



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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA
VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ
TECNICAMP**

Heber David González González

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, junio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
TPM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL DEL TALLER MECÁNICO
AUTOMOTRIZ TECNICAMP**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HEBER DAVID GONZÁLEZ GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
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 Olimpo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ TECNICAMP

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de febrero de 2015.



Heber David González González



Guatemala, 12 de agosto de 2016
Ref.EPS.DOC.528.08.16.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Heber David González González** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200516183, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL, DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ TECNICAMP.**

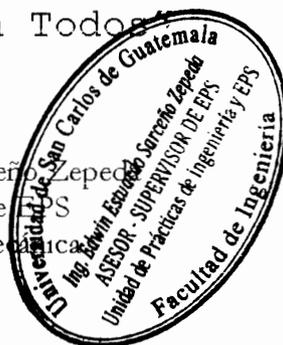
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeca
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra



Guatemala, 12 de agosto de 2016
REF.EPS.D.326.08.16

Ing. Roberto Guzmán
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL, DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ TECNICAMP**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Heber David González González quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS


CCdP/ra



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

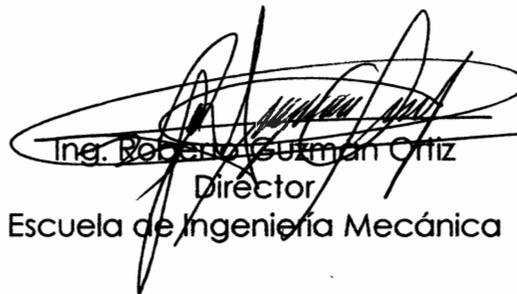
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.013.2017

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-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL, DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ TECNICAMP** del estudiante **Heber David González González, CUI 2230-71706-0101**, carné estudiantil No. **200516183**, procede a la autorización del mismo para su revisión.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



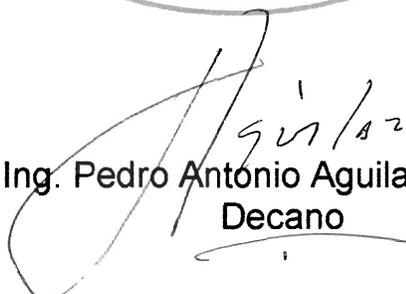
Guatemala, enero de 2017

/aej



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: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS EN GENERAL DEL TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ TECNICAMP**, presentado por el estudiante universitario: **Heber David González González**, 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 Pineda
Decano



Guatemala, junio de 2017

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de cumplir este sueño, a Él sea la honra y la gloria.
- Mis padres** Pedro González Ruiz y Aura González López, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional brindado en el trayecto de mi vida.
- Mis hermanos** Yonatan, Magdiela y Damaris González, por ser una importante influencia en mi vida.
- Mi tío** Manuel Antonio González, por el apoyo y cariño brindado.
- Mis amigos** Por apoyarme en los momentos difíciles y darme ánimos cuando quería darme por vencido y mostrarme el camino de luz.
- Mis familiares** Por animarme a terminar de cumplir esta meta.
- Mi amiga** Mabelyn Pacheco por apoyarme a finalizar y estar junto a mí en este proyecto.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Facultad de Ingeniería, por permitirme estudiar y cumplir un sueño.

TECNICAMP

Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Ing. Edwin Sarceño

Por apoyo brindado en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Ing.Mynor Figueroa

Por sus consejos, dirección y apoyo para terminar este logro más de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.1.1. Información general.....	1
1.1.1.2. Estructura organizacional.....	3
1.1.2. Trabajos que se ejecutan en el taller.....	4
1.1.2.1. Descripción de funciones.....	5
1.1.2.1.1. Jefe de taller.....	5
1.1.2.1.2. Encargado de herramienta.....	5
1.1.2.1.3. Mecánico automotriz.....	6
1.1.2.2. Tipos de mantenimientos actuales.....	6
1.1.2.3. Planificación, programación y objetivos de los mantenimientos.....	7
1.1.2.4. Evaluaciones y soluciones técnicas.....	7
1.1.3. Recursos con que cuenta el taller automotriz.....	8
1.1.3.1. Recursos humanos.....	8
1.1.3.2. Recursos materiales.....	8
1.1.3.3. Instalaciones y estructuras.....	9
1.1.3.4. Equipo y herramienta.....	9

1.1.4. Evaluación de riesgos, seguridad, higiene y cuidado ambiental actual.....	11
1.1.5. Conclusiones de la situación actual.....	11
1.2. Marco teórico.....	13
1.2.1. Introducción al Mantenimiento productivo total (TPM).....	13
1.2.1.1. Nuevas tendencias en la gestión del mantenimiento.....	13
1.2.1.2. Evolución del mantenimiento.....	14
1.2.1.3. El TPM. Conceptos y características.....	15
1.2.2. Las seis grandes pérdidas de los equipos	16
1.2.2.1. Comparación de las pérdidas y los despilfarros en los sistemas de producción.....	17
1.2.2.2. Pérdida por averías de los equipos.....	18
1.2.2.3. Reducción y eliminación de pérdidas.....	21
1.2.3. Mantenimiento autónomo las 9S.....	26
1.2.3.1. Organización (Seiri)	27
1.2.3.2. Orden (Seiton)	28
1.2.3.3. Limpieza e inspección (Seiso)	28
1.2.3.4. Estandarización (Seiketsu)	29
1.2.3.5. Cumplimiento y disciplina (Shitsuke)	29
1.2.3.6. Constancia (Shikari)	30
1.2.3.7. Compromiso (Shitsukoku)	30
1.2.3.8. Coordinación (Seishoo)	30
1.2.3.9. Estadarización (Seido)	31
1.2.4. Mantenimiento planificado.....	32
1.2.4.1. Generalidades.....	33
1.2.4.2. Proceso de trabajo.....	35
1.2.4.3. Organigrama de procesos del vehículo en el taller.....	35
1.2.4.4. Estudio de tiempo y mediciones del trabajo.....	36
1.2.4.5. Mantenimiento preventivo.....	39

1.2.4.6.	Principios básicos de mantenimiento preventivo.....	40
1.2.4.7.	Mantenimiento correctivo.....	41
1.2.5.	Etapas de implementación del mantenimiento productivo total..	42
1.2.6.	Propuesta para la seguridad laboral y ambiental	44
1.2.6.1.	Seguridad laboral.....	44
1.2.6.1.1.	Reducción de riesgos de trabajo en las distintas áreas del taller automotriz.....	45
1.2.6.1.1.1.	Riesgos químicos.....	45
1.2.6.1.1.2.	Riesgos físicos.....	45
1.2.6.1.1.3.	Riesgos biológicos.....	45
1.2.6.1.1.4.	Riesgos ergonómicos.....	46
1.2.6.2.	Seguridad industrial.....	46
1.2.6.3.	Seguridad en el trabajo.....	46
1.2.6.4.	Cuidado ambiental.....	47
1.2.6.5.	Medio ambiente.....	47
1.2.6.6.	Impacto ambiental.....	47
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	49
2.1.	Medidas para la eficiencia energética.....	49
2.1.1.	Optimización de la tarifa de energía eléctrica.....	49
2.1.2.	Optimización de las instalaciones actuales.....	51
2.1.2.1.	Estudio del consumo de energía.....	51
2.1.2.2.	Distribución del consumo energético.....	52
2.1.3.	Parámetros de eficiencia energética.....	52
2.1.4.	Estrategia y medidas de ahorro energético.....	53
2.1.5.	Gestión y mantenimiento energético.....	53
2.1.6.	Zonificación de las áreas de trabajo.....	53
2.1.7.	Censo de equipos eléctricos.....	54
2.2.	Ahorro de energía eléctrica	54

2.2.1. Alumbrado actual.....	54
2.2.1.1. Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética.....	55
2.2.1.2. Propuesta para el ahorro de energía en sistemas de alumbrado actual.....	55
2.2.1.2.1. Predeterminación de los niveles de iluminación.....	56
2.2.1.2.2. Elección de los componentes de iluminación.....	57
2.2.1.2.3. Elección del sistema de control y regulación.....	62
2.2.1.2.4. Ejecución de la propuesta.....	62
2.2.1.2.4.1. Suministro de energía eléctrica.....	63
2.2.1.2.4.2. Cumplimientos de los niveles proyectados...	63
2.2.1.2.4.3. Soluciones y sistemas proyectados.....	63
2.2.1.2.4.4. Establecimientos de los encendidos y apagados.....	64
2.2.1.2.4.5. Regulación de los niveles de luz artificial.....	64
2.2.1.2.4.6. Uso flexible de las instalaciones.....	64
2.2.1.2.5. Mantenimiento.....	65
2.2.1.2.5.1. Prevención de operaciones programadas...	65
2.2.1.2.5.2. Frecuencia de reemplazo de los componentes.....	66
2.2.1.2.5.3. Reemplazo transporte y reciclaje de los componentes eléctricos.....	67
2.2.2. Equipo con motores eléctrico.....	68
2.2.2.1. Equipo del taller mecánico-eléctricos.....	68
2.2.2.2. Tipo, aplicación y eficiencia en motores eléctricos.....	68
2.2.2.3. Propuesta para el ahorro de energía en motores eléctricos.....	71
2.2.2.4. Mantenimiento.....	72

3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	75
3.1.	Implantación del mantenimiento productivo total (TPM)	75
3.1.1.	Decisión de implementar el TPM en el taller	75
3.1.2.	Información del TPM al personal implicado.....	75
3.1.3.	Estructura inicial de TPM.....	78
3.1.4.	Objetivos y políticas básicas del TPM.....	78
3.1.5.	Plan maestro de desarrollo del TPM.....	79
3.1.6.	Arranque formal del programa TPM.....	80
3.1.7.	Mejora de la efectividad del equipo.....	80
3.1.8.	Desarrollo de un plan de mantenimiento autónomo basado en las 9's.....	81
3.1.9.	Desarrollo del programa de mantenimiento planificado.....	94
3.1.10.	Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.....	96
3.1.11.	Consolidación del TPM y alcance de metas (PDCA).....	97
3.2.	Propuesta para la seguridad laboral e higiene ambiental.....	98
3.2.1.	Seguridad industrial, salud e higiene laboral.....	98
3.2.1.1.	Propuesta de seguridad industrial.....	98
3.2.1.2.	Reducción de riesgos de trabajo en las distintas áreas del taller.....	100
3.2.1.3.	Prevención de incendios.....	102
3.2.1.4.	Normativo de seguridad ISO 9000, OSHAS 18000.....	113
3.2.2.	Manejo de residuos.....	114
3.2.2.1.	Generación de residuos.....	114
3.2.2.2.	Almacenamiento y recolección.....	116
3.2.2.3.	Control y supervisión.....	117
3.2.2.4.	Normativo medio ambiental ISO 14000.....	119
3.3.	Propuesta del programa de mantenimiento.....	120
3.3.1.	Formatos para el registro de control de mantenimiento.....	120

