	INGERSOLL-RAND
Área de trabajo	Generación de aire comprimido
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Presión máxima de trabajo	135 Psi
Potencia	60 HP
Código	GAC-1



Fuente: instalaciones de empresa LLANRESA.

Tabla VI. **Datos técnicos de compresor de 40 HP**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Compresor industrial
Marca	INGERSOLL-RAND
Área de trabajo	Generación de aire comprimido
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Presión máxima de trabajo	120 Psi
Potencia	40 HP
Código	GAC-2



Fuente: instalaciones de empresa LLANRESA.

Tabla VII. **Datos técnicos de compresor de 25 HP**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Compresor industrial
Marca	INGERSOLL-RAND
Área de trabajo	Generación de aire comprimido
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Presión máxima de trabajo	100 Psi
Potencia	25 HP
Código	GAC-3



Fuente: instalaciones de empresa LLANRESA.

3.1.5.2. Detalles de mantenimiento del compresor

El mantenimiento de un compresor es de vital importancia en el sistema de aire comprimido, ya que es la máquina que brinda el flujo de trabajo; con el mantenimiento del compresor habrá altas probabilidades de que tenga mayor vida útil de operación.

En el compresor se necesita de algunos aspectos para que trabaje en las condiciones óptimas y que su eficiencia sea la más alta posible. De igual forma también genera algunos aspectos, los cuales deben ser tomados en cuenta. Por lo cual un compresor necesita y produce algunos aspectos y efectos:

- Un respirador de aire: necesita aire fresco y limpio.
- Un consumidor de energía: debe utilizar energía eléctrica adecuada.
- Un generador de calor: necesita un adecuado suministro de enfriador.
- Un generador de agua condensada: necesita drenajes.
- Un usuario de aceite: necesita un lubricante de calidad y en cantidad apropiada.
- Un vibrador: necesita fundaciones y tuberías apropiadas.

Tabla VIII. **Actividades de mantenimiento de compresor industrial**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		
ACCIONES	ELEMENTO	
Inspeccionar	Nivel de refrigerante	NR1
Inspeccionar	Filtro de aire	NR2
Inspeccionar	Filtro de aceite	NR3
Verificación	Sensor de temperatura	
Cambiar	Filtro del refrigerante	
Limpiar	Separador barrido de pantalla y orificio	
Limpiar	Núcleos del enfriador	
Cambiar	Filtro de aire	

Continuación de la tabla VIII.

ACCIONES	ELEMENTO
Cambiar	Elemento separador
Cambiar	Refrigerante
Inspeccionar	Contactores de arranque

Fuente: elaboración propia.

3.2. Mantenimiento preventivo en generación de vapor

Describe actividades básicas de mantenimiento que son necesarias para las calderas.

3.2.1. Datos técnicos de caldera

Son datos básicos de información técnica del equipo.

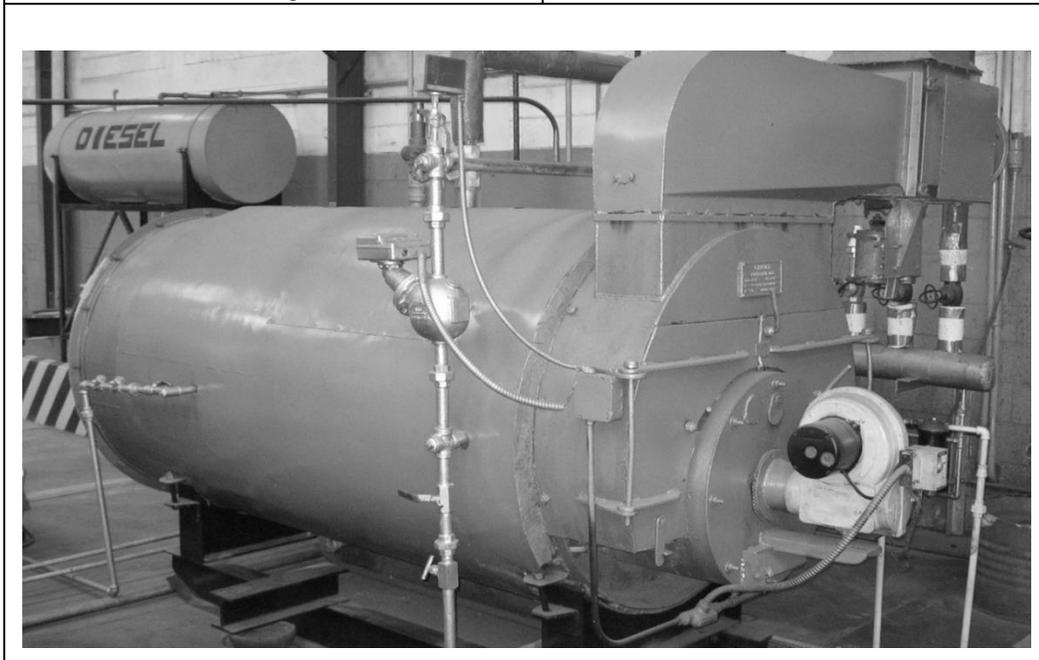
3.2.1.1. Caldera pirotubular

En este tipo de calderas los gases calientes pasan por el interior tubos rodeados de agua (H₂O). Las calderas pirotubulares se usan principalmente, durante el proceso de calefacción para producción de vapor en procesos industriales o como calderas portátiles. Este tipo de caldera se usa, generalmente, donde la demanda de vapor es reducida. No se utilizan para el accionamiento de turbinas porque no es convenientemente adaptable a la instalación de supercalentadores. La caldera pirotubular tiene limitación en cuanto a su tamaño y adaptabilidad de su diseño, además de su peculiaridad de compensar los efectos de las repentinas fluctuaciones de la demanda de vapor.

Debido a su volumen de agua, el tiempo que necesita para alcanzar su presión de trabajo, partiendo de un arranque en frío, es considerablemente mayor que el requerido por la caldera acuotubular.

Tabla IX. **Datos técnicos de caldera pirotubular**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Caldera pirotubular
Marca	Gabriel
Área de trabajo	Generación de vapor
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Caldera
Presión máxima de trabajo	120 Psi
Código	GVP-1



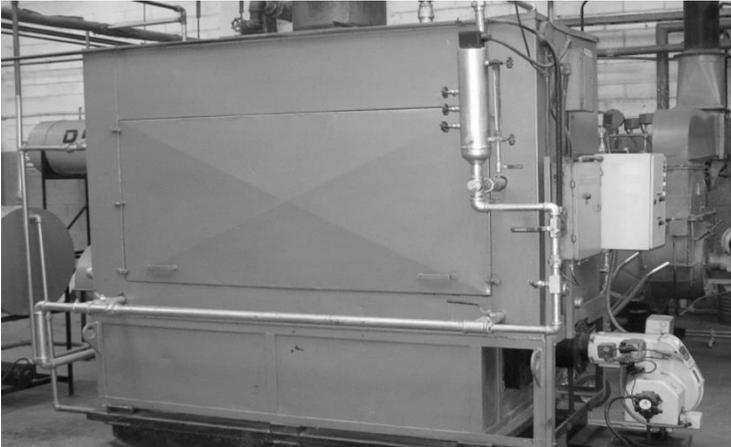
Fuente: instalaciones de empresa LLANRESA.

3.2.1.2. Caldera acuotubular

En este tipo de calderas, ocurre lo contrario, ya que por su construcción, los tubos llevan agua o vapor y los gases calientes pasan por la parte exterior. Se usan cuando se requieren altas presiones y eficiencias (85 a 90 por ciento) pudiendo quemar diferentes tipos de combustibles; la caldera acuotubular (el agua está dentro de los tubos) es usada en centrales eléctricas y otras instalaciones industriales, logrando con un menor diámetro y dimensiones totales una presión de trabajo mayor.

Tabla X. **Datos técnicos de caldera acuotubular**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Caldera acuotubular
Marca	Parker
Área de trabajo	Generación de vapor
No. de máquina	2
Origen	Estados Unidos
Tipo	Caldera
Presión máxima de trabajo	125 Psi
Código	GVA-2



Fuente: instalaciones de empresa LLANRESA.

3.2.2. Mantenimiento preventivo de caldera pirotubular y acuatubular

El mantenimiento de calderas debe ser de vital cuidado, ya que si no se presta la vigilancia necesaria pueden llegar a presentarse complicaciones en la generación de vapor, debido a que este constituyente es la segunda fuente de energía más utilizada en planta de reencauche y no solo en la generación de vapor sino en fallas que no deben de suceder en el interior de la caldera; se debe ser celoso en el cuidado del agua para la generación de vapor; el cuidado sobre la dureza debe ser controlado y con los productos mínimos o necesarios para su uso en el ablandamiento del agua, para evitar las incrustaciones y corrosiones en el hogar y los tubos de transferencia de calor.

Existen daños severos por la dureza y el ph del agua en la caldera; se puede llegar a tener incrustación y corrosión, lo cual si se detecta a tiempo al momento de limpiar los tubos, se estaría reduciendo el grosor del tubo y la optimización de la transferencia de calor; Así como también mantener la caldera con la cantidad de agua necesaria y evitando que los tubos queden expuestos, que en casos extremos si se llega colocar accidentalmente agua cuando la tubería ha quedado expuesta podría llegar a explotar la caldera.

Los primeros efectos en la caldera cuando existe corrosión o incrustaciones, que son los problemas comunes cuando existe presencia de oxígeno y dureza en el agua son:

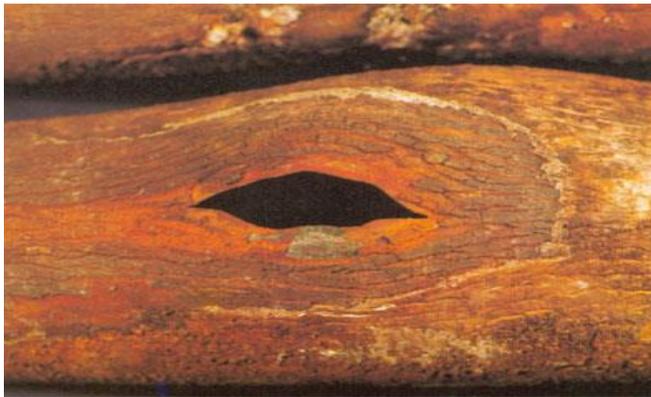
Figura 4. **Corrosión por oxígeno**



Fuente: *Deshollinadores*. <http://stopdeshollinadores.com/category/calderas/page/2/>.

Consulta: 31 de octubre de 2014.

Figura 5. **Corrosión por ácido carbónico**



Fuente: *Generación de vapor*. <http://www.waterclearcolombia.com/vapor.htm>.

Consulta: 1 de noviembre de 2014.

Figura 6. **Tubería con incrustación**



Fuente: *Anticrustantes*. <http://proceseng.com/ES/productos/antincrustantes.html>.

Consulta: 31 de octubre de 2014.

Los aspectos más importantes del mantenimiento de la caldera son:

- Satisfacer los requisitos operacionales
- Trabajar con operación segura
- Optimizar los costos de mantenimiento
- Prolongar la vida útil de la caldera
- Eficiencia energética

3.2.2.1. Actividades de mantenimiento de calderas acuatubular y pirotubular

Datos a inspeccionar:

- Presión y temperatura de agua de alimentación
- Temperatura de agua
- Presión combustible

- Presión de aire de automatización
- Temperatura de agua de retorno
- Presión de vapor de trabajo
- Temperatura de gases y limpieza de chimenea
- Temperatura de combustible
- Presión de aire de suministro secundario
- Fococelda (semestral) Verificar si es cierto
- Limpieza del lado de agua (Semestral)
- Limpieza del lado de fuego (Semestral)
- Purga de caldera y columna indicadora de agua
- Piloto de gas

Tabla XI. **Actividades de mantenimiento de caldera**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		
ACCIÓN	ELEMENTO	
Verificar	Nivel de agua y nivel de combustible	PA1
Purga	Caldera y columna indicadora	PA2
Tratar el agua según el cronograma establecido por la empresa contratada y con los productos indicados		
Verificación	Fococelda	
	Conexiones de aire y combustibles	
	Temperatura de gases de chimenea	
	Controles limitadores y de operación	
	Control de seguridad y conexiones	
	Filtraciones, ruido, condiciones anormales entre otros	
	Sello mecánico o prensa estopa	
	Líneas eléctricas de alimentación	
	Condiciones de combustión	

Continuación de la tabla XI

Inspección	Quemador
	Fuga de gases combustible
	Quemador
	Fuga de gases combustible
	Superficie interior del recipiente
	Presión de combustible
	Estado del refractario
	Piloto de gas
	Cables de ignición
	Cápsula de mercurio Mc donell
	Componentes eléctricos
Limpieza	Depurador de aire y separador aire
	Llave de bajo nivel de agua
	Lado de Agua (desincrustracion)
	Lado de fuego (descarbonizacion)
	Superficie del hogar
	Conductos

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Mantenimiento sobre tratamiento de agua para caldera

¿Por qué el tratamiento del agua? El tratamiento del agua es la parte más importante en el mantenimiento preventivo de una caldera; brindará la seguridad de que la caldera estará trabajando con el agua adecuada para la mejor generación de vapor y tendrá mayor vida en los componentes internos; se evitarán arrastres, corrosiones (diferentes tipos de corrosiones) e incrustaciones.

3.2.3.1. Dureza de agua

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos); se expresa en equivalentes de carbonatos de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en contacto con agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial.

- Agua blanda: es la que contiene poca caliza, forma abundante espuma con el jabón, es decir agua predominante libre de iones calcio y magnesio.
- Agua dura: es la que contiene exceso de sales y con la cual forma poca espuma con el jabón, contiene iones de calcio y magnesio y es inadecuada para algunos usos industriales, la dureza del agua se expresa como mg/l de carbonato de calcio (C_aCO_3).

3.2.3.2. Tipos de dureza

En el proceso de formación de las incrustaciones calcáreas intervienen las sales de calcio y magnesio que se asocian con iones bicarbonatos; por este motivo se definen tres valores relacionados con la dureza:

3.2.3.2.1. Dureza total

Es la concentración total de calcio y magnesio presentes en el agua. No proporciona en sí misma ninguna información sobre el carácter incrustante del

agua, ya que no contempla la concentración de los iones bicarbonato presentes.

3.2.3.2.2. Dureza temporal

Es la parte de la dureza total que puede incrustar y corresponde a la cantidad de calcio y magnesio que puede asociarse con iones bicarbonato. Su determinación analítica corresponde al contenido en bicarbonatos presentes en el agua y como máximo es igual a la dureza total del agua.

3.2.3.2.3. Dureza permanente

Corresponde a la cantidad de calcio y magnesio restante que se asocia con los otros iones, como cloruros, sulfatos, nitratos, entre otras. Es la diferencia entre la dureza total y la dureza temporal en general; en las condiciones de trabajo normales no produce incrustaciones.

3.2.3.3. Tipos de tratamientos de agua

Se describen algunos tratamientos más utilizados actualmente por las industrias.

3.2.3.3.1. Precipitación con carbonato

Este proceso emplea el producto de solubilidad de un compuesto que contiene un ion o radical que es considerado perjudicial y que, en consecuencia deber ser eliminado. El ablandamiento con cal es el proceso de precipitación

usado con mayor frecuencia, consiste en la reducción de la dureza por la adición de cal hidratada al agua para precipitar CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, o ambos.

Este método no es tan simple como aparenta, ya que se forman pares de iones y en virtud de las interferencias impide su precipitación en el tiempo normal de la reacción. El equipo empleado lo conforma un tanque con capacidad diseñada de acuerdo con las necesidades y requiere un tiempo de retención.

Esta técnica constituye uno de los métodos más generales que se emplea a nivel industrial para ablandar el agua. Este proceso consiste en aplicar cal y carbonato de sodio al agua cruda. La cal reacciona con los bicarbonatos solubles de calcio y de magnesio, que son los que causan la dureza y forman carbonatos de calcio e hidróxido de magnesio insolubles.

El carbonato reacciona con los compuestos solubles no carbonatados de calcio y de magnesio que causan la dureza por no carbonatos, precipitando compuestos insolubles de calcio y de magnesio, dejando en solución compuestos de sodio que no consumen jabón.

La separación por coagulación puede ser una buena alternativa cuando el agua presenta turbidez y su calidad es variable, o cuando la recalcinación de lodos puede llevarse a cabo.

Se sugiere efectuar una presedimentación cuando el agua está muy turbia; la aglomeración de carbonatos de calcio es rápida cuando los cristales de CaCO_3 están libres de coloides orgánicos.

3.2.3.3.2. Filtración

Es el proceso más simple de separación en el cual un material poroso actúa como barrera. El agua es forzada a pasar a través de este material, reteniendo los sólidos sususpendidos.

Consta de un medio filtrante, un fluido con sólidos en suspensión, una fuerza o diferencia de presión que obligue al fluido a avanzar y un dispositivo mecánico llamado filtro que sostiene el medio filtrante, contiene el fluido y permite la aplicación de la fuerza.

La filtración sobre lechos multicapa de arena de diferentes granulometrías y antracita contiene ya un sistema de limpieza y válvulas que depende del caudal de agua a tratar. Varían de 0,5 a 5 000 m^3/h y velocidades de filtración según las exigencia de calidad del agua filtrada.

La filtración en medio granular está variando continuamente para satisfacer la aplicaciones crecientes en el campo de la depuración del agua. El sistema más común consiste en el filtro continuo estatificado de media doble flujo pistón descendente por gravedad; este emplea una capa de antracita sobre una capa de arena; el diseño permite una mejor eliminación de sólidos en suspensión. Periódicamente, se requiere un lavado a contracorriente o contralavado para eliminar los materiales atrapado en el medio.

3.2.3.3.3. Zeolitas

El ablandamiento con zeolitas es el proceso de intercambio iónico más antiguo y más simple. Elimina la dureza del agua incluyendo el hierro y el manganeso, si estos constituyentes pueden mantenerse en forma iónica

reducida. El lecho del intercambiador puede regenerarse con una salmuera de cloruro de sodio. Durante el proceso la dureza del agua puede variar, así como la velocidad del flujo a través del sistema.

El diseño del equipo consta de un armazón de acero que soporta al lecho intercambiador de iones.

3.2.3.3.4. Evaporación-condensación

Este método constituye un proceso térmico, en el cual el agua se somete a calentamiento hasta llegar a su punto de ebullición; posteriormente se colecta el vapor en un condensador para obtener agua pura. A medida que se evapora el agua de la solución y el líquido se vuelve más concentrado, es posible llevarlo hasta el punto en que se rebasa la solubilidad de la sal. Esto provoca la precipitación, por lo común en forma de incrustaciones sobre las superficies de transferencia de calor, donde el agua es evaporada.

La incrustación puede consistir en sales de calcio, magnesio y sílice. Esta incrustación disminuye mucho la velocidad de transferencia de calor, retarda la evaporación y reduce la eficiencia térmica.

Para la desalinización del agua se emplea con mayor frecuencia la evaporación súbita, en la que el líquido se calienta y se bombea a un tanque de baja presión evaporándose parcialmente. El proceso se repite varias veces bajo el mismo mecanismo.

3.2.3.3.5. Resinas de intercambio iónico

El intercambio iónico remueve de una agua cruda los iones indeseables, transfiriéndoles a un material sólido llamado intercambiador iónico. Estos intercambiadores son matrices sólidas que contienen sitios activos con carga electroestática, positiva o negativa, neutralizada por un ion de cargas opuestas; se emplean, entre otras aplicaciones, para el tratamiento de agua insoluble y su vida útil esperada es de 5 a 10 años.

3.2.3.3.6. Carbón activado

La adsorción es un proceso por el cual moléculas de impurezas se adhieren a la superficies del carbón activado. La adherencia es gobernada por una atracción eletroquímica. El carbón activado es preparado a partir de diversos materiales tales como: carbón, maderas, cáscaras de nueces, turba y petróleo.

Las temperaturas son altas (982-1,093 °C), la atmósfera especial del horno y la inyección de vapor del proceso de fabricación del carbón activado es la que “activa” y crea la porosidad, dejando mayormente una “esponja” de esqueleto de carbón. Los poros varían en tamaño desde “microporos” menos a 20 angstroms y “mesoporos” de 20-100 angstroms, hasta “macroporos” mayores a 100 angstroms, en un rango de hasta más de 100,00 angstroms.

3.2.3.3.7. Ósmosis inversa

La ósmosis inversa está basada en la búsqueda fundamental del equilibrio. Si dos fluidos que contienen diferente concentración de sólidos

disueltos son puestos en contacto, se mezclarán hasta que la concentración sea uniforme.

Cuando estos fluidos están separados por una membrana semipermeable, uno de ellos (el de menor concentración) se moverá a través de la membrana hacia el fluido que tenga una mayor concentración de sólidos disueltos. Después de un tiempo el nivel de agua será mayor en uno de los lados de la membrana.

La diferencia en altura se denomina presión osmótica; se obtiene un efecto inverso, si los fluidos son presionados de vuelta a través de la membrana, mientras que los sólidos disueltos permanecen en la columna; usando esta técnica se elimina la mayor parte del contenido en sales del agua.

3.2.3.3.8. Productos químicos

Los productos químicos utilizados generalmente en calderas son los secuestrantes de oxígeno, dispersantes, antincrustantes, protectores y neutralizantes, algunos productos químicos ejecutan su función en el interior de las calderas y otros que cumple su función previamente antes para las líneas de retorno de condensado.

La dosificación de los productos químicos debe ser realizada del agua hacia la caldera, en el caso de los secuestrantes de oxígeno; que son más efectivos, mientras mayor es su tiempo de residencia en el agua antes de llegar a la caldera.

3.2.3.4. Tratamiento de agua utilizado en la empresa

El tratamiento de agua utilizado en la empresa LLANRESA es por medio de productos químicos agregados en el depósito de alimentación de agua a las calderas; por lo tanto el tratamiento del agua de la caldera consiste en dos partes.

El tratamiento anticorrosivo para el condensado, VAPEN 220, se formula a base de aminos volátiles que permiten neutralizar ácido carbónico formado en el condensado y así evitar los pH bajos en el mismo.

Por otro lado el VAPEN 300 viene formulado con las siguientes sustancias:

- Sulfito de sodio catalizado: secuestrante de oxígeno que evita el *pitting* en los tubos de la caldera por entrada de oxígeno.
- Hexametáfosfato de sodio grado alimenticio: formador de lodos blandos en caso que eventualmente haya dureza en la caldera.
- Terpolímero dispersante: es el componente clave para mantener las sales insolubles lejos de las superficies metálicas y evitar su incrustación, tales como sales de hierro, hidroxapatita y sílice.
- Antiespumante: mantiene controlada la espuma y ebullición en la superficie del agua en el interior de la caldera. Eventualmente puede formarse más espuma de lo usual, pero esta sustancia evita que la espuma sea arrastrada por el vapor. Enviar vapor húmedo disminuye su

poder calorífico y obliga a un mayor consumo de combustible para la misma necesidad de calentamiento.

Estas dos sustancias son agregadas en los respectivos depósitos de cada caldera; el análisis debe realizarse por lo menos 3 veces por semana por el encargado en planta. Mensualmente se realiza el control del análisis de agua por la empresa contratada, así como el control del buen regenerado de los suavizadores. La cantidad de los productos químicos varía, ya que está en función del análisis de agua. El personal de la empresa contratada determina la cantidad de producto químico que es en función principalmente de la demanda de vapor que debe ser ingresado al depósito de agua de alimentación de la caldera por el personal de mantenimiento, y con qué frecuencia debe efectuarse,

- La dureza y la purga se tratan de la siguiente manera:

La dureza en el agua provoca incrustaciones de calcio y magnesio en los tubos de la caldera. Aún con producto químico, se recomiendan una combinación con un efluente libre de calcio y magnesio. Lo anterior se debe a que la cantidad de producto químico que se debería estequiométricamente aplicar es exageradamente alta. Aun agregando lo anterior se tendería un ambiente lleno de fosfato de calcio, que en teoría es blando, pero en la práctica se pega inevitablemente a la superficie metálica, aun con el mejor polímero y en las cantidades estequiométricamente adecuadas. Lo mejor es siempre usar agua suave y el fosfato estaría para las eventuales fugas de dureza.

Con lo cual se utiliza suavizador que es un tanque con resina especial que hace un intercambio iónico al pasar agua por dicha resina. El agua entrante con calcio y magnesio es intercambiado por el sodio ya contenido en la resina. El

agua saliente queda libre de calcio y magnesio pero con mayor contenido de sodio, el cual es casi definitivamente soluble en el agua. Una vez la resina se satura de calcio y magnesio es necesaria regenerarla con un lavado salmuera al 100%, usando 16 lb de sal por cada pie cubico de resina (que es la máxima fabricación de resina de aproximadamente 35,000 gr de dureza de pie cubico). Para poder remover el calcio y magnesio de la resina se necesita mucha mayor cantidad de sodio, estequiométricamente hablado. Lo anterior se debe a que los átomos de calcio y de magnesio son mucho más grandes que los de sodio.

Mientras que las purgas se establecen de acuerdo a la máxima de concentración de alcalinidad que puede manejar la caldera sin presentar peligros de mucha espumacion y vapor de baja calidad. En este caso se tiene un máximo de 850 ppm de alcalinidad lo cual indica que, en relación ala agua de alimentación, el agua de la caldera se concentra entre 5 a 6 veces. Por lo tanto se purga entre un 15 a 16% para mantener el parámetro de alcalinidad cercano a los 850 ppm. Si este parámetro baja significa un exceso de purga (mayor al 16%) y si el parámetro sube implica baja purga lo cual puede provocar efecto de espumacion y vapor húmedo. Los efectos de espumacion no solo se reducen a vapor de baja calidad sino también a inestabilidad en el nivel de la caldera dejando eventualmente los tubos expuestos "aire" lo cual implica excesivo esfuerzos mecánicos al no estar totalmente inundados con agua. Por lo tanto bajas purgas provocan alcalinidades elevadas y esto a su vez puede provocar que los tubos superiores se pandeen al quedar expuestos.

3.3. Mantenimiento de generador eléctrico

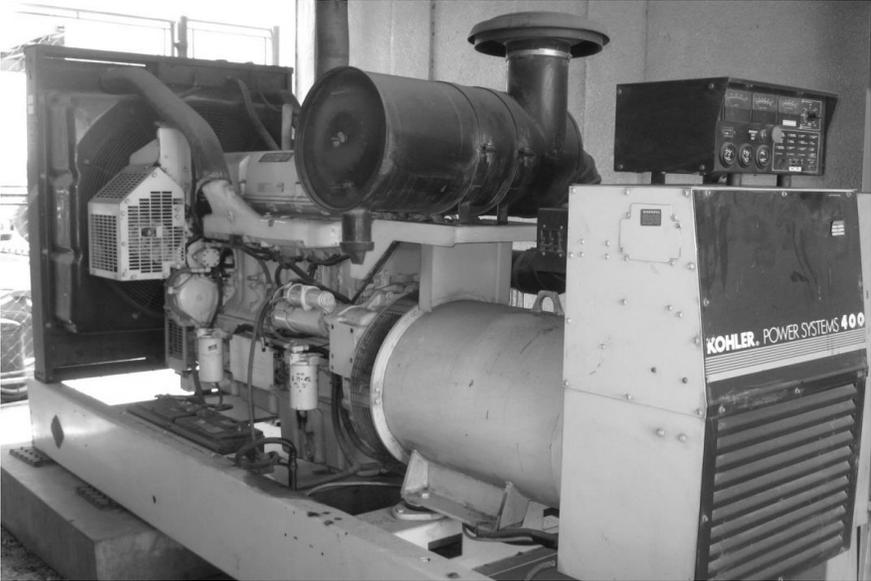
A continuación se describe el mantenimiento de básico de un generador eléctrico.

3.3.1. Datos técnicos de generador eléctrico

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XII. Datos técnicos de generador eléctrico

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Generador industrial
Marca	KOHLER POWER SYSTEM
Área de trabajo	Generación de energía eléctrica
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo de combustible	Diesel
Voltaje	440 V



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

3.3.2. Detalles de mantenimiento de generador eléctrico

El mantenimiento del generador eléctrico es efectuado por la empresa contratada: el personal de mantenimiento solamente es encargado de indicar en

qué momento se aproxima el tiempo del respectivo mantenimiento que ocurre cuando el generador ha llegado a sus 200 hrs de trabajo, sin embargo; cabe mencionar, los puntos mínimos de servicio preventivo que se deben efectuar al generador eléctrico.

Tabla XIII. **Actividades básicas de mantenimiento de generador eléctrico**

Sistema	Actividad de servicio	Generador en funcionamiento	Tipo				Nivel del servicio					
	X, ●=Actividades obligatorias		Inspección	Prueba	limpieza	Sustitución	200 horas	Nivel 1 1.000 horas	Nivel 2 10.000 horas	Nivel 3 30.000 horas		
Generador	Régimen nominal del generador		X			●		X	X ●	X ●		
	Disposición de bancada		X			●				●		
	Disposición de acoplamiento		X							X		
	Condiciones ambientales y limpieza		X				X	X	X	X		
	Máquina completa: Daños piezas sueltas y conexiones a tierra		X				X	X	X	X		
	Protectores, pantallas,		X				X					
Generador	Condiciones de funcionamiento eléctricas nominales y excitación	X		X			X	X	X	X		
	Vibración	X		X			X	X	X	X		
	Estado de los devanados		X				X	X	X	X		
	Resistencia del aislamiento de los devanados			X		●	X	X	X ●	X		

Continuación de la tabla XIII.

Devanado	Resistencia del aislamiento del rotor			X			X	X		
	Sensores de temperatura	X		X			X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

4. MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTA COMERCIAL

4.1. Datos técnicos de máquinas

Aspectos técnicos que indican información de la máquina.