3.3.1.1.	Diseño de orden de trabajo, bitácoras de trabajo y registro de mantenimiento vehicular.....	120
3.3.1.2.	Diseño de hoja de diagnóstico.....	125
3.3.1.3.	Diseño de orden de repuestos y materiales.....	136
3.3.1.4.	Diseño de orden de trabajo para el mantenimiento preventivo.....	137
3.3.1.4.1.	Menor, intermedio y mayor	137
3.3.1.5.	Diseño de orden de trabajo para el mantenimiento correctivo.....	139
3.3.1.5.1.	Motor.....	139
3.3.1.5.2.	Sistema de embrague.....	169
3.3.1.5.3.	Sistema de transmisión y ejes de transmisión.....	170
3.3.1.5.4.	Sistema de diferencial.....	191
3.3.1.5.5.	Sistema de frenos.....	197
3.3.1.5.6.	Sistema de dirección.....	210
3.3.1.5.7.	Sistema de suspensión.....	213
3.3.1.5.8.	Sistemas de arranque, carga, iluminación y accesorios.....	217
3.4.	Plan de supervisión programada.....	222
3.4.1.	Inspección de rutina.....	222
3.4.2.	Reportes.....	222
3.5.	Plan para la evaluación de los resultados del programa.....	223
3.5.1.	Parámetros de información.....	223
3.5.2.	Parámetros de evaluación.....	224
3.5.3.	Procesos de evaluación.....	224
3.6.	Diseño de procesos en el mantenimiento del taller automotriz.....	225
4.	FASE DE DOCENCIA.....	233
4.1.	Programas de capacitación.....	233

4.1.1. Objetivo del programa.....	233
4.1.2. Recursos y técnicas de capacitación.....	234
4.2. Descripción de las unidades del programa de capacitación.....	235
4.3. Desarrollo del programa.....	239
4.4. Implementación del programa de capacitación.....	240
CONCLUSIONES.....	251
RECOMENDACIONES.....	253
BIBLIOGRAFÍA.....	255
APÉNDICE.....	257

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Evolución del mantenimiento hasta el TPM.....	15
2. Mantenimiento autónomo.....	26
3. Clasificación del mantenimiento planificado.....	34
4. Simbología de diagrama de proceso ASME.....	37
5. Simbología de diagrama de proceso ASME.....	38
6. Factura eléctrica empresa Tecnicamp.....	50
7. Gráfica de pastel que identifica el consumo de energía eléctrica.....	52
8. Pérdidas de energía en un motor eléctrico.....	69
9. Diagrama de procesos de ingreso del vehículo.....	85
10. Diagrama de procesos de trabajos a realizar.....	89
11. Hoja de registro de control vehicular.....	122
12. Bitácora de trabajo.....	123
13. Hoja de registro de control vehicular.....	124
14. Planitud del bloque de motor.....	139
15. Conicidad de los cilindros.....	140
16. Ovalamiento de los cilindros.....	141
17. Holgura entre cilindro y pistón.....	142
18. Holgura luz de anillos.....	143
19. Holgura luz de anillos.....	144
20. Holgura entre anillos y ranura del pistón.....	145
21. Desgaste en falda del pistón.....	146
22. Peso de pistones y bielas.....	147
23. Ovalamiento y conicidad de muñones de cigüeñal.....	148
24. Deformación longitudinal del cigüeñal.....	149
25. Juego axial del cigüeñal.....	150

26. Verificación de engranaje y cadena.....	151
27. Luz de aceite de muñones centrales y de biela.....	152
28. Verificación de cojinetes de eje de biela y de cigüeñal.....	153
29. Estado de la faja de tiempo.....	154
30. Alargamiento de la cadena.....	155
31. Plenitud de la cabeza de cilindros.....	156
32. Revisión de fisuras y altura de la cabeza de cilindro.....	157
33. Luz de guía y vástago de válvula.....	158
34. Ovalamiento de guía de válvula.....	159
35. Luz de taque y guía o asiento de taque.....	160
36. Luz o juego axial del eje de levas.....	161
37. Luz de aceite del eje de levas.....	162
38. Resorte de válvulas.....	163
39. Altura de resorte de válvulas.....	164
40. Descentramiento del eje de levas.....	165
41. Altura del lóbulo de la leva.....	166
42. Diámetro del muñón.....	167
43. Verificación de pernos.....	168
44. Torcedura del plato de presión.....	169
45. Desgaste en patillas, anillos y plato de presión.....	170
46. Altura de patillas.....	171
47. Descentramiento del disco.....	172
48. Espesor en pastas del disco de embrague.....	173
49. Horquilla de empuje.....	174
50. Collarín y tubo guía.....	175
51. Ajuste del recorrido muerto del pedal de embrague.....	177
52. Ajuste del disco de embrague.....	178
53. Engranajes y ejes.....	179
54. Conjunto sincronizador.....	180

55. Inspección de ejes.....	181
56. Inspección de cojinetes.....	182
57. Inspección de horquilla de cambio.....	183
58. Juego axial del eje intermedio.....	184
59. Juego axial a la arandela de empuje de la bomba de aceite.....	186
60. Juego entre el seguro y el plato aprisionador del embrague hidráulico.....	187
61. Diagrama de colocación de manómetros.....	188
62. Estado de cojinetes y arandelas.....	191
63. Juego libre del diferencial y piñón de ataque.....	193
64. Regulación del patrón de contacto de dientes (piñon y corona) patrón de contacto correcto.....	194
65. Patrón de contacto incorrecto.....	195
66. Reglaje del piñón corona del diferencial.....	196
67. Estanqueidad en los frenos.....	198
68. Fugas en diferentes puntos del sistema de frenos.....	199
69. Mantenimiento al sistema de frenos de discos.....	200
70. Alabeo del disco de freno.....	201
71. Inspeccion visual a zapatas y bomba auxiliar de frenos de tambor.....	202
72. Ovalamiento y conicidad del tambor de frenos.....	204
73. Reglaje de zapatas de frenos trasera.....	206
74. Reglaje del freno de estacionamiento.....	207
75. Purgado en el sistema de frenos.....	208
76. Comprobación al sistema de vacío booster.....	209
77. Sistema de dirección mecánica	210
78. Sistema de dirección mecánica por cremallera	211
79. Sistema de dirección asistida hidráulicamente.....	212
80. Despiece hojas de ballestas.....	213

81. Suspensión de brazos articulados.....	214
82. Suspensión de brazos articulados.....	215
83. Suspensión de brazos articulados.....	216
84. Despiece de motor de arranque	217
85. Sistema eléctrico.....	218
86. Despiece de un alternador.....	219
87. Sistema eléctrico	220
88. Sistema de iluminación.....	221
89. Flujograma de procesos del mecánico.....	227
90. Flujograma de procesos para la ejecución del trabajo.....	228
91. Flujograma de procesos de servicio al cliente.....	229
92. Flujograma de manejo de residuos.....	230
93. Flujograma de reparación y diagnóstico.....	231

ÍNDICE DE TABLAS

I.	Organigrama administrativo del taller	3
II.	Las seis pérdidas de los equipos que evitan alcanzar la eficiencia global.....	17
III.	Relación de despilfarros del JIT, con las pérdidas del TPM.....	18
IV.	Características principales de las pérdidas según su naturaleza.....	20
V.	Etapas de implantación del TPM.....	42
VI.	Distribución de consumo típico del taller Tecnicamp.....	51
VII.	Propiedades de rendimiento con base al índice de reproducción cromática de calor (IRC).....	58
VIII.	Distribución de temperatura con base en su color.....	59
IX.	Planificación de la etapa formativa.....	76
X.	Clasificación Seiri.....	82
XI.	Clasificación Seiton.....	83
XII.	Clasificación Seiso.....	84
XIII.	Clasificación Seiketsu.....	86
XIV.	Actividades diarias al momento de trabajar.....	91
XV.	Propuesta de entrenamiento personal.....	97
XVI.	Hoja de diagnóstico motor.....	125
XVII.	Hoja de diagnóstico sistema de enfriamiento.....	127
XVIII.	Hoja de diagnóstico transmisión mecánica.....	128
XIX.	Hoja de diagnóstico embrague.....	129
XX.	Hoja de diagnóstico transmisión automática.....	130
XXI.	Hoja de diagnóstico flechas o juntas cardánicas.....	131
XXII.	Hoja de diagnóstico eje trasero o diferencial.....	132
XXIII.	Hoja de diagnóstico caja de transferencia.....	133

XXIV.	Hoja de diagnóstico frenos.....	134
XXV.	Hoja de diagnóstico suspensión y sistema de la dirección.....	135
XXVI.	Hoja de orden de repuestos y materiales.....	136
XXVII.	Guía de servicio de mantenimiento.....	137

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Bar	Bares
Hp	Caballos de fuerza
Gal	Galón
L	Litro
m	Metro
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
No.	Número
Psi	Libras fuerza sobre pulgada cuadrada
L/min	Litros por minuto
“	Pulgada
rpm	Revoluciones por minuto

ASME

ASME (American Society of Mechanical Engineers)

OSHAS

OSHAS (Occupational Health and Safety Assessment Series)

JIT

just in time

GLOSARIO

Activo	Término contable-financiero con el que se denomina a los recursos económicos, bienes materiales, créditos y derechos de una persona, sociedad, corporación, entidad o empresa. Son los recursos que se administran en el desarrollo de las actividades, independientemente de que sean o no propiedad de la misma empresa.
Calidad	Conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.
Nueve S (9S)	Nueve palabras japonesas (recientemente traducidas en nueve palabras americanas) que se refieren a sistematizar la limpieza y el mantenimiento eficaz.
Confiabilidad	Grado de consistencia en los instrumentos aplicados, las puntuaciones obtenidas y las mediciones realizadas que sirven de base para llevar a cabo una evaluación; grado en que estos elementos están relativamente libres de errores. Usualmente, se expresa por medio de un coeficiente de confiabilidad o por el error estándar derivado de este.

Diagnóstico	Proceso por el cual se determinan las condiciones o problemáticas de una situación, contexto, o grupo para a partir de allí definir alternativas de acción. Es el resultado del análisis de una situación dada, que permiten tener un conocimiento y una descripción precisa de dicha situación, con el fin de solucionar los problemas identificados.
Diseño	Proceso mediante el cual el ingeniero aplica sus conocimientos, aptitudes y puntos de vista a la creación de dispositivos, estructuras y procesos.
Eficacia	Capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles y en un tiempo determinado. Consecución de objetivos, logro de los efectos deseados.
Eficiencia	Consiste en obtener el máximo resultado posible con unos recursos determinados, o en mantener con unos recursos mínimos la calidad y cantidad adecuada de un determinado servicio o producto.
Estándares	Se entiende por estándar de calidad de un departamento de mantenimiento el patrón que debe cumplir cada uno de sus componentes.

Estrategia	Es el modelo de objetivos, propósitos o metas y de las principales políticas y planes para alcanzarlos, planteados de tal manera que definen qué servicios se prestan o se van a prestar y la forma de su prestación.
Fallas recurrentes	A los efectos de estos contratos se entiende por falla recurrente aquella que tiene una misma causa en el origen se produce de manera reiterada.
Gestión	Conjunto de acciones que existen para dirigir actividades coordinadas y controlar una organización.
Hoja de chequeo	Dispositivo de grabadora de datos simple, diseñada por el usuario, el cual permite interpretar los resultados rápidamente. No confundir con una lista de control.
Indicadores	Son el instrumento de medición diseñado para evaluar en forma cuantitativa el grado de cumplimiento de los estándares de calidad propuestos.
Inspección	Son tareas/servicios de mantenimiento preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración. Normalmente es efectuada utilizando instrumentos de medición electrónica, térmica y/o los sentidos humanos, usualmente sin provocar indisponibilidad del equipo.

Mantenibilidad	Probabilidad y/o facilidad de devolver un equipo a condiciones operativas, en un cierto tiempo y utilizando los procedimientos prescritos.
Mantenimiento	Combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.
Mantenimiento correctivo	Es el que se ejecuta a un activo después de ocurrida la falla del mismo, por lo que se debe de corregir todos los componentes fallidos en el evento.
Mantenimiento planeado	Es el organizado y realizado con premeditación, control y el uso de registros para cumplir con un plan predeterminado.
Mantenimiento preventivo	Es el realizado a intervalos predeterminados o con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo.
Mantenimiento programado	Es el mantenimiento preventivo realizado a un intervalo de tiempo predeterminado o después de cierto número de operaciones, kilometraje, etc.

Objetivo	Fines o metas que una organización se propone alcanzar con una estrategia determinada.
Plan de mantenimiento	Relación detallada de las actuaciones de mantenimiento que necesita un ítem o elemento y de los intervalos temporales con que se deben efectuar.
Sistema	Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan. (Norma ISO 9000:2000, 3.2.1)
Sistema de gestión	Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.
Tiempo medio entre fallos	Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.
Tiempo promedio para reparar	Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período determinado.
Taque	Buso hidráulico

RESUMEN

Este trabajo de graduación ha sido desarrollado con el objeto de orientar a toda aquella persona (estudiante o profesional), para que amplíe sus conocimientos sobre un plan de mantenimiento preventivo para automóviles; aunque fue diseñado para una empresa en particular, se puede utilizar para otros casos que se requiera.

En el primer capítulo se hace un diagnóstico de la situación actual del taller a través de la recopilación de información mediante encuestas a personal operativo y administrativo. Se obtiene así información general sobre trabajos que se realizan en el taller automotriz, recursos humanos y materiales con que cuenta, análisis de los planes de mantenimiento actuales, instalaciones y estructuras para el mantenimiento de los vehículos, almacenamiento y recolección de desechos y residuos sólidos como líquidos. También se establecen e implementan los parámetros del TPM en el taller automotriz.

En el segundo capítulo, se participa activamente en los trabajos de mantenimiento, capacitaciones al personal, elaboración de diseños de planes de mantenimiento, bitácoras, planes de trabajo y habilitación que se realice en todos los recursos materiales y humanos que necesite la empresa para su mejoría.

En el tercer capítulo se verán los resultados del EPS. Estos serán presentados a la misma empresa con el fin de generar un plan de mantenimiento basado en las normas TPM para mejorar el mantenimiento en los vehículos y que, a la vez, sirva como un material de apoyo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se espera así generar un desarrollo profesional, tanto del estudiante como del profesional de ingeniería.

OBJETIVOS

General

- Diseñar programa de mantenimiento productivo total (tpm), para mejorar el proceso de reparación en automóviles livianos en general.

Específicos

- Definir la situación actual del taller “Técnicamp” en relación a los tiempos, movimientos, actividades y cumplimiento con respecto a los servicios de mantenimiento que presta.
- Elaborar el plan de mantenimiento independiente como base para la aplicación del tpm mediante la propuesta de implementación de los pilares del tpm y el sistema de las 5s.
- Elaborar el plan para implementar un sistema de mantenimiento planificado como etapa de prevención frente a la reparación, mantenimiento y control del taller.
- Proponer esquemas de mejora continua, seguridad, higiene y cuidado ambiental, como complemento al tpm.

INTRODUCCIÓN

Durante el pasado y presente siglo se han realizado investigaciones acerca del concepto de mantenimiento, las cuales han definido distintos estilos o filosofías de mantenimiento. Estos han facilitado y definido cómo debe ser la aplicación y la administración de procesos básicos como la reparación, inspección de equipos y componentes con el fin de incrementar la durabilidad y la confiabilidad de las máquinas.

En nuestra sociedad, el automóvil es de gran utilidad para el desarrollo de varias tareas y actividades. Cada año es fabricada una gran cantidad de automóviles con diferentes sistemas y mecanismos, con el fin de desarrollar un trabajo según las necesidades de los clientes tales como instituciones públicas, privadas y personales. A grandes rasgos, los vehículos son un conjunto de mecanismos llamados máquinas, diseñadas y desarrolladas para realizar actividades de manera segura, eficiente y al menor costo. Cada máquina, cualquiera que sea su clase, no puede ser ajena a la atención de un plan de mantenimiento. Por esta razón, el siguiente trabajo de investigación recopila conceptos, datos técnicos, estadísticos y reportes relacionados con vehículos. Se genera así un programa de mantenimiento óptimo para que un elemento físico continúe desempeñando las funciones operacionales deseadas, tratando de minimizar o mitigar las consecuencias negativas con el fin de generar sistemas amigables y transparentes hacia el cliente. Conviene tomar en cuenta que no solo el dinero es un recurso escaso, sino también el tiempo, para generar cambios en los parámetros físicos y tecnológicos.

1. GENERALIDADES

1.1. Generalidades de la empresa

1.1.1. Antecedentes

En función de un estudio preliminar, Tecnicamp muy a menudo tiene falencias tales como: paros en los procesos de mantenimiento, incrementos en los costes y reducida información técnica para trabajar. Los procesos requieren de un esfuerzo excesivo, carecen de herramientas y de una organización adecuada de las mismas. Las secciones no están delimitadas y sus lugares de trabajo son inadecuados. La capacidad instalada se usa parcialmente y hay desinterés por parte de quienes hacen posible el cumplimiento de las actividades de mantenimiento.

1.1.1.1. Información general

Tecnicamp es una empresa en crecimiento (actualmente una microempresa), creada con el fin de dar mantenimiento a automóviles livianos, ya sea diésel o gasolina. La empresa se encuentra ubicada en el kilómetro 18 carretera a Villa Canales. Las coordenadas de ubicación son al Norte 14°30'32.7" y al Sur, 90°32'43,3". La dirección es 17 Ave. 2-28 Residenciales Ribera del Río, zona 13 de San Miguel Petapa.

Su misión como empresa es cumplir con los requerimientos de la mano de las necesidades de los clientes. Ofrece un soporte y asistencia técnica de calidad en mantenimiento industrial y automotriz.

Su visión es ser una empresa de alto nivel competitivo en la gestión de mantenimiento industrial y automotriz, con procesos amigables con el ambiente sostenible que beneficien a la comunidad.

- Valores de la empresa

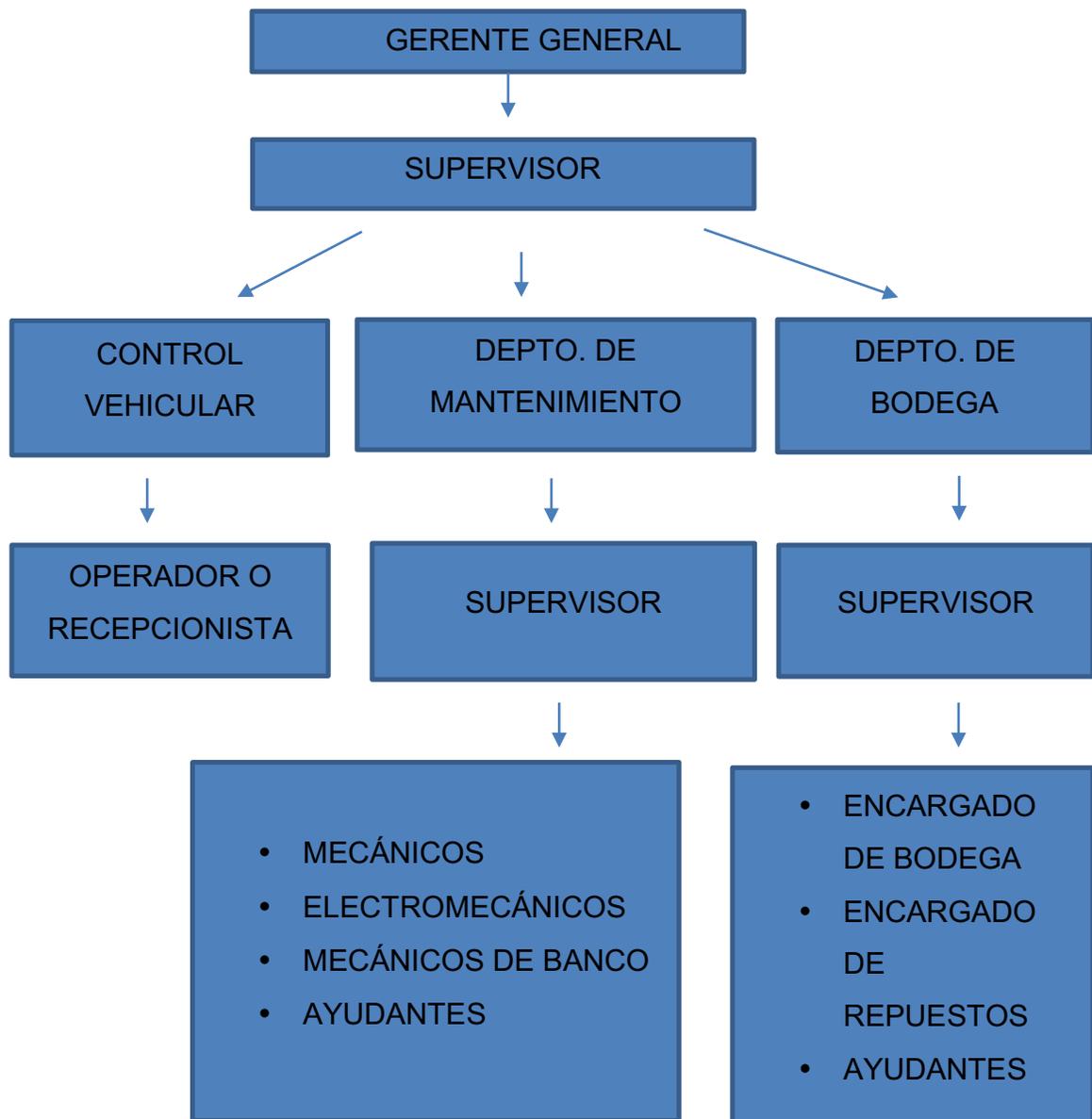
Los valores que definen nuestro trabajo, son:

- a) Compromiso: es cumplir de manera eficiente con lo establecido con el cliente.
- b) Honestidad: una de las cualidades que más buscamos y exigimos en las personas es la honestidad. Este valor para la empresa es indispensable para que las relaciones humanas se desenvuelvan en un ambiente de confianza y armonía, pues garantiza respaldo, seguridad y credibilidad en las personas.
- c) Lealtad: es hacer aquello con lo que uno se ha comprometido, aún en circunstancias cambiantes.
- d) Disciplina: es realizar todos las metas de forma organizada y metódica para cumplir con lo establecido.
- e) Confiabilidad: es realizar bien desde la primera vez la actividad asignada.
- f) Respeto: significa valorar a los demás y trabajar en armonía como equipo de trabajo.