4.1.1. Datos técnicos de máquinas de inspección inicial

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XIV. Datos técnicos de IIN-1

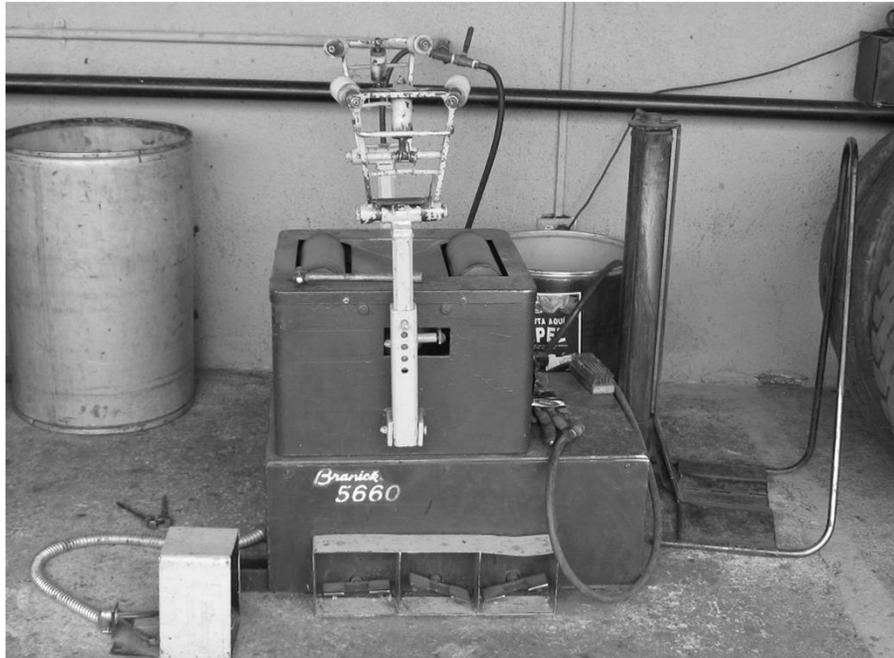
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Inspeccionadora
Marca	ATEC INSTA-SPECT U.S. PATENT STATION
Área de trabajo	Inspección inicial
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 psi
Código	IIN-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XV. Datos técnicos de IIN-2

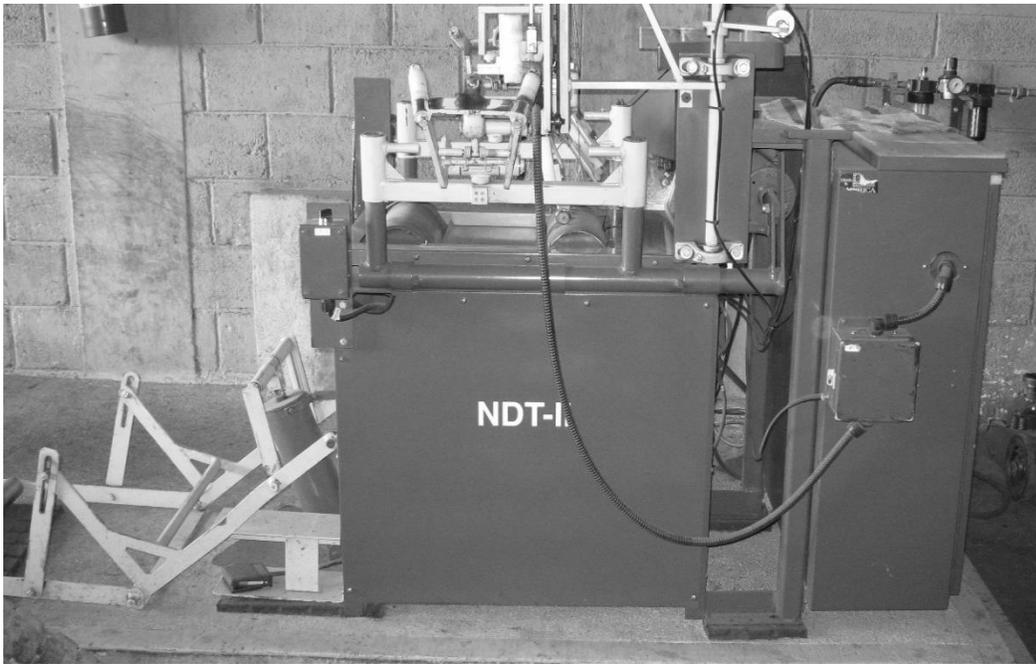
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Inspeccionadora
Marca	BRANICK 5660
Área de trabajo	Inspección inicial
No. de máquina	2
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 psi
Código	IIN-2



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XVI. **Datos técnicos de IIN-3**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Inspeccionadora NDT-II
Marca	NDT-II
Área de trabajo	Inspección inicial
No. de máquina	3
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 psi
Código	IIN-3



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.1.2. **Datos técnicos de máquinas de raspado y saneo**

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XVII. Datos técnicos de RCO-1

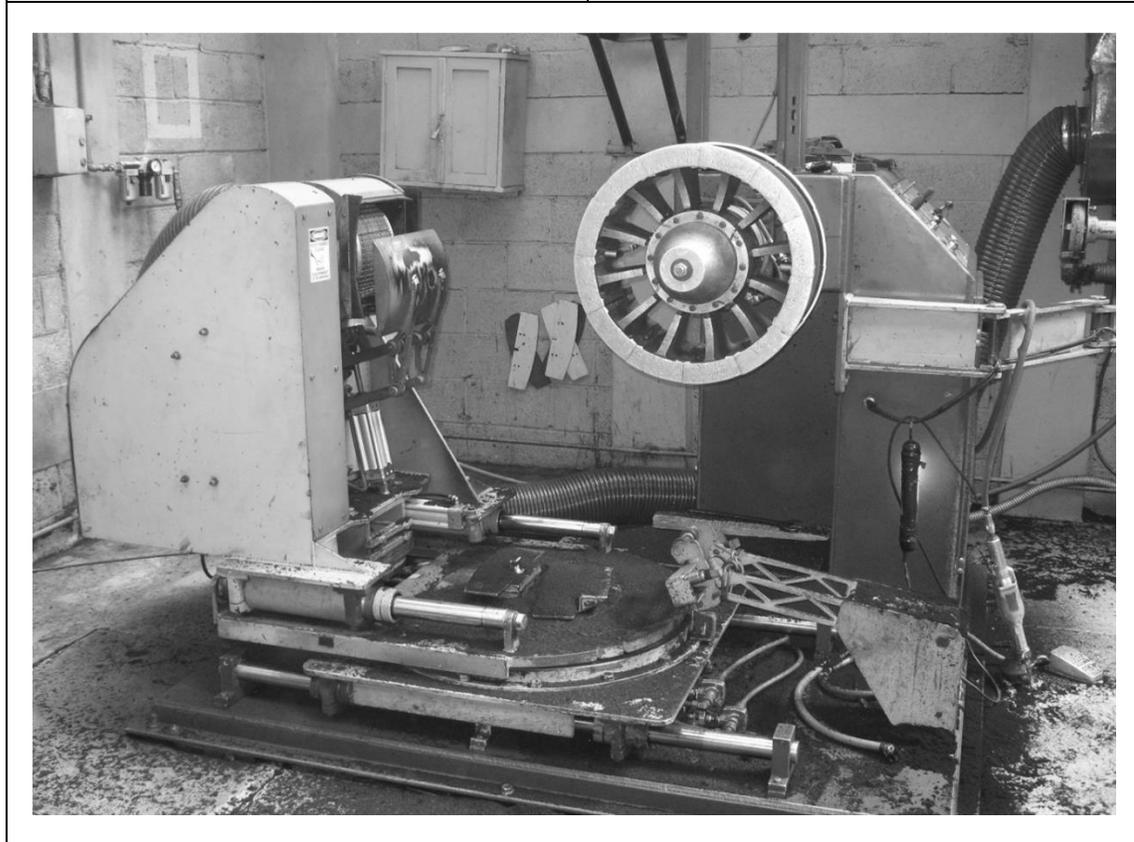
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Raspadora comercial
Marca	CINCINNATI
Área de trabajo	Raspado y saneo
No. de máquina	3
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 psi
Código	RCO-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XVIII. **Datos técnicos de RCO-2**

DATOS TÉCNICOS	
NOMBRE	Raspadora comercial
Marca	MALISBURY MACHINARY COMPANY
Área de trabajo	Raspado y saneo
No. de máquina	4
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 Psi
Código	RCO-2



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.1.3. **Datos técnicos de máquinas de reparaciones**

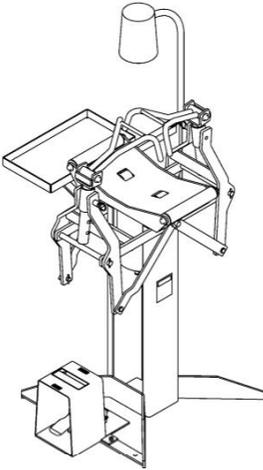
Son datos básicos de información técnica del equipo.

Máquina de inspección para reparaciones ARE-1 y ARE-2:

Las máquinas de inspección para reparaciones son idénticas ARE-1 y ARE-2, por lo cual se hace referencia a una sola máquina.

Tabla XIX. **Datos técnicos de ARE-1**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Inspeccionadora
Marca	BRANICK 5120
Área de trabajo	Reparaciones y raspado de parches
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 psi
Código	ARE-1



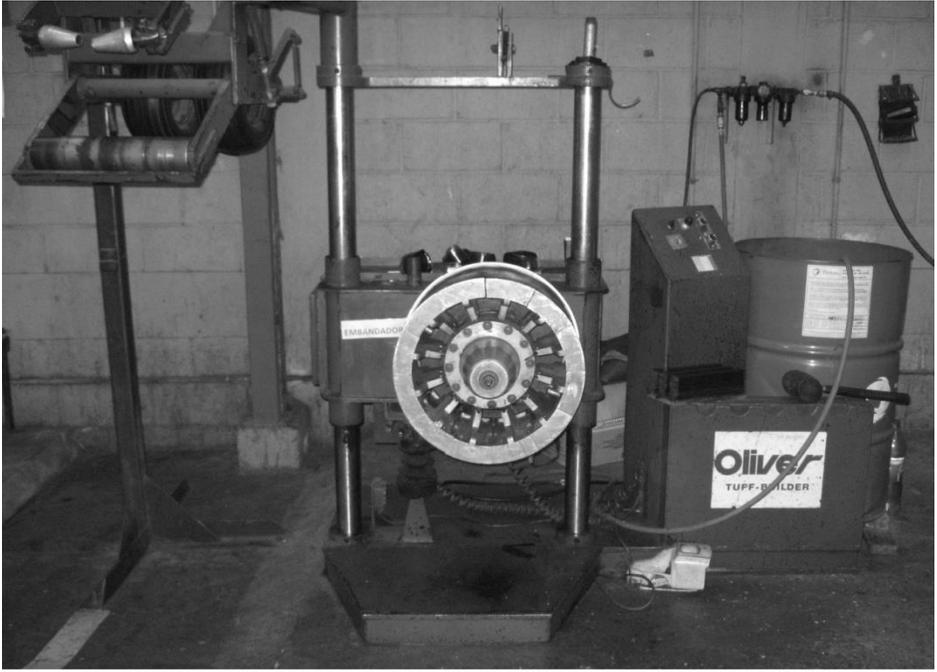
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.1.4. Datos técnicos de maquinaria de embande

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XX. Datos técnicos de la máquina de embande ECO-1

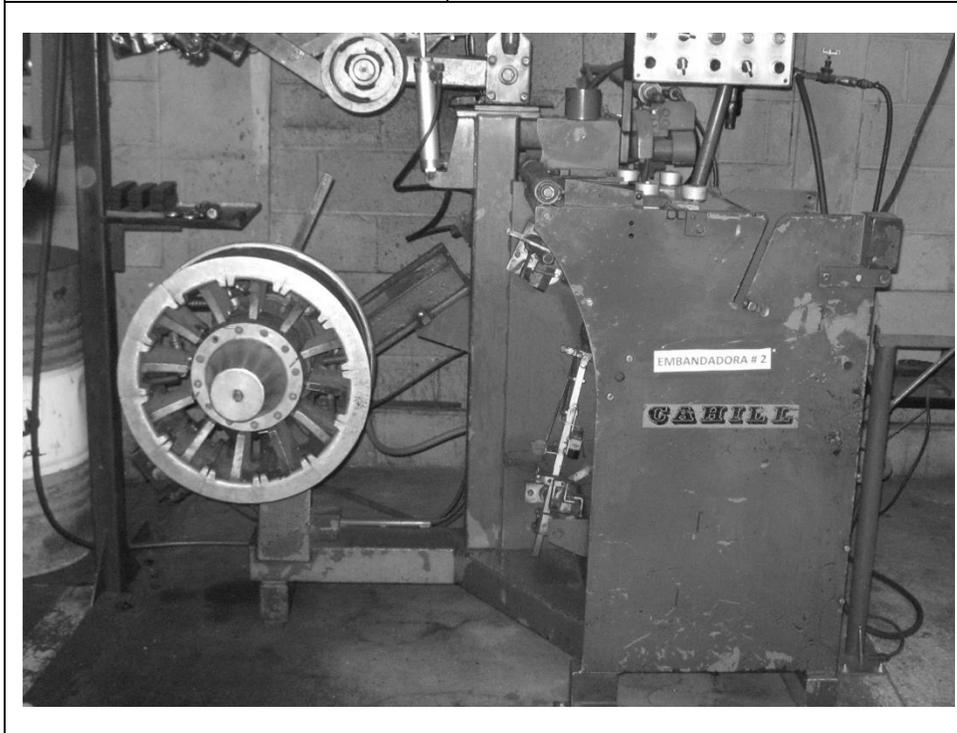
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de embande
Marca	¿?
Área de trabajo	Embande
No. de máquina	1
Origen	
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 psi
Código	ECO-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XXI. **Datos técnicos de la máquina de embande ECO-2**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de embande
Marca	CAHILL
Área de trabajo	Embande
Num. de máquina	2
Origen	Estado Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 psi
Código	ECO-2



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XXII. **Datos técnicos de la máquina de embande ECO-3**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de embande
Marca	¿?
Área de trabajo	Embande
Núm. de máquina	3
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 Psi
Código	ECO-3

Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XXIII. **Datos técnicos de la máquina de embande ECO-4**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de embande
Marca	Maggion
Área de trabajo	Embande
Num. de máquina	4
origen	Brasil
Tipo	
Presión de trabajo	85 Psi
Código	ECO-4
Serie	09-95
Modelo	ROL-12 ³

Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.1.5. Datos técnicos de maquinaria de vulcanización

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XXIV. Datos técnicos de la máquina de vulcanizado VCO-3

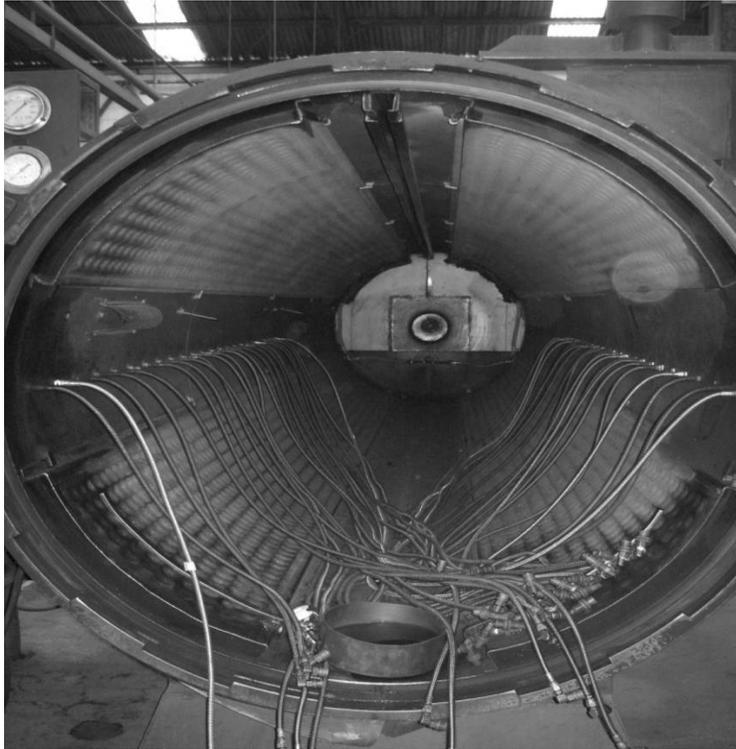
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de vulcanizado
Marca	CEDCO
Área de trabajo	Vulcanizado
No. de máquina	3
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y vapor
Presión de trabajo	
Código	VCO-3
Serie	09-95
Modelo	2523B



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XXV. **Datos técnicos de la vulcanizadora VCO-4**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de vulcanizado
Marca	FERLEX
Área de trabajo	Vulcanizado
No. de máquina	4
Origen	Brasil
Tipo	Neumático y vapor
Presión de trabajo	120 Psi
Código	VCO-4
Serie	-----
Modelo	-----



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XXVI. **Datos técnicos de la vulcanizadora VCO-5**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de vulcanizado
Marca	VULCAP
Área de trabajo	Vulcanizado
No. de máquina	5
Origen	Estados unidos
Tipo	Neumático y vapor
Presión de trabajo	
Código	VCO-5
Serie	-----
Modelo	-----



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.1.6. Datos técnicos de maquinaria de inspección final

Son datos básicos de información técnica del equipo.

Tabla XXVII. Datos técnicos la inspeccionadora final IFC-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Inspeccionadora
Marca	BRANICK
Área de trabajo	Inspección final
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático-eléctrico
Presión de trabajo	120 psi
Código	IFC-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

4.2. Descripción básica del funcionamiento de la maquinaria en el área de reencauche comercial

Descripción del funcionamiento de la maquinaria utilizada en el área de reencauche comercial.

4.2.1. Funcionamiento básico de maquinaria de inspección inicial

¿Qué es una máquina de inspección de neumáticos? las máquinas de inspección de llantas están diseñadas para la detección de bolsas de aire entre capas de la llanta; su funcionamiento se basa en el aire comprimido que hace girar a los rodos de deslizamiento para que gire el neumático, y es sujeta por medio de los rodos tensores que giran a las mismas revoluciones que el neumático.

4.2.1.1. Máquina de inspección IIN-1 y IIN-2

Funcionamiento basado en el aire comprimido; su funcionamiento inicia desde el momento que el neumático se encuentra colocado en la parte superior de los rodillos de la máquina; el paso preliminar es levantar la base donde descansan los rodillos de la llanta, haciendo levantar la llanta por medio de un cilindro neumático que es accionado por una válvula que libera el paso de aire hasta la posición indicada; ya colocado el neumático en la máquina se deben colocar los rodillos abridores en las pestañas de los neumáticos, los cuales abren las pestañas de la llanta también por medio de una válvula (no deben abrirse demasiado las pestañas de las llantas, ya que no brindarán una adecuada posición de la llanta para poder ser examinada).

El segundo paso tiene que ver con el funcionamiento de la máquina se deben accionar los rodillos de la máquina para que gire la llanta por medio de un pedal que se encuentra en el suelo, el cual es una válvula que acciona el paso de aire comprimido.

La diferencia del funcionamiento entre las máquinas de inspección IIN-1 y IIN-2 radica en que simplemente la máquina IIN-2 posee un cilindro que levanta el neumático y coloca en la parte superior la llanta para que sea evaluada por el operario.

4.2.1.2. Máquina de inspección IIN-3

El funcionamiento de la máquina IIN-3 se basa en el aire comprimido y energía eléctrica, utiliza diferentes tipos de válvulas neumáticas para la liberación del paso de aire, ayuda a que un cilindro neumático con una armazón de metal levante el neumático y lo coloque en los rodillos rotadores que lo hacen girar a diferentes velocidades dependiendo del paso del flujo de aire.

En el momento que se coloca el neumático sobre los rodillos, se colocan los rodillos abridores en las pestañas que sostienen el neumático de forma vertical para la rotación. Dentro del neumático se hacen ingresar unas mallas metálicas que poseen una línea de voltaje, que en el momento en que se hace girar el neumático liberan el paso de corriente eléctrica. Si el neumático posee algún objeto extraño metálico producirá un chispa como señal; El paso de corriente eléctrica es accionado al momento que los rodillos de rotación de neumáticos inicia el movimiento, los movimientos giratorio de los rodillos son efectuados por el flujo de aire comprimido que es liberado por válvulas neumáticas, con una presión de 120 psi y que se encuentra distribuido por

todas las líneas internas de la maquina, dependiendo de la presión requerida por cada válvula.

4.2.2. Funcionamiento básico de maquinaria de raspado y saneo

¿Qué es una máquina de raspado de neumáticos? Es una máquina diseñada para la eliminación de la banda de rodamiento de la llanta mediante operaciones sucesivas de raspado, automático o manual, con el fin de hacer una superficie idónea en el casco de la llanta para la unión de una banda nueva de rodamiento.

4.2.2.1. Máquina de raspado RCO-1 y RCO-2

La máquina de raspado RCO-1 y RCO-2 basan su funcionamiento en la energía eléctrica y el aire comprimido; para la utilización del mandril de expansión el cual se extiende o expande su aro y sujeta con presión la pestaña del neumático. Esto se logra por medio de la utilización de válvulas neumáticas. La energía eléctrica para la activación de motores eléctricos que son utilizados para la cuchillas raspadoras, hace girar el mandril de expansión, así activa el panel de control de los mandos eléctricos y los motores que le dan el torque a la caja reductora de uso hidráulico que se usa para el movimiento de los cilindros hidráulicos de la tornamesa de la máquina.

4.2.3. Funcionamiento básico de maquinaria de reparaciones

Todo el funcionamiento de la máquina es por medio de aire comprimido por el paso de aire o la liberación del mismo; se inicia con el ajuste de los ganchos a la altura adecuada para el tamaño de los neumáticos, los cuales

están siendo reparados. Los brazos de gancho se mantienen en posición con un pasador de acoplamiento. Para ajustar los brazos de gancho, tirar del pasador de enganche y mover el brazo de gancho extendido hacia arriba o abajo a uno de los cuatro orificios de ajuste. La mayoría de los neumáticos para camiones más grandes utilizan los orificios de ajuste superiores. Ambos brazos de gancho de propagación se deben ajustar a la misma altura.

Para rotar los neumáticos a la nueva posición, se debe liberar la presión del aire y rotar los neumáticos en los rodillos.

Después de que las reparaciones de los neumáticos se hayan completado, la válvula es accionada con el pie libera la presión del gancho de difusión, el cual puede extraer los anzuelos de propagación de la pestaña de la llanta.

4.2.3.1. Máquina de reparaciones ARE-1 Y ARE-2

Una máquina de reparaciones es una máquina de inspección; su funcionamiento es similar a las máquinas de inspección inicial, pero es mucho más compacta, ya que la función del aire comprimido es dejar un paso libre o para que los rodillos abridores sostengan el neumático y posteriormente también lo abran para realizar las reparaciones necesarias, y que los rodillos que hacen rotar el neumático sean activados al cerrar o abrir el paso de aire por medio de un pedal que es una válvula neumática.

4.2.4. Funcionamiento básico de maquinaria de embande

¿Qué es una máquina de embande de neumáticos? Es una máquina encargada de servir de apoyo al operario encargado del embande en un

proceso de reencauche, la máquina cuando se encuentra en operación el mandril de expansión, ejerce una presión a las pestañas del neumático que lo hacen girar. Junto con la banda nueva de rodamiento, se le ejerce presión con rodillos o con ruedas al neumático en las parte superiores y laterales para eliminar bolsas de aire entre el casco y la banda de rodamiento.

4.2.4.1. Máquina de embande ECO-1 y ECO-3

Su funcionamiento inicia en la colocación de la llanta en el mandril de expansión, el cual extiende o expande su aro de expansión y sujeta con presión la pestaña del neumático; esto se logra cuando el operario hace girar la perilla, que es una válvula que deja el paso libre de aire o en caso contrario corta el paso del aire; el mismo mandril de expansión hace posible que gire el neumático; debe ser girado en un determinado tiempo; conjuntamente el operario hace presión con los rodillos o activa el motor neumático para eliminar cualquier posible bolsa de aire entre la banda de rodamiento y el casco.

La embandadora ECO-1 es una máquina bastante compacta que basa su funcionamiento en el aire comprimido para hacer girar el mandril de expansión y una parte hidráulica para el funcionamiento de la caja reductora para la utilización de las barras deslizantes en un nivel indicado que permita utilizar las ruedas estichadoras.

La embandadora ECO-3 posee una gran similitud con la # 1, ya que su funcionalidad se basa en el aire comprimido e hidráulica; la diferencia notable que esta embandadora posee cadena en lugar de faja de transmisión y un rodillo estichador sustituyendo las ruedas estichadoras.

4.2.4.2. Máquina de embande ECO-2

La máquina de embandamiento ECO-2 basa su funcionamiento en aire comprimido, y en la energía eléctrica. La corriente eléctrica es usada para la activación de una electroválvula para el paso de aire comprimido; este aire acciona posteriormente a los motores neumáticos utilizados para darle movimiento giratorio a los rodillos estichadores; las válvulas neumáticas dejan libre el paso para hacer girar el mandril de expansión.

4.2.4.3. Máquina de embande ECO-4

La embandadora ECO-4 utiliza las 3 combinaciones de las máquinas anteriores, haciendo uso primordialmente del aire comprimido para la aplicación del mandril de expansión y los rodillos estichadores. La energía eléctrica para electroválvulas y motor eléctrico, y el aceite hidráulico para el reductor del mandril de expansión.

4.2.5. Funcionamiento básico de maquinaria de vulcanizado

¿Qué es una máquina de vulcanizado de neumáticos? Una máquina de vulcanización (autoclave), es aquella que hace ingresar el vapor procedente de una fuente generadora del mismo; este vapor es el encargado de elevar la temperatura y mantenerla según sea la especificación del tipo de neumático (tamaño, tipo de banda, entre otros). Para que el proceso de vulcanizado sea completado, el autoclave se hace ayudar del aire comprimido para el cierre hermético de la compuerta del autoclave, así como también para mantener la presión dentro del neumático para que la banda de rodamiento se adhiera al casco del neumático de manera uniforme.

4.2.5.1. Máquina de vulcanizado VCP-3 y VCP-4 (autoclave)

El autoclave debe tener un precalentamiento mínimo de 20 minutos para su funcionamiento; posteriormente es ayudado por varios componentes como válvulas que controlan el paso y la presión de vapor y de aire comprimido. Cuando ingresan los neumáticos se colocan en el panel de control la temperatura a la que se espera que llegue el vulcanizado; cuando se llega al tiempo estipulado ocurre una descarga de vapor excedente, el cual ya no es necesario para el proceso y se activa un paso de corriente eléctrica para la activación de una alarma de luz que indica el fin del proceso. El proceso de vulcanizado tardará 180 minutos aproximadamente; esto variará dependiendo de los tipos de neumáticos que se encuentren en el interior de la autoclave.

4.2.5.2. Máquina de vulcanizado VCP-5

Esta autoclave es una máquina mucho más compacta, ya que en esta máquina solo se pueden vulcanizar 4 neumáticos a diferencia de las otras 2 que pueden vulcanizar una cantidad de 23 neumáticos cada una, pero trabaja con el mismo principio; la diferencia es que esta máquina también utiliza el aire comprimido para el cierre de la compuerta con un cilindro neumático; la utilización de vapor es para completar el proceso de neumático.

4.2.6. Funcionamiento básico de maquinaria de inspección final

El funcionamiento se basa en el aire comprimido.

4.2.6.1. Máquina de inspección final IFC-1

El funcionamiento inicia levantando la base donde descansan los rodillos donde se coloca la llanta, haciendo levantar la llanta por medio de un cilindro neumático que es accionado por la válvula que libera el paso de aire hasta el nivel de los rodillos rotadores donde se coloca el neumático; seguidamente se colocan los rodillos abridores en las pestañas de los neumáticos, los cuales abren las pestañas de la llanta también por medio de una válvula (no deben abrirse demasiado las pestañas de las llantas) después, el funcionamiento de la máquina es accionar los rodillos para que gire el neumático por medio de una válvula que se encuentra a nivel del suelo.

4.3. Manual de actividades básicas de mantenimiento de la maquinaria en el área de reencauche comercial

Este manual describe las actividades que deben realizarse a las máquinas.

4.3.1. Manual de actividades de mantenimiento en inspección inicial

En el proceso de inspección deben definirse las actividades de mantenimiento.

4.3.1.1. Máquina IIN-1y IIN-2

El manual de actividades básicas de mantenimiento a las máquinas de inspección IIN-1y IIN-2 son las mismas actividades, ya que su funcionamiento es de la misma forma indiferentemente que no son de la misma marca.

Tabla XXVIII. **Actividades de mantenimiento de IIN-1 y IIN-2**

ACTIVIDAD	ELEMENTO O PARTE	Código de actividad
Inspección visual	• Máquina completa	IA1
	• Fugas	IA2
	• Otros ajustes*	IA3
	• Empaque de cilindro	IA4
	• Conexiones de aire comprimido	IA5
Engrase	Cadena de transmisión	IA6
Inspección de nivel de aceite	Caja reductora	IA7

Fuente: elaboración propia.

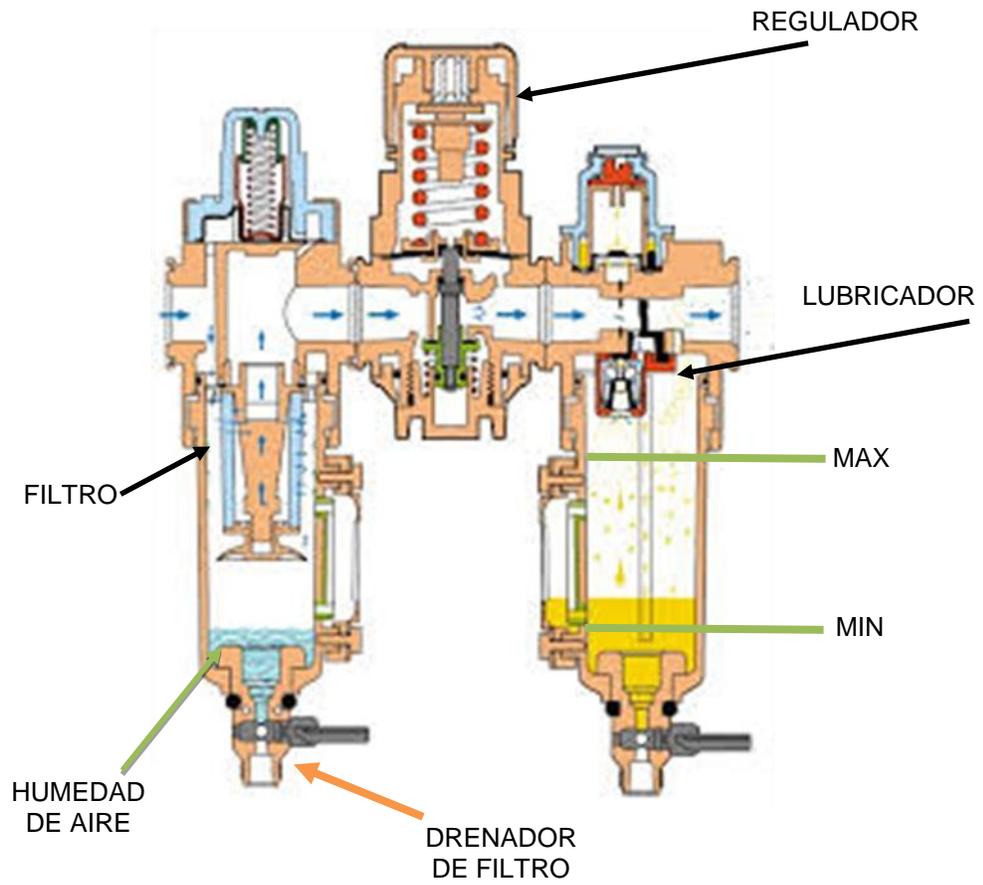
*(Los ajustes se relacionan con tornillos flojos, acoples de aire con fugas, mangueras plásticas rotas, unidad de mantenimiento defectuosa entre otros.)

- Inspección visual de la máquina completa: consiste en la observación superficial exterior de la máquina y el poder detectar si existe algún tipo de anomalía en la máquina como fugas de lubricante, piezas con fisuras o fractura, entre otras.
- Inspección de fugas: se observa todo tipo de fugas tanto hidráulicas (aceite lubricante) como neumáticas (aire comprimido), de existir algún tipo de estas fugas debe de ser reparada de la forma correspondiente. En la fuga hidráulica debe observarse si la fuga proviene de una junta o empaque; de ser una fuga demasiado grande se debe reemplazar el empaque o la junta. En la inspección de fugas de aire comprimido deben observarse todas las uniones, conexiones o niples de aire; la forma más sencilla y eficaz de determinación de una fuga de aire comprimido es la

colocación de un jabón líquido espumoso en la conexión, si existe el indicio de la formación de burbuja, es porque hay fuga de aire comprimido, entonces se debe hacer la corrección correspondiente a la fuga.

- Inspección de otros ajustes: en la inspección de otros ajustes también abarca las otras dos inspecciones ya mencionadas, así como la inspección de la unidad de mantenimiento. La inspección de mantenimiento consiste en la observación del nivel correcto de lubricante; se debe drenar el exceso de agua contenida en el filtro o trampa de agua y regular la presión a la presión adecuada con la que opera la máquina. En la inspección de tornillos consiste en la observación que no exista ningún tornillo con el torque inadecuado. Los tornillos abarca desde los tornillos de cimentación y los tornillos de sujeción de las partes de la máquina.

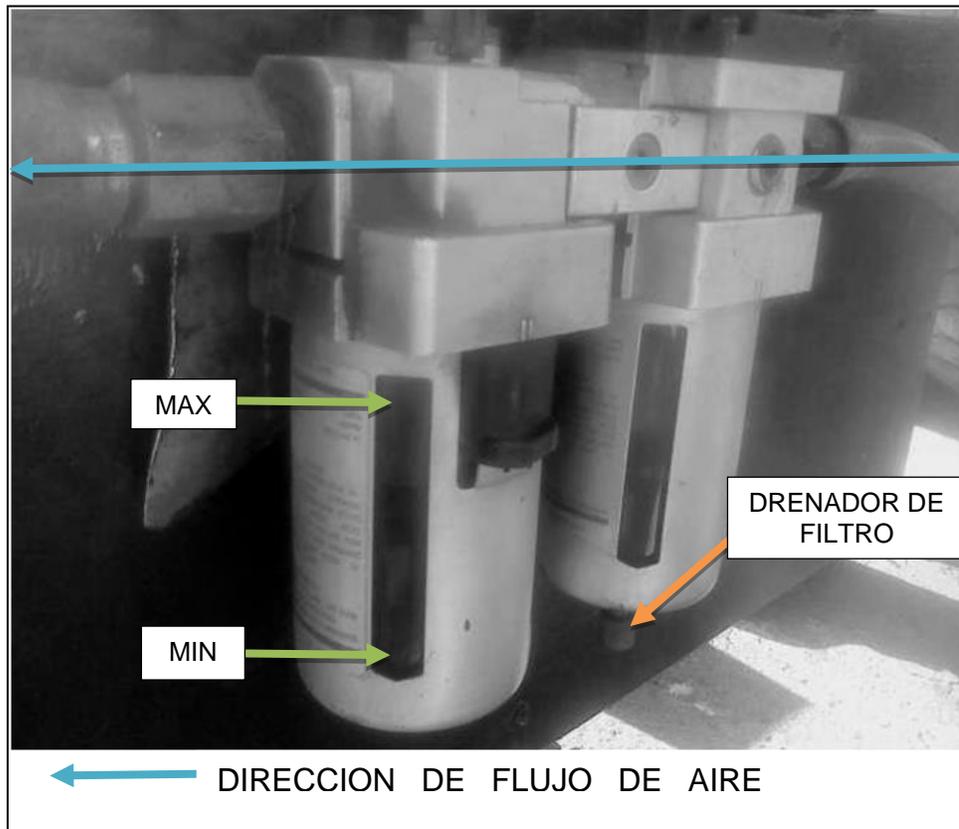
Figura 7. **Unidad de mantenimiento**



Fuente: *Neumática*. http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Imagenes/Capitulo1/1_21.jpg.

Consulta: 21 de octubre de 2014.

Figura 8. FRL de máquina de inspección IIN-1



Fuente: empresa LLANRESA.

La inspección del empaque del cilindro neumático debe ser visual, pero para llegar a la inspección visual se debe efectuar el desmontaje y el desarmado del cilindro:

- Quitar todo tipo de conexión de aire que posea el cilindro.
- Aflojar y quitar pernos de sujeción que contenga la máquina de operación y pasadores en la parte del pistón.
- Realizar una limpieza externa del cilindro neumático.
- Quitar la culata del cilindro neumático.
- Sacar el émbolo y realizar la limpieza del mismo.

- Inspeccione las juntas o empaque: no debe estar el empaque con grietas o señales de maltrato; de ser así cambiar inmediatamente, se recomienda el cambio de empaque anualmente para evitar fugas en el cilindro).

Figura 9. **Inspección de empaque de cilindro**



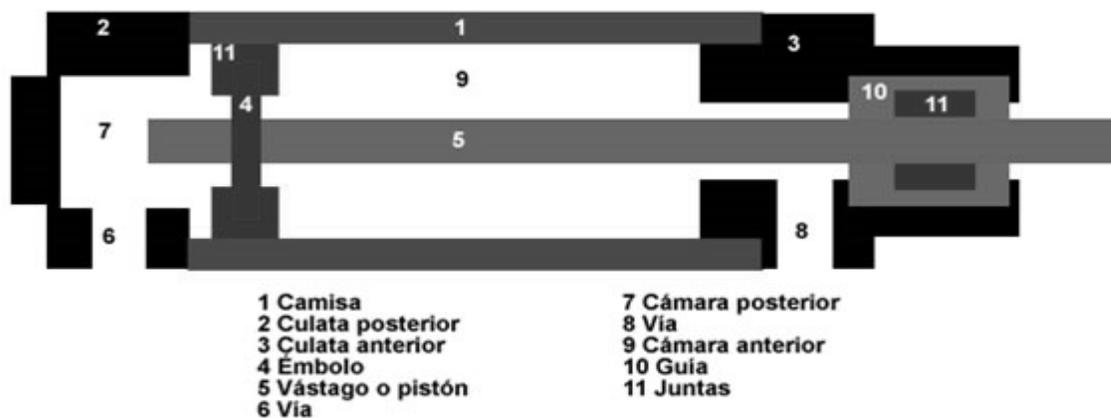
Fuente: *Retenes de aceite*. <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

- Ejecutar limpieza de partes del cilindro con desengrasante o solvente, (nota: no realizar limpieza de O´rings con desengrasante que contenga agentes abrasivos para el hule).
- Al momento de armar el cilindro neumático agregar una pequeña capa de aceite lubricante a las piezas para evitar que al comienzo de trabajo de la máquina, el cilindro trabaje sin lubricante y acelere el deterioro de las piezas internas del cilindro neumático.
- En el montaje del cilindro neumático deben ingresarse correctamente las conexiones neumáticamente y verificar que no existan fugas en acoples.

Si se coloca algún tipo de sellantes en acoples como sellador de empaque o teflón (líquido o tipo cinta) hacerlo de la forma correcta; si se coloca teflón tipo cinta colocarlo en el sentido de la rosca, para que no se barra el teflón al momento de enroscar el acople o conexión.

Figura 10. **Cilindro neumático**



Fuente: *Cilindros dobles*. <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Engrase de cadena de transmisión: en el engrase de cadena de transmisión se deben tener los cuidados necesarios; desconectar todo tipo de conexión que pueda hacer funcionar la máquina mientras se realiza el mantenimiento.

- Realizar la limpieza y quitar todo tipo de grasa sucia o cochambre que posea la cadena de transmisión.
- Aplicar desengrasante en la parte superior e inferior de los casquillos y rodillos.
- Quitar toda suciedad que contenga la cadena con un paño para evitar cortaduras en los dedos y una mejor limpieza de la cadena.

- Aplicar desengrasante en el engranaje o rueda conductora como rueda conducida.
- Agregar el aceite lubricante a la cadena de transmisión por medio de goteo, hacer girar la cadena lentamente para que tenga una lubricación uniforme en toda su longitud. Evitar la lubricación excesiva, ya que en un futuro podría formar suciedad y provocar estancamientos en la cadena.

Inspección de nivel de aceite de caja reductora: debe observarse que tenga la cantidad adecuada de aceite lubricante para que trabaje de manera adecuada. No debe bajar del nivel indicado.

4.3.1.2. Máquina IIN-3

La máquina de inspección IIN-3 por referencias del manual del fabricante indica que es una máquina libre de mantenimiento extenso, ya que fue diseñada con este propósito; sin embargo, deben realizarse algunas actividades de mantenimiento.

Tabla XXIX. **Actividades de mantenimiento de IIN-3**

ACTIVIDAD	ELEMENTO O PARTE	Código de actividad
Inspección	Tensión de cables	IB1
Inspección	Unidad de mantenimiento	IB2
Limpieza	Cadena	IB3
Limpieza	Sonda de alta tensión	IB4
Lubricación	Rodillo de propagación	IB5
Lubricación	Cadena de transmisión	IB6
Lubricación	Partes móviles de la máquina	IB7

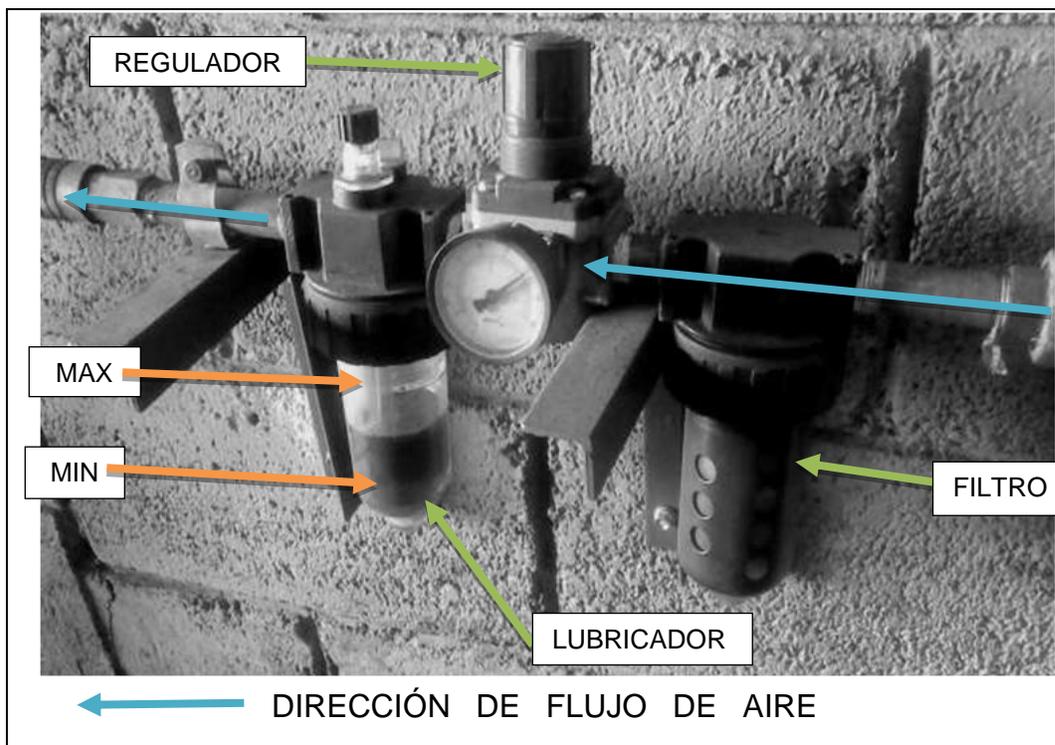
Fuente: elaboración propia.

Inspección de tensión de cable: consiste en comprobar que la tensión sea la correspondiente en el cable.

- Hacer presión con el dedo pulgar en la parte superior del cable; no debe exceder de 8 mm.
- Si excede del límite permitido, ajustar el cable con las poleas correspondientes de tensión.

Inspección de unidad de mantenimiento: nota: revisar la inspección de unidad de mantenimiento, en el mantenimiento general de planta

Figura 11. **Unidad de mantenimiento de NDT-II**

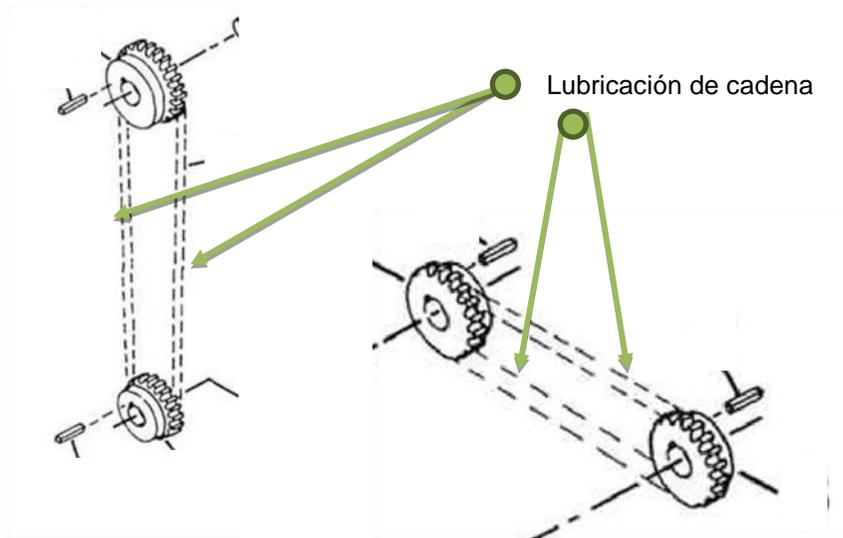


Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Limpieza y lubricación de cadena: en el engrase de cadena de transmisión se deben tener los cuidados necesarios, desconectar todo tipo de conexión que pueda hacer funcionar la máquina mientras se realiza el mantenimiento.

- Realizar la limpieza y quitar todo tipo de grasa sucia o cochambre que posea la cadena de transmisión.
- Aplicar desengrasante en la parte superior e inferior de los casquillos y rodillos.
- Quitar toda suciedad con un paño para evitar cortaduras en los dedos y una mejor limpieza de la cadena.
- Aplicar desengrasante en el engranaje o rueda conductora como rueda conducida.
- Agregar el aceite lubricante a la cadena de transmisión por medio de goteo, hacer girar la cadena lentamente mientras se lubrica para que quede uniforme en toda su longitud. Evitar la lubricación excesiva, ya que en un futuro podría formar suciedad y provocar estancamientos en la cadena.

Figura 12. **Lubricación de cadena**



Fuente: *Manual NDT-II*. www.hawkinson.com/pdf/owners-manuals-pdfs/NDT-II-version-A.pdf.

Consulta: 5 de septiembre de 2014.

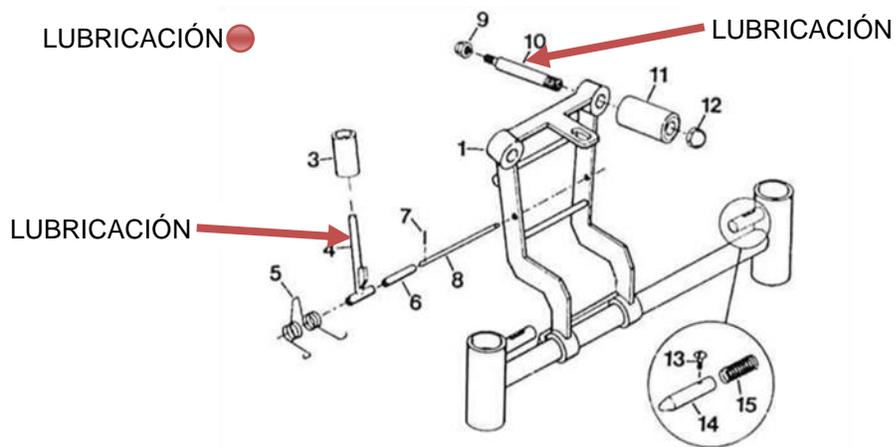
Limpeza de zona de alta tensión: consiste en limpiar toda área donde exista un sistema eléctrico; es importante la limpieza en los contactos para que exista un correcto contacto y no se pierda el flujo eléctrico.

- Desconectar todo tipo de conexión eléctrica para iniciar la ejecución de la limpieza.
- Realizar una limpieza superficial en el circuito eléctrico, tanto en cables como en componentes eléctricos.
- Desconectar los conectores de los dispositivos eléctricos.

- Aplicar un tipo de solvente dieléctrico en la limpieza de los contactos internos de los dispositivos.
- Conectar los dispositivos limpiados en orden relativo.

Lubricación de rodillos de propagación: consiste en aplicar una ligera capa de aceite lubricante entre el rodillo y el perno pasador del rodillo, para un libre rodamiento entre la pestaña del neumático y el rodillo.

Figura 13. **Puntos de lubricación de brazos**

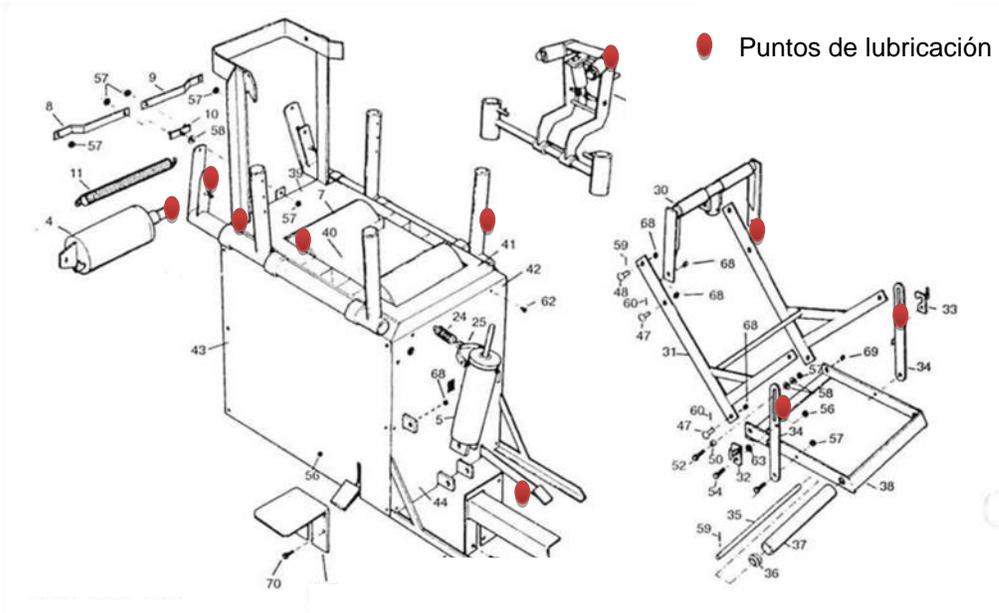


Fuente: *Manual NDT-II*. www.hawkinson.com/pdf/owners-manuals-pdfs/NDT-II-version-A.pdf.

Consulta: 5 de septiembre de 2014.

Lubricación de partes móviles de la máquina: lubricación en toda pieza que exista rozamiento.

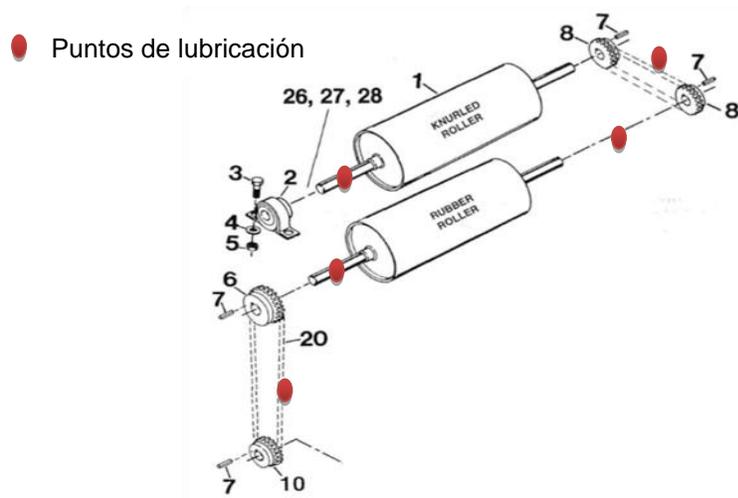
Figura 14. **Puntos de lubricación externos**



Fuente: *Manual NDT-II*. www.hawkinson.com/pdf/owners-manuals-pdfs/NDT-II-version-A.pdf.

Consulta: 5 de septiembre de 2014.

Figura 15. **Puntos de lubricación de rodillos rotadores**



Fuente: *Manual NDT-II*. www.hawkinson.com/pdf/owners-manuals-pdfs/NDT-II-version-A.pdf.

Consulta: 5 de septiembre de 2014.

4.3.2. Manual de actividades de mantenimiento en raspado y saneo

El mantenimiento de las máquinas en el área de raspado y saneo por su similitud en el funcionamiento y por poseer casi las mismas dimensiones, las actividades de mantenimiento son iguales para las 2 máquinas.

4.3.2.1. Máquina de raspado RCO-1 y RCO-2

Manual de las actividades de las máquinas RCO-1 y RCO-2.

Tabla XXX. Primeras actividades de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2

Actividad	Elemento	Código de actividad
Revisión	Unidad de mantenimiento	RB0
Comprobación de niveles	Aceite en el reductor	RB1
Comprobación de niveles	Depósito de aceite transversal	RB2
Inspección	Filtro	RB3
Inspección	Cojinetes de amortiguamiento	RB4
Inspección	Conexiones eléctricas	RB5
Inspección	Conexiones neumáticas	RB6
Inspección de plantilla	Seguimiento de barra	RB7
Comprobación de fuelles	Cojinetes de soporte	RB8
Comprobación de tensión/desgaste	Fajas de transmisión	RB9
Lubricación	Cojinetes de raspadora	RB10
Lubricación	Brazo transversal	RB11

Continuación de la tabla XXX.

Limpieza de gabinete	Cilindro de motor	RB12
Revisión de torque	Tornillos	RB14
Cambio	Aceite reductor	RB15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Segundas actividades de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2**

ATIVIDAD	ELEMENTO	Código de actividad
Limpieza	Tornamesa	RC1
Lubricación (engrase)	Tornamesa	RC2
Revisión de nivel de aceite	Cilindros hidráulicos	RC3
Cambio de aceite	Cilindro hidráulico	RC4
Engrase	Cojinetes del eje de las cuchillas	RC6
Ajuste de cojinetes	Eje de cuchillas	RC7
Inspección	Mandril de expansión	RC8
Ajuste eléctrico	Panel de control	RC9
Apriete	Panel de control	RC10
Revisión	Cajas reductora de tornamesa	RC11
Revisión de fajas	Motor impulsor del mandril de expansión (<i>expander</i>)	RC12
Lubricación de cadena	Motor impulsor del mandril de expansión (<i>expander</i>)	RC13

Fuente: elaboración propia.

Nota: revisar la inspección de unidad de mantenimiento, en el mantenimiento general de planta.

Comprobación de niveles de aceite en el reductor:

- Consiste en comprobar que el reductor contenga la cantidad de aceite necesaria para que continúe funcionando normalmente.
- No debe exceder de los límites establecidos, como los niveles máximos y mínimos.

Comprobación de niveles en depósito de aceite transversal:

- Consiste en la comprobación que el depósito transversal contenga la cantidad de aceite necesaria para que continúe funcionando normalmente.
- No debe exceder de los límites establecidos, como los niveles máximos y mínimos indicados en el depósito.

Inspección de filtro: inspección visual:

- Que no se encuentre sucio
- Que no contenga partículas extrañas
- Que no contenga aceite lubricante sucio

En la inspección de cojinete de amortiguamiento, se verifican los siguientes aspectos:

- Debe efectuarse la limpieza de los cojinetes.

- Los cojinetes (cónicos) no deben estar agrietados o golpeados por el funcionamiento; de no estar en condiciones óptimas, se debe proceder al cambio.
- Lubricación de cojinetes: si el cojinete es nuevo o si se encuentra en buenas condiciones.

Inspección de conexiones eléctricas: observación de los componentes eléctricos y líneas eléctricas.

- Limpieza de dispositivos eléctricos, con solvente dieléctrico
- Que estén las líneas eléctricas (cables) bien aisladas
- Que exista un buen contacto entre los dispositivos
- No dejar cables expuestos en la operación de la maquinaria.

Inspección de conexiones neumáticas: observación de acoples, niples de conexiones de tuberías o mangueras y líneas de aire comprimido.

- Limpieza en cualquier tipo de conexión neumática en la cual pueda ver infiltración de caucho o polvo.
- Verificar que no existan fugas de aire comprimido en acoples, niples y cualquier tipo de conexión.
 - Colocar en los acoples de la unidad de mantenimiento, sustancia líquida espumosa.
 - Si existen inicios de formación o presencia de burbujas.

- Corregir las conexiones de aire.
 - Colocar teflón, colocarlo en sentido de la dirección de la rosca.
 - De persistir la fuga de aire, cambiar los acoples en la unidad de mantenimiento.

- Inspección de plantilla de seguimiento de barra: es una inspección visual en la cual se tiene que controlar el desgaste de una pieza rectangular de bronce; el contacto entre la pieza de bronce y la de metal debe ser suave con una velocidad moderada; si el contacto en la plantilla es demasiado libre proceder al cambio de la misma, de lo contrario afectaría al ángulo de raspado del neumático

- Comprobación de fuelles en cojinetes de soporte: es la observación que se realiza a los fuelles, que tengan el torque necesario, que no exista trabamiento en los cojinetes y que gire libremente la barra sobre los cojinetes

- Comprobación de tensión/desgaste en fajas de tensión: la comprobación de tensión de las fajas consiste en la observación del estado físico; si posee algunos de estos daños abrasión, agrietado, vidriado o acumulación, proceder al cambio de las mismas
 - Al momento de la comprobación cuando se ejerce presión sobre la faja en la parte lisa de la faja no debe de exceder de 12 mm ni estar menos de 6 mm

- Lubricación de cojinetes de raspadora: la lubricación de los cojinetes debe conectar la engrasadora manual en el punto de engrase del rodillo;

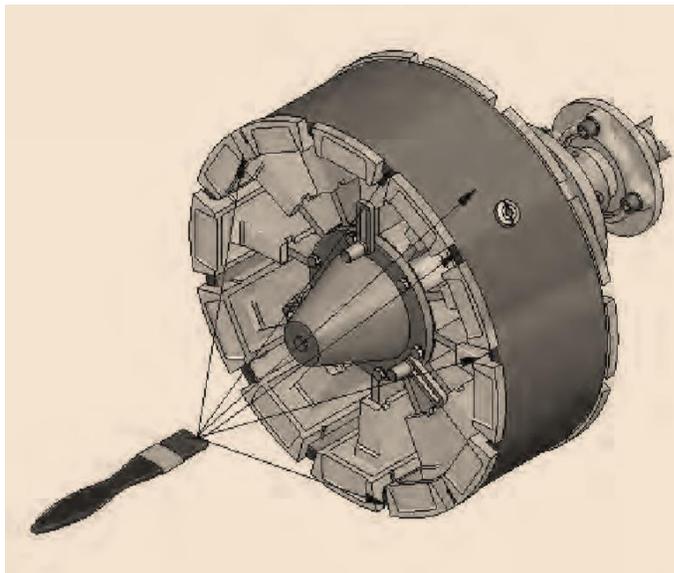
se deja ingresar grasa hasta el momento que se observe que salga toda la grasa sucia y empiece a salir la grasa nueva por medio de los lados laterales del cojinete, quitar el exceso de grasa, ya que puede ocasionar problemas con la contaminación como polvo, agua y caucho

- Lubricación de brazo transversal: es un procedimiento realizado por medio del operario, ya que el brazo transversal debe estar girando constantemente; se debe colocar una capa delgada de lubricante sobre el plantilla del brazo transversal antes de cada proceso de raspado
- Limpieza de gabinete cilindro de motor: la eliminación de todo tipo de suciedad en el gabinete puede generar obstrucción en la ventilación del motor eléctrico, especialmente la suciedad de caucho provocado por el proceso de raspado
- Revisión de cajas reductora de tornamesa: la revisión de la caja reductora de tornamesa consiste en la inspección total como:
 - Inspección de fugas
 - Inspección de retenedores exteriores
 - Inspección de eje de transmisión
 - Inspección de acople de espiga
 - Inspección de torque de tapaderas
- Revisión de torque en tornillos: la revisión de torque debe realizarse periódicamente, ya que por las vibraciones del proceso los tornillos tienden a aflojarse; el torque debe ser ajustado según el tamaño del tornillo.

- Cambio de aceite reductor: en el cambio de aceite reductor debe aflojarse el tornillo de drenaje y posteriormente drenarse todo el aceite sucio, en este cambio de aceite lubricante debe observarse el tapón de vacío; si tiene desgaste metálico debe quitarse para que el aceite lubricante no se ensucie rápidamente y pueda cumplir su función, al momento de ingresar el aceite nuevo debe estar colocado el tapón de vacío y colocarse la cantidad necesaria de aceite, y colocar el tapo de llenado.
- Limpieza de tornamesa: en la limpieza de la tornamesa debe quitarse cualquier tipo de partícula extraña; lo más común por el tipo de proceso es que contenga suciedad como caucho raspado y polvo; debe eliminarse cualquier tipo de suciedad para que posteriormente se efectúe la lubricación de la tornamesa.
- Lubricación (engrase) de la tornamesa: conectar la engrasadora manual en el punto de engrase de la tornamesa, dejar de ingresar grasa hasta el momento que se observe que salga toda la grasa sucia y empiece a salir la grasa nueva por medio de los lados laterales del cojinete de tornamesa; después quitar el exceso de grasa.
- Revisión de nivel de aceite cilindros hidráulicos: debe contener el aceite lubricante en los niveles establecidos, no menor que el nivel mínimo ni mayor que el nivel máximo.
- Cambio de aceite del cilindro hidráulico: debe vaciarse el aceite que pueda tener en los cilindros hidráulicos, en las mangueras, así como en el depósito auxiliar e ingresar el aceite nuevo en el depósito y en los lugares en los cuales fueron vaciados.

- Engrase de cojinetes del eje de las cuchillas: para la lubricación o engrase de los cojinetes de la cuchillas conectar la punta de la engrasadora manual en el punto de ingreso de la grasa, dejar de ingresar grasa hasta el momento que se observe que salga toda la grasa sucia y empiece a salir grasa nueva por medio de los costados de los cojinetes; eliminar todo exceso de grasa para evitar cualquier trabamiento en el momento de funcionamiento.
- Lubricación del mandril de expansión (pistón y aletas): en la revisión del mandril de expansión se debe evaluar algunos aspectos.
- Limpieza exterior e interior del mandril de expansión.

Figura 16. **Lubricación de mandril de expansión**

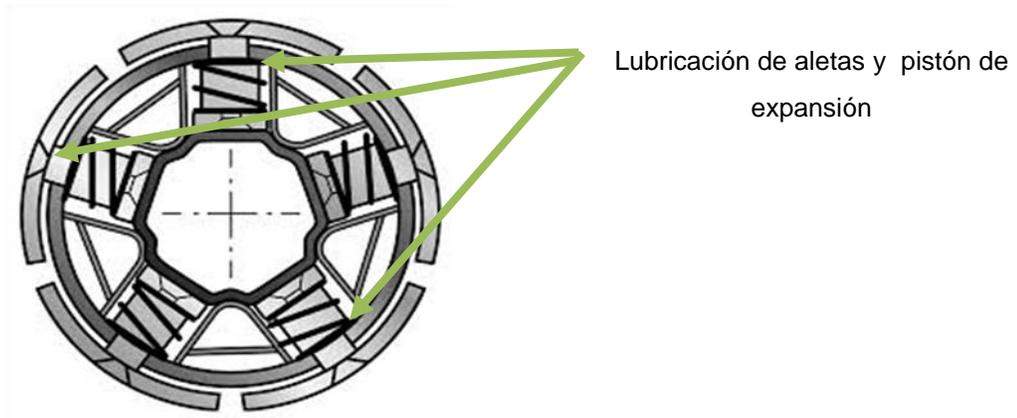


Fuente: COPE & LTDA, HIMAPEL. *Manual de operaciones*. p.40.

- Lubricación de aletas del mandril de expansión

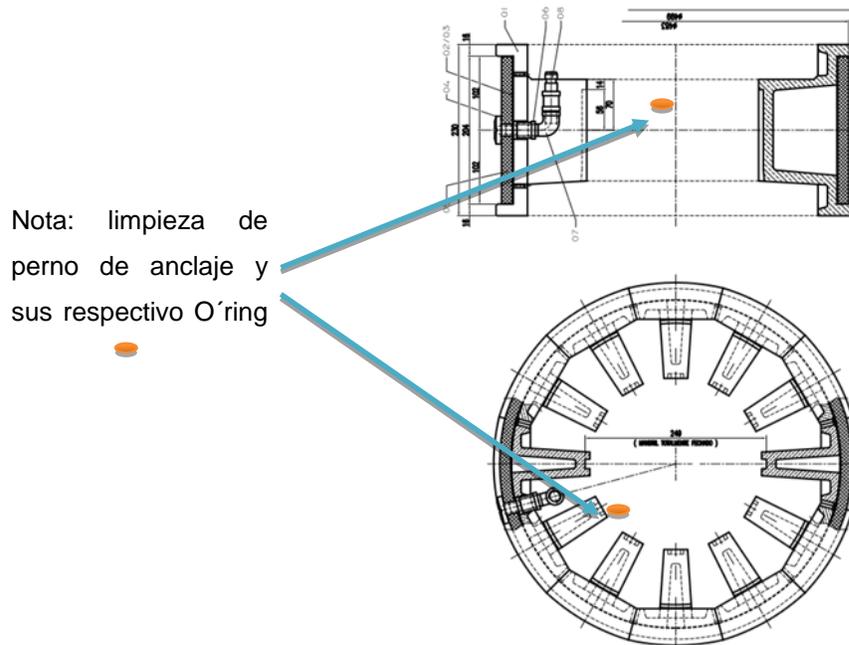
- Lubricación de pistón de mandril de expansión

Figura 17. **Lubricación de aletas y pistón de expansión**



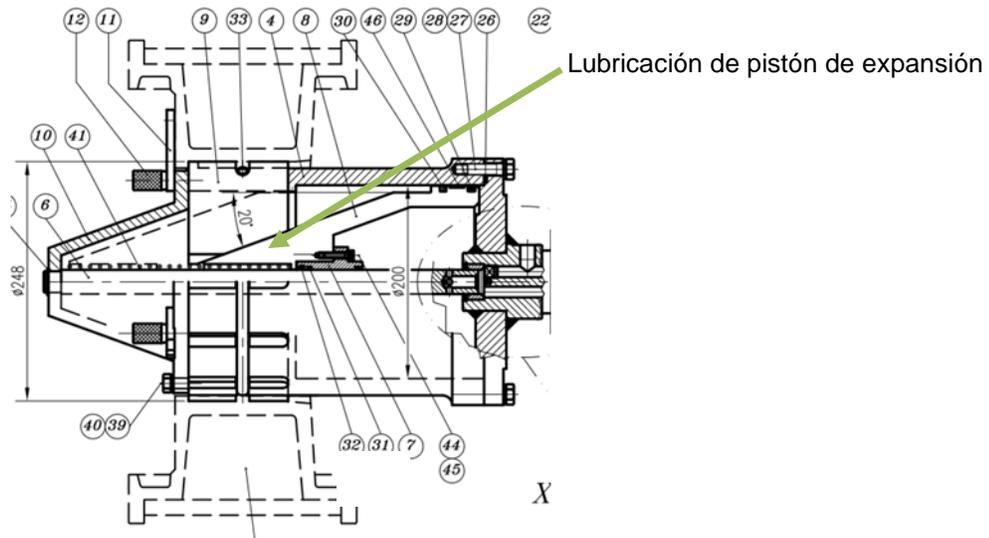
Fuente: Maxcess. <http://tidland.maxcessintl.com/es/bobinado/ejes-tipo-l%C3%A1mina-de-tidland>.
 Consulta: 1 de noviembre de 2014.

Figura 18. **Limpieza interna de mandril de expansión**



Fuente: COPE & LTDA, HIMAPEL. *Manual de operaciones*. p. 71.

Figura 19. **Lubricación interna de pistón de expansión**



Fuente: COPE & LTDA, HIMAPEL. *Manual de operaciones*. p. 49.