1.1.1.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional presenta la siguiente forma ver Tabla I.

Tabla I. **Organigrama administrativo del taller**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Trabajos que se ejecutan en el taller

Como se mencionó anteriormente, dentro del taller Tecnicamp no hay un programa de mantenimiento que estandarice procesos para los diferentes tipos de mantenimiento aplicados.

Los trabajos más comunes que se ejecutan en el taller son los siguientes:

- Servicio de frenos.
- Servicio de caja (automáticas y mecánicas).
- Servicio de diferencial.
- Servicio electromecánico.
- Diagnóstico de inyección gasolina y diésel en automóviles livianos
- Mecánica de banco (soldadura, elaboración de roscas, reparación de piezas rotas).
- Servicio al chasis.
- Servicio a neumáticos.
- Lavado engrasado total.
- Cambio aceite y filtro motor.
- Cambio aceite de la transmisión automática.
- Cambio de aceite de la transmisión mecánica.
- Cambio de aceite del diferencial.
- Cambio de aceite de dirección hidráulica.
- Cambio del filtro de aire.
- Cambio de aceite de sistemas hidráulicos en vehículos pesados y maquinaria.
- Revisión de frenos delanteros y posteriores.
- Limpieza del tanque de combustible y sus variantes.
- Escaneo del vehículo.

- Limpieza de inyectores.
- Limpieza del cuerpo de aceleración.
- Revisión del sistema de encendido y sus variantes
- Inspección/repación de mangueras de presión (hidráulicas y neumáticas).
- Inspección/cambio de herramientas de corte (cuchillas, esquineros, platinas).

1.1.2.1. Descripción de funciones

Las tareas que se realizan en un determinado puesto o cargo y los factores necesarios para llevarlas a cabo con éxito son de importancia tal que debería considerarse como un método fundamental y básico para cualquier organización; sin embargo, se considera como un procedimiento “no importante” o, al menos, “no tan necesario”, como otras herramientas utilizadas.

1.1.2.1.1. Jefe de taller

Dirige un equipo de técnicos de servicio. Se asegura de que las reparaciones en el departamento de servicios se hagan correcta y eficientemente, y que se mantenga un alto nivel de satisfacción del cliente. El Jefe de taller también puede pasar mucho tiempo diagnosticando y reparando problemas poco comunes, más que involucrarse en servicios rutinarios a los vehículos o arreglos simples.

1.1.2.1.2. Encargado de herramienta

Controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento y reparaciones en dependencias de la empresa. Distribuye y coordina la herramienta necesaria para

los trabajos del personal, a fin de garantizar el buen funcionamiento y conservación de los bienes muebles e inmuebles.

1.1.2.1.3. Mecánico automotriz

El mecánico automotriz es el destinado a mantener o reparar maquinarias y vehículos automotrices que son utilizados en cualquier ámbito de labores, caminos o actividades urbanas de los sectores productivos y particulares.

1.1.2.2. Tipos de mantenimientos actuales

Mantenimiento es la serie de operaciones o actividades que dan como resultado el óptimo funcionamiento de una máquina o equipo. Con ello se asegurar la competitividad de la empresa. A lo largo de muchos años, se ha tratado de estudiar o determinar el porqué de las fallas de las máquinas o equipos, lo que ha dado como resultado una clasificación o tipos de mantenimiento. Dentro de estos se encuentran el mantenimiento preventivo, correctivo, proactivo, predictivo, detectivo y otros más. No todos los mantenimientos antes mencionados son aplicados en el taller. Los mantenimientos más comúnmente utilizados son:

- Mantenimiento preventivo

Son actividades ejecutadas para prevenir y detectar condiciones de trabajo, que pueden ocasionar interrupciones, averías y deterioro acelerado del equipo; son ejecutadas en un tiempo programado, basado en un análisis cíclico.

La insuficiencia o el exceso de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos tendrá consecuencias negativas que afectarán tanto a la disponibilidad de los mismos como a la confiabilidad en la operación.

Por lo anterior es muy importante determinar la frecuencia óptima de mantenimiento y evitar caer en un sub mantenimiento o en un sobre mantenimiento, que en ambos casos refleja altos costos y baja disponibilidad.

- **Mantenimiento correctivo**

Es la reparación de la falla, cuando ocurre repentinamente o de emergencia. Consiste en reacondicionar o sustituir partes, en un equipo, cuando este falla.

1.1.2.3. Planificación, programación y objetivos de los mantenimientos

Como se había mencionado anteriormente, el taller automotriz Tecnicamp no cuenta con una planificación, programación y objetivo de los mantenimientos. Resalta como mayor problema el descontento de los clientes, debido a la pérdida de tiempo y desorden. Para solucionar esta situación se implementará el siguiente programa de mantenimiento en base a tiempos y procesos.

1.1.2.4. Evaluaciones y soluciones técnicas

La evaluación es la acción de estimar, calcular o señalar el valor de algo. Es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas. A menudo se usa para caracterizar y evaluar temas de interés en una amplia gama de las empresas humanas, incluyendo las artes, la educación, la justicia, la salud, las

fundaciones y organizaciones sin fines de lucro, los gobiernos y otros servicios humanos.

Para cada diagnóstico es importante hacer evaluaciones y, a la vez, tener las soluciones técnicas necesarias para dicho fallo. Esta información es obtenida en manuales de fabricante, software de reparación o experiencia técnica obtenida durante los años.

1.1.3. Recursos con que cuenta el taller automotriz

Los recursos se refieren a todo lo utilizado o empleado para realizar la manufactura de un producto (en este caso servicio automotriz) y/o las actividades para realizar un bien o servicio.

1.1.3.1. Recursos humanos

En el taller automotriz se cuenta con un grupo de técnicos mecánicos, un ingeniero y ayudantes, distribuidos en las áreas antes mencionadas (ver Tabla 1). Dentro de estas áreas de mantenimiento tenemos:

- Mecánicos gasolina y diésel (egresados de establecimientos técnicos)
- Ayudantes (estos cumplen funciones mecánicas, lavado y mensajería)
- Ingeniero mecánico industrial
- Personal de bodega y recepción (estos con conocimientos técnicos)

1.1.3.2. Recursos materiales

Dentro de los recursos materiales tenemos todo el equipo, herramienta y accesorios que son necesarios para cada tipo de servicio que se realiza. Se

cuenta con el espacio para cada área de mantenimiento y con equipo de cómputo para llevar el control de los servicios de mantenimiento que se le realizan a cada vehículo.

El encargado de bodega asignado es el responsable de ingresar los datos en el equipo de cómputo para llevar los registros estadísticos y controles.

1.1.3.3. instalaciones y estructura

Es el conjunto de equipos fijos que permiten el suministro y la operación de los servicios que ayudan a los trabajadores a cumplir las funciones para las que han sido diseñados.

1.1.3.4. Equipo y herramienta

Esta información la maneja el departamento de bodega. El inventario proporcionado detalla claramente que se tiene una cantidad grande de equipo y herramienta para los trabajos que se realizan en el taller. Son herramientas que tienen un periodo de utilización ya bastante largo, y por ende presentan una falta de actualización.

La herramienta y equipo existente en el taller se muestra a continuación:

- Calibrador de láminas de 25 hojas.
- Medidor de compresión.
- Prensa hidráulica de 25 toneladas.
- Taladro de pedestal.
- Esmeriles de banco.
- Cajas de herramientas.
- Juego de llaves hexagonales milimétricas 1,5. 2. 2,5. 3. 4. 5. 5,5. 6.

- Juego de llaves hexagonales 1/16, 5/64, 3/32, 7/64, 1/8, 9/64, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16, 3/8.
- Juego de llaves Torx T27, T25, T20, T15, T10, T50, T45, T40, T30.
- Juego de dados 24, 11, 20, 18, 12, 14, 10, 16.
- Juego de llaves mixtas 24, 22, 21, 18, 16, 17, 9, 7, 6, 19.
- Juego de llaves mixtas de 9/16, 15/16, 13/16, 5/8, 5/16, 11/32.
- Juego de llaves Allen.
- Llave dinamométrica de 200 libras.
- Palanca de mando 3/4", extensión mediana, dado 15/16", dado 1 mando 3/4".
- Juego de destornilladores.
- Compresor de resortes helicoidales.
- Dado de bujías 13/16".
- Dado de bujías 5/8".
- Gatos hidráulica capacidad de 3 toneladas.
- Equipos de Oxicorte: manómetros para oxígeno, gafas, mangueras de para oxígeno y carburo, juego de boquillas para corte, juego de boquillas para soldar, chispero, estuche, tanque de acetileno, tanque de oxígeno.
- Manómetro para acetileno.
- Soldadora.
- Compresor con manguera de 1/2 pulgada.
- Cizalla para cortar hierro.
- Dobladora de lámina.
- Taladro eléctrico.
- Taladro de banco.
- Pistolas para pintar.

- Juego de llaves mixtas en fracciones de pulgadas de 1/2", 5/8", 11/16", 3/4", 13/16", 7/8", 7/16", 3/8", 1", 1 1/8", 1 1/4".
- Juego de llaves mixtas en fracción de mm de 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24.
- Martillos.
- Sierras de metal.
- Cinceles.
- Tijera para cortar metales.
- Engrasadora manual capacidad 2.2 kg.
- Lámpara estroboscópica.
- Cargador de baterías.
- Multímetro automotriz digital compuesto.
- Escáner multimarca para vehículos a gasolina.
- Escáner multimarca para vehículos a diésel.

1.1.4. Evaluación de riesgos, seguridad, higiene y cuidado ambiental actual

En el taller actualmente no se llevan normas de seguridad, higiene y riesgos, mucho menos de cuidado ambiental, debido a la falta de conocimiento de los empleados dentro del taller, muchas veces los riesgos de seguridad son muy elevados, provocando así accidentes retrasos a la hora de entrega, higiene personal y cuidado ambiental.