Ajuste eléctrico de panel de control:

- Observar que todos los componentes estén bien conectados
- Observar que las luces de indicación de funciones operen con normalidad

Apriete de panel de control:

- Ajuste de tornillos del panel de control
- Ajuste de conexiones y conectores eléctricos

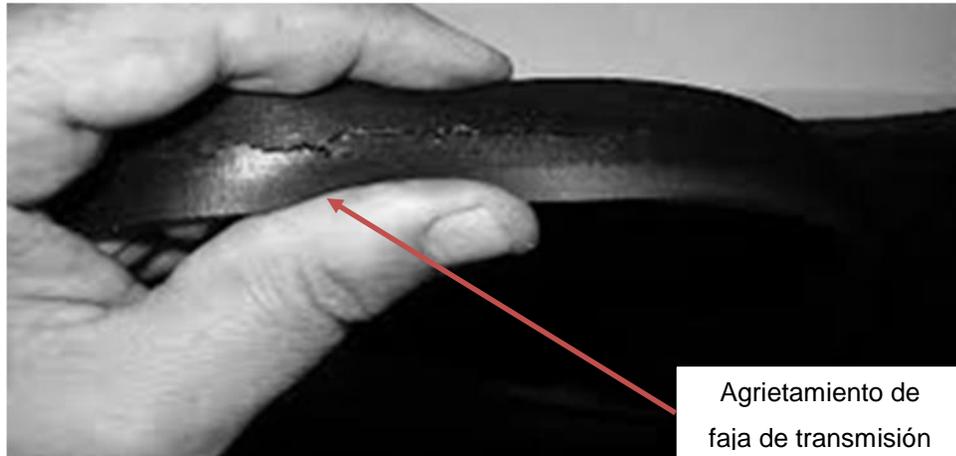
Revisión de cajas reductora de tornamesa:

- Revisión de fugas en la caja reductora
- Revisión del acoplamiento del eje
- Revisión de linealidad del eje

Revisión de fajas motor impulsor del mandril de expansión (*expander*): La revisión de faja consiste en la observación del estado físico que pueda estar, así como también la tensión con la que encuentra la faja.

- Al momento de ejercer presión en la parte lisa de la faja, no debe exceder de 12 mm, ni estar menos de 6 mm.

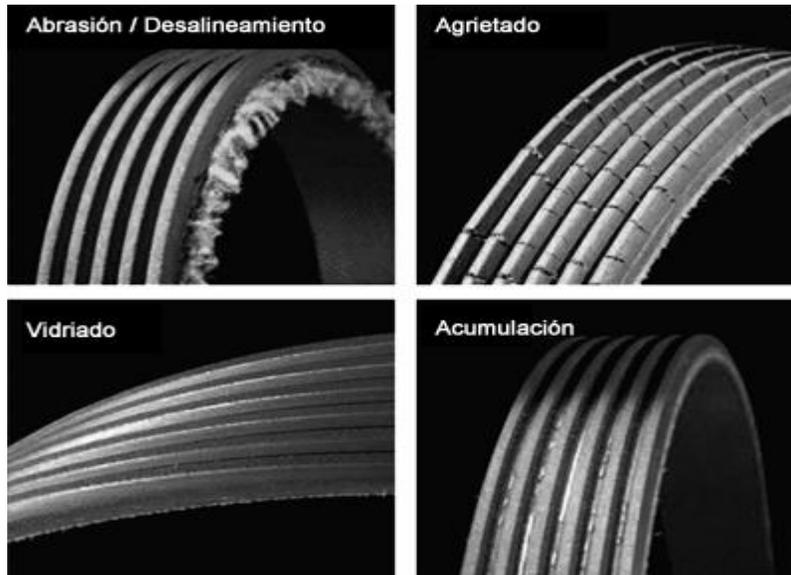
Figura 20. **Inspección de fajas de transmisión**



Fuente: *Correas*. <http://es.wikihow.com/probar-correas>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

Figura 21. **Fallas en fajas de transmisión**



Fuente: *Fajas*. <http://www.gates.com.mx>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

Lubricación de cadena motor impulsor del mandril de expansión (*expander*): en la lubricación de cadena de transmisión se deben tener los cuidados necesarios, desconectar todo tipo de conexión que pueda hacer funcionar la máquina mientras se realiza el mantenimiento.

- Realizar la limpieza de la cadena, quitar todo tipo de grasa sucia o cochambre que posea la cadena de transmisión.
- Aplicar desengrasante en la parte superior e inferior de los casquillos y rodillos.
- Quitar toda suciedad que contenga la cadena con un paño, para evitar cortaduras en los dedos y una mejor limpieza de la cadena.
- Aplicar desengrasante en el engranaje o rueda conductora como rueda conducida.

- Agregar el aceite lubricante a la cadena de transmisión por medio de goteo, hacer girar la cadena lentamente para que tenga una lubricación uniforme en toda su longitud. Evitar la lubricación excesiva, ya que en un futuro podría formar suciedad que provoque estancamientos en la cadena.

4.3.3. Manual de actividades de mantenimiento en el área de reparaciones

Las actividades de mantenimiento consisten en tener el aire comprimido en óptimas condiciones, ya que el accionamiento de la máquina es por medio de aire, por lo cual el mantenimiento se basa en el mantenimiento al área de reparaciones y la lubricación de partes móviles como los rodillos de rotación.

Tabla XXXII. **Actividades de mantenimiento en área de reparaciones**

ACCIÓN	ELEMENTO DE MÁQUINA	Código de actividad
Limpieza	Exterior de máquina	REA1
Inspección	Unidad de mantenimiento	REA2
Lubricación	Rodillos	REA3

Fuente: elaboración propia.

Limpieza de exterior de máquina: consiste en la observación superficial exterior de la máquina y el poder detectar si existe algún tipo de anomalía en la máquina como fugas de lubricante, piezas con fisuras o fractura.

Inspección de unidad de mantenimiento: revisar la inspección de unidad de mantenimiento, en el capítulo de mantenimiento general de planta.

Lubricación de rodillos: consiste en colocar ligera capa de aceite lubricante entre el rodillo y el perno pasador del rodillo, para un libre rodamiento entre la pestaña del neumático y el rodillo.

4.3.4. Manual de actividades de mantenimiento en embande

El manual describe las actividades que deben realizarse en el área de embande.

4.3.4.1. Máquina de embande EPN-1

El manual de actividades indica puntos básicos de mantenimiento de la máquina.

Tabla XXXIII. Actividades de mantenimiento de EPN-1

ACCIÓN	ELEMENTO	Código de actividad
Lubricación	Barras de deslizamiento	EA1
Revisión	Bufa	EA2
Revisión	Mandril de expansión (expander)	EA3
Revisión de presión	Ruedas estichadoras	EA4
Revisión	Bujes de ruedas	EA5
Revisión	Control eléctrico	EA6
Revisión	Lubricante de caja reductora	EA7
Revisión	Faja de transmisión	EA8
Revisión	Motor eléctrico	EA9

Fuente: elaboración propia.

Lubricación de barras de deslizamiento: consiste en que no exista ningún problema para que se levante y baje la base que sostiene la bufa del mandril de expansión.

- Limpiar completamente las barras de deslizamiento.
- Agregar lubricante a la barra de deslizamiento, así también a la base de montaje del mandril de expansión.

Revisión de bufa:

- Realizar inspección visual de acoples de bufa 
- Inspección visual de agujeros de pernos subestación 
- Revisión de cojinetes de rodamientos bufa 

Figura 22. **Revisión de bufa**



Fuente: *Ruedas*. <http://www.directindustry.es/prod/ebi-bearings/ejes-ruedas>.

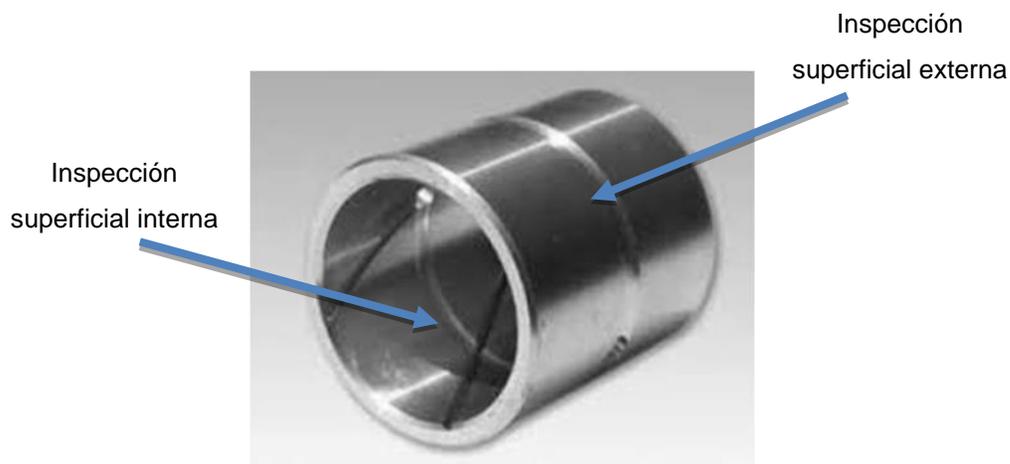
Consulta: 25 de octubre de 2014.

Revisión de mandril de expansión: nota: hacer referencia. al procedimiento de lubricación de mandril de expansión (pistón y aletas) de máquina de raspado RCO-1 Y RCO-2.

Revisión de presión de ruedas estichadoras: consiste en la calibración de presión de las ruedas deben tener una presión de 20 Psi.

- Revisión de bujes de rueda: revisión de bujes: inspección visual que no exista rayones o raspaduras, de ser así cambiar el buje del eje.

Figura 23. **Inspección de buje**



Fuente: *Bujes*. <http://spanish.alibaba.com/product-tp/bronze-bushing-126256386.html>.

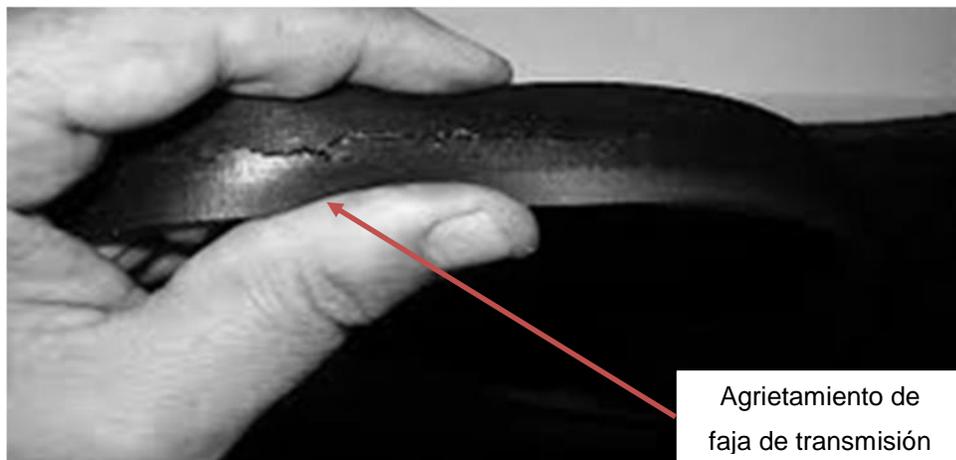
Consulta: 27 de octubre de 2014.

Revisión de control eléctrico:

- Limpieza del control eléctrico
- Revisión de conexiones eléctricas
- Revisión de aislamiento de líneas eléctricas

- Revisión de lubricante de caja reductora: la revisión del aceite de caja reductora es una comprobación en el tampón de llenado, si contiene la cantidad adecuada en la caja de contener demasiada suciedad de polvo o contenido de desgaste de componentes internos cambio de aceite lubricante.
- Revisión de faja de transmisión: la revisión de faja consiste en la observación del estado físico, así como también la tensión que posea con la faja.

Figura 24. **Inspección de faja de transmisión**



Fuente: *Correas*. <http://es.wikihow.com/probar-correas>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

Nota: revisar el mantenimiento preventivo a un motor eléctrico en el plan de mantenimiento de equipos extras.

4.3.4.2. Máquina de embande EPN-2

El manual de actividades indican puntos básico de mantenimiento de la máquina.

Tabla XXXIV. Actividades de mantenimiento EPN-2

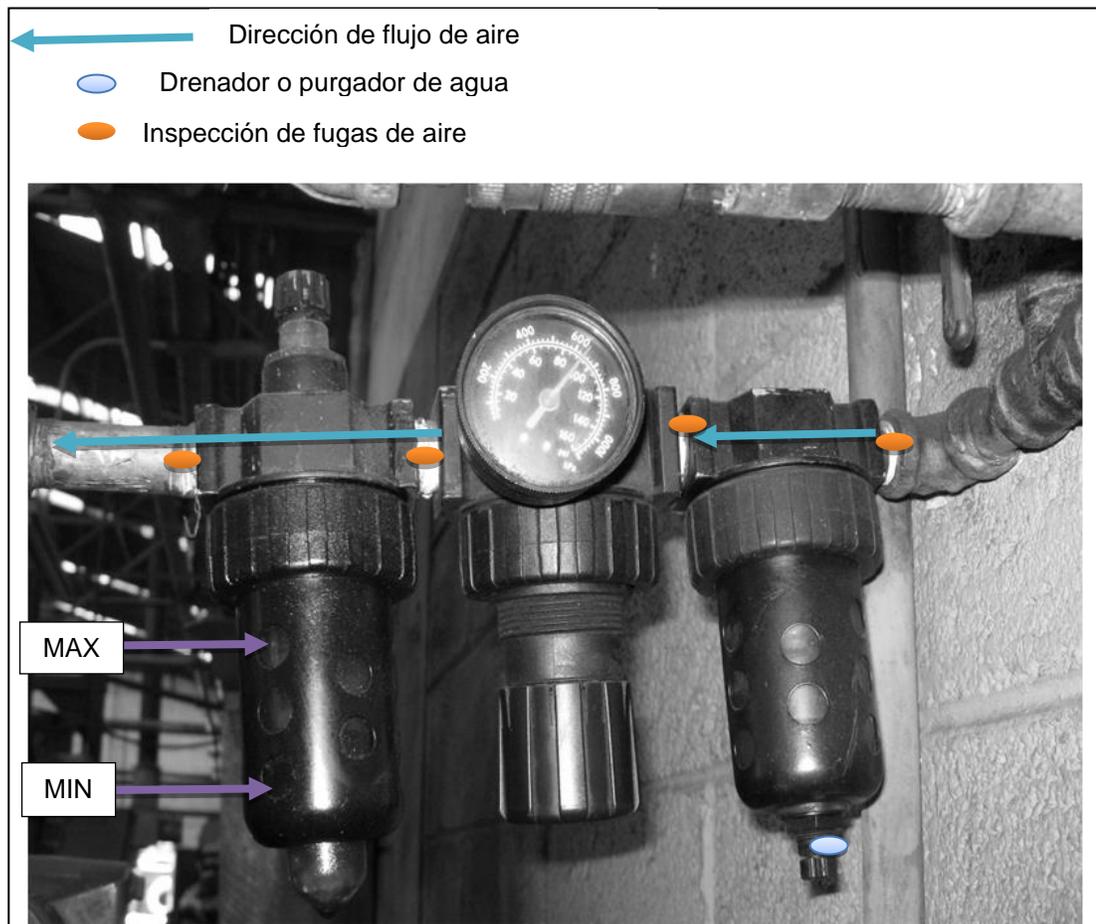
ACCIÓN	ELEMENTO	Código de actividad
Limpieza	Exterior de máquina	EB1
Revisión	Unidad de mantenimiento	EB2
Inspección	Líneas de aire comprimido	EB3
Lubricación	Tornillo sin fin	EB4
Revisión y limpieza	Bufas de mandril de expansión (<i>expander</i>)	EB5
Lubricación	Rodamientos (chumaceras)	EB6
Cambio de lubricante	Caja reductora	EB7
Cambio de O ´ring	Eje transmisor	EB8
Revisión	Motor neumático	EB9

Fuente: elaboración propia.

Limpieza exterior de máquina: operación ejecutada por el operario de la máquina.

- Limpieza superficial de la máquina de cualquier partícula extraña o polvo.
- Nota: revisar la inspección de unidad de mantenimiento, en el mantenimiento general de planta.

Figura 25. Inspección de unidad de mantenimiento EPN-2



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Inspección de líneas de aire comprimido: revisión de estado físico de las líneas que no tengan ningún tipo de fisura o de agrietaduras y la más importante que no exista fugas de aire comprimido.

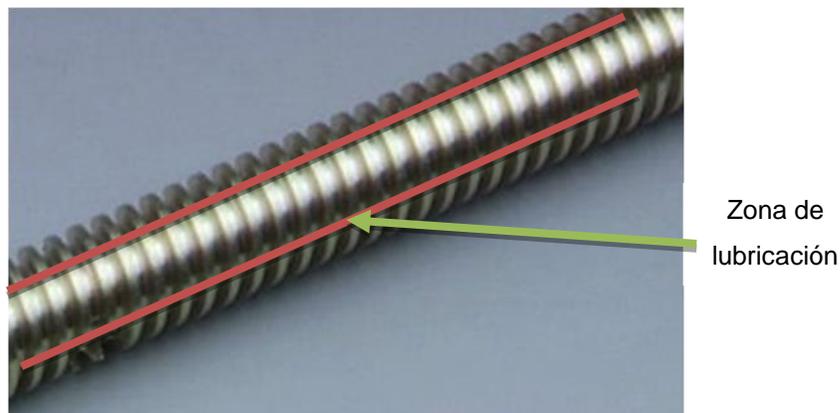
- Verificación de que no exista fugas de aire comprimido
 - Espumosa

- Si existen inicios de formación o presencia de burbujas, corregir las conexiones de aire.
 - Colocar teflón, colocarlo en sentido de la dirección de la rosca.
 - De persistir la fuga de aire, cambiar los acoples en la unidad de mantenimiento.

Lubricación de tornillo sin fin:

- Colocar lubricante semisólido en la zona de lubricación entre los pasos de los dientes del tornillo.

Figura 26. **Lubricación de tornillo sin fin**



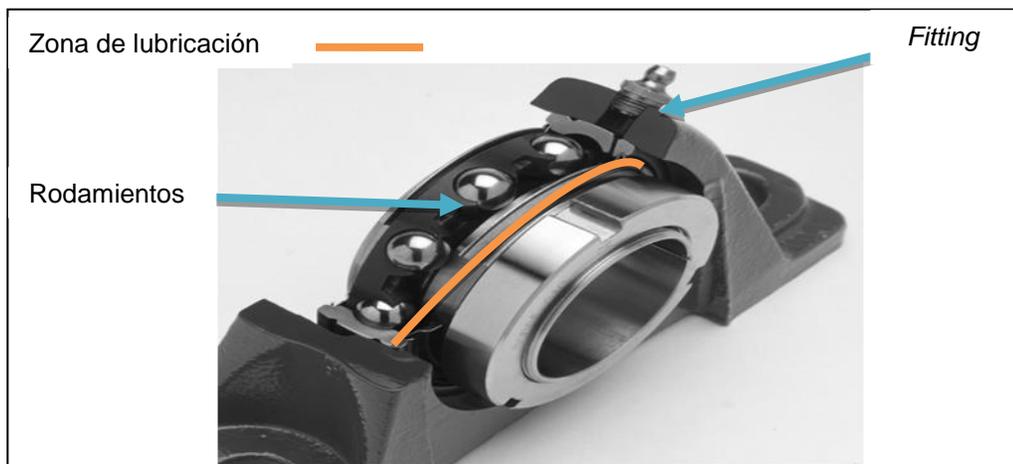
Fuente: *Tornillos y tuerca*. <http://www.directindustry.es/prod/kinto-electric-co-ltd/tornillos-sin-fin-39984-361527.html>. Consulta: 21 de octubre de 2014.

Revisión y limpieza bufas de mandril de expansión (*expander*): nota: hacer referencia. Al procedimiento de lubricación de mandril de expansión (pistón y aletas) de máquina de raspado RCO-1 y RCO-2.

Lubricación de rodamiento (chumaceras):

- Colocar la engrasadora en el *fitting* e ingresar grasa al cojinete.
- Dejar de colocar grasa hasta que la grasa se empiece a notar que sale por los costados del cojinete.

Figura 27. **Lubricación de rodamientos**



Fuente: *Rodamientos*. <http://www.incor.com.pe/chumaceras-dodge.php>.

Consulta: 21 de octubre de 2014.

Cambio de lubricante caja reductora: el cambio de lubricante en la caja reductora se basa en:

- Aflojar y quitar el tapón para drenar el lubricante usado.
- Drenar el lubricante hasta que salga la última gota de lubricante.
- Limpiar el tapón de vacío para quitar todo tipo de desgaste metálico.
- Colocar el tapo de vacío con el respectivo torque y llenar con aceite lubricante nuevo.

Cambio de O´ring del eje transmisor: el cambio del o´ring se efectúa para evitar cualquier tipo de fuga de aire en el expander; el cambio de o´ring del eje transmisor debe efectuarse cuando se ejecuta la lubricación del mandril de expansión.

Revisión de motor neumático: consiste en la inspección visual de que no exista fuga en los acoples del motor y posteriormente en desarmar el motor neumático y la inspección visual de las aspas que no se encuentren demasiado rayadas y que no queden flojas cuando sean colocadas en el rotor.

4.3.4.3. Máquina de embande EPN-3

El manual de actividades indica puntos básicos de mantenimiento de la máquina.

Tabla XXXV. **Actividades de mantenimiento de EPN-3**

ACCION	ELEMENTO	Código de actividad
Revisión	Unidad de mantenimiento	EC0
Lubricación	Cilindro neumático	EC1
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)	EC2
Lubricación	Mandril de expansión (pistón)	EC3
Revisión	Válvula neumática accionamiento mecánico	EC4
Revisión o cambio	Aceite hidráulico	EC5
Revisión	Cojinetes de rodillo estichador	EC6
Cambio	O ring de eje transportador	EC7
Limpieza	Superficie de expander	EC8

Fuente: elaboración propia.

Lubricación de cilindro neumático: revisión de sellos neumáticos, inspección visual en la que no existan grietas por cristalización en la parte interna y externa, en la verificación de la parte interna que el sello o resorte de metal no se encuentre vencido y que esté en la posición correcta en la cuna de sujeción.

Figura 28. **Cilindro neumático de EPN-3**



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Figura 29. **Inspección de retenedor**



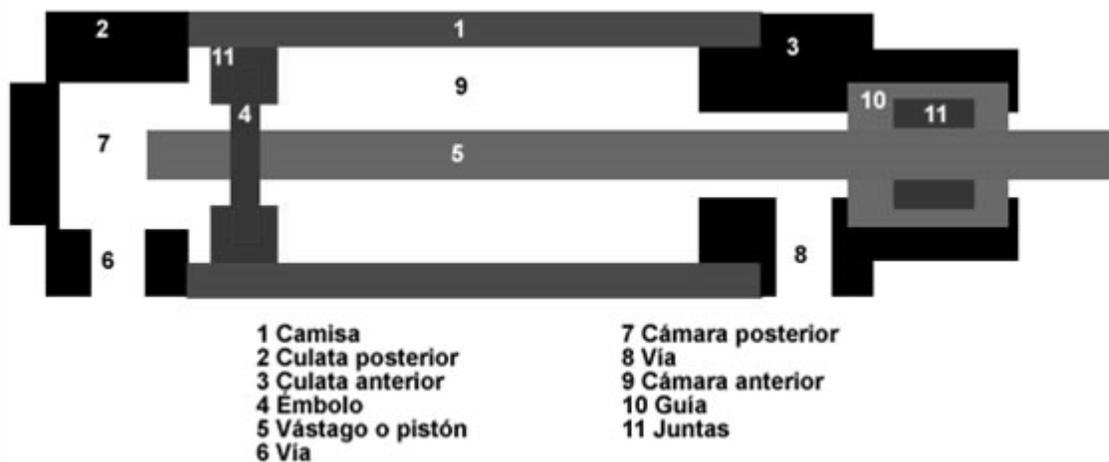
Fuente: *Retenedores*. <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.

Consulta: 25 de octubre de 2014.

Cualquier ajuste que sea necesario: entre los ajustes necesarios se incluyen:

- Cambios de tornillos
- Limpieza de camisas
- Verificación del émbolo
- Verificación del vástago

Figura 30. **Cilindro neumático**



Fuente: *Cilindros dobles*. <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Revisión de válvula neumática de accionamiento mecánico: la válvula neumática debe ser revisada con inspecciones de fugas de aire en los acoples de la misma; si posee fuga colocar teflón, debe ser colocado en sentido de la dirección de la rosca.

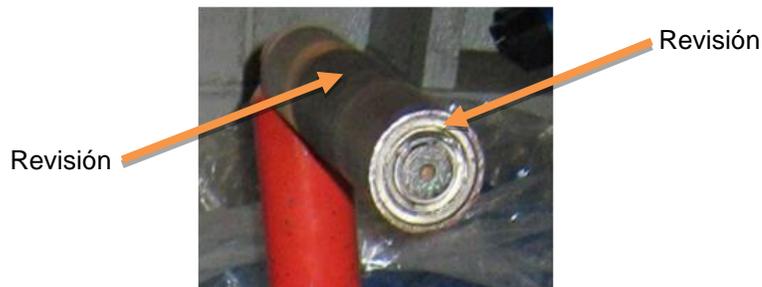
Revisión o cambio de aceite: la revisión del aceite es una comprobación en el tapón de llenado si contiene la cantidad adecuada en la caja; de contener

demasiada suciedad de polvo o contenido de desgaste de componentes internos cambio de aceite lubricante.

Revisión de cojinetes de rodillo estichador:

- Observar que el rodillo gire libremente sin trabamiento (+): + debe girar libremente pero no en exceso, ya que cuando empiece a girar libremente es indicio de que los cojinetes del rodillo ya no poseen lubricación y posteriormente existirán trabamiento en el rodillo, considerando también que estos cojinetes son sellados y que no pueden ser lubricados.

Figura 31. **Rodillos estichador**



Fuente: elaboración propia, empresa LLANRESA.

- Cambio de O´ring de eje transportador: el cambio del O´ring se efectúa para evitar cualquier tipo de fuga de aire en el expander; el cambio de O´ring del eje transmisor debe efectuarse cuando se ejecuta la lubricación del mandril de expansión.

4.3.4.4. Máquina de embande EPN-4

El manual de actividades indica puntos básicos de mantenimiento de la máquina.

Tabla XXXVI. **Actividades de mantenimiento de EPN-4**

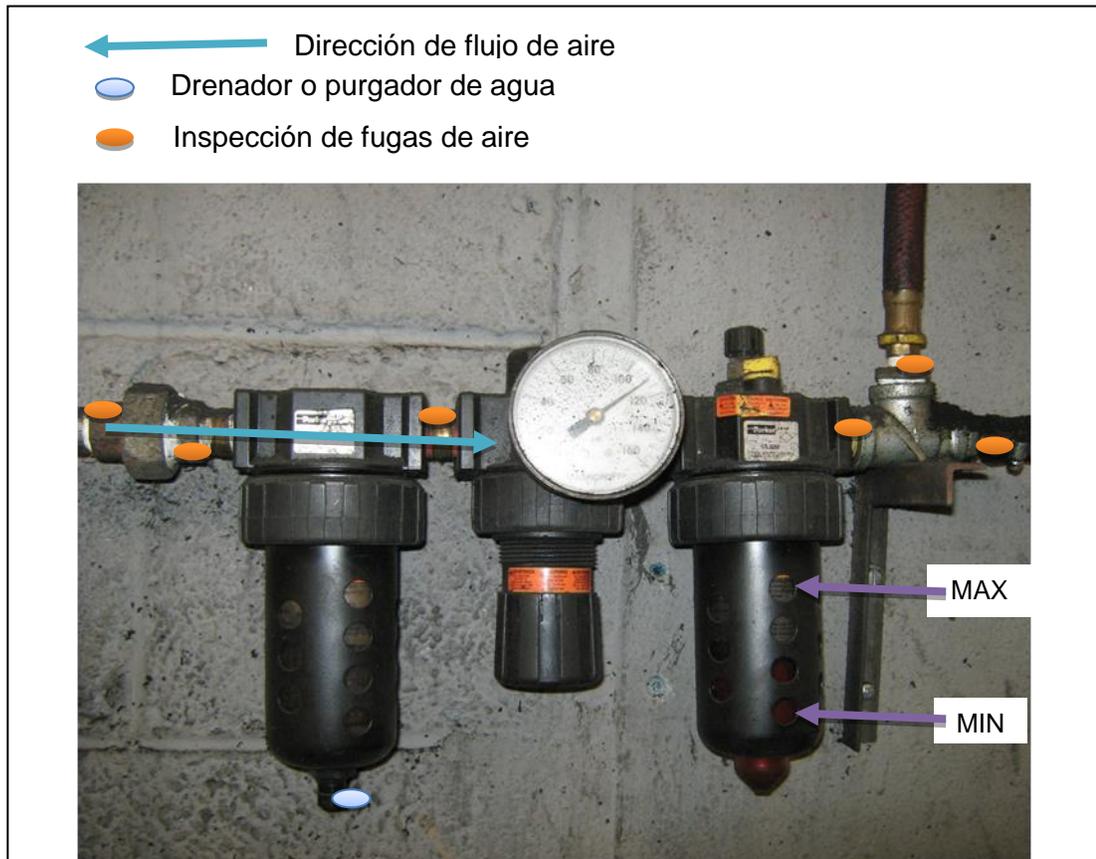
ACCIÓN	ELEMENTO	Código de actividad
Inspección	Mangueras de lubricantes	ED1
Inspección	Unidad de mantenimiento	ED2
Inspección	Cojinetes de rodillo de tracción	ED3
Limpieza	Mandril de expansión (expander)	ED4
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)	ED5
	Mandril de expansión (pistón)	ED6
Inspección	Electroválvulas	ED7
Cambio	Aceite hidráulico	ED8
Inspección y revisión	Motor eléctrico	ED9

Fuente: elaboración propia.

Inspección mangueras de lubricantes: revisión de estado físico de la manguera que no tenga ningún tipo de fisura o de agrietaduras y lo más importante es que no existan fugas de aceite hidráulico.

Nota: revisar la inspección de unidad de mantenimiento, en el mantenimiento general de planta.

Figura 32. **Unidad de mantenimiento EPN-4**



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Revisión de válvulas neumáticas: la válvula neumática debe ser revisada con inspecciones de fugas de aire en los acoples de la misma; si posee fuga colocar teflón, en sentido de la dirección de la rosca.

Lubricación mandril de expansión. Nota: hacer referencia. Al procedimiento de lubricación de mandril de expansión (pistón y aletas) de máquina de raspado RCO-1 y RCO-2.

Inspección de electroválvulas: verificación de que cuando sea accionada dejar el paso libre de aire y que lo corte en el momento indicado.

- Inspección de fugas de aire comprimido
- Inspección de la espiga eléctrica

De encontrar funcionamiento anormal en fugas de aire comprimido, colocar teflón en cinta y limpieza de la espiga eléctrica con solvente dieléctrico.

Cambio de aceite hidráulico: debe vaciarse el aceite que pueda tener en los cilindros hidráulicos y en las mangueras, así como en el depósito auxiliar e ingresar el aceite nuevo en el depósito y en los lugares en los cuales fueron vaciados.

Limpiar la superficie donde se encuentre el drenador de aceite:

Inspección y revisión de motor eléctrico. Nota: revisar el mantenimiento preventivo a un motor eléctrico en el plan de mantenimiento de equipos extras.

4.3.5. Manual de actividades de mantenimiento en vulcanizado

El manual describe las actividades que deben realizarse con la maquinaria.

4.3.5.1. Máquina de vulcanizado VCO-3 y VCO-4

El manual de actividades indica puntos básicos de mantenimiento de la máquina.

Tabla XXXVII. **Actividades de mantenimiento de VCO-3 y VCO-4**

ACCIÓN	ELEMENTO	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
Limpieza	Interior de la autoclave	VF1
Inspección o cambio (si es necesario)	Mangueras de vapor	VF2
Inspección y Cambio (si es necesario)	Manguera de aire	VF3
Inspección	Interior de autoclave	VF4
Inspección	Interior del cuerpo de presión	VF5
Inspección	Escapes de vapor <i>fitting</i>	VF6
Inspección	Escape de vapor en uniones	VF7
Inspección	Válvula de purga	VF8
Inspección	Válvula principal de entrada de vapor	VF9
Cambio	Rodamientos de motor	VF10
Revisión	Conexiones eléctricas	VF11
Revisión	Manómetros de presión (<i>kit</i> de neumáticos)	VF12
Inspección y cambio	Fajas *	VF13

Fuente: elaboración propia.

Limpieza interior de la autoclave: en la limpieza del interior de la autoclave se evalúan aspectos como:

- Efectuar un lavado interno con agua y jabón después remover todo tipo de jabón que pueda quedar en el interior de la autoclave.
- Que no existan pozas de agua.
- Que no haya partículas extrañas como corrosión, polvo, o hule utilizado en el proceso de reencauche en las guías del sostenedor de neumáticos.

Inspección y cambio de mangueras de vapor y de aire: en la inspección de mangueras se debe observar estado del alambre protector de las mangueras que este no se encuentre quebrado; en caso contrario se debe realizar el cambio respectivo de las mangueras, en el cambio de mangueras de vapor debe tomarse en cuenta que:

- Los 2 acoples de bronce de los extremos no se encuentre con daños en las roscas.
- No posean partículas extrañas en las entradas y salidas de las mangueras.
- Se debe ingresar aire comprimido por si existe algún tipo de partícula extraña o algún tipo de condensado.
- Se debe colocar el sello de goma en los acoples de la manguera recomendable cambiar el sello de goma trimestralmente o cuando se encuentren fugas.
- Al momento de colocar las mangueras en el cuerpo de la autoclave colocar cinta sellante (teflón) en el conector del cuerpo de la autoclave.