1.1.5. Conclusiones de la situación actual

Una vez cumplidos los pasos que se enuncian en este capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

- Trabajo

- El personal no tiene claras sus responsabilidades según el organigrama administrativo. Los sitios de trabajo no se encuentran organizados adecuadamente.
- No está definida la misión, visión y objetivos del taller.
- No se maneja un plan adecuado de mantenimiento.
- Las herramientas y equipos son desactualizados e incrementan los tiempos muertos.
- La organización de las herramientas y equipos no es adecuada.
- Se necesita actualizar el software de los equipos de diagnóstico automotriz.
- La información técnica disponible es aceptable; sin embargo, se debe mantener actualizada.
- Las instalaciones no son las adecuadas de acuerdo al tipo de trabajo que se ejecuta.

- Cuidado personal y ambiental

No se hace uso de ninguna política de seguridad para el trabajador, quien carece de accesorios de seguridad, señalización, entre otros. Esto da como resultado problemas que se verán reflejados con el paso del tiempo en la salud del trabajador.

Tampoco se maneja un plan para el cuidado ambiental en el que se contemple la recolección, clasificación y tratamiento de desechos sólidos, líquidos y material contaminante.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Introducción al Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Los sistemas productivos han concentrado sus esfuerzos en aumentar su capacidad de producción, siempre enfocados a mejorar su eficiencia. Son los mismos que llevan a la producción necesaria en cada momento con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán utilizados de forma eficiente; es decir, sin despilfarros a través del mantenimiento productivo total (TPM o *Total Productive Maintenance*).

Las bases del TPM empezaron con la aparición de los sistemas de gestión flexible de la producción. Al tener excesivos problemas, nace el JIT (*Just in Time*) que hace referencia a una producción ajustada, tomando en cuenta los tiempos en que deben ser cumplidos los procesos. A continuación aparece un nuevo sistema de gestión TQM (*Total Quality Management*) cuyo principio es la implantación de los procesos y productos sin defectos y a la primera. Aplicados estos dos sistemas (JIT, TQM) se logra una alta competitividad y al complementar con los medios adecuados de producción enfocados a utilizar la menor cantidad de recursos y obtener la mayor cantidad de beneficios, se habla de un sistema de Mantenimiento Productivo Total.

1.2.1.1. Nuevas tendencias en la gestión del mantenimiento

Toda nueva tendencia desea incrementar su eficiencia y calidad, lo cual se logra con una adecuada gestión del mantenimiento. El TPM nace de la evolución de otros sistemas de gestión, básicamente del mantenimiento productivo desarrollado en Norteamérica y que posteriormente se aplicó en las industrias japonesas. Luego se convirtió en empresas líderes a nivel mundial, trabajando

en equipo e involucrando al personal de forma directa con la producción. El TPM no es un método que sustituye a los sistemas tradicionales y conocidos de mantenimiento sino que los integra con un nuevo enfoque productivo. Es un nuevo concepto de gestión del mantenimiento que pretende la colaboración y participación de todo el personal, sea directivo u operativo, para mejorar la rentabilidad, eficacia de gestión y calidad. Lo anterior da como resultado una reducción notable de las pérdidas para cumplir con mayor facilidad los objetivos.

1.2.1.2. Evolución del mantenimiento

Desde que el hombre empezó a trabajar con maquinaria se encontró con problemas que reducían la productividad. Se preocupó por su rendimiento y durabilidad para reducir las pérdidas. Es así que en el año de 1925 hasta fines de los años 40 solamente se dedicaba al mantenimiento de reparación; es decir, un mantenimiento correctivo que estaba basado solamente en averías. Ante este problema se sientan las bases del mantenimiento preventivo, que era el encargado de anticiparse a las fallas del equipo. Esto se dio en la década de los 50. Este sistema buscaba mejorar la rentabilidad económica con la ayuda de los historiales de la maquinaria. En la década de los 60 se empieza a implantar las bases del mantenimiento productivo, que encerraba en su evolución los sistemas anteriores y exponía un plan de mantenimiento para toda la vida útil de las unidades, sin descuidar la fiabilidad y la mantenibilidad.

En la década de los 70 se empieza a implantar un nuevo sistema que se encargaba del control, supervisión, planeación, ejecución y evaluación de todas las tareas vinculadas con el mantenimiento y el buen funcionamiento de los equipos. Este buscaba la mejora continua y alargar la vida útil de la maquinaria, sustentada en el mantenimiento autónomo y la participación activa de todo el

personal, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. A este nuevo sistema se le nombró TPM (*Total Productive Maintenance*).

Figura 1. **Evolución del mantenimiento hasta el TPM**

EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.			
1ª GENERACIÓN	2ª GENERACIÓN	3ª GENERACIÓN	4ª GENERACIÓN
*Mantenimiento Correctivo.	*Revisiones periódicas. *Uso de grandes ordenadores. *Sistemas de control y planificación del mantenimiento.	*Monitoreo de Condición. *Basado en fiabilidad y mantenibilidad. *Estudio de riesgos. *Uso de pequeños y rápidos ordenadores. *Modos de fallo y causas de fallos. *Sistemas expertos. *Polivalencia y trabajo en equipo.	*Monitoreo de Condición. *Modos de fallo y causas de fallos (FMEA, MECA) *Polivalencia y trabajo en equipo (Mantenimiento autónomo) *Estudios de fiabilidad y mantenibilidad. *Mantenimiento Preventivo. *Gestión del Riesgo. *Sistemas de Mejora Continua. *Mantenimiento Predictivo y Proactivo. *Grupos de mejora y seguimiento de acciones.
1940	1960	1990	2004

Fuente: SABINA, R.C, *La prevención de riesgos laborales, prioridad en el mantenimiento industrial*, enero de 2015,
<https://sabinarodriguez.wordpress.com/category/mantenimiento/page/4/>

1.2.1.3. **El TPM. Conceptos y características**

El *Japan Institute Plant Maintenance* (JIPM)) propuso el término TPM en la década de los 70. Las actividades iniciales del TPM eran destinadas a los departamentos de producción que se desarrollaron inicialmente en la industria automotriz y muy pronto empezaron a ser parte de una nueva cultura corporativa en compañías como Toyota, Nissan y Mazda.

Se sigue con la implantación en compañías afiliadas y proveedoras de insumos, herramientas, accesorios, plásticos y muchas otras más. Las estrategias que promueve este nuevo sistema de gestión son:

- Maximizar la eficacia total de los equipos.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo que cubra toda la vida útil de los equipos.
- Involucrar a todos los departamentos que se relacionen con el programa de mantenimiento.
- Involucrar a todos los empleados, ya sea sus cargos directivos u operativos.
- Promover la motivación mediante actividades en pequeños grupos, para innovar la gestión del mantenimiento preventivo.

1.2.2. Las seis grandes pérdidas de los equipos

Son los factores que impiden alcanzar la eficiencia global de los equipos. Estas seis grandes pérdidas se agrupan en tres categorías según el tipo de efectos que ocasionan en el rendimiento de los sistemas productivos, como se puede apreciar en forma más detallada en la Tabla II.

Tabla II. **Las seis pérdidas de los equipos que evitan alcanzar la eficiencia global**

Despilfarros	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas.	Eliminar
	2. Tiempos de preparación y ajustes de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha.	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempos en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y, consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar procesos fuera tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas.

Fuente: elaboración propia.

1.2.2.1. Comparación de las pérdidas y los despilfarros en los sistemas de producción

Todo sistema productivo pretende optimizar su eficiencia mediante la eliminación de despilfarros. Esto se logra con el JIT (*Just in Time*) o sistema de producción ajustada, con el que se debe consumir la cantidad necesaria de recursos para evitar los desperdicios. Con el TPM se desea tomar los mismos principios básicos para optimizar el rendimiento de los procesos por medio de los equipos de producción y su mantenimiento. Por lo tanto, el TPM pretende eliminar los despilfarros que, en nuestro caso, los conocemos como pérdidas. De esta

manera se puede ver como el JIT y el TPM siguen un mismo objetivo, en la Tabla III. Se relacionan los despilfarros del JIT con las pérdidas del TPM, de manera general.

Tabla III. **Relación de despilfarros del JIT con las pérdidas del TPM**

Despilfarros del JIT	Pérdidas del TPM
Tiempos muertos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Averías 2. Preparaciones y ajustes
Caída de velocidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempos en vacío y paradas cortas 2. Velocidad reducida
Defectos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Defectos de calidad y reprocesos 2. Puesta en marcha

Fuente: elaboración propia.

1.2.2.2. Pérdida por averías de los equipos

Las pérdidas por averías en los equipos provocan tiempos muertos en los procesos por paradas totales del mismo, debido a problemas que ocasionan su mal funcionamiento. Las averías y sus paradas pueden ser de tipo esporádico o crónico.

Las averías de carácter esporádico son eventos no previstos, se presentan de forma aleatoria y afectan la actividad normal productiva dentro de la empresa.

Las averías de carácter crónico son el tipo de problemas que se repiten periódicamente una y otra vez. Esto afecta a la empresa, no solo en pérdidas de tiempo, sino también en pérdidas de volumen de la producción que podría haberse llevado a cabo. Los resultados de estas averías relacionadas con el equipo pueden ser:

- Averías con pérdida de función

Este primer tipo de avería se caracteriza porque el equipo pierde de forma repentina alguna de sus funciones principales y se para por completo, dando lugar a pérdidas claras que solicitan una reparación inmediata. Este tipo de averías resultan en pérdidas esporádicas con costes inicialmente altos. Sin embargo, este tipo de problemas son visibles y sus causas son claras, por lo tanto es sencillo actuar contra ellas.

- Averías con reducción de función

Se producen sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o alguna parte específica hace que su rendimiento sea por debajo de lo normal. Estas averías pueden pasar por desapercibidas ya que no son fáciles de evaluar. Normalmente son causadas por defectos ocultos, ya sean en los equipos o en los métodos utilizados.

- Análisis de las averías crónicas

Estas son causadas generalmente por defectos ocultos. Se producen con tanta frecuencia que se les considera normales. Dan lugar a pérdidas crónicas que en cada aparición se les puede considerar como insignificantes, pero por la

frecuencia y normalidad con la que aparecen magnifican su incidencia en el rendimiento.

Eliminar este tipo de pérdidas es posible, pero no es una tarea sencilla ya que se debe hacer un análisis complejo de sus características para revelar las causas que provocan estos daños. El verdadero problema se enfoca en la combinación de causas que intervienen, con la circunstancia agravante de que esta combinación puede ser diferente en cada momento de incidencia, como se muestra en la siguiente tabla. En esta se describen las características principales de las pérdidas, según su tipo.

Tabla IV. **Características principales de las pérdidas según su naturaleza**

TIPO DE PÉRDIDA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
CRÓNICAS	Causas múltiples y complejas
	Frecuentes/ periódicas en tiempo
	Solución complicada y a largo plazo
	Efectos difíciles de relacionar
	Problemas latentes no resueltos
ESPORÁDICAS	Causa única
	Causa fácil de reconocer
	Efectos obvios
	Efectos acotados
	Esporádicas en tiempo

Fuente: elaboración propia.