La inspección interna y el cuerpo de presión se refiere a que al momento del cierre de la autoclave este sea un cierre hermético en el cual no existan fugas de aire o de vapor. Esta actividad del mantenimiento se ve complementada con los siguientes aspectos:

- Inspección de mangueras de vapor y de aire, anteriormente descritas.
- Inspección de empaque de la puerta de la autoclave que no posea ningún tipo de grietas para ayudar a la prolongación de su vida útil. Se le debe colocar el silicón aditivo correspondiente.

Inspección de escapes de vapor en *fittings* y uniones: la inspección de vapor suele ser una de las inspecciones más fáciles, ya que el escape de vapor en los *fittings* el vapor debe salir libremente, mientras que en las uniones no debe existir ningún tipo de escape o fuga de vapor, al menos que se libere la salida de vapor.

Inspección de la válvula de purga: la inspección de la válvula de purga se refiere a los siguientes aspectos:

- Inspeccionar que no contenga ningún elemento o partícula extraña que pueda llegar a ser obstrucción a la salida de la purga.
- Cuando la válvula de purga es accionada, se debe observar que debe drenarse todo el exceso de mezcla agua y vapor.
- Observar que al finalizar la purga no quede ningún tipo de agente que pueda formar algún tipo de corrosión o abrasión.

La inspección de la válvula de vapor: consiste en que no exista ningún tipo de fuga en el momento en que sea abierta la válvula para el paso de vapor hacia el interior de la autoclave.

El cambio de los rodamientos del motor debe realizarse bajo los siguientes pasos:

- Desmontar el motor con vital cuidado de la parte posterior de la autoclave
- Desarmar las conexiones externas que todavía posea el motor
- Limpieza externa del motor y consecuentemente el desarmar el motor
 - Quitar las carcasas del motor
 - Golpear levemente los inducidos, escobillas y sus soportes.

- Realizar la extracción de cojinetes y colocar los cojinetes nuevos.
- Efectuar una limpieza general interna del motor eléctrico.
- Realizar todas las inspecciones necesarias a un motor eléctrico previamente a que vuelva a ser armado y montado.
- Armar el motor ya limpio y posteriormente efectuar su montaje.

Debe revisar las conexiones eléctricas, sus componentes eléctricos y líneas eléctricas.

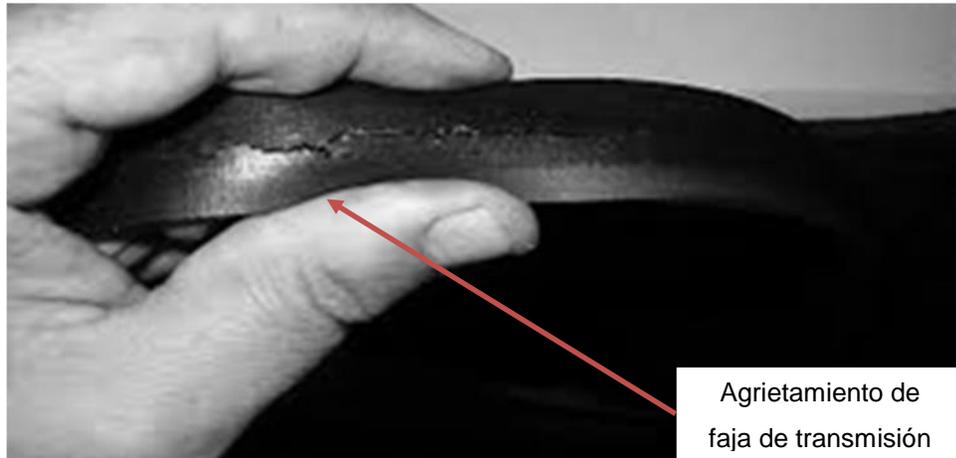
- Limpieza de dispositivos eléctricos
 - Limpieza con solvente dieléctrico
- Que estén las líneas eléctricas (cables) bien aisladas
- Que exista un buen contacto entre los dispositivos
- No dejar cables expuestos en la operación de la maquinaria

Revisión de manómetros de presión: incluye inspección de fugas de aire, que la aguja del manómetro no oscile en un parámetro del valor establecido y que la presión del sistema debe ser de 80 Psi.

Inspección y cambio de fajas de transmisión: consiste en la observación del estado físico, es decir que posea las condiciones de abrasión, vidriado, agrietado y acumulación, así como también la tensión con la que se encentra la faja.

- Al momento de ejercer presión sobre la faja en la parte lisa no debe de exceder de 15 mm, ni estar menos de 6 mm.

Figura 33. **Inspección de faja de transmisión**



Fuente: *Correas*. <http://es.wikihow.com/probar-correas>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

4.3.5.2. **Máquina de vulcanizado VCO-5**

La máquina de vulcanizado presenta actividades básicas y esencial de mantenimiento.

Tabla XXXVIII. **Actividades de mantenimiento de VCO-5**

Actividad	Elemento	Código de actividad
Revisión	Mangueras	VL1
Revisión	Cilindros neumáticos	VL2
Inspección	Acoples de aire y de vapor	VL3
Inspección	Trampas de condensado	VL4

Continuación de la tabla XXXVIII.

Pruebas	Manómetros	VL5
Lubricación	Tornillo de seguridad	VL6

Fuente: elaboración propia.

Revisión de mangueras: consiste en la observación de estado superficial de las mangueras, las cuales no deben tener ningún tipo de grietas o señales de maltrato en la instalación con los acoples.

Revisión de cilindro: la revisión del cilindro se acompaña de la inspección del empaque del cilindro neumático; debe ser visual, pero para llegar a esta inspección se debe efectuar el desmontaje y desarmado del cilindro.

- Quitar todo tipo de conexión de aire que posea el cilindro.
- Aflojar y quitar pernos de sujeción que contengan la máquina de operación y pasadores en la parte del pistón.
- Realizar una limpieza externa del cilindro neumático.
- Quitar la culata del cilindro neumático.
- Extraer el émbolo junto con el pisto y realizar una limpieza.
- Inspeccionar las juntas o empaque**

**Nota: no debe estar el empaque con grietas o señales de maltrato de ser de esta forma cambiar inmediatamente, se recomienda cambio de empaque anualmente para evitar fugas en el cilindro.

Figura 34. **Inspección de retenedor de la VCO-5**

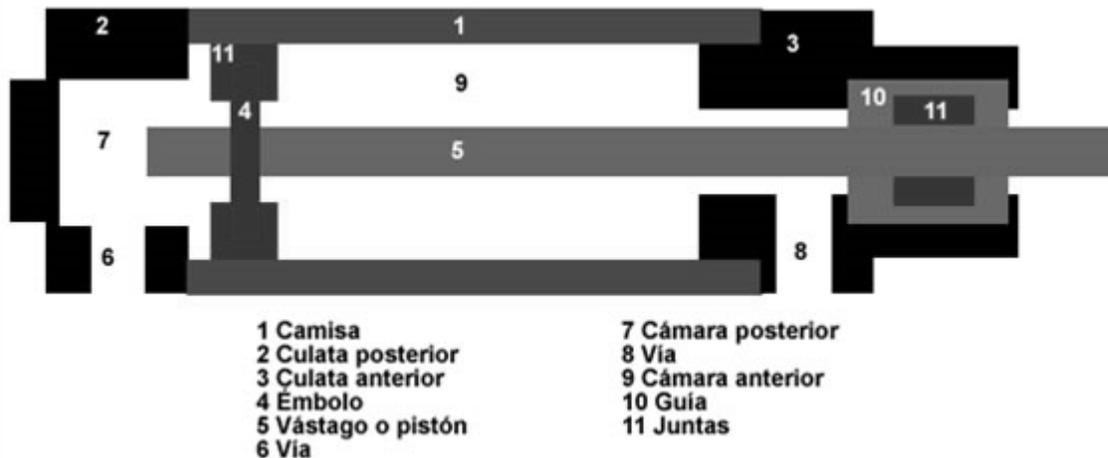


Fuente: *Retenedores*. <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.

Consulta: 25 de octubre de 2014.

- Ejecutar limpieza de partes del cilindro con desengrasante o solvente.
- No realizar limpieza de O´rings con desengrasantes que contenga agentes abrasivos para el hule.
- Al momento de armar el cilindro neumático agregar una pequeña capa de aceite lubricante a las piezas, para evitar que al comienzo de trabajo de la máquina el cilindro trabaje sin lubricación y acelerar el deterioro de las piezas internas del cilindro neumático.
- En el montaje del cilindro neumático deben ingresarse correctamente las conexiones neumáticamente y verificar que no existan fugas en acoples. Si se coloca algún tipo de sellantes en acoples como sellador de empaque o teflón (líquido o tipo cinta) hacerlo de la forma correcta; si se coloca teflón tipo cinta, que sea en el sentido de la rosca para que no se barra el teflón al momento de enroscar el acople o conexión.

Figura 35. **Cilindro neumático de la VCO-5**



Fuente: *Cilindro dobles*. <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.ht>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Inspección de acoples: se basa en que no exista ningún tipo de fugas de aire comprimido y de vapor, en los acoples de mangueras de la autoclave de aire comprimido.

Inspección de trampas de condensado: una trampa de condensado consiste en la eliminación de cualquier tipo de vapor que contenga presencia de agua, por lo cual en la inspección se debe comprobar que contenga el condensado y vaciar el mismo antes de que rebasen los límites de capacidad de la trampa de condensado.

Pruebas de manómetros: las pruebas deben realizarse con un manómetro patrón en el cual deben compararse los valores del manómetro en funcionamiento con el de referencia, el valor no debe excederse de 3 unidades (3 Psi); si supera el valor mencionado debe efectuarse el cambio del mismo.

Lubricación de tornillo de seguridad: antes de iniciar con la lubricación del tornillo debe efectuarse una limpieza; la lubricación del tornillo debe realizarse en toda su superficie; debe poseer la grasa en todos los pasos de los dientes del tornillo. La prueba de un buen engrase se observará cuando la tuerca gire libremente sobre la superficie del tornillo.

4.3.6. Manual de actividades de mantenimiento en inspección final

Este manual describe las actividades que deben realizarse con la maquinaria.

4.3.6.1. Máquina de inspección final IFC-1

En el proceso de inspección final, deben definirse las actividades de mantenimiento.

Tabla XXXIX. **Actividades de mantenimiento de IFC-1**

Actividad	Elemento	Código de actividad
Revisión	Unidad de mantenimiento	IF1
Inspección	Acoples de aire comprimido	IF2
Inspección	Estado de la máquina	IF3
Revisión y engrase	Cadena	IF4
Inspección de nivel de aceite	Caja reductora	IF5
Desmontaje y desarmado	Cilindro principal	IF6
Inspección de empaque	Cilindro	IF7
Revisión	Motor eléctrico	IF8

Fuente: elaboración propia.

Revisión de unidad de mantenimiento: es la misma revisión que se realiza en el mantenimiento de las líneas neumáticas. Por lo cual consiste en la observación del nivel correcto de lubricante, en drenar el exceso de agua contenida en el filtro o trampa de agua y regular la presión a la presión adecuada con la que opera la máquina.

En la inspección de acople de aire comprimido se verifica que no exista ningún tipo de fugas en los acoples de mangueras de aire comprimido.

La inspección de estado de la máquina se refiere a una inspección visual del estado general de la máquina, que no existan tornillos flojos, fugas de aceite, fugas de aire, suciedad sobre la máquina, entre otros.

En la revisión y engrase de cadena se debe tener los cuidados necesarios, desconectar todo tipo de conexión que pueda hacer funcionar la máquina mientras se realiza el mantenimiento.

- Realizar la limpieza de la cadena y quitar todo tipo de grasa sucia o cochambre que posea la cadena de transmisión.
- Aplicar desengrasante en la parte superior e inferior de los casquillos y rodillos.
- Quitar toda suciedad que contenga la cadena con un paño para evitar cortaduras en los dedos y una mejor limpieza de la cadena.
- Aplicar desengrasante en el engranaje o rueda conductora como rueda conducida.

Agregar el aceite lubricante a la cadena de transmisión por medio de goteo, girar la cadena lentamente mientras la lubrica, para tener una lubricación

uniforme en toda su longitud. Evitar la lubricación excesiva ya que en un futuro podría formar suciedad que podría provocar estancamientos en la cadena.

En la inspección de nivel de aceite: debe observarse que tenga la cantidad adecuada de aceite lubricante para que trabaje de manera adecuada. No debe bajar del nivel indicado por el depósito.

Desmontaje y desarmado de cilindro principal e inspección de empaque: la inspección del empaque del cilindro neumático debe ser visual, pero para poder llegar a esta inspección, se debe efectuar el desmontaje y desarmado del cilindro.

- Quitar todo tipo de conexión de aire que posea el cilindro.
- Aflojar y quitar pernos de sujeción que contenga con la máquina de operación y pasadores en la parte del pistón.
- Realizar una limpieza externa del cilindro neumático.
- Quitar la culata del cilindro neumático.
- Extraer el embolo junto con el pistón y realizar una limpieza.
- Inspeccionar las juntas o empaque**

**Nota: no debe estar el empaque con grietas o señales de maltrato de ser de esta forma cambiar inmediatamente, se recomienda cambio de empaque anualmente para evitar fugas en el cilindro.

Figura 36. **Inspección de retenedor de la máquina IFC-1**

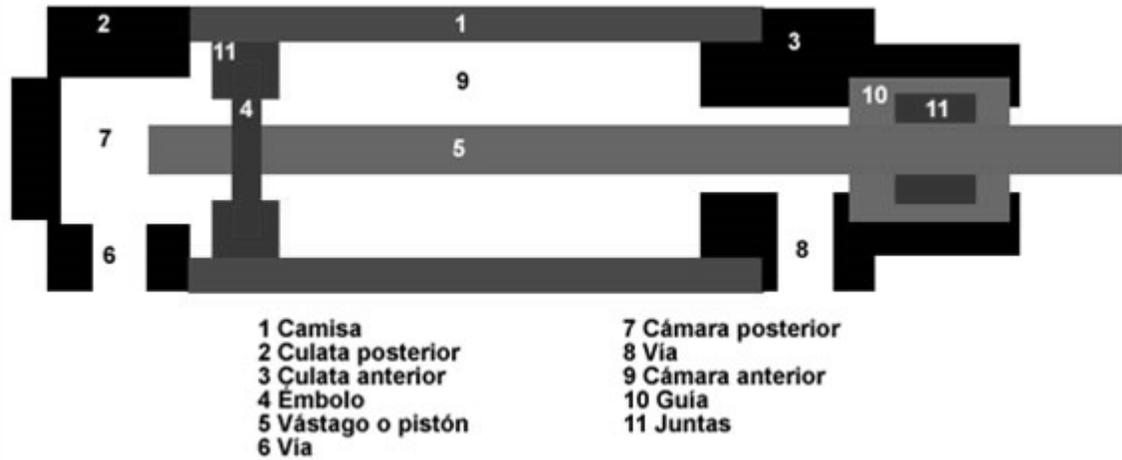


Fuente: *Retenedores*. <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.

Consulta: 25 de octubre de 2014.

- Ejecutar limpieza de partes del cilindro con desengrasante o solvente.
- No realizar limpieza de O´rings con desengrasante que contenga agentes abrasivos para el hule.
- Al momento de armar el cilindro neumático agregar una pequeña capa de aceite lubricante a las piezas, para evitar que al comienzo de trabajo de la máquina, el cilindro trabaje sin lubricante y acelere el deterioro de las piezas internas del cilindro neumático.
- En el montaje del cilindro neumático deben ingresarse correctamente las conexiones neumáticamente y verificar que no existan fugas en acoples. Si se coloca algún tipo de sellantes en acoples como sellador de empaque o teflón (líquido o tipo cinta) hacerlo de la forma correcta; si se coloca teflón tipo cinta, ubicarlo en el sentido de la rosca para que no se barra el teflón al momento de enroscar el acople o conexión.

Figura 37. Cilindro neumático



Fuente: *Cilindros dobles*. <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.ht>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Nota: revisar el mantenimiento preventivo a un motor eléctrico en el plan de mantenimiento de equipos extras.

5. MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL

5.1. Datos técnicos de máquinas

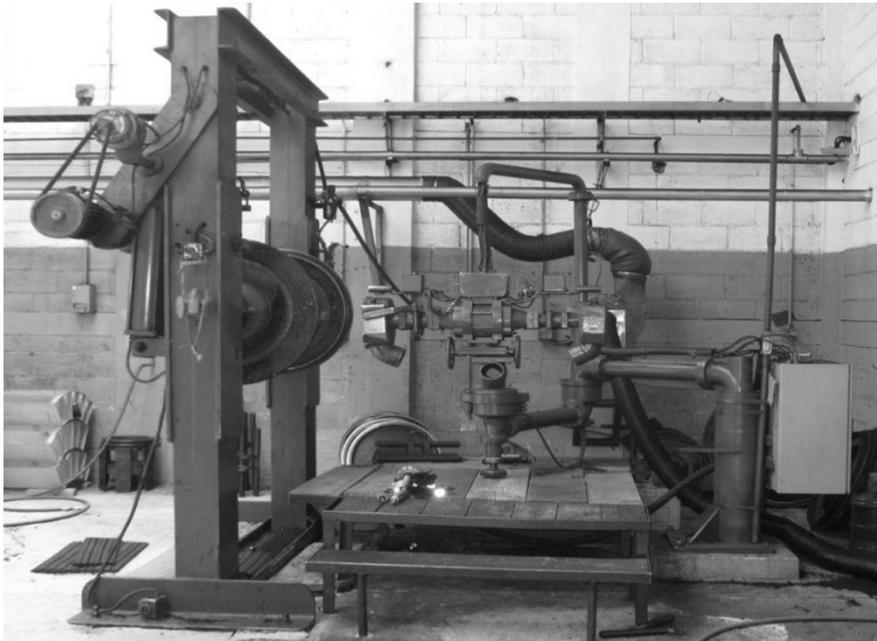
Describe aspectos importantes de la maquina que se deben de conocer el usuario así como el técnico al momento de ejecutar el mantenimiento.

5.1.1. Datos técnicos de máquinas de raspado y saneo

Información que se presenta en una tabla de cada máquina que se ubica en el área de raspado y saneo en la línea de producción de reencauche de llanta agrícola.

Tabla XL. Datos técnicos de RAI-1

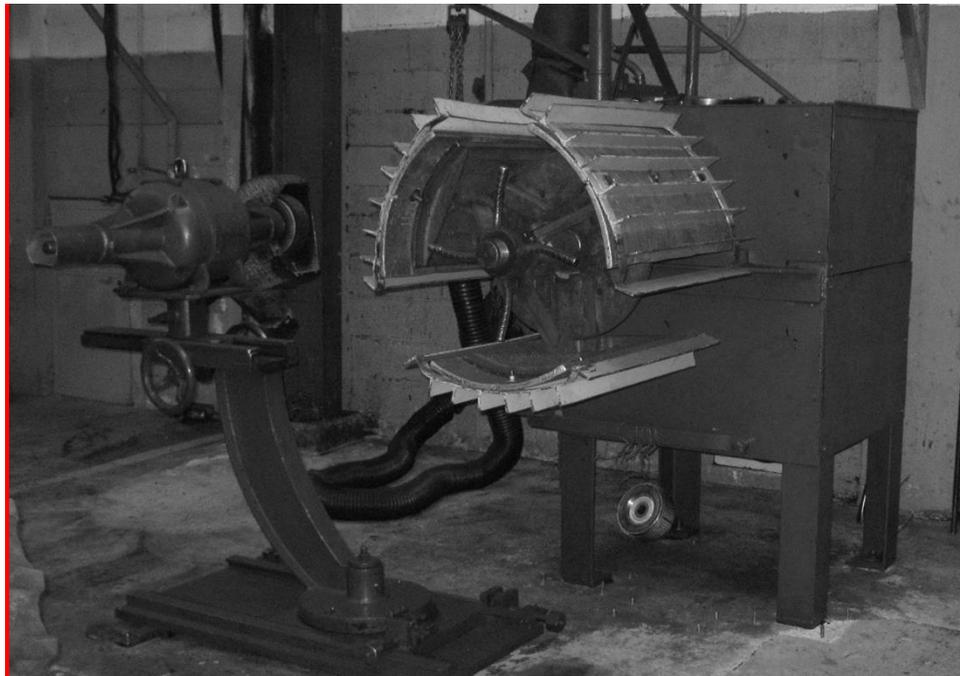
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Raspadora agrícola-industrial
Marca	COLLMANN
Área de trabajo	Raspado y saneo
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	120 Psi
Código	RAI-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XLI. Datos técnicos de RAI-2

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Raspadora agrícola-industrial
Marca	-----
Área de trabajo	Raspado y saneo
No. de máquina	2
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y eléctrico
Presión de trabajo	Psi
Código	RAI-2



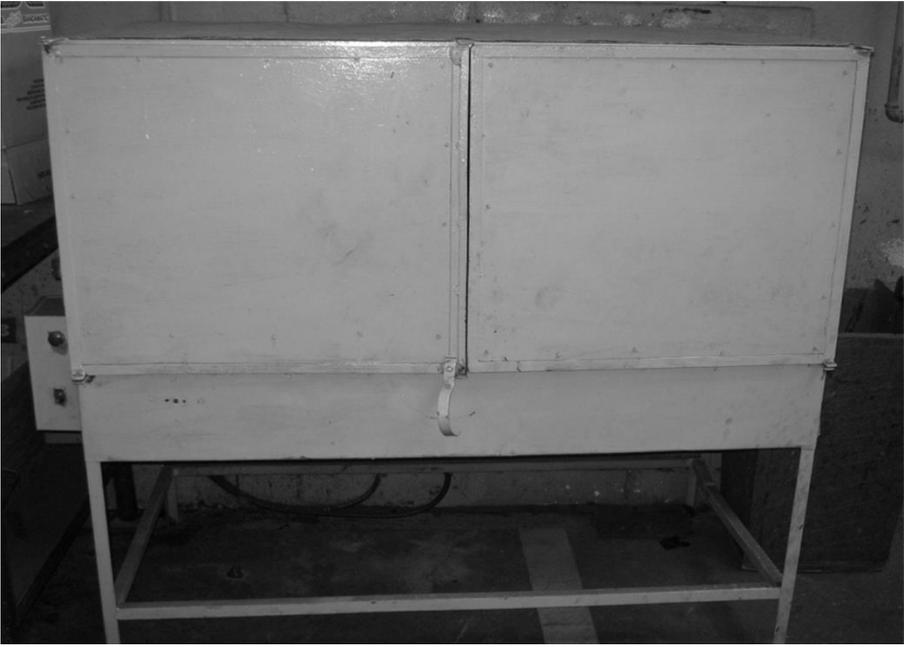
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

5.1.2. Datos técnicos de máquinas de taqueo

Información de aspecto técnico de las máquinas del área de taqueo en la línea de producción de reencauche de llanta agrícola.

Tabla XLII. Datos técnicos de TH-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Horno eléctrico
Marca	-----
Área de trabajo	Taqueo
No. de máquina	1
Origen	Guatemala
Tipo	Eléctrico
Voltaje	220 V
Código	TH-1



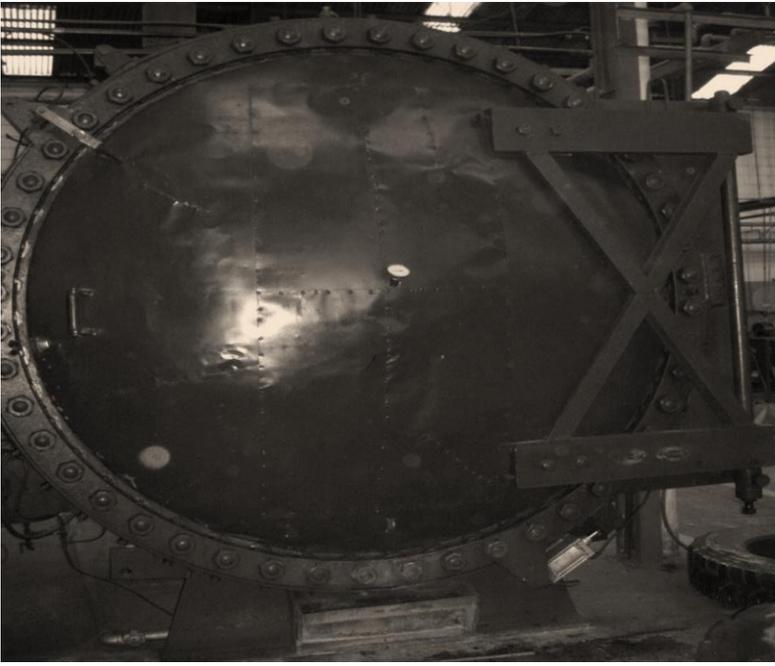
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

5.1.3. Datos técnicos de vulcanización

Información de aspecto técnico de las máquinas del área de vulcanizado en la línea de producción de reencauche de llanta agrícola.

Tabla XLIII. Datos técnicos de VAI-1

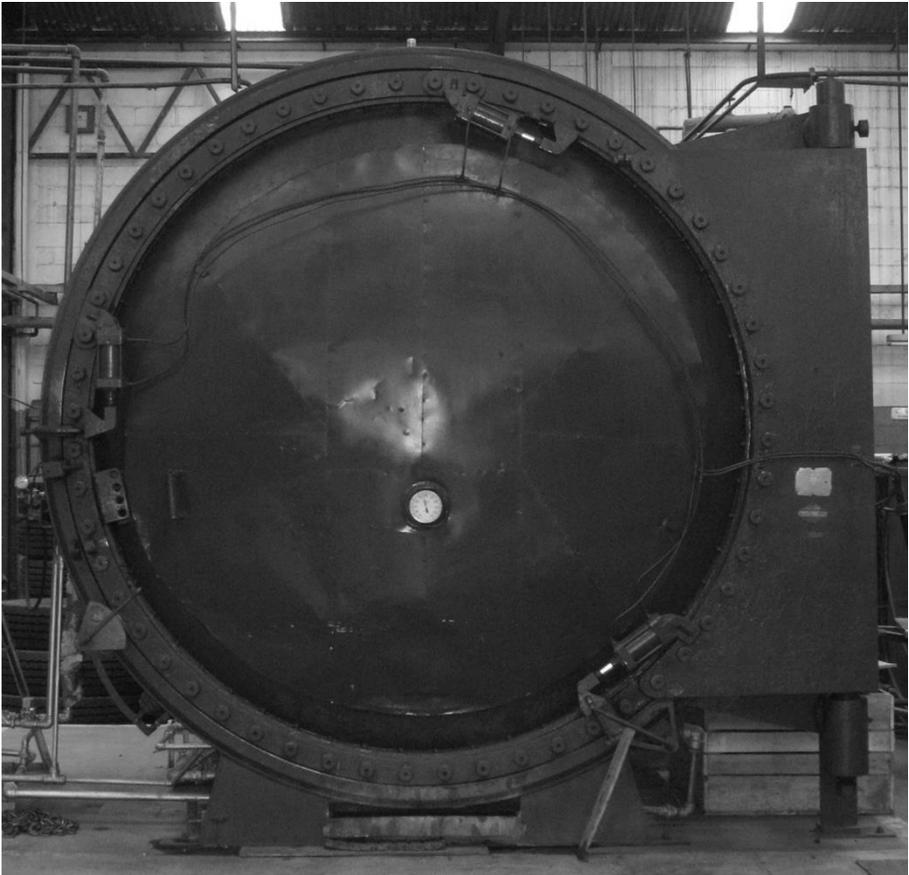
DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de vulcanizado
Marca	<i>MAKERS</i> (Año 1951)
Área de trabajo	Vulcanizado
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y vapor
Presión de trabajo	100 Psi
Código	VAI-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Tabla XLIV. Datos técnicos de VAI-2

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Máquina de vulcanizado
Marca	<i>TREADBONDER VULCAN</i>
Área de trabajo	Vulcanizado
No. de máquina	2
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático y vapor
Presión de trabajo	100 Psi



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

5.2. Descripción básica del funcionamiento de la maquinaria en el área de reencauche agrícola e industrial

Describe el funcionamiento de la maquinaria que esta ubicada en la línea de reencauche agrícola-industrial.

5.2.1. Funcionamiento básico de maquinaria de raspado y saneo

¿Qué es una máquina de raspado de neumáticos? Es una máquina diseñada para la eliminación de la banda de rodamiento de la llanta mediante operaciones sucesivas de raspado manual, con el fin de hacer una superficie idónea en el casco de la llanta para la unión de una banda nueva de rodamiento industrial o tacos agrícolas-industriales.

5.2.1.1. Máquina de raspado RAI-1

La máquina de raspado agrícola-industrial inicia su funcionamiento con el accionamiento del cilindro neumático que activa los discos laterales que sujetan las pestañas del neumático, el disco lateral izquierdo hace girar el neumático por medio de la tracción de un motor eléctrico; el neumático puede ser girado a diferentes velocidades de rotación; dependiendo del tipo de raspado que se desee, el motor eléctrico de las cuchillas raspadoras puede girar en diferentes ángulos y posiciones de su brazo articulado.

5.2.1.2. Máquina de raspado RAI-2

Las máquina de raspado RAI-2 es mucho más compacta que la primera, ya que asegura el neumático por medio de aletas; este tipo de aletas son

aseguradas por medio de tornillos que gradualmente determinan el tamaño en las pestañas de neumático; se hace girar por medio de motor eléctrico que genera el movimiento rotacional transmitido por fajas y la velocidad de las cuchillas; también son generadas por medio de un motor eléctrico que está colocado en un banco giratorio que determina el alto, ángulo y la profundidad del raspado.

5.2.2. Funcionamiento básico de maquinaria de taqueo

El equipo de taqueo son los hornos eléctricos utilizados para un precalentamiento del taco para el reencauche; estos hornos basan su funcionamiento en la energía eléctrica con un botón regulador que controla el voltaje de la resistencia que encuentran en la parte interna del horno: el voltaje se controla en función de la temperatura interna que debe poseer el horno para el precalentamiento de los diferentes tipos de tacos.

5.2.3. Funcionamiento básico de maquinaria de vulcanizado

La función de una máquina de vulcanización una autoclave OTR es llegar a cumplir el proceso de vulcanizado; estas autoclaves inician su funcionamiento con llegar a la temperatura de prevulcanización para ingresar el neumático, cuando el neumático; es ingresado se inicia con la rotación de los mismos, por medio de los rodillos a una velocidad constante; al mismo tiempo se rocía agua en la superficie externa del neumático, como también el vapor a la temperatura especificada para el tipo de neumático.

El tiempo de vulcanizado es controlado por el *timer* en el cual se le coloca el tiempo; indica las especificaciones de los diferentes tipos de tacos; en estas autoclaves se puede ingresar hasta una cantidad de 4 neumáticos,

dependiendo de las dimensiones de los mismos y si cumplen con las mismas especificaciones del taco que se está utilizando.

5.3. Manual de actividades básicas de mantenimiento de la maquinaria de reencauche agrícola e industrial

Este manual describe las actividades básicas que deben realizarse con la maquinaria de reencauche agrícola e industrial.

5.3.1. Manual de actividades de mantenimiento de raspado y saneo

En el proceso de raspado y saneo, deben definirse las actividades de mantenimiento.

5.3.1.1. Máquinas de raspado RAI-1 y RAI-2

Las máquinas de raspado son equipo de mayor volumen pero de menor complejidad que la maquinaria utilizada en la línea de producción de reencauche de neumáticos comercial.

Tabla XLV. **Actividades de mantenimiento de RAI-1 y RAI-2**

ACTIVIDAD	ELEMENTO	Código de actividad
Revisión	Unidad de mantenimiento	RZ1
Revisión	Válvulas neumáticas	RZ2
Revisión	Cilindro neumático*	RZ3
Revisión	Pines de base de cuchillas	RZ3
Revisión	Motores eléctricos ☉	RZ4

Continuación de la tabla XLV.

Revisión	Cilindro neumáticos (accionador de rodillo)*	RZ5
Inspección	Fajas de transmisión	RZ6
Lubricación	Piezas móviles	RZ7
Revisión y ajuste	Panel eléctrico	RZ8
Inspección	Conexiones eléctricas	RZ9

Fuente: elaboración propia, empresa LLANRESA.

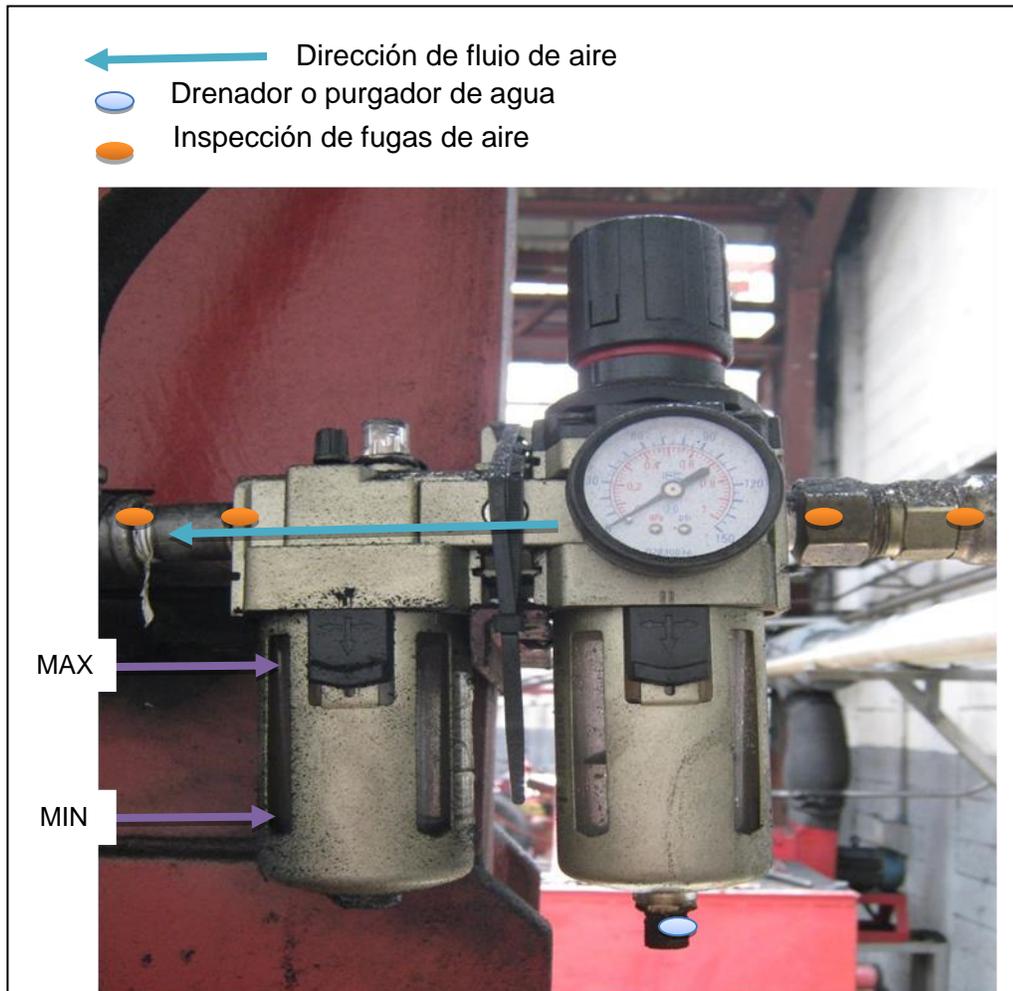
En el cilindro neumático, en un cilindro activador de rodillos para estichar, se deben realizar tareas de revisión como:

- Revisión de bujes
- Revisión de sellos neumáticos
- Cualquier ajuste que se necesario

Los motores eléctricos deben realizarse una revisión física superficial así como interna en sus componentes; esta revisión incluye:

- Cojinetes
- Aislamientos
 - Bobinas
 - Rotores
- Ajustes de ser necesarios: revisión de unidad de mantenimiento. Nota: revisar la inspección de unidad de mantenimiento en el mantenimiento general de planta.

Figura 38. **Revisión de unidad de mantenimiento**



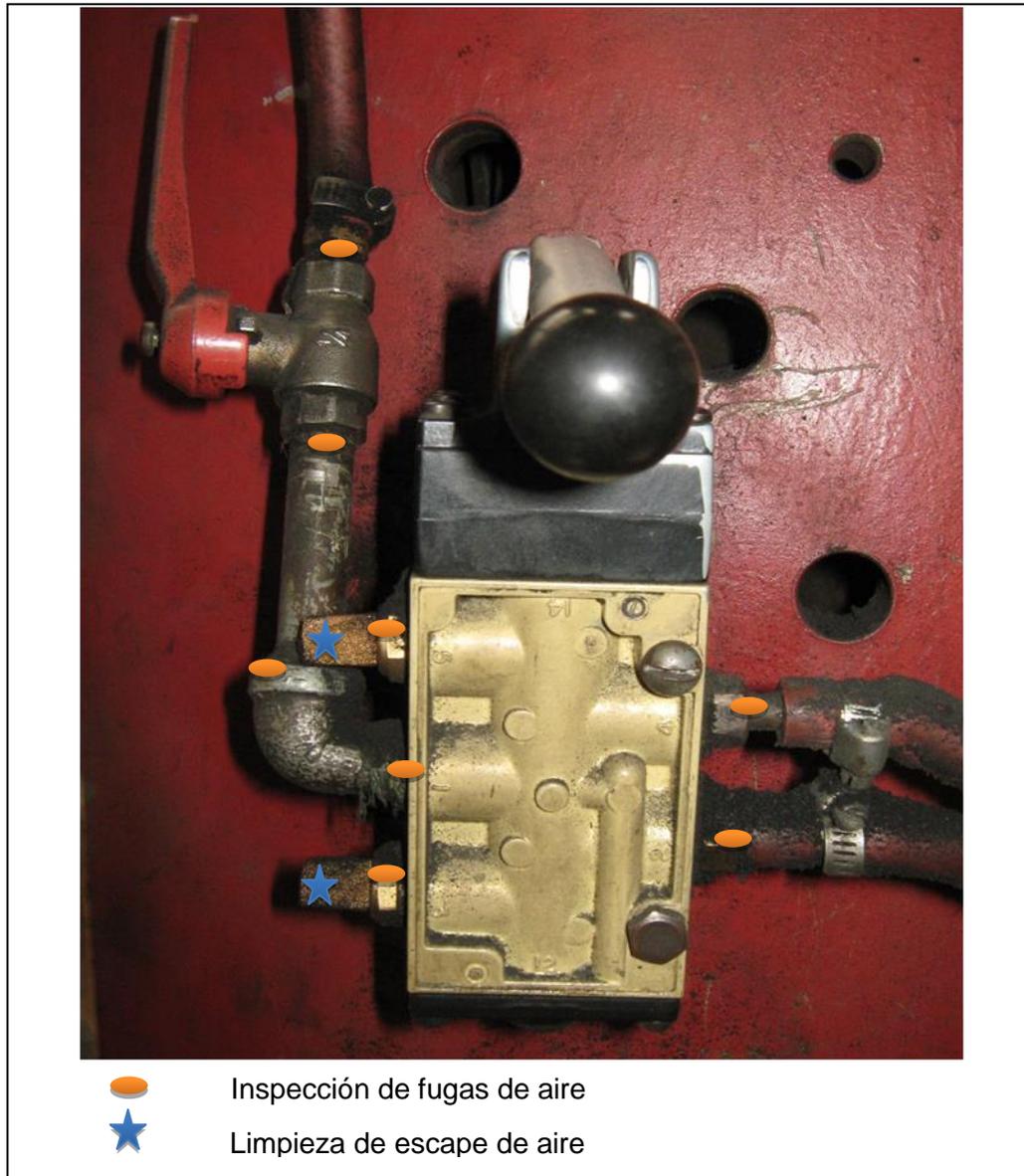
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Revisión de válvulas neumáticas: no existe un mantenimiento a una válvula neumática, ya que las reparaciones a una válvula se realizan cuando ya presenta síntomas de fallas, sin embargo debe:

- Verificar que no exista fugas de aire comprimido:

- Colocar en los acoples de la unidad de mantenimiento, sustancia líquida espumosa.
- Si existen inicios de formación o presencia de burbujas:
 - Corregir las conexiones de aire.
 - Colocar teflón, colocarlo en sentido de la dirección de la rosca.
 - De persistir la fuga de aire cambiar los acoples en la unidad de mantenimiento.
- Limpieza externa del silenciador de la válvula, no debe tener polvo o caucho en la salida o escape del aire.

Figura 39. Revisión de válvula neumática



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

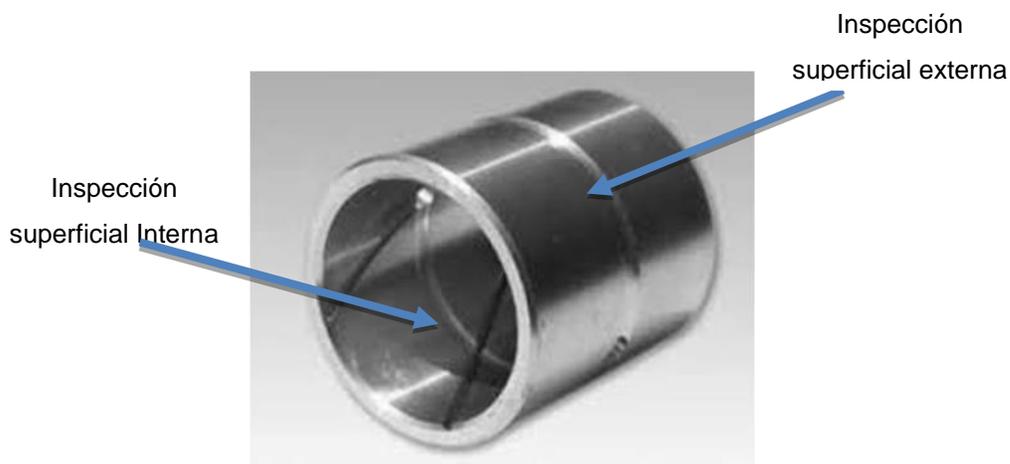
Revisión de cilindro neumático: la inspección del empaque del cilindro neumático debe ser visual, pero para llegar a la inspección visual es necesario efectuar el desmontaje y el desarmado del cilindro.

- Quitar todo tipo de conexión de aire que posea el cilindro.
- Aflojar y quitar pernos de sujeción de la máquina de operación y pasadores que contenga en la parte del pistón.
- Realizar una limpieza externa del cilindro neumático.
- Quitar la culata del cilindro neumático.
- Extraer el émbolo junto con el pisto y realizar una limpieza.
- Inspeccionar las juntas o empaque**

** (Nota: no debe estar el empaque con grietas o señales de maltrato; de ser de esta forma cambiar inmediatamente, se recomienda cambio de empaque anualmente para evitar fugas en el cilindro).

- Revisión de bujes: inspección visual que no exista rayones o raspaduras, de ser así cambiar el buje del eje.

Figura 40. **Revisión de bujes**



Fuente: *Bujes de cobre*. <http://spanish.alibaba.com/product-tp/bronze-bushing-126256386.html>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

- Revisión de sellos neumáticos: inspección visual en la que no existan agrietas por cristalización en la parte interna y externa, en la verificación de la parte interna, que el sello o resorte de metal no se encuentre vencido y que esté en la posición correcta en la cuna de sujeción.

Figura 41. **Revisión de sellos neumáticos**



Fuente: *Retenedores*. <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.

Consulta: 25 de octubre de 2014.

- Cualquier ajuste que sea necesario: entre los ajustes se incluyen:
 - Cambios de tornillos
 - Limpieza de camisas
 - Verificación del embolo
 - Verificación del vástago

Figura 42. **Cilindro neumático**



Fuente: *Cilindros dobles*. <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>.

Consulta: 2 de septiembre de 2014.

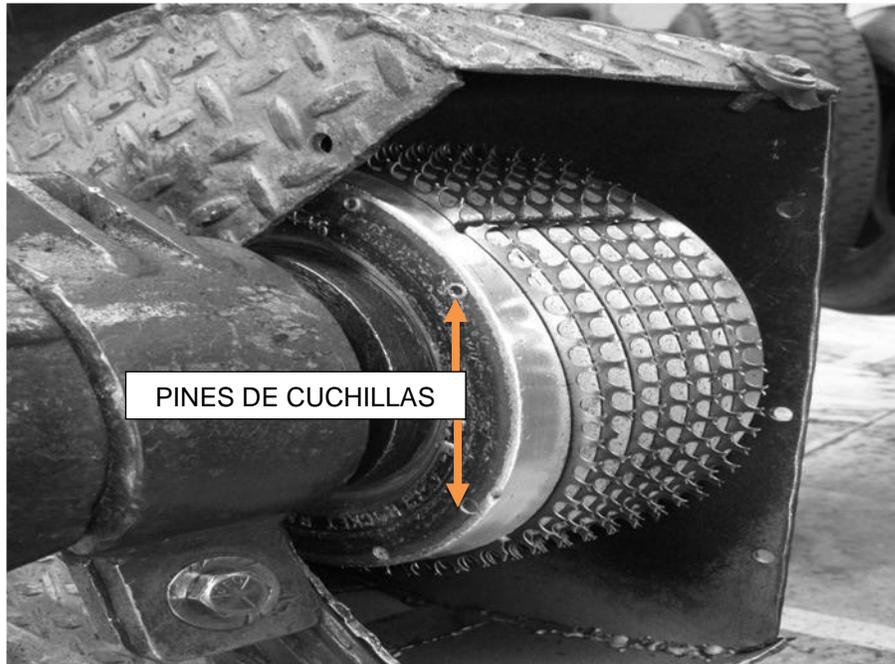
Revisión de pines de cuchillas: verificar que los pines no se encuentren salidos de la guía de seguridad, todos deben estar perfectamente colocados en la rueda y de forma ajustada, para que no se salgan las cuchillas raspadoras.

Figura 43. **Revisión de pines de cuchillas**



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Figura 44. **Inspección de pines de cuchillas**



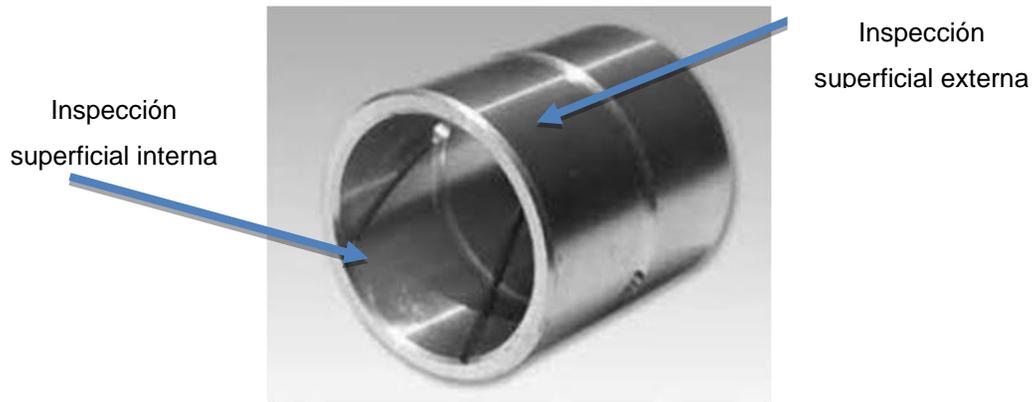
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

Revisión de motor eléctrico: revisar el mantenimiento preventivo a un motor eléctrico en el plan de mantenimiento de equipos extras.

Revisión de cilindro neumático (activador de rodillo): en el cilindro neumático es un cilindro activador de rodillos para estichar; se deben realizar tareas de revisión como:

- Revisión de bujes: inspección visual que no existan rayones o raspaduras; de ser así cambiar el buje del eje.

Figura 45. **Revisión de bujes**



Fuente: *Bujes de bronce*. <http://spanish.alibaba.com/product-tp/bronze-bushing-126256386.html>. Consulta: 27 de octubre de 2014.

- Revisión de sellos neumáticos: inspección visual en la que no existan grietas por cristalización en la parte interna y externa, en la verificación de la parte interna que el sello o resorte de metal no se encuentre vencido y que esté en la posición correcta en la cuna de sujeción.

Figura 46. **Revisión de sellos neumáticos**

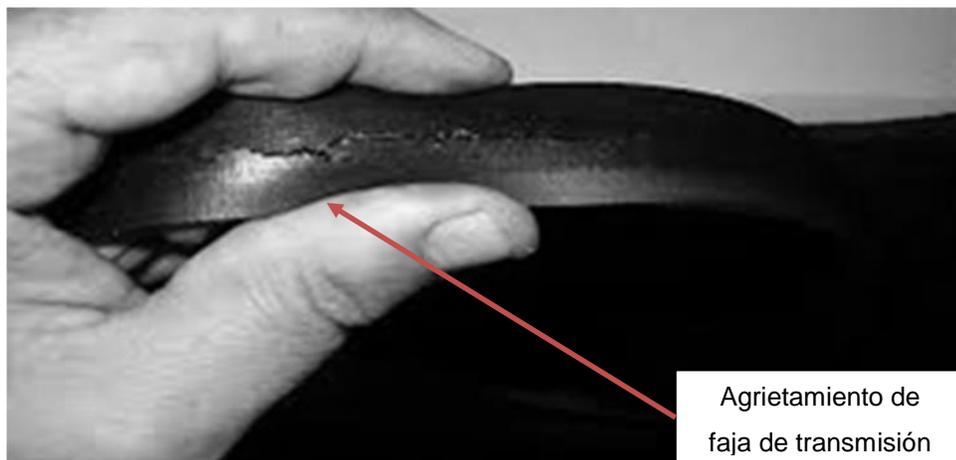


Fuente: *Retenedores*, <http://www.sealkitchina.es/2-5-oil-seal.html>.
Consulta: 25 de octubre de 2014.

- Cualquier ajuste que sea necesario: entre los ajustes necesarios se incluyen:
 - Cambios de tornillos
 - Limpieza de camisas
 - Verificación del émbolo
 - Verificación del vástago

Inspección de fajas de transmisión: la inspección de faja consiste en la observación del estado físico que pueda estar, así como también la tensión con la que se encuentra la faja.

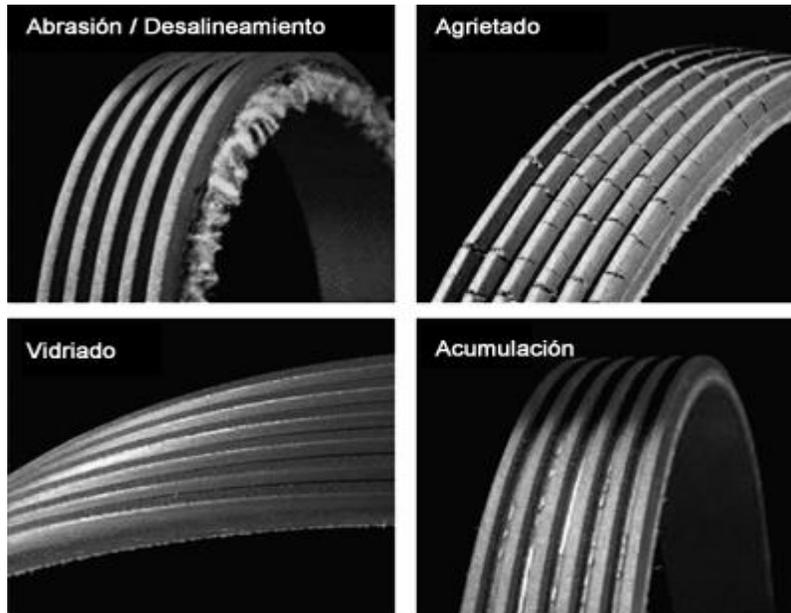
Figura 47. **Inspección de fajas de transmisión**



Fuente: *Correas*. <http://es.wikihow.com/probar-correas>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

Figura 48. **Fallas en fajas de transmisión**



Fuente: *Fajas*. <http://www.gates.com.mx>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

Lubricación de piezas móviles: debe lubricarse toda pieza móvil en donde existe movimiento entre dos piezas: colocar la lubricación, la película de lubricante en la parte más fija para que gire o deslice la contraparte.

5.3.2. Manual de actividades de mantenimiento de taqueo

Las actividades de mantenimiento en el área de taqueo se especifican en actividades de limpieza, limpieza tanto interna como externa de los hornos eléctricos, limpiezas de todo tipo de conexión eléctrica con solvente dieléctrico y la inspección de aislamiento de las líneas eléctricas.

Tabla XLVI. **Actividades de mantenimiento de taqueo**

ACCIÓN	ELEMENTO DE MÁQUINA	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
Limpieza	Interna y externa	TA1
Limpieza	Conexiones eléctricas	TA2
Inspección	Líneas eléctricas	TA3

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Manual de actividades de mantenimiento de vulcanizado

En el mantenimiento de una autoclave OTR, conocida como agrícola e industrial, se realiza un mantenimiento enfocado a la preservación de los componentes que son vitales para mantener el vapor y el chorro de agua constante en las tareas de ejecución tales como: limpieza, lubricación, cambios e inspecciones.

La ejecución de las tareas de mantenimiento se inicia donde el operario encargado del cocimiento del neumático debe realizar una labor de limpieza diaria de la autoclave tanto exterior como interior de la misma; debe colocarle aceite siliconado al empaque de sellamiento de la compuerta de la autoclave, para evitar que llegue a pegarse con la compuerta.

La lubricación de rodillos internos está basada en cuántas veces exista el proceso de vulcanización de neumáticos agrícolas o industriales; cuando exista el tercer proceso de vulcanización diario deben engrasarse los rodillos para evitar que exista un sobrecalentamiento en los cojinetes del rodillo internos.

5.3.3.1. Máquina de vulcanizado VAI-1 y VAI-2

Las autoclaves VAI-1 y VAI-2 son utilizadas en el proceso de reencauche industrial.

Tabla XLVII. **Actividades de mantenimiento de VAI-1 y VAI-2**

ACCIÓN	ELEMENTO MECÁNICO	CÓDIGO DE ACTIVIDAD
Lubricación	Cadenas	VAZ1
Lubricación	Rodillos internos	VAZ2
Cambio	Cojinetes	VAZ3
Inspección	Acople de motor	VAZ4
Inspección de tensión	Cadena de transmisión	VAZ5

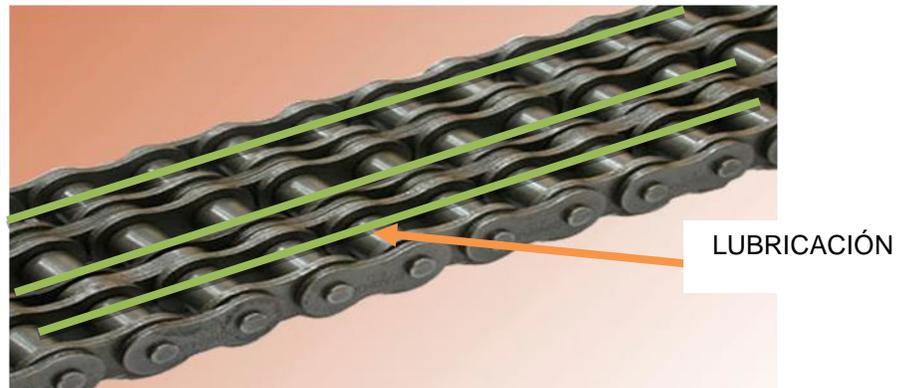
Fuente: elaboración propia.

Lubricación de cadenas:

- Limpieza de cadena
 - Agregar solvente o algún tipo de desengrasante a la cadena.
 - Limpiar con un trapo seco o *wipe* para eliminar cualquier tipo de residuo de suciedad o grasa.

- Lubricar la cadena en la parte superior y en la parte inferior.

Figura 49. **Lubricación de cadena de transmisión**



Fuente: *Cadenas de transmisión*. <http://www.roydisa.es>.

Consulta: 27 de octubre de 2014.

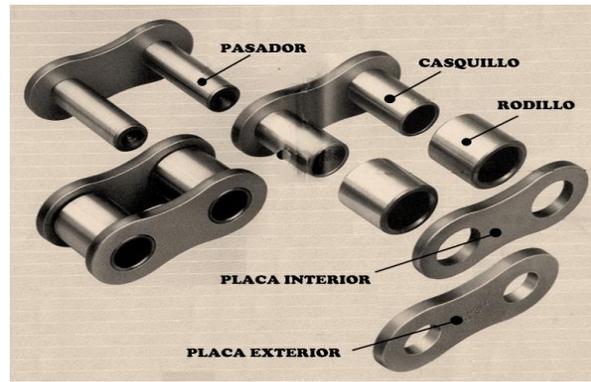
Lubricación de rodillos internos: conectar la engrasadora manual en el punto de engrase del rodillo, ingresar grasa hasta el momento que se observe que salga toda la grasa sucia y empiece a salir la grasa nueva por medio de los lados laterales del cojinete.

Inspección de acople de motor eléctrico: verificar que el acople se encuentre perfectamente conectado con:

- La base que lo sostiene
- La caja reductora
- El engranaje de cadena

Inspección de tensión de cadenas de transmisión: no deben estar demasiado tensas, ya que podría reventarse el rodillo; debe realizar la inspección de los componentes de la cadena que no se encuentren con daños superficiales en los rodillos o en las placas exteriores.

Figura 50. **Inspección de cadenas de transmisión**



Fuente: *Cadenas de transmisión*. <http://electromacanica.blogspot.com/2011/08/generalidades-transmision-por-cadena.html>. Consulta: 2 de septiembre de 2014.

Cambio de cojinetes: cambiar los cojinetes en el tiempo reglamentado. Verificar dejarlos con la precarga destinada; no deben dejarse ni flojos ni muy apretados.

Figura 51. **Cojinete de rodillos**



Fuente: *Cojinetes*, http://celialangatecnologia.blogspot.com/2011_03_01_archive.html. Consulta: 27 de octubre de 2014.

6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS AUXILIARES EN LA PLANTA

Los equipos extras o equipo suplementario están repartidos en diferentes áreas o secciones de producción; son clasificados de esta forma ya que ayudan en el proceso de producción de reencauche y el nombre de la sección no encaja con el nombre que poseen, ya que es un equipo auxiliar en el proceso.

6.1. Datos técnicos de equipos auxiliares

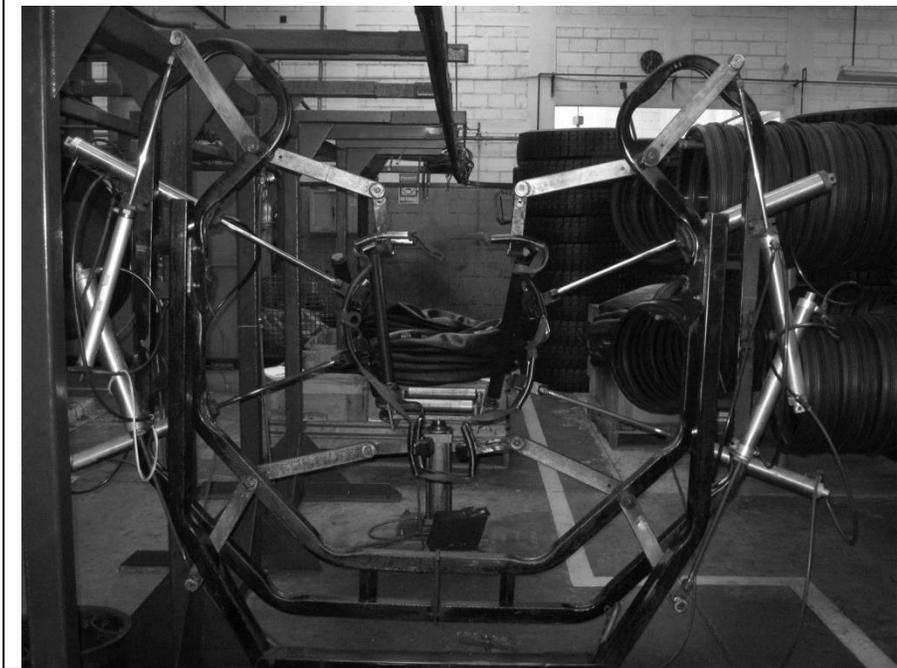
Describe aspectos importantes de la máquina que debe conocer el usuario así como el técnico al momento de ejecutar el mantenimiento.

6.1.1. Máquina envelopadora

Máquina utilizada para cubrir el neumático de un protector especial (*envelope*) al momento que es ingresado en las autoclaves en la etapa de vulcanizado del neumático, la máquina es utilizada al momento de ser ingresada a las autoclaves de la línea de producción de reencauche de neumáticos comerciales.

Tabla XLVIII. Datos técnicos de VEN-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Envelopadora
Marca	-----
Área de trabajo	Vulcanizado
Número de máquina	1
Origen	Estados unidos
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 psi
Código	VEN-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.2. Máquina levantadora de llantas

Máquina utilizada para bajar y levantar llantas del riel y colocarlas en el ingreso de las autoclaves en la etapa de vulcanizado de neumático.

Tabla XLIX. Datos técnicos de VUN-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Levantadora de llantas
Marca	-----
Área de trabajo	Vulcanizado
Número de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Neumático
Presión de trabajo	120 Psi
Código	VUN-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.3. Máquina pulidor escariador

Equipo utilizado en el área de raspado y saneo para pulir las heridas del neumático.

Tabla L. Datos técnicos de RPE-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Pulidor escoriador
Marca	LEESON
Área de trabajo	Raspado y saneo
Numero de máquina	1
Potencia	1 HP
Tipo	Eléctrico
Voltaje de trabajo	110-220
Código	RPE-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.4. Máquina pulidora manual

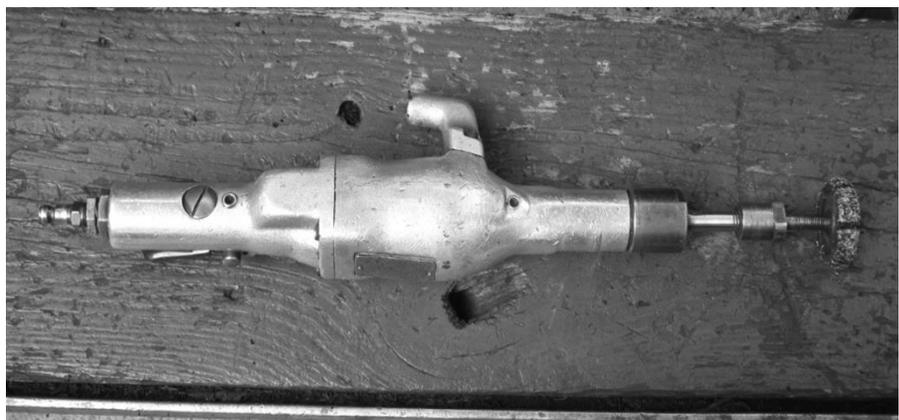
Equipo utilizado en el área de raspado y saneo para pulir las heridas de la parte interna del neumático.

6.1.4.1. Turbina de bajas revoluciones

Turbina utilizada en las heridas del casco del neumático donde se necesita mayor precisión y la zona de reparación es pequeña.

Tabla LI. Datos técnicos de RTB-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Turbina de altas revoluciones
Marca	-----
Área de trabajo	Raspado y saneo
Tipo	Neumático
Código	RTB-1



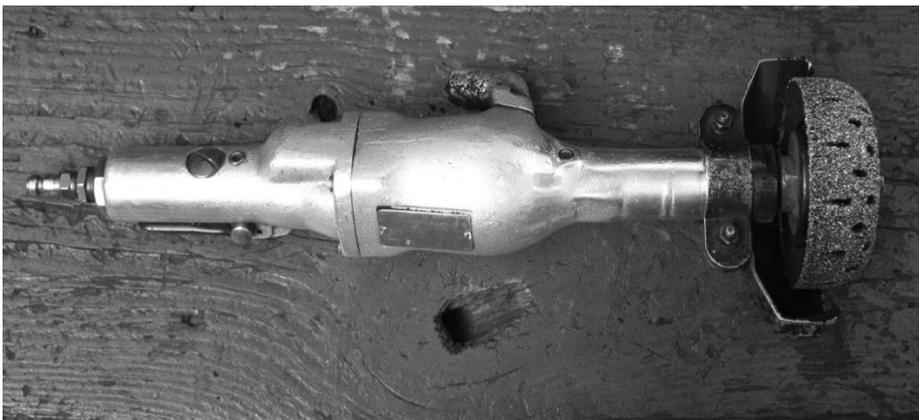
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.4.2. Turbina de altas revoluciones

Turbina utilizada en las heridas del casco del neumático donde se necesita reparar un área específica donde no llega a cubrir las máquinas de grandes dimensiones.

Tabla LII. Datos técnicos de RTA-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Turbina de altas revoluciones
Marca	-----
Área de trabajo	Raspado y saneo
Tipo	Neumático
Código	RTA-1



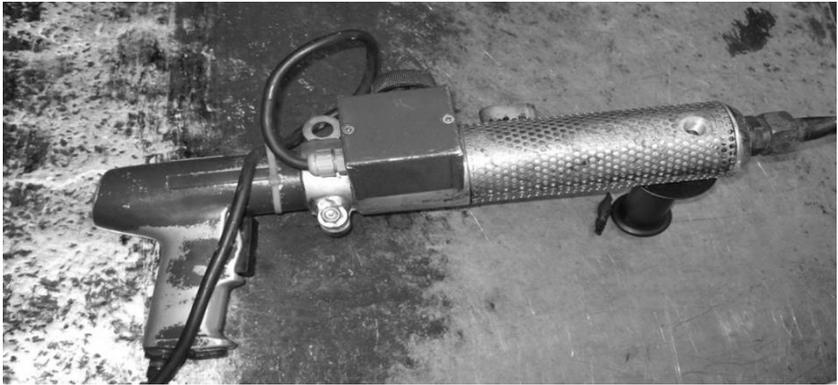
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.5. Pistola *miniextruder*

Equipo utilizado en rellenar con hule caliente y preprocesado en los espacios vacíos donde fue utilizado el equipo de saneo.