Hay situaciones en las que un solo defecto simple causa de una avería, como sucede comúnmente con las de tipo esporádico. En otros casos, casos la combinación de pequeños defectos ocultos como suciedad, partículas, polvo, abrasión, tornillos con ajuste inadecuado, vibraciones, entre otros, que son las causas directas con el problema y es mucho más complicado la resolución de

estas averías, dada la dificultad que se tiene para identificar los agentes y condiciones que los provocan, para lo cual se utiliza herramientas de calidad. Un ejemplo son los diagramas causa efecto, conocido también como diagramas de Ishikawa o espina de pe. Tales herramientas nos permiten planear el problema desde sus efectos, para llegar a la causa o conjunto de causas. Las etapas de la eliminación de las pérdidas por averías se pueden disminuir a través del seguimiento a las siguientes etapas:

Establecer las condiciones básicas de operación.

Mantener las condiciones operativas básicas.

Restaurar las funciones deterioradas, a su nivel original.

Mejorar los aspectos débiles de diseño de la maquinaria y equipos.

Mejorar las capacidades de mantenimiento y operación.

1.2.2.3. Reducción y eliminación de pérdidas

En la mayoría de empresas los problemas ocultos de la maquinaria, instalaciones, métodos de trabajo, formación e información insuficiente del personal, son las principales causas para que se presenten dichas pérdidas. Para solucionar este tipo de problemas se deberá proponer soluciones nuevas, esto debido a que si persisten es porque las soluciones tradicionales no resultan efectivas y se debe buscar nuevos caminos para poder eliminar estos problemas. Una buena idea es empezar utilizando herramientas de calidad, en este caso, los diagramas de Pareto, que nos permite atacar primeramente a las que tengan mayor relevancia y luego ocuparnos de las demás en forma decreciente.

Después de identificar los problemas, se puede considerar algunas acciones que resultan muy completas y efectivas. A continuación se detalla cada una de estas, desde la más completa y efectiva a la de menor relevancia:

- Acción completa llevada a cabo con éxito. Se debe empezar con un análisis completo de los síntomas, de aquí se desprende un diagnóstico que nos ayude a encontrar las causas reales y solucionar el problema de manera adecuada.
- Acción correcta pero que no se ha llevado a cabo hasta el final y/o seguimiento incompleto. Puede darse por una implantación y adiestramiento parcial o superficial.
- Acción poco adecuada o incluso errónea a partir de un diagnóstico correcto. Se puede hacer muy bien la fase del diagnóstico, que es la más complicada, pero las acciones que se toman no dan la solución adecuada y la definitiva del problema. Estos casos suelen ocurrir cuando se han identificado las causas, pero no se ha tomado una buena decisión que pueda eliminar el problema que se presente.
- No emprender acciones concretas y dirigidas al problema real. Se puede llegar a obtener un diagnóstico correcto que identifique un problema crónico, pero la acción se aplica como si tuviéramos un problema esporádico.
- Acciones basados en la necesidad de soluciones urgentes e inmediatas que, como tales, no serán normalmente completas ni definitivas sino que son medidas de contención para sostener la situación y evitar la producción con defectos, retrasos, entre los principales.
- Acciones incompletas por haber subestimado el problema. En este caso, por no apreciar la dimensión del problema, se puede cometer errores al momento de tomar decisiones.

- No emprender acción alguna por no haber llegado tan siquiera a identificar el problema. Suele ocurrir sobre todo en paradas cortas, pérdidas de velocidad, preparaciones excesivamente lentas y pérdidas en los arranques.

Siguiendo con este tema a continuación se toma en cuenta algunos aspectos de mantenimiento y mejora de los equipos. Es importante que se lleven a cabo para enfrentar de forma adecuada el problema de los defectos ocultos y pérdidas crónicas.

- Pérdidas y desgaste de operatividad del equipo

Las condiciones adecuadas de funcionamiento del equipo son las que determinan la operatividad bajo la cual se intenta que se desarrollen los procesos. El desgaste debido a la actividad operativa y al paso del tiempo es el principal factor de desgaste entre las condiciones actuales y las correctas. Este desfase se debe tratar de reducir, con el adecuado mantenimiento del equipo:

Detectar un desgaste acelerado. En estos casos, una decisión correcta puede contribuir notablemente a restablecer las condiciones adecuadas de funcionamiento del equipo.

- Mientras más pronto se detecte los problemas de desgaste menor daño por trabajo en malas condiciones se obtendrá.
- Una buena limpieza e inspección darán como resultado agilidad al momento de identificar los problemas de desgaste.

- Comparación con las condiciones óptimas de funcionamiento del equipo e identificación de pérdidas de operatividad

Las condiciones ideales para trabajar nos indican que, de acuerdo con los criterios técnicos, sea el mejor y más prolongado posible, con la mínima atención de mantenimiento. Al considerar el tipo de trabajo a desarrollar así como las condiciones de entorno se tienen nuevas condiciones de trabajo, que son las que afectarán la operatividad del vehículo. En cualquier caso, el desfase entre las condiciones actuales y las óptimas pone de realce más aún las necesidades de buen funcionamiento y mantenimiento del equipo, como una instalación defectuosos, normalización de componentes a reponer, aspectos relacionados con mediciones, dimensiones, precisión y tolerancias, roturas, componentes frágiles y, por su puesto, polvo y suciedad, entre otros.

- Eliminación de pequeñas pérdidas o defectos acumulativos

Se considera tres tipos de pequeñas pérdidas a tener en cuenta:

- Moderadas: los efectos de este tipo de pérdidas limitan la disponibilidad, pero su acumulación puede agravar la situación, dando como resultado paradas totales, con o sin averías.
- Irrelevantes: pérdidas que aparentemente no dan ningún efecto, pero su acumulación nos dan pérdida de disponibilidad del equipo o la calidad del trabajo.
- Relevantes: son pérdidas cuyos efectos son directamente la parada con o sin avería y deben ser tratadas inmediatamente.

Teniendo en cuenta que ninguno de estos tenga relación directa con las pérdidas, ya sean de tipo crónico o esporádico, en principio las de tipo relevante difícilmente se considerarán de tipo crónico, al contrario que las irrelevantes o moderadas, que lo pueden ser o tienen grandes posibilidades de serlo. Así pues, estas últimas se deben identificar y eliminar.

- Fiabilidad de los equipos en función de la frecuencia de las pérdidas

Sin importar el tipo de pérdida, puede producirse con mayor o menor frecuencia en función del estado general del equipo. Cuando este se encuentre por debajo de sus condiciones correctas, su fiabilidad será baja, con lo cual la frecuencia de defectos, averías y falta de disponibilidad en general será superior a la que podría esperarse. Las pérdidas crónicas son directamente relacionadas con la alta frecuencia de problemas y, por lo tanto con la baja fiabilidad, ya que se trata de pérdidas que se dan con cierta regularidad.

La falta de fiabilidad podrá atribuirse a distintas causas, las cuales se necesita identificar para resolver los problemas que causan; de forma general estarán relacionadas con:

- Estandarización de los procesos
- Diseño y construcción del equipo
- Instalación y ajuste del equipo incorrectos
- Deficiencias de mantenimiento
- Funcionamiento fuera de las condiciones para las que ha sido diseñado

1.2.3. Mantenimiento autónomo las 9S

El mantenimiento autónomo es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. En esta etapa, el operario asume tareas de mantenimiento preventivo, ya que interactúa todo el tiempo con el equipo, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. **Mantenimiento autónomo**



Fuente: ACKERMANN, Luis Almonte. *Mantenimiento autónomo*, enero de 2015, <http://novedadesysalud.blogspot.com/2013/09/mantenimiento-autonomo.html>

El operario incluye en sus funciones una limpieza diaria, así como tareas de mantenimiento preventivo. Como consecuencia de la inspección de los puntos claves del estado de su propio equipo propiciada por estas actividades, podrá advertir de las necesidades de mantenimiento preventivo a cargo del departamento correspondiente.

El método de las 9S, así denominado por la primera letra de sus palabras en japonés perteneciente a cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 60 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y

más limpios de forma permanente, para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. El mantenimiento autónomo se basa en estos cinco principios que significan:

- Seiri: clasificación y organización
- Seiton: orden
- Seiso: limpieza e inspección
- Seiketsu: estandarización o normalización
- Shitsuke: cumplimiento o disciplina
- Shikari: constancia
- Shitsukoku: compromiso
- Seishoo: coordinación
- Seido: estandarización

1.2.3.1. Organización (Seiri)

Significa: separar innecesarios.

Es la primera etapa para la implantación del mantenimiento autónomo. Debe cumplir con una organización del puesto de trabajo. Se pretende que después de esta etapa ya no haya más que el herramental necesario para la operación o producción en dicho puesto o sección. Las herramientas de producción deben estar adecuadamente organizadas, codificadas y en el lugar preciso. De manera tal que los stocks innecesarios, artículos anticuados y obsoletos, elementos que solo se utilizan de forma esporádica, no deberían estar en la propia zona operativa.

En Japón es habitual incorporar tarjetas rojas para mejorar la organización, de forma que se etiquetan con ellas los elementos de un área de trabajo cuya eficacia o necesidad está en duda. Al cabo de un tiempo, si no se han ordenado o no son necesarias, se eliminan.

1.2.3.2. Orden (Seiton)

Significa: situar necesarios.

Una vez que se ha determinado qué elementos, qué repuestos son los realmente necesarios para el puesto de trabajo, hay que ordenarlos. Es importante que en una zona o área de producción las herramientas y útiles se encuentren en un sitio; los elementos tangibles en otro, para lo que se utilizan archivadores y cajas. Ayuda también mucho a su fácil localización la delimitación por colores de zonas de trabajo, pasillos, lugares de descanso, zonas de stocks, y otros.

1.2.3.3. Limpieza e inspección (Seiso)

Significa: suprimir suciedad

En el TPM una herramienta importante para el autoalmacenamiento es el aprovechamiento de las operaciones de limpieza que deben realizar los operarios de producción para llevar a cabo las inspecciones.

Se habla intencionadamente de inspecciones y no de mantenimientos preventivos para no causar confusión en el personal y poder identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer. Se asegura así que todos los medios se encuentren siempre en perfecto estado operativo.

El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocar incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

1.2.3.4. Estandarización (Seiketsu)

Significa: señalar anomalías.

Los estándares, etiquetas, colores, entre los principales, se emplean como herramientas facilitadoras para el mantenimiento autónomo; aunque aparentemente y sobre todo desde el punto de vista occidental, la delimitación de zonas por colores, favorece la fácil interpretación visual de herramientas y medios. Puede no parecer que tenga una importancia crucial, en TPM sí la tiene y de hecho facilita enormemente las operaciones.

1.2.3.5. Cumplimiento y disciplina (Shitsuke)

Significa: seguir mejorando.

Las rutinas de limpieza e inspección que se definan conjuntamente con producción, así como el mantenimiento del orden y la limpieza, son básicas para que el área de trabajo mantenga los estándares de auto mantenimiento perseguidos en el TPM. Es igualmente importante la realización de las rutinas mínimas de mantenimiento que se definan, a pesar de ser las mínimas imprescindibles y, con la mayor facilidad posible es preciso que se lleve a cabo una disciplina fuerte. Al hablar de inspección de niveles, de observaciones de tornillería, aunque sean muy evidentes, no se debe pasar por alto.

1.2.3.6. Constancia (Shikari)

Significa voluntad para hacer las cosas y permanecer en ellas sin cambios de actitud, lo que constituye una combinación excelente para lograr el cumplimiento de las metas propuestas. Para esto se necesita planificar y controlar permanentemente los trabajos. Se precisa un orden en la limpieza y sobre todo la puntualidad, como una constante en la vida. Esto provocará disminución en la cantidad de tiempo perdido, si la voluntad para hacer las cosas se acompaña de motivación de los beneficios de la meta.

1.2.3.7. Compromiso (Shitsukoku)

Esta acción significa ir hasta el final de las tareas; es cumplir responsablemente con la obligación contraída, sin voltear para atrás. El compromiso es el último elemento de la trilogía que conduce a la armonía (disciplina, constancia y compromiso), y es quien se alimenta del espíritu para ejecutar las labores diarias con un entusiasmo y ánimo fulgurantes.

1.2.3.8. Coordinación (Seishoo)

Como seres sociales que somos, las metas se alcanzan con y para un fin determinado, el cual debe ser útil para nuestros semejantes. Por eso, los humanos somos seres interdependientes, nos necesitamos los unos y los otros y también participamos en el ambiente de trabajo. Así, al actuar con calidad no acabamos con la calidad, sino la expandemos y la hacemos más intensa.

Para lograr un ambiente de trabajo de calidad se requiere unidad de propósito, armonía en el ritmo y en los tiempos.

1.2.3.9. Estadarización (Seido)

Para no perderse es necesario poner señales; ello significa en el lenguaje empresarial un final por medio de normas y procedimientos para no dispersar los esfuerzos individuales y generar calidad.

Para implementar estos nueve principios, es necesario planear siempre considerando a la gente, desarrollar las acciones pertinentes, revisar paso a paso las actividades comprendidas y comprometerse con el mejoramiento continuo.

Sabemos que implementar estas acciones representa un camino arduo y largo, pero también comprendemos a aquellos con los cuales competimos día a día y lo consideran como algo normal, como una mera forma de sobrevivencia y aceptación de lo que está por venir.

La estandarización permite la localización y búsqueda mental de modo que nos lleve solo unos cuantos segundos. La idea es disminuir a cero el tiempo de localización y búsqueda de cada objeto. Para lograrlo se requiere:

- Clasificar todos los recursos necesarios.
- Asignar un lugar para cada objeto de acuerdo a un orden lógico y de fácil acceso.
- Pintar la silueta en el lugar donde se almacena.
- Control visual en inventarios y almacenes para lograr la cultura del supermercado.
- Control visual para puntos de reorden.
- Tiempo en ver que hay dentro de un gabinete es tiempo perdido, utiliza control visual.

- Etiquetar los objetos y el lugar en que se almacenan (letra grande, pocas palabras, colores).

1.2.4. Mantenimiento planificado

Es el conjunto ordenado de actividades programadas de mantenimiento, que pretende alcanzar el objetivo del TPM en una planta productiva: cero averías, cero pérdidas y cero accidentes.

Este conjunto planificado de actividades se llevará a cabo por personal calificado en tareas de mantenimiento y técnicas de diagnóstico de equipos.

Está claro que el mantenimiento planificado es una de las actividades clave para la implantación con éxito del TPM; sus objetivos son:

- Priorizar las actividades de mantenimiento de tipo preventivo para reducir las tareas de mantenimiento correctivo.
- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para los equipos y procesos.
- Lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento; es decir, que el mantenimiento y su coste se ajuste a cada equipo.

El mantenimiento planificado se llevará a cabo con una coordinación de actividades del mantenimiento especializado (que se encuentra a cargo del departamento de mantenimiento) con las tareas que corresponden al mantenimiento autónomo del que se encarga el personal de producción de esta forma se integra con aquellas.

Ambos departamentos deberán funcionar sincronizados para asegurar un mantenimiento planificado de alta calidad.

El objetivo de la implantación del mantenimiento planificado será ajustar la frecuencia de las tareas de mantenimiento que requiere el equipo y llevarlas a cabo en el momento menos perjudicial para la producción, y antes de que se transforme en una avería para el equipo, como por ejemplo: el cambio de correas de transmisión, herramientas de corte, cambios de aceite principalmente.

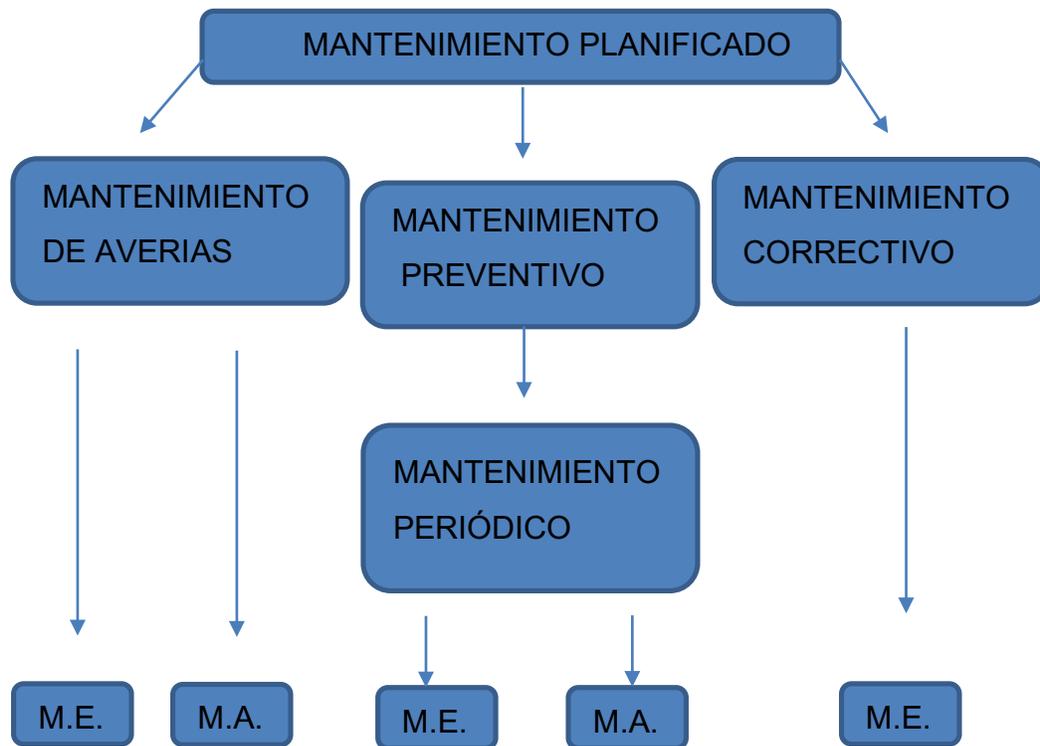
La implantación de un mantenimiento eficaz será la adecuada coordinación entre los departamentos de producción y de mantenimiento.

1.2.4.1. Generalidades

El mantenimiento planificado encierra las tres formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en tiempo
- Mantenimiento basado en condiciones
- Mantenimiento de averías

Figura 3. Clasificación del mantenimiento planificado



M.A. = MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

M.E. = MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO

Fuente: elaboración propia.

La figura anterior nos indica que la correcta combinación de estos tres componentes resulta en un mantenimiento planificado efectivo. En ella se expone una clasificación exhaustiva de los tipos de mantenimiento que se dan dentro de este.

1.2.4.2. Proceso de trabajo

Se considera proceso de trabajo al conjunto de uno o más procedimientos o actividades vinculadas, que colectivamente realizan un objetivo de trabajo o metatáctica, en el contexto de una estructura organizada, definiendo reglas funcionales y relaciones.

Los procesos de trabajo son actividades operacionales que deben estar estandarizadas para dar un servicio de calidad y en tiempos reducidos. Con la implantación del TPM se busca tener una secuencia de actividades que cumplan de forma adecuada los nuevos procesos, para reducir los costes de mantenimiento y aumentar la eficiencia de las unidades, con la finalidad de reducir las paradas innecesarias.

1.2.4.3. Organigrama de procesos del vehículo en el taller

El organigrama de procesos del vehículo en el taller es un esquema detallado y organizado de las actividades que se realizan en el taller de mantenimiento automotriz. Incluye desde el ingreso y recepción del vehículo hasta la entrega y salida del mismo. Las actividades que se exponen son muy explícitas y sirven de guía para que el jefe de mantenimiento agilice las actividades según se tenga planificado.

1.2.4.4. Estudio de tiempo y mediciones del trabajo

El estudio de tiempos y movimientos es un elemento de la OTC que hace posible aumentar la productividad en las organizaciones. El estudio de los métodos ayuda a analizar los procesos, revisar la secuencia de los movimientos empleados para realizar una operación, para tomar acciones correctivas y aprovechar de mejor manera los recursos.

El estudio de los tiempos permite determinar el tiempo de trabajo en condiciones normales que se emplea para realizar las operaciones analizadas o propuestas. Para mejorar los métodos se sigue los siguientes pasos:

- Seleccionar los trabajos a realizar
- Registrar los hechos
- Examinar y analizar las acciones
- Estudiar un nuevo método mejorado
- Implantar el nuevo método

Para seleccionar en una empresa los trabajos a estudiar y establecer prioridades deben tenerse en cuenta aspectos de carácter económico, técnico y humano. Es una base primordial para los estudios de los métodos la división del trabajo en movimientos elementales, según el grado de precisión que se requiera en el análisis.

Se tiene varios diagramas que se adaptan a la naturaleza de la actividad que se está estudiando. Entre los diagramas más empleados tenemos el de proceso operativo, el de circulación y el de hombre-máquina. La simbología que se utiliza es muy diversa. En los diagramas de proceso de ASME (*American*

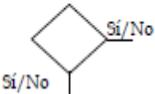
Society of Mechanical Engineers) se utilizan cinco símbolos para representar las operaciones, como se muestra en siguiente figura.

Figura 4. **Simbología de diagrama de proceso ASME**

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Origen	Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Hay una operación cada vez que un documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características.
	Inspección	Indica cada vez que un documento o paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso. Se coloca cada vez que un documento es examinado.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.