Tabla LIII. **Datos técnicos EPM-1**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Pistola miniextruder
Marca	Bosch
Área de trabajo	Embande
No. de máquina	1
Origen	Estados Unidos
Tipo	Eléctrico
Voltaje de trabajo	110 V
Código	EPM-1



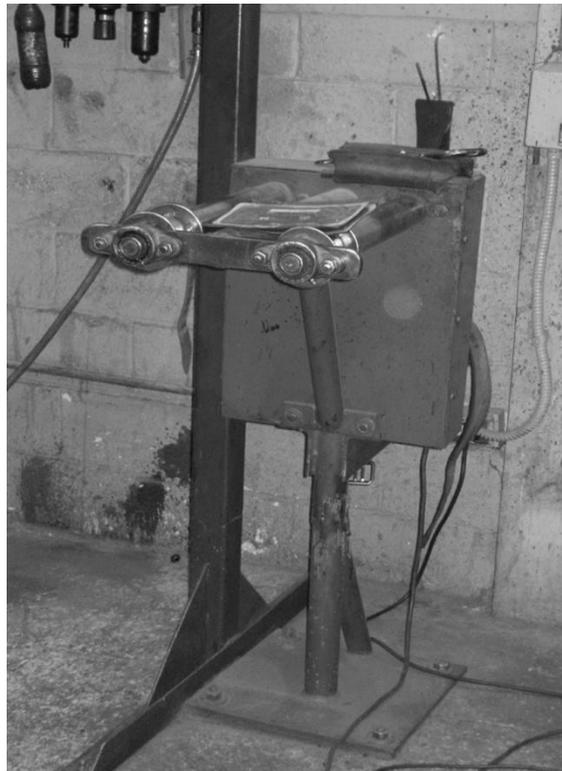
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.6. Pedestales de neumáticos

Maquina utilizada en la rotación de neumáticos y facilitar la operación de embande, reparación o relleno al operario.

Tabla LIV. **Datos técnicos de EPN-1**

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Pedestales de neumáticos
Marca	-----
Área de trabajo	Embande
Número de máquina	1
Origen	-----
Tipo	Eléctrico
Voltaje de trabajo	110 V
Código	EPN-1



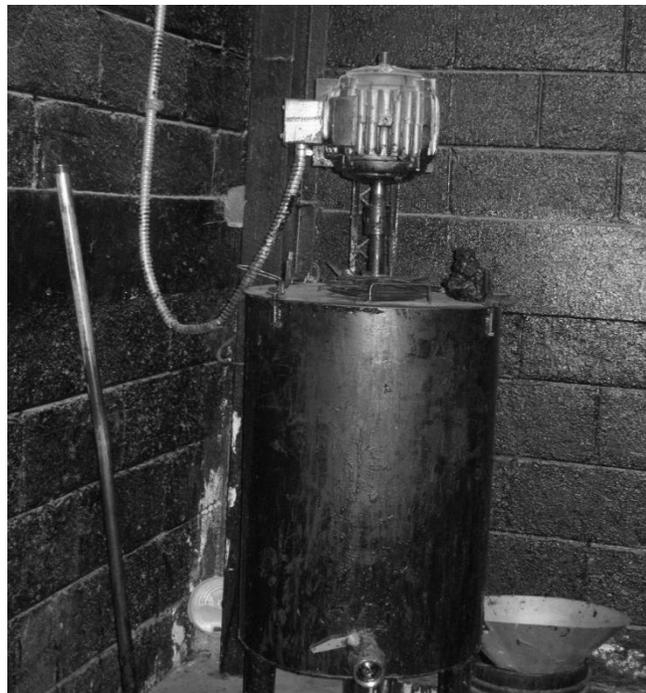
Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.1.7. Máquina mezcladora de cemento

Equipo utilizado en la mezcla de solvente mineral y hule preprocesado para lograr una mezcla homogénea y tener un pegamento óptimo utilizado en el proceso de producción de reencauche.

Tabla LV. Datos técnicos de GLC-1

DATOS TÉCNICOS	
Nombre	Licuadora de cemento
Marca	-----
Área de trabajo	-----
No. de máquina	1
Origen	-----
Tipo	Eléctrico
Voltaje de trabajo	110 V
Código	GLC-1



Fuente: instalación de empresa LLANRESA.

6.2. Actividades de mantenimiento de equipos auxiliares

Actividades básicas y de poca complejidad que deben realizarse al equipo auxiliar utilizado en las líneas de producción de reencauche.

6.2.1. Máquina envelopadora

Esta máquina está diseñada para la colocación de *envelopes* a los neumáticos para que estos puedan ser ingresados a la autoclave para su vulcanización; esta máquina fue diseñada para que trabaje sin mantenimiento, pero deben hacerse algunas revisiones a la máquina para que trabaje en óptimas condiciones; el factor más importante es la inspección de la unidad de mantenimiento para que los cilindros trabajen con aire comprimido en buenas condiciones y con la cantidad necesaria de lubricante, ya que los que posee la máquina son libres de mantenimiento.

Esta inspección entra en el factor de mantenimiento de las instalaciones neumáticas, lubricación o engrase en la parte móviles o las uniones que tienen los brazos articulados de abertura del *envelope*, y una inspección general de las conexiones de aire (fugas).

6.2.1.1. Actividades de mantenimiento de envelopadora

- Lubricación de articulaciones de brazos
- Inspección general de conexiones de aire

6.2.2. Máquina levantadora de llantas

La función de la máquina es levantar las llantas o bajarlas del riel; esta máquina o equipo no necesita mayor mantenimiento, pero existe un par de puntos, los cuales deben ser tomados en cuenta en el mantenimiento preventivo de la máquina.

6.2.2.1. Actividades de mantenimiento

- Limpieza de cilindro neumáticos
 - Cambio de sellos neumáticos
- Lubricación de cadena
- Lubricación de cojinetes
- Inspección de conexiones neumáticas

6.2.3. Máquina pulidor escariador

El pulidor escoriador es un motor eléctrico que hace girar un eje flexible, el cual se le agrega una piedra abrasiva en la parte final del eje flexible, que hace la función de desgastar la parte dañada del casco que va ser sometido a un proceso de reencauche. Los aspectos de mantenimiento del pulidor escoriador son los mismos que se le deben realizar a un motor eléctrico y agregándole la lubricación del eje flexible, ya que gira a altas revoluciones; se necesita este lubricado para evitar un sobrecalentamiento en las partes metálicas del interior del eje flexible y que esto genere posteriormente quiebres en el interior del eje flexible.

6.2.4. Máquina pulidora manual

Estos pulidores y las turbinas trabajan con aire comprimido y altas revoluciones en un intervalo de 20 000 rpm, así como la turbina de bajas y altas revoluciones deben de operar con aire limpio, con las presiones indicadas y lubricadas.

- Turbina de bajas revoluciones
- Turbina de altas revoluciones

Las turbinas o pulidoras son casi libres de mantenimiento, ya que estos equipos funcionan en óptimas condiciones, simplemente con mantener la unidad de mantenimiento de aire donde vaya a ser conectado el equipo. Es de tomar en cuenta que como todo equipo tiende a presentar inconvenientes en su funcionamiento, pero estas fallas no pueden ser previstas, ya que el tiempo es casi indeterminado en este equipo; por tanto su mantenimiento se enfoca en el cambio piezas, juntas o empaques es de tipo correctivo.

6.2.5. Pistola *miniextruder*

La pistola *miniextruder* basa su funcionamiento en calentar el caucho para que este se adhiera de mejor forma al casco de llanta; estas máquinas basan su funcionamiento a un perilla que controla el voltaje de la resistencia que calienta el *miniextruder*; poseen un *switch* en el botón de accionamiento que hace salir el *miniextruder* por la punta de la pistola. Por tal situación esta pistola extrusora es libre de mantenimiento; el problema que llega a presentar es en la perilla termostática del control de temperatura. Esta perilla no puede ser reparada por sus condiciones de fabricación.

6.2.6. Pedestales de neumáticos

La función de los pedestales es girar la llanta para poder observar dónde se encuentra la herida a reparar o rellenar; el funcionamiento de los pedestales es por medio de rodillos que son accionados por un motor eléctrico que transmite la tracción por medio de una cadena; el mantenimiento de esta máquina se concentra en los siguientes aspectos:

- Lubricación de los cojinetes de los rodillos
- Inspección de motor eléctrico
- Inspección de líneas eléctricas (cables)

6.2.7. Máquina mezcladora de cemento

La función principal de la máquina es hacer una mezcla homogénea de los componentes para la obtención del cemento; su forma de operación es hacer girar las aspas por medio de un eje que está conectado a un motor eléctrico que es el que causa el efecto del movimiento; los aspectos en el mantenimiento son:

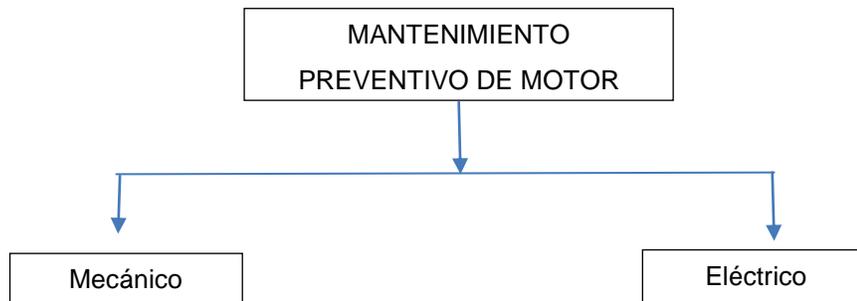
- Inspección y limpieza de motor eléctrico
- Inspección o cambio de cojinetes de eje
- Inspección de aspas

6.3. Mantenimiento preventivo de motor eléctrico

El mantenimiento en un motor eléctrico debe ser tomado en cuenta, ya que su objetivo principal es preservar las condiciones iniciales de

funcionamiento; en este tipo de maquinaria se derivarán dos tipos de mantenimiento: el mantenimiento mecánico y el eléctrico.

Figura 52. **División de mantenimiento de motor eléctrico**



Fuente: elaboración propia.

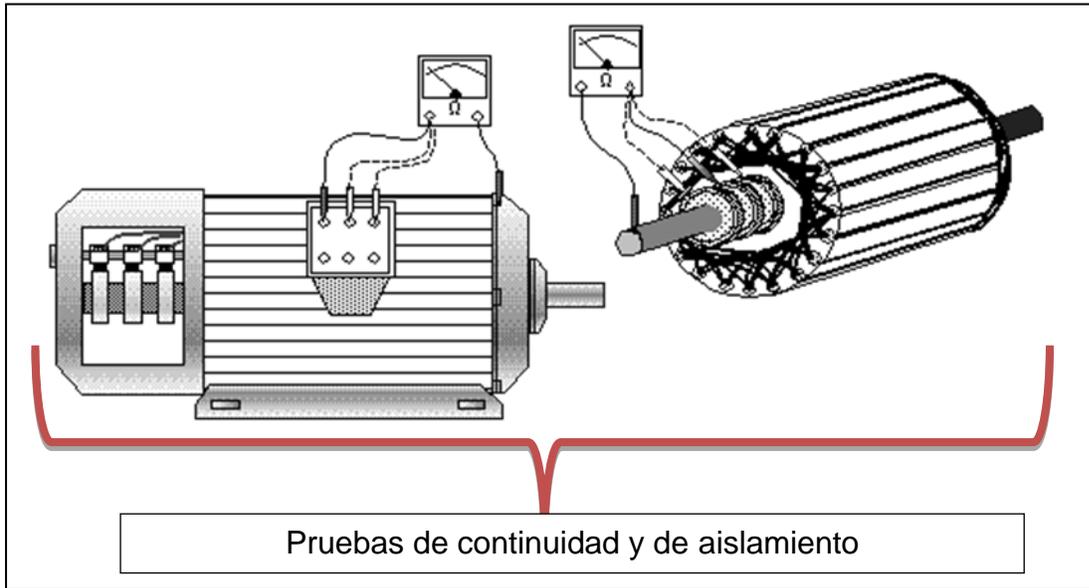
El mantenimiento mecánico abarcará todas aquellas acciones donde se vea involucrado algún tipo de esfuerzo mecánico, comprendiendo que el esfuerzo se estará definiendo cuando al elemento se le esté aplicando algún tipo de fuerza o movimiento.

El mantenimiento mecánico se basará en la inspección y lubricación de un determinado rodamiento y de ser necesario el cambio del mismo. El mantenimiento eléctrico está en función de toda aquella operación que esté vinculada con el fluido eléctrico; se ejecutarán verificaciones de intensidad de corriente eléctrica consumida en un motor trifásico; de ser distintos los valores, se debe ejecutar la acción correspondiente de verificación del estado de las 3 líneas del motor eléctrica, así como conexiones de estados de los alambres o cables de los diferentes líneas de conexión.

Procedimiento de desarme y armado de motor eléctrico:

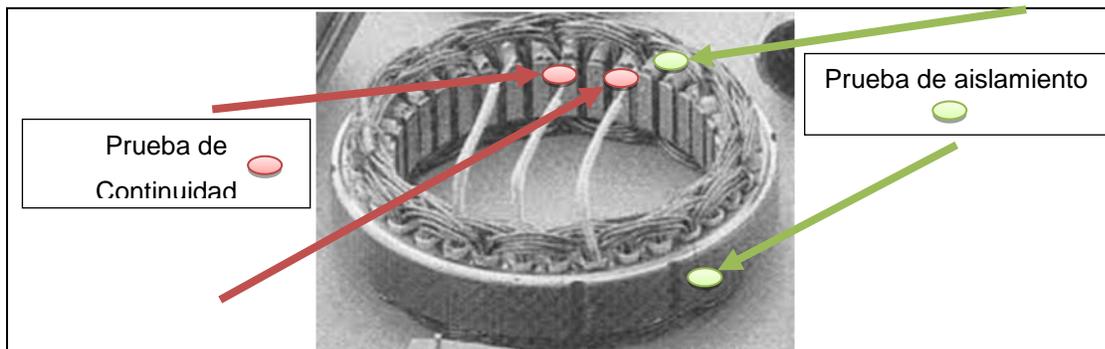
- Desarmar de motor
 - Quitar carcasa de motor
 - Golpear levemente la parte frontal y posterior del motor
 - Limpieza interior del motor
 - Extracción de cojinetes
 - Desmontar el rotor bobinado del estator
 - Quitar tapadera de escobillas
 - Desmontaje de cojinetes del rotor
 - Limpieza del estator con desengrase dieléctrico con brocha
 - Limpieza de parte por parte
- Pruebas eléctricas de aislamiento:
 - Prueba respecto de la terminal negativa (tierra)
 - Examinar todas las bobinas
 - Prueba de continuidad (solo debe haber una)

Figura 53. **Pruebas a motor eléctrico**



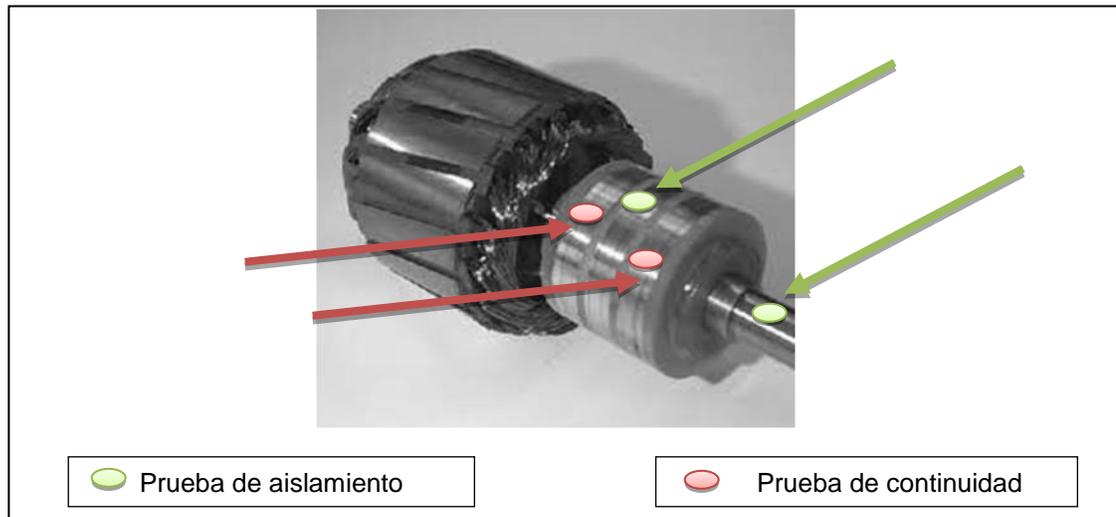
Fuente: *Embobinados*. <http://www.oocities.org/femado/BOBINADOS4.htm>.
Consulta: 21 de octubre de 2014.

Figura 54. **Pruebas eléctricas a estator de motor eléctrico**



Fuente: *Embobinados*. <http://www.oocities.org/femado/BOBINADOS4.htm>.
Consulta: 21 de octubre de 2014.

Figura 55. **Pruebas eléctricas a rotor de motor eléctrico**



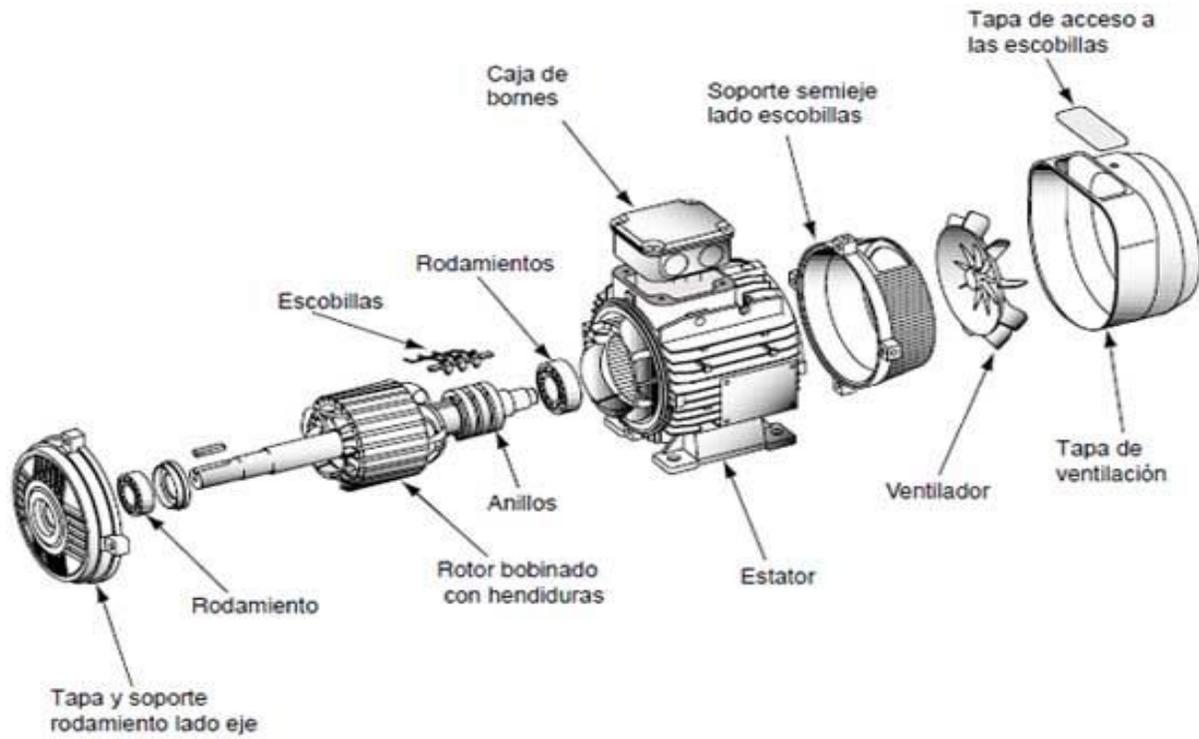
Fuente: *Motores monofásicos*. <http://motoresmonofasicos1.blogspot.com/>.

Consulta: 21 de octubre de 2014.

- Se prueban los cojinetes si algún cojinete gira demasiado libre o existe estancamiento (o trabamiento) cambio de cojinetes.
- Armar el motor ya limpio.
 - Colocar los cojinetes nuevos o usados (cojinetes engrasados si se pudiera efectuar la lubricación).
- Colocación de tapaderas frontales y posteriores.

Cuando se colocan cojinetes usados deben efectuarse inspecciones como lo determina el inciso.

Figura 56. Partes básicas de motor eléctrico



Fuente: *Motores eléctricos*. <http://motoreselectricoscecytej.blogspot.com/>.

Consulta: 21 de octubre de 2014.

7. BITÁCORAS DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA

7.1. Bitácoras de mantenimiento

Documento que describe las actividades de mantenimiento que se realizan a un determinado equipo e instalaciones de la planta de producción.

7.1.1. Bitácoras de mantenimiento general

Diseño de la bitácora utilizada en el mantenimiento general de la planta.

7.1.1.1. Bitácoras de mantenimiento de instalación neumática

Documento que describe las actividades de mantenimiento en la línea neumática de la planta de producción.

Tabla LVI. **Bitácoras de mantenimiento de instalación neumática 10 hrs**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO NEUMÁTICO																				
LOGO DE EMPRESA																				
INSPECCION DIARIA (30 Horas)	COMPROBACIONES																			
	Unidad de Mantenimiento (F-R-L)				Pérdidas															
					Válvulas				Cilindros				Mangueras				Línea neumática			
Comprobación de nivel de fluido	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																	
Fugas de aire	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
	4	5	6	7	5	6	7	8	4	5	6	7	5	6	7	8	4	5	6	7
	8	9	10	11	9	10	11	12	8	9	10	11	9	10	11	12	8	9	10	11
	12	13	14	15	13	14	15	16	12	13	14	15	13	14	15	16	12	13	14	15
	16	17	18	19	17	18	19	20	16	17	18	19	17	18	19	20	16	17	18	19
	20	21	22	23	21	22	23	24	20	21	22	23	21	22	23	24	20	21	22	23
	24	25	26	27	25	26	27	28	24	25	26	27	25	26	27	28	24	25	26	27
	28	29	30	31	29	30	31		28	29	30	31	29	30	31		28	29	30	31
Observación general:																				
Elaboro:										Vo.Bo.										
Personal de mantenimiento										Gerente de Producción										

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Bitácora de mantenimiento de instalación neumática de 250 y 500 hrs**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO						
LOGO DE EMPRESA		Fecha de realización <input type="text"/>				
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO NEUMÁTICO						
Nota: debe realizarse la comprobaciones de las inspecciones de 10 horas						
INSPECCIÓN MENSUAL (250 Horas)	COMPROBACIONES					
	Enfriador de aire neumático		Conexiones de líneas neumáticas			
Estado	Perdida	Obstrucción	Bueno	Malo		
OBSERVACIONES GENERALES:						
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO NEUMÁTICO						
Nota: debe realizarse las comprobaciones de las inspecciones de 10 y 250 horas						
INSPECCIÓN TRIMESTRAL (500 horas)	COMPROBACIONES				CAMBIOS	
	Tornillos de soporte de máquina		Tornillos de soporte de bombas neumáticas		Filtro neumático	
Condición	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Cambio	
Estado					Bueno	Malo
OBSERVACIONES GENERALES:						

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Bitácora de mantenimiento de instalación neumática de 1 000 y 2 000 hrs**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Fecha de realización <input type="text"/>		
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO NEUMÁTICO				
Nota: Debe realizarse la comprobaciones de las inspecciones de 10, 250 y 500 horas				
INSPECCIÓN SEMESTRAL (1000 horas)	COMPROBACIONES			
	Presión de sistema P= 120 Psi		Orificios de desagüe de la bomba	
	Estado	Bueno	Malo	
Existen perdidas				
OBSERVACIONES GENERALES:				
BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO NEUMÁTICO				
Nota: Debe realizarse las comprobaciones de las inspecciones de 10, 250, 500, y 100 horas				
INSPECCIÓN ANUAL (2000 horas)	CAMBIO			
	Efectuado		Condiciones	
	Sí	No	Bueno	Malo
Cambio de aire neumático				
Limpieza de rejillas de admisión				
OBSERVACIONES GENERALES:				

Fuente: elaboración propia.

7.1.1.2. **Bitácoras de mantenimiento de compresor industrial**

Describen actividades de mantenimiento del compresor industrial.

Tabla LIX. **Bitácora de mantenimiento de compresor industrial**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO								
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación						
		Tipo de máquina						
		Código de máquina						
ACCIONES	ELEMENTO	Horas de servicio	INTERVALO DE TIEMPO (Lo que ocurra primero)					
			DIARIO	MENSUAL	BIMENSUAL	TRIMENSUAL	SEMESTRAL	ANUALMENTE
Inspeccionar	Nivel de refrigerante filtro de aire filtro de aceite	8	X					
Verificación	Sensor de temperatura	1000		X				
Cambiar	Filtro del refrigerante *	2000					X	
Limpiar	Separador barrido de pantalla y orificio	4000						X
Limpiar	Núcleos del enfriador **	4000					X	
Cambiar	Filtro de aire *	4000						X
Cambiar	elemento separador *	4000						X
Cambiar	Refrigerante *	8000						X
Inspeccionar	Contactores de arranque	8000						X
Inspeccionar	Sistema eléctrico						X	
OBSERVACIONES GENERALES:								
<hr/> Personal de mantenimiento								

Fuente: elaboración propia.

7.1.1.3. **Bitácora de generación de vapor**

Describen actividades de mantenimiento en el área de la generación de vapor de planta de reencauche.

Tabla LX. **Bitácora de mantenimiento de caldera diaria y semanal**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO								
LOGO DE EMPRESA			Área de ubicación		<input type="text"/>			
			Tipo de caldera		<input type="text"/>			
			Código de maquina		<input type="text"/>			
INSPECCIÓN DIARIA								
Nivel de agua y nivel de combustión	Verificación	Marcar con una "x"						
			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				
Caldera y columna Indicadora	Purga		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			
OBSERVACIONES GENERALES:								
INSPECCIÓN SEMANAL								
Verificaciones	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4				
Limpieza general de la unidad	✓							
Conexiones de aire y combustibles								
Líneas eléctricas de alimentación								
Controles limitadores y de operación								
Control de seguridad y conexiones								
Filtraciones, ruido, condiciones anormales entre otros								
OBSERVACIONES GENERALES:								

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Bitácora de mantenimiento de caldera mensual**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO													
LOGO DE EMPRESA				Área de ubicación		Tpo de caldera		Código de máquina		Fecha de realización			
BITACORA MENSUAL DE CALDERA													
Verificación	Inspección	No. de Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Quemador												
	Fugas de gases de combustible												
	Capsula de mercurio												
Verificación	Inspección												
Cables de ignición													
Capsula de mercurio Mc donell													
Sello de mecánico de bomba (prensa estopa)													
Controles limitadores y de operación													
Controles de seguridad y conexiones													
Filtraciones, ruido, condiciones anormales, entre otros													
Condiciones de combustión													
OBSERVACIONES GENERALES :													
<hr style="width: 60%; margin: auto;"/> Supervisor de mantenimiento													

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. **Bitácora de mantenimiento de caldera semestral y anual**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO									
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación							
		Tipo de caldera							
		Código de máquina							
		Fecha de realización							
BITACORA SEMESTRAL Y ANUAL DE CALDERA									
BITÁCORA SEMESTRAL									
INSPECCIÓN	LIMPIEZA	Primer semestre				Segundo semestre			
		Sucio	Limpio	Bueno	Malo	Sucio	Limpio	Bueno	Malo
	Estado del refractario								
	Componentes eléctricos								
	Piloto de gas								
	Depurador de aire y separador aire								
	Llave de bajo nivel de agua								
	Alineación de acople del compresor (ventilador)								
OBSERVACIONES GENERALES :									
BITÁCORA ANUAL									
INSPECCIÓN	LIMPIEZA	Bueno	Malo	Limpio	Sucio				
Temp. De gases de chimenea									
	Chimenea								
Superficie interior del recipiente									
	Superficie del hogar								
	Conductos								
OBSERVACIONES GENENERALES:									
F _____									
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO									

Fuente: elaboración propia.

7.1.2. Bitácoras de mantenimiento en línea comercial

Describen actividades de mantenimiento en la línea de reencauche de neumático comercial.

7.1.2.1. Bitácoras de mantenimiento de inspección inicial

Presenta el diseño de bitácora de mantenimiento en el área de inspección en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXIII. Bitácora de mantenimiento de IIN-1 y IIN-2

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación	<input type="text"/>	
		Tipo de máquina	<input type="text"/>	
		Código de máquina	<input type="text"/>	
ACTIVIDAD	ELEMENTO	INTERVALO DE TIEMPO		
		Semanal	Mensual	Anual
Revisión	Unidad de mantenimiento	X		
Inspección	Acoples de aire comprimido	X		
Inspección	Estado de la máquina	X		
Revisión y engrase	Cadena		X	
Inspección de nivel de aceite	Caja reductora		X	
Desmontaje y desarmado	Cilindro principal			X
Inspección de empaque	Cilindro			X
OBSERVACIONES GENERALES:				
Elaborado por: _____				
Personal del mantenimiento				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. **Bitácora de mantenimiento de IIN-3**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación			
		Tipo de máquina			
		Código de máquina			
Acción	Elementos	INTERVALO DE TIEMPO			
		Semanal	Mensual	Trimestral	Semestralmente
Inspección	Tensión de cables			✓	
Inspección	Unidad de mantenimiento	✓			
Limpieza	Cadena				✓
Limpieza	Sonda de alta tensión		✓		
Lubricación	Rodillo de propagación		✓		
Lubricación	Cadena de transmisión			✓	
Lubricación	Partes móviles de la máquina			✓	
OBSERVACIONES GENERALES:					
Elaborado por: _____ Personal del mantenimiento					
Esta maquinaria está diseñada para que esté libre de mantenimiento					

Fuente: elaboración propia.

7.1.2.2. **Bitácoras de mantenimiento de raspado y saneo**

Presentan el diseño bitácora de mantenimiento en el área de raspado y saneo en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXV. **Bitácora de mantenimiento de RCO-1 y RCO-2 No. 1**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación		
		Tipo de máquina		
		Código de máquina		
ACTIVIDAD		INTERVALO DE TIEMPO		
Acción	Elemento	Semanal	Mensual	Semestral
Revisión	Unidad de mantenimiento	X		
Comprobación de nivel de aceite	Reductor	X		
Comprobación de nivel de aceite	Depósito transversal	X		
Inspección	Filtro	X		
Inspección de plantilla	Seguimiento de barra	X		
Comprobación de fuelles	Cojinetes de soporte	X		
Lubricación	Cojinetes de raspadora		X	
Lubricación	Brazo transversal		X	
Inspección	Cojinetes de amortiguamiento		X	
Comprobación de tensión/desgaste	Fajas de tensión		X	
Limpieza de gabinete	Cilindro de motor		X	
Revisión de torque	Tornillos		X	
Inspección	Conexiones neumáticas		X	
Cambio	Aceite reductor			X
Inspección	Conexiones eléctricas			X
OBSERVACIONES GENERALES:				
Elaborado por:				
_____		_____		
Personal de mantenimiento		Operario		

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. **Bitácora de mantenimiento de RAI-1 y RA1-2 No.2**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación			
		Tipo de máquina			
		Código de máquina			
Acción	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO			
		SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisión	Unidad de mantenimiento	X			
Engrase	Tornamesa	X			
Revisión	Faja impulsora mandril de expansión		X		
Revisión de niveles	Cilindros hidráulicos		X		
Engrase	Cojinetes del eje de cuchillas		X		
Ajuste	Eje de cuchillas		X		
Lubricación y ajuste	Cadena de motor impulsor del mandril de expansión (<i>expander</i>)		X		
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)		X		
Lubricación	Mandril de expansión (pistón)		X		
Ajuste eléctrico	Panel de control			X	
Apriete de tornillos	Panel de control			X	
Revisión	Caja de tornamesa				X
Cambio de aceite	Cilindro hidráulico				X
Observaciones generales:					
F: _____					
Personal de mantenimiento			Operario		

Fuente: elaboración propia.

7.1.2.3. Bitácoras de mantenimiento de reparaciones

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de reparación en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXVII. **Bitácora de mantenimiento ARE-1 y ARE-2**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Área	<input type="text"/>	
		Tipo de máquina	<input type="text"/>	
		Código de máquina	<input type="text"/>	
Acción	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO		
		Diario	Semanal	Mensual
Limpieza	Exterior de máquina	X		
Inspección	Unidad de mantenimiento		X	
Lubricación	Rodillos de rotación			X
Observaciones generales:				
Elaborado por: _____				
Personal de mantenimiento		Operario		

Fuente: elaboración propia.

7.1.2.4. Bitácoras de mantenimiento de embande

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de embande en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXVIII. **Bitácora de mantenimiento de ECO-1**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área <input type="text"/> Tipo de máquina <input type="text"/> Código de máquina <input type="text"/> Fecha de servicio <input type="text"/>			
		INTERVALO DE TIEMPO			
Acciones	Elemento	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
		Inspección	Unidad de mantenimiento	X	
Lubricación	Barras de deslizamiento	X			
Revisión	Bufa			X	
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)		X		
Lubricación	Mandril de expansión (pistón)		X		
Revisión de presión	Ruedas stichadoras	X			
Revisión	Bujes de rueda			X	
Revisión	Control eléctrico			X	
Revisión o cambio	Fajas de transmisión			X	
Revisión o Cambio	Aceite de caja reductora				X
Revisión	Motor eléctrico				X
OBSERVACIONES GENERALES:					
Elaborado por: _____ Operario _____ Personal de mantenimiento					

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. **Bitácora de mantenimiento de ECO-2**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área <input type="text"/>			
		Tipo de máquina <input type="text"/>			
		Código de máquina <input type="text"/>			
Acción	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO			
		Diario	Semanal	Mensual	Anual
limpieza	Exterior de máquina	X			
Revisión	Unidad de mantenimiento		X		
Inspección	Líneas de aire comprimido		X		
Lubricación	Tornillo sin fin		X		
Revisión y limpieza	Bufas de mandril de expansión (<i>expander</i>)			X	
Lubricación	Rodamientos (chumaceras)			X	
Cambio de lubricante	Caja reductora				X
Cambio de O <i>ring</i>	Eje transmisor				X
Revisión	Motor neumático				X
Observaciones generales:					
Elaborado por: _____					
Personal de mantenimiento			Operario		

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **Bitácora de mantenimiento de ECO-3**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación _____ Tipo de máquina _____ Código de máquina ECO-3			
Acciones	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO			
		DIARIO	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL
Revisión	Unidad de mantenimiento		X		
Limpieza	Superficie del <i>expander</i>	X			
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)			X	
Lubricación	Mandril de expansión (pistón)			X	
Revisión	Válvula neumática accionamiento mecánico				X
Revisión o cambio	Aceite hidráulico				X
Revisión	Cojinetes de rodillo stichador				X
Cambio	O´ring de eje transportador				X
Revisión	Cilindro neumático				X
OBSERVACIONES GENERALES:					
Elaborado: _____					
Personal de mantenimiento			Operario		

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Bitácora de mantenimiento de ECO-4**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO						
LOGO DE EMPRESA		Área <input type="text"/> Tipo de máquina <input type="text"/> Código de mantenimiento <input type="text"/>				
Acción	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO				
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Inspección	Mangueras de lubricantes				X	
Inspección	Unidad de mantenimiento		X			
Inspección	Cojinetes de rodillo de tracción					X
Limpieza	Mandril de expansión (<i>expander</i>)	X				
Lubricación	Mandril de expansión (aletas)			X		
	Mandril de expansión (pistón)			X		
Inspección	Electroválvulas				X	
Cambio	Aceite hidráulico					X
Inspección y revisión	Motor eléctrico					X
OBSERVACIONES GENERALES:						
Elaborado por: _____						
Personal de mantenimiento			Operario			

Fuente: elaboración propia.

7.1.2.5. Bitácoras de mantenimiento de vulcanización

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de vulcanización en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXXII. Bitácora de mantenimiento de VCO-3

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO							
LOGO DE EMPRESA		Área <input type="text"/> Tipo de máquina <input type="text"/> Código de mantenimiento <input type="text"/>					
		INTERVALO DE TIEMPO					
ACCION	ELEMENTO	Diaria	Cada 2 semanas	Mensual	Trimestra	Semestra	Anual
Limpieza	Interior de la autoclave	X					
Inspección y cambio (si es necesario)	Mangueras de vapor		X				
Inspección y Cambio (si es necesario)	Manguera de aire		X				
Inspección	Interior de autoclave				X		
Inspección	Interior del cuerpo de presión				X		
Inspección	Escapes de vapor <i>fitting</i>			X			
Inspección	Escape de vapor en uniones			X			
Inspección	Válvula de purga					X	
Inspección	Válvula principal de entrada de vapor					X	
Cambio	Rodamientos de motor						X
Revisión	Conexiones eléctricas			X			
Revisión	Manómetros de presión (<i>kit</i> de neumáticos)			X			
Inspección y cambio	Fajas *						X
*El cambio de fajas debe efectuarse cada 2 años, si es la faja indicada para el motor							
OBSERVACIONES GENERALES:							
Elaborado por: _____				_____			
Personal de mantenimiento				Operario			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. Bitácora de mantenimiento de VCO-4

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO							
LOGO DE EMPRESA		Área					
		Tipo de máquina					
		Código de mantenimiento					
ACCIÓN	ELEMENTO	INTERVALO DE TIEMPO					
		Diaria	Cada 2 semanas	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Limpieza	Limpieza (exterior de la autoclave)	X					
Limpieza	Interior de la autoclave	X					
Inspección y cambio (si es necesario)	Mangueras de vapor		X				
Inspección y cambio (si es necesario)	Manguera de aire		X				
Inspección y limpieza	Interior de autoclave				X		
Inspección	Interior del cuerpo de presión				X		
Inspección	Escapes de vapor <i>fitting</i>			X			
Inspección	Escape de vapor en uniones			X			
Inspección	Válvula de purga					X	
Inspección	Válvula principal (entrada de vapor)					X	
Cambio	Rodamientos de motor						X
Revisión	Conexiones eléctricas			X			
Revisión	Manómetros de presión (kit de neumáticos)			X			
OBSERVACIONES GENERALES:							
Elaborado por:							
Personal de mantenimiento				Operario			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. **Bitácora de mantenimiento de VCO-5**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área	<input type="text"/>		
		Tipo de máquina	<input type="text"/>		
		Código de máquina	<input type="text"/>		
Actividad	Elemento	INTERVALO DE TIEMPO			
		Cada 2 semanas	Trimestral	Semestral	Anual
Revisión	Manguera	X			
Revisión	Cilindro neumático				X
Inspección	Acople de aire y de vapor	X			
Inspección	Trampa de condensado			X	
Pruebas	Manómetros		X		
Lubricación	Tornillos de seguridad			X	
OBSERVACIONES GENERALES:					
Elaborado por:					
_____			_____		
Personal de mantenimiento			Operario		

Fuente: elaboración propia.

7.1.2.6. **Bitácoras de mantenimiento de inspección final**

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de inspección final en la línea de reencauche comercial.

Tabla LXXV. **Bitácora de mantenimiento de IFC-1**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Área		
		Tipo de máquina		
		Código de máquina		
ACTIVIDAD	ELEMENTO	INTERVALO DE TIEMPO		
		Semanal	Mensual	Anual
Revisión	Unidad de mantenimiento	X		
Inspección	Acoples de aire comprimido	X		
Inspección	Estado de la máquina	X		
Revisión y engrase	Cadena		X	
Inspección de nivel de aceite	Caja reductora		X	
Desmontaje y desarmado	Cilindro principal			X
Inspección de empaque	Cilindro			X
Revisión	Motor eléctrico			X
OBSERVACIONES GENERALES:				
Elaborado:				
_____		_____		
Personal de mantenimiento		Operario		

Fuente: elaboración propia.

7.1.3. Bitácoras de mantenimiento en línea agrícola e industrial

Describen actividades de mantenimiento en la línea de reencauche de neumático agrícola-industrial.

7.1.3.1. Bitácoras de mantenimiento de raspado y saneo

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de raspado y saneo en la línea de reencauche agrícola-industrial.

Tabla LXXVI. Bitácora de mantenimiento de RAI-1 y RAI-2

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación <input type="text"/> Tipo de máquina <input type="text"/> Código de máquina <input type="text"/>			
Actividad	Elemento o pieza	Intervalo de tiempo			
		Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Revisión	Unidad de mantenimiento	X			
Revisión	Válvulas neumáticas	X			
Inspección	Fajas de transmisión		X		
Inspección	Conexiones eléctricas		X		
Lubricación	Piezas móviles		X		
Limpieza y ajuste	Panel eléctrico de control		X		
Revisión	Cilindro neumático*			X	
Revisión	Pines de base de cuchillas			X	
Revisión	Motores eléctricos ☉				X
Revisión	Cilindro neumático (accionador de rodillo)*				X
OBSERVACIONES GENERALES:					
*revisión de bujes, sellos neumáticos y cualquier otro ajuste necesario.					
Elaborado:					
_____		_____			
Personal de mantenimiento		Operario			

Fuente: elaboración propia.

7.1.3.2. Bitácoras de mantenimiento de taqueo

Presentan el diseño de mantenimiento en el área de taqueo en la línea de reencauche agrícola-industrial.

Tabla LXXVII. Bitácora de mantenimiento del área de taqueo

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO				
LOGO DE EMPRESA		Área	<input type="text"/>	
		Tipo de máquina	<input type="text"/>	
		Código de máquina	<input type="text"/>	
ACCIÓN	ELEMENTO	INTERVALO DE TIEMPO		
		Diario	Semanal	Mensual
Limpieza	Exterior e interior de máquina	X		
Limpieza	Conexiones eléctricas			X
Inspección	Líneas eléctricas			X
Observaciones generales:				
Elaborado: _____				
Personal de mantenimiento			Operario	

Fuente: elaboración propia.

7.1.3.3. Bitácoras de mantenimiento de vulcanizado

Presenta el diseño de bitácora de mantenimiento en el área de vulcanizado en la línea de reencauche agrícola-industrial.

Tabla LXXVIII. **Bitácora de mantenimiento de VAI-1 y VAI-2**

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO					
LOGO DE EMPRESA		Área de ubicación Tipo de autoclave Código de máquina			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTOCLAVE <i>MAKERS</i>					
ACCIÓN	ELEMENTO MECÁNICO	INTERVALO DE TIEMPO			
		Diario	Semanal	Mensual	Anual
Lubricación	Cadenas		X		
lubricación	Rodillos internos	X			
Cambio	Cojinetes				X
Inspección de acople	Acople de motor			X	
Inspección de tensión	Cadena de transmisión			X	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTOCLAVE <i>TREADBONDER VULCAN</i>					
Acción	Elemento mecánico	INTERVALO DE TIEMPO			
		Diario	Semanal	Mensual	Anual
Lubricación	Cadenas		X		
Lubricación	Rodillos internos	X			
Cambio	Cojinetes				X
Inspección de acople	Motor eléctrico			X	
Inspección de tensión	Cadena de transmisión			X	
OBSERVACIONES GENERALES:					
Elaborado por:					
_____		_____			
Personal de mantenimiento		Operario			

Fuente: elaboración propia.

7.2. Programación de actividades de mantenimiento preventivo para la planta de reencauche LLANRESA

Nota: las programaciones de las actividades de mantenimiento se encuentran ubicadas en los apéndices.

7.2.1. Programación de mantenimiento preventivo para el equipo de reencauche de neumático comercial

Nota: la programación de mantenimiento de equipo del área de neumático comercial se ubica en el apéndice 5.

Tabla LXXIX. **Tabla de frecuencia de mantenimiento**

TABLA DE FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO		
Diario	Horizontal oscuro	
Semanal	Vertical oscuro	
Cada 2 semanas	Oblicuo derecho oscuro	
Mensual	Cuadrícula oscuro	
Trimestral	Cuadrícula clara	
Semestral	Oblicuo izquierdo oscuro	
Anual	Sólido	
Cada 2 años	♣	♣

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Tabla de código de actividades de mantenimiento**

TABLA DE CÓDIGO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (CAM)			
CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM	CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM
INSPECCIÓN INICIAL		ÁREA DE REPARACIONES	
Inspección visual máquina completa	IA1	Limpieza exterior de máquina	REA1
Inspección de fugas	IA2	Inspección unidad de mantenimiento	REA2
Inspección de otros ajustes	IA3	Lubricación de rodillos	REA3
		ÁREA DE EMBANDE	
Inspección de empaque de cilindro	IA4	Lubricación de barras de deslizamiento	EA1
Inspección de conexiones de aire	IA5	Revisión de bufa	EA2
Engrase de cadena de transmisión	IA6	Revisión de mandril de expansión	EA3
Inspección de nivel de aceite de caja reductora	IA7	Revisión de presión de ruedas estichadoras	EA4
Inspección de tensión de cables	IB1	Revisión de bujes de ruedas	EA5
Inspección de unidad de mantenimiento	IB2	Revisión de control eléctrico	EA6

Continuación de la tabla LXXX.

Limpieza de cadena	IB3	Revisión de lubricante de caja reductora	EA7
Limpieza de sonda de alta tensión	IB4	Revisión de faja de transmisión	EA8
Lubricación de rodillo de propagación	IB5	Revisión de motor eléctrico	EA9
Lubricación de cadena de transmisión	IB6	Limpieza exterior de máquina	EB1
Lubricación de partes móviles de la maquina	IB7	Revisión de unidad de mantenimiento	EB2
REPARACIÓN Y SANEAMIENTO			
Revisión de unidad de mantenimiento	RB0	Inspección de líneas de aire comprimido	EB3
Comprobación de niveles de aceite en el reductor	RB1	Lubricación de tornillo sin fin	EB4
Comprobación de niveles de depósito de aceite transversal	RB2	Revisión y limpieza de bufas de mandril de expansión	EB5
Inspección de filtro	RB3	Lubricación rodamientos	EB6
Inspección de cojinetes de amortiguamiento	RB4	Cambio de lubricante de caja reductora	EB7
Inspección de conexiones eléctricas	RB5	Cambio de <i>o ring</i> eje transmisor	EB8
Inspección de conexiones neumáticas	RB6	Revisión motor neumático	EB9
Inspección de plantilla de seguimiento de barra	RB7	Revisión de unidad de mantenimiento	EC0
Comprobación de fuelles cojinetes de soporte	RB8	Lubricación de cilindro neumático	EC1
Comprobación de tensión de fajas de transmisión	RB9	Lubricación de mandril de expansión (aletas)	EC2
Lubricación de cojinetes de raspadora	RB10	Lubricación de mandril de expansión (pistón)	EC3
Lubricación de brazo transversal	RB11	Revisión de válvula neumática accionamiento mecánico	EC4
Limpieza de gabinete	RB12	Revisión o cambio de aceite hidráulico	EC5
Revisión de torque de tornillos	RB14	Revisión de cojinetes de rodillo estichador	EC6
Cambio de aceite reductor	RB15	Cambio de <i>o ring</i> de eje transportador	EC7
Limpieza de tornamesa	RC1	Limpieza de superficie de expander	EC9
Lubricación de tornamesa	RC2	Inspección de mangueras de lubricantes	ED1
Revisión de nivel de aceite de cilindros hidráulicos	RC3	Inspección de unidad de mantenimiento	ED2
Cambio de aceite de cilindros hidráulicos	RC4	Inspección de cojinetes de rodillo de tracción	ED3
Engrase de cojinetes de ejes de cuchillas	RC6	Limpieza de mandril de expansión	ED4
Ajuste de cojinetes de eje de cuchillas	RC7	Lubricación de mandril de expansión aletas	ED5

Continuación de la tabla LXXX.

Inspección de mandril de expansión	RC8	Lubricación de mandril de expansión pistón	ED6
Ajuste eléctrico de panel de control	RC9	Inspección de electroválvulas	ED7
Apriete de panel de control	RC10	Cambio de aceite hidráulico	ED8
Revisión de caja reductora de tornamesa	RC11	Inspección y revisión motor eléctrico	ED9
VULCANIZACIÓN			
Revisión de fajas de motor de mandril de expansión	RC12	Revisión de mangueras	VL1
Lubricación de cadena motor de mandril de expansión	RC13	Revisión de cilindros del neumático	VL2
VULCANIZACIÓN			
Limpieza de interior de la autoclave	VF1	Inspección de acoples de aire y de vapor	VL3
Inspección y cambio (si es necesario) mangueras de vapor	VF2	Inspección de trampas de condensado	VL4
Inspección y cambio (si es necesario) manguera de aire	VF3	Pruebas de manómetros	VL5
Inspección de interior de autoclave	VF4	Lubricación de tornillo de seguridad	VL6
INSPECCIÓN FINAL			
Inspección interior del cuerpo de presión	VF5	Revisión de unidad de mantenimiento	IF1
Inspección escapes de vapor <i>fitting</i>	VF6	Inspección de acoples de aire comprimido	IF2
Inspección de escape de vapor en uniones	VF7	Inspección de estado de la máquina	IF3
Inspección válvula de purga	VF8	Revisión y engrase de cadena	IF4
Inspección de válvula principal de entrada de vapor	VF9	Inspección de nivel de aceite de aja reductora	IF5
Cambio de rodamientos de motor	VF10	Desmontaje y desarmado de cilindro principal	IF6
Revisión conexiones eléctricas	VF11	Inspección de empaque de cilindro	IF7
Revisión de manómetros de presión	VF12	Revisión de motor eléctrico	IF8
Inspección y cambio de fajas *	VF13		

Fuente: elaboración propia.

7.2.2. Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de reencauche del neumático agrícola-industrial

Nota: la programación de actividades de mantenimiento de equipo del área de neumático agrícola-industrial se ubica en el apéndice 6.

7.2.3. Programación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de reencauche del neumático agrícola-industrial

Nota: la programación de actividades de mantenimiento de la instalación neumática en planta de reencauche se describe en el apéndice 7.

7.2.4. Programación de mantenimiento de la instalación neumática en planta de reencauche

Nota: la programación de actividades básicas de mantenimiento de equipos de generación en la planta se encuentra ubicada en el apéndice 8.

Tabla LXXXI. **Tabla de códigos de actividades de mantenimiento en área de neumático agrícola-industrial**

TABLA DE CÓDIGO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM	CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM
RASPADO Y SANEADO		ÁREA DE TAQUEO	
Revisión de unidad de mantenimiento	RZ1	Limpieza interna y externa	TA1
Revisión de válvulas neumáticas	RZ2	Limpieza de conexiones eléctricas	TA2
Revisión de cilindro neumático*	RZ3	Inspección de líneas eléctricas	TA3

Continuación de la tabla XXXI.

Revisión de motores eléctricos ◊	RZ4	VULCANIZACIÓN	
Revisión de cilindros neumáticos *	RZ5	Lubricación de cadenas	VAZ1
Inspección de fajas de transmisión	RZ6	Lubricación de rodillos internos	VAZ2
Lubricación de piezas móviles	RZ7	Cambio de cojinetes	VAZ3
Revisión y ajuste de panel eléctrico	RZ8	Inspección de acople de motor	VAZ4
Inspección de conexiones eléctricas	RZ9	Inspección de tensión de cadena de transmisión	VAZ5

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXII. **Tabla de código de actividades de mantenimiento en instalación neumática**

TABLA DE CÓDIGO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM	CÓDIGO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	CAM
INSTALACIÓN NEUMÁTICA		Comprobación de presión de sistema	MN10
Inspección diaria 10 horas	MN1	Cambio de aire neumático	MN11
Inspección mensual 250 horas	MN2	Limpieza de rejillas de admisión	MN12
Inspección trimestral 500 horas	MN3	COMPRESOR INDUSTRIAL	
Inspección semestral 1000 horas	MN4	Inspeccionar de nivel de refrigerante	NR1
Inspección anual 2000 horas	MN5	Inspeccionar el filtro de aire	NR2
Inspección de enfriador de aire	MN6	Inspeccionar el filtro de aceite	NR3
Inspección de líneas neumáticas	MN7	GENERACIÓN DE VAPOR	
Inspección de unidad de mantenimiento	MN8	Verificación de nivel de agua y nivel de combustible	PA1
Verificación de tornillo de soporte de máquina	MN9	Purga de caldera y columna indicadora	PA2

Fuente: elaboración propia.

7.2.5. Programación de mantenimiento preventivo de equipos realizado por empresas contratadas

Nota: la programación de actividades de mantenimiento de equipos realizada por empresas contratadas durante el primer semestre del año se encuentra en el apéndice 9. Nota: la programación de actividades de mantenimiento de equipos realizada por empresas contratadas durante el segundo semestre del año se encuentra en el apéndice 10.

CONCLUSIONES

1. El plan de mantenimiento preventivo está diseñado para evitar paros en el proceso de producción, ayudando al mejor control del personal de mantenimiento, en el servicio de cada tipo de maquinaria en la planta.
2. La descripción básica del funcionamiento del equipo de la planta facilitará a la comprensión del funcionamiento del equipo para adquirir experiencia en la localización de posibles averías en el mismo.
3. Los manuales de actividades de mantenimiento detallan de una manera general los puntos más habituales en el mantenimiento de cada tipo de maquinaria, en las diferentes etapas del proceso de reencauche de neumáticos.
4. Las bitácoras de mantenimiento serán de apoyo para la verificación de la correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento de cada tipo de maquinaria utilizada en el proceso de reencauche de neumáticos, evitando así problemas comunes como: paradas y reparaciones innecesarias en el equipo.
5. La programación de actividades de mantenimiento se realizará en una tabla en la cual se encuentran todas las actividades organizadas, de manera que no afecten el proceso de reencauche de neumáticos y mantengan el equipo en las mejores condiciones posibles.

RECOMENDACIONES

1. El presente trabajo está destinado a toda aquella persona que se vea involucrada en el mantenimiento preventivo del equipo de la planta de reencauche, tanto las gerencias como el personal de mantenimiento.
2. Este manual debe ser utilizado tanto por el gerente general como el de producción, como base para la redacción de un próximo plan de mantenimiento correctivo del equipo de la planta; así como una futura búsqueda de acreditación de una certificación en el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001.
3. Tomar conciencia de lo vital e importante que es el mantenimiento y no relacionarlo como un gasto, ya que la correcta aplicación del mantenimiento preventivo ayuda a la conservación del capital y una mejor optimización en el proceso de reencauche.
4. Es de vital importancia tener en cuenta que con base en el presente trabajo, el personal encargado del mantenimiento debe enfocarse en seguir la programación de actividades básicas de mantenimiento del equipo en planta, para evitar paradas innecesarias del mismo.
5. Apoyar a la capacitación del personal de mantenimiento en planta y a los operarios de los equipos es importante, ya que el primer grupo asistirá al segundo; la buena comunicación de estos grupos ayudará a una mejor tecnificación del mantenimiento y el uso de los equipos utilizados en el proceso de reencauche.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Chilena de Seguridad. *Reencauchado de neumáticos*. [en línea] <www.achs.cl>. [Consulta: septiembre 2014].
2. Branick Industries, Inc. *Manual de instalación, reparación y operación*. Estados Unidos, DAKOTA, 2006. 16 p.
3. CHUC YAXÓN, Baltasar Ángel. *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos de los servicios de apoyo médico del Hospital Regional de Occidente San Juan de Dios de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación del Ing. Mecánico, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 135 p.
4. Himapel Máquinas Industriales Ltda. *Manual de operaciones y mantenimiento de maquina embandadora*. Brasil, 2006. 40 p.
5. _____. *Manual de operaciones y mantenimiento de máquina raspadora*. Brasil, 2006. 35 p.
6. INGERSOLL-RAND, Compresores Industriales. *Manual de operaciones y de mantenimiento de compresor 60 HP*. Estados Unidos, 2007. 60 p.
7. Mantenimiento. [en línea] <www.solomantenimiento.com>. [Consulta: 10 de octubre del 2014].

8. LARIOS REN, Hugo Tomás. *Diseño del plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del hospital nacional Santa Elena de Santa Cruz del Quiché, El Quiché*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 137 p.
9. OELKER BEHN, Arnulfo. *Tratamiento de agua para calderas*. THERMAL ENGINEERING LTDA. Chile, 2007. 18 p.
10. PAREDES DÍAZ, Hugo Roberto. *Programa de Mantenimiento preventivo en sistema oracle para certificación ISO 9001 en una planta de reencauche*, Trabajo de graduación del Ing. Mecánico, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 65 p.
11. PRADO, Raúl. *Manual de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 89 p.
12. QUIROGA TINOCO, Jonathan. T. *Mantenimiento a sistemas neumáticos*. México: Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica CONALEP, 2008. 166 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden de trabajos externos

TRABAJO DE EQUIPOS POR EMPRESAS CONTRATADAS	
ÁREA DE UBICACIÓN _____	No. de orden (anual) _____
CÓDIGO DE EQUIPO _____	FECHA DE INICIO _____
SUPERVISOR DEL TRABAJO EXTERNO _____	
TRABAJO DENTRO DE LA EMPRESA _____	DÍAS DE TRABAJO _____
TRABAJO FUERA DE LA EMPRESA _____	
NORMAL <input type="checkbox"/>	URGENTE <input type="checkbox"/>
PROGRAMADO <input type="checkbox"/>	EMERGENCIA <input type="checkbox"/>
	REPROGRAMABLE <input type="checkbox"/>
EMPRESA CONTRATADA _____	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	
MANO DE OBRA EFECTUADA	
FECHA DE FINALIZACION _____	
TÉCNICO ENCARGADO	SELLO
(EMPRESA ENCARGADA)	Vo.Bo.

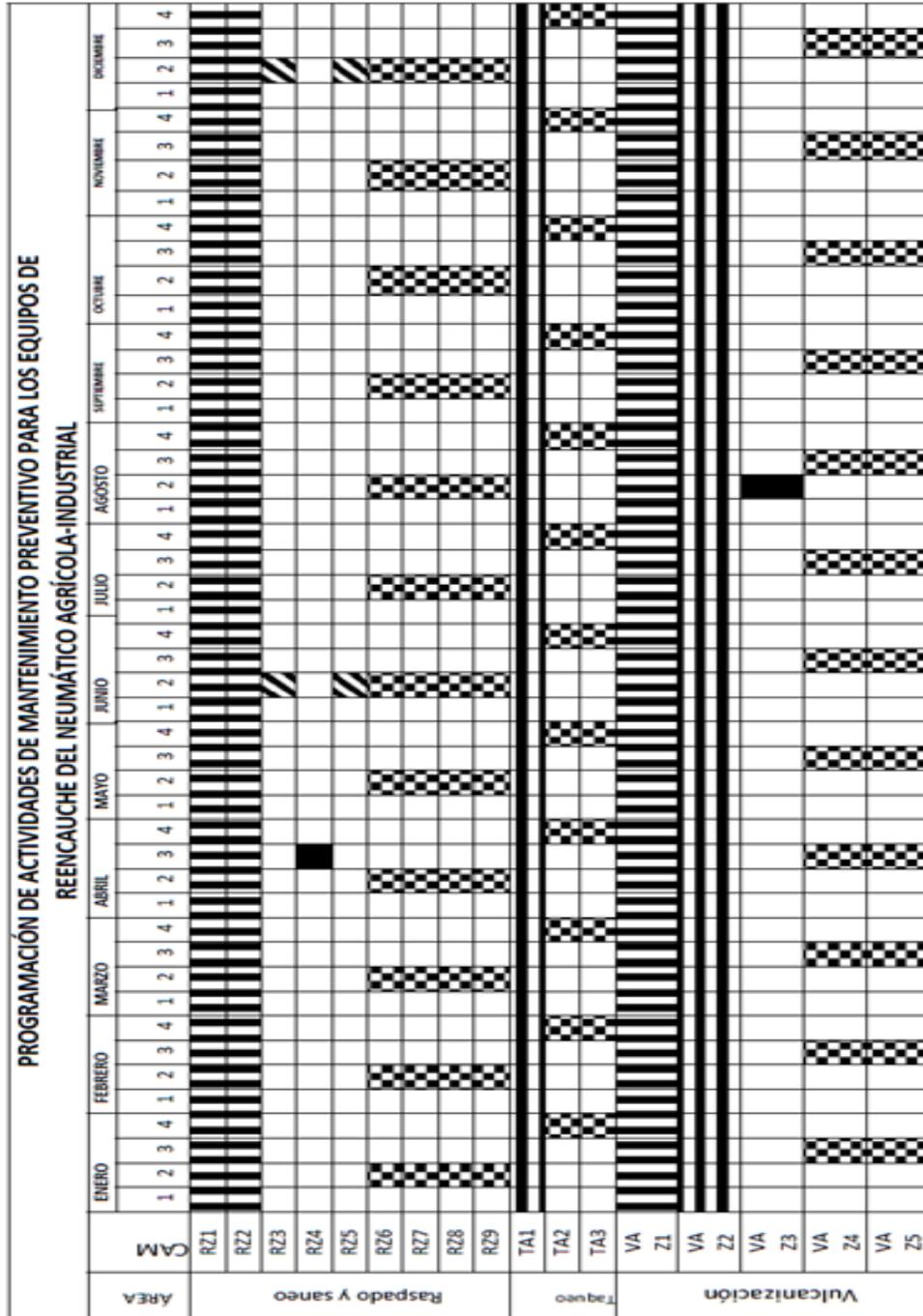
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Orden de tipo de insumos y de repuestos para trabajos de mantenimiento**

ORDEN DE INSUMOS Y REPUESTOS PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	
Línea de producción _____ Área de ubicación _____ Código de máquina _____ Fecha de solicitud _____	
PRIORIDAD	
Normal <input type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>
Programado <input type="checkbox"/>	Emergencia <input type="checkbox"/>
Reprogramable <input type="checkbox"/>	
TIPOS DE INSUMOS Y REPUESTOS	
Insumos a utilizar	Repuestos a utilizar
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
F: _____	Autorizado: _____
Personal de mantenimiento	Vo. Bo. jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Programación de actividades de mantenimiento de equipo del área de agrícola-industrial



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Programación de actividades de mantenimiento de la instalación neumática en planta de reencauche

		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN NEUMÁTICA EN PLANTA DE REENCAUCHE.																																																		
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE						
3	M	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
		MN1																																																		
MN2																																																				
MN3																																																				
MN4																																																				
MN5																																																				
MN6																																																				
MN7																																																				
MN8																																																				
MN9																																																				
MN10																																																				
MN11																																																				
0																																																				
MN1																																																				
1																																																				
MN1																																																				
2																																																				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Programación de actividades básicas de mantenimiento de equipos de generación en la planta**

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE GENERACIÓN PLANTA DE REENCAUCHE												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CM	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
NR1												
NR2												
NR3												
PA1												
PA2												
PMGV												
PMGE												
Nota: las actividades comprendidas del personal de mantenimiento consisten en la supervisión de la cantidad de horas de operación del generador eléctrico												

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Programación de actividades de mantenimiento de equipos realizado por empresas contratadas en el primer semestre del año**

PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS REALIZADO POR EMPRESAS CONTRATADAS																								
MANTENIMIENTO DE PRIMER SEMESTRE DE CALDERAS DE VAPOR																								
Mes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividades de Mantenimiento																								
Pruebas de dureza de agua				♦																				
Verificación de adecuado cierre de válvulas de combustible				♦																				
Verificación de conexiones de aire y combustible				♦																				
Verificación de luces indicadoras y de operación																								
Verificación control de seguridad y conexiones				♦																				
Verificación de filtraciones, ruido, condiciones anormales etc.				♦																				
Inspección de quemador				♦																				
Inspección de la superficie interior del recipiente																								
Inspección de puntos calientes anormales				♦																				
Inspección de fugas de gases de combustible				♦																				
Inspección de estado del refractario																								
Inspección de componentes eléctricos																								
Limpieza de bomba de aceite colador y filtro																								
Depurador de aire y separador aire/aceite																								
Limpieza de llave de bajo nivel de agua																								
Limpieza del superficie del hogar																								
Limpieza de conductos																								

NOTA: Las actividades de calderas piro-tubular = ♦, las actividades de caldera acuatubular = ♦ y las actividades conjuntas = ♦

Fuente: elaboración propia.

Continuación de apéndice 9.

MANTENIMIENTO DE PRIMER SEMESTRE DE COMPRESOR INDUSTRIAL																												
Mes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio							
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad de mantenimiento																												
Cambiar filtro de refrigerante																												
Limpiar separador de barrido de pantalla y orificio					X																							
Limpiar núcleos del enfriador																												
Cambio de filtro de aire																												
Cambio de elemento separador																												
Cambio de refrigerante																												
Inspeccionar contactores de arranque																												
Inspeccionar de sistema eléctrico																												
Nota: El mantenimiento preventivo del generador eléctrico se debe efectuar cuando se llegue a las 200, 1.000, 10.000 y 30.000 horas de operación respectivamente																												

Fuente: elaboración propia.

Continuación de apéndice 10.

MANTENIMIENTO DE SEGUNDO SEMESTRE DE COMPRESOR INDUSTRIAL																														
	Mes		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	Semana	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Actividad de mantenimiento																														
Cambiar filtro de refrigerante																														
Limpiar separador de barrido de pantalla y orificio																														
Limpiar núcleos del enfriador																														
Cambio de filtro de aire																														
Cambio de elemento separador																														
Cambio de refrigerante																														
Inspeccionar contactores de arranque																														
Inspeccionar de sistema eléctrico																														
Nota: El mantenimiento preventivo del generador eléctrico se debe efectuar cuando se llegue a las 200, 1.000, 10.000 y 30.000 horas de operación respectivamente																														

Fuente: elaboración propia.