Fuente: AVILEZ, José. *El estudio del trabajo en los sistemas de procedimientos*, enero de 2015
<http://www.monografias.com/trabajos12/ofici/ofici.shtml>

Figura 5. **Simbología de diagrama de proceso ASME**

	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo. También se puede utilizar para guardar o proteger el documento de un traslado no autorizado.
	Almacenamiento Temporal	Indica el depósito temporal de un documento o información dentro de un archivo, mientras se da inicio el siguiente paso.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	<i>Actividades Combinadas</i> Operación y Origen	Las actividades combinadas se dan cuando se simplifican dos actividades en un solo paso. Este caso, esta actividad indica que se inicia el proceso a través de actividad que implica una operación.
	<i>Actividades Combinadas</i> Inspección y Operación	Este caso, indica que el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Fuente: AVILEZ, José. *El estudio del trabajo en los sistemas de procedimientos*, enero de 2015
<http://www.monografias.com/trabajos12/ofici/ofici.shtml>

Existen cuatro métodos para el estudio de los tiempos:

- El método de estimación: se basa en la experiencia y el conocimiento del tipo de trabajo que se realiza. Se utiliza para trabajos no repetitivos tales como reparaciones y grandes obras y proyectos.
- El método de cronometraje: se basa en la observación y medición directa de los tiempos en diversas operaciones y movimientos mediante la utilización de cronómetros especiales.

- La técnica de tiempos predeterminados: realiza la división del trabajo en micromovimientos; para cada micromovimiento se dispone de sus respectivos tiempos, según diferentes condiciones recogidas en tablas. Este procedimiento tiene su aplicación en la estimación de los tiempos de nuevos procesos de fabricación o nuevos productos.
- El muestreo de trabajo: se emplea en la determinación de los tiempos de producción en situaciones especiales en las que las tareas se presentan de forma totalmente aleatoria. Es utilizado para diagnosticar el rendimiento de una sección o taller, para aplicar sistemas de incentivos colectivos e indirectos, para deducir el porcentaje de tiempo que, del total, se invierte en determinadas tareas.

1.2.4.5. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento puede ser ejecutado normalmente por un taller debidamente equipado. Se realizará una vez transcurrido el periodo establecido o de trabajo del vehículo. Estas actividades de mantenimiento deben cumplir con el recambio de ciertas piezas; es necesario realizarlas periódicamente para asegurar un funcionamiento seguro del vehículo, ya que se deteriora con el paso del tiempo. Las piezas deben cambiarse de acuerdo al programa, sin importar si está o no está en buenas condiciones.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial para corregirlas en el momento oportuno, así como definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, entre otros.

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Confiabilidad: los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/ máquinas.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, debido a una programación de actividades.

1.2.4.6. Principios básicos de mantenimiento preventivo

- Mantenimiento periódico basado en tiempo (TBM)

Se trata de actividades básicas que facilitan un funcionamiento consistente y continuado del equipo. Estos procesos son ejecutados en ciclos específicos, por ejemplo, cada dos o cada seis meses, dependiendo de distintos requisitos como estándares de la industria o recomendaciones del fabricante.

En este tipo de mantenimiento se debe cumplir con algunas tareas como inspecciones, limpieza, reposición y restauración de piezas periódicamente, con la finalidad de prevenir averías.

- Mantenimiento basado en condiciones (CBM)

Para hacer una empresa más competitiva se necesita una mejor gestión basada en el mantenimiento preventivo o el CBM, siempre que se den las condiciones adecuadas para hacerlo.

El mantenimiento predictivo se basa en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determinación cuando se precisa mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento es considerado de alta fiabilidad, ya que es puesto en práctica en condiciones reales y no en periodos determinados.

1.2.4.7. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento debe ser realizado tan solo en talleres equipados y que cuenten con mano de obra calificada. Los servicios que han de realizarse por este tipo de mantenimiento son de reparación de motor completos y de todos los conjuntos mecánicos que conforman el vehículo, tomando en consideración la prioridad de cada uno de estos. Este comprende las mejoras realizadas sobre los equipos o sus componentes a fin de facilitar y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo. En este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo.

1.2.5. Etapas de implementación del mantenimiento productivo total

Para desarrollar este mantenimiento se necesitan de cuatro etapas fundamentales:

- Preparación
- Introducción
- Implantación
- Estabilización

Estas fases se descomponen en 12 etapas que se muestran en la siguiente tabla. Comprenden desde la decisión de aplicar el TPM en la empresa hasta la consolidación de la implantación del mismo y la búsqueda de los objetivos más ambiciosos.

Tabla V. Etapas de implantación del TPM

Fase	Etapas	Gestión
Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	Manifiestar el deseo de llevar a cabo un programa TPM para mejorar la eficiencia de la empresa mediante boletines de la empresa, entre otros.
	2. Información sobre el TPM	Realizar campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.
	3. Estructura promocional del TPM	Formar comités para promover el TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.

Continuación de la Tabla V.

	4. Objetivos y políticas básicas del TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.
	5. Plan maestro para el desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevén para ello.
Introducción	6. Arranque formal del TPM	Invitar a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
Implantación	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un equipo con pérdidas crónicas y analizar las causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10. Formación para elevar capacidades de operación y de mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada equipo, quienes después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.

Continuación de la Tabla V.

Consolidación	12.Consolidación del TPM y elevación de las metas	Mantener y mejorar los resultados obtenidos mediante un programa de mejora continua, el cual puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA.
----------------------	---	---

Fuente: elaboración propia.

1.2.6. Propuesta para la seguridad laboral y ambiental

La seguridad, salud e higiene busca cumplir con las normas nacionales vigentes y asegurar las condiciones necesarias de infraestructura que permitan a los trabajadores tener acceso a los servicios de higiene necesarios, haciendo su labor más segura y eficiente, reduciendo los accidentes, dotándoles de equipos de protección personal indispensables y capacitándolos en estos temas.

Las condiciones de trabajo son el conjunto de factores que influyen en la realización de las tareas encomendadas al trabajador y que abarcan tres aspectos diferenciados: condiciones medioambientales, condiciones físicas en la que se realiza el trabajo y condiciones organizativas que rigen en la empresa. Si cualquiera de estas condiciones es defectuosa, se presentaran posibles alteraciones en la salud de los trabajadores.

1.2.6.1. Seguridad laboral

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformado la naturaleza para su beneficio. Busca satisfacer distintas necesidades humanas (la subsistencia, la mejora de la calidad de vida, la posición del individuo dentro de

la sociedad, la satisfacción personal, la producción de bienes y servicios). La seguridad laboral es el conjunto de técnicas que tienen por objetivo la prevención de los accidentes.

1.2.6.1.1. Reducción de riesgos de trabajo en las distintas áreas del taller automotriz

Riesgo es igual a peligro inminente, que sucederá indefectiblemente si se hace o se deja de hacer tal cosa, según normas que la empresa estipule. Una de las finalidades del TPM es la reducción de peligros en el ambiente de trabajo.

1.2.6.1.1.1. Riesgos químicos

Los riesgos de los químicos incluyen concentraciones excesivas en el aire de polvo, humos, gases o vapores que pueden hacer daño al respirarlas. Esta categoría también incluye químicos que se absorben por la piel o que actúan directamente sobre la piel o membranas mucosas.

1.2.6.1.1.2. Riesgos físicos

Incluyen sonidos, temperatura y extremos de presión, radiación de iones y sin iones, vibración, entre otros.

1.2.6.1.1.3. Riesgos biológicos

Incluyen insectos, bacterias, virus, hongos y otros organismos que pueden causar infecciones o afectar de otros modos la salud de los empleados.

1.2.6.1.1.4. Riesgos ergonómicos

Estos riesgos se presentan por posiciones y movimientos dificultosos del cuerpo, acciones repetitivas, levantar cargas, entre otros factores que pueden causar problemas de salud.

1.2.6.2. Seguridad industrial

Desde el punto de vista industrial, la seguridad consiste en la aplicación de medidas eficaces para evitar que el trabajador se accidente. Es la disciplina que determina las normas y las técnicas para prevención de riesgos laborales; realiza acciones para conservar la integridad física y psíquica de los trabajadores. Integra al hombre a su puesto de trabajo y la exposición al medio ambiente, determinando una mayor productividad.

1.2.6.3. Seguridad en el trabajo

Es el estado de las condiciones de trabajo donde los riesgos son muy poco probables. Tiene por objeto la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. De esta materia se ocupa el convenio 155 de la OIT sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente del trabajo. Su función principal es construir un medio ambiente de trabajo adecuado, con condiciones de trabajo justas, donde los trabajadores y trabajadoras puedan desarrollar una actividad con dignidad y donde sea posible su participación para la mejora de las condiciones de salud y seguridad.

1.2.6.4. Cuidado ambiental

Se refiere a las actividades y soluciones destinadas a reducir los problemas que afectan al medio ambiente.

1.2.6.5. Medio ambiente

Entorno en el que una organización opera, incluidos: atmósfera, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones.

1.2.6.6. Impacto ambiental

Cualquier cambio en el ambiente, adverso o beneficioso, que resulta total o parcialmente de las actividades, productos o servicios de una organización.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Medidas para la eficiencia energética

Para una correcta gestión energética del taller mecánico Tecnicamp, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética. Este conocimiento permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

El consumo de energía como una variable más dentro de la gestión de un negocio adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

2.1.1. Optimización de la tarifa de energía eléctrica

Para conseguir una adecuada optimización en las tarifas de la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se puede obtener mayores ahorros:

Figura 6. Factura eléctrica empresa Tecnicamp



Grupo-epm

EMPRESA ELECTRICA DE GUATEMALA, S.A.
6a Avenida 8-14 Zona 1 Guatemala, C.A.
www.eegsa.com
NIT 32644-5

Autorizado según resolución
No.2002-1-1-54561 de 31/5/02
No.2015-1-53-24 de 27/2/15
BZ-60,000,001 al 120,000,000

TELESERVICIO LAS 24 HORAS TEL. 2277-7000

FIGUEROA MACZ CARLOS ALFREDO NIT: 716475-0
17 AV. 2-28 COL. RIBERA DEL RIO ZONA 13
SAN MIGUEL PETAPA

Factura No. : BZ-061235456 Fecha de Emisión: 17/06/15
Contador : K75536 Cuenta : 712-17725-000
CORRELATIVO: 894741 Tarifa Vigente : May - Jul 15
Tarifa : BTSS Tarifa Social

Le hemos servido durante 29 días

Historial de Consumo

Lectura Actual	Lectura Anterior	Mar:	108 kWh
17/06/15	4228	Abr:	80 kWh
		May:	81 kWh

Detalle de cargos	Precios	Consumos	Importe Q.
Cargo Fijo por Cliente (Sin IVA)	9.933198 Q/Usuario		9.93
Energía (Sin IVA)	1.180256 Q/kWh	70 kWh	82.62
Aporte INUL a Tarifa Social	-0.430256 Q/kWh	70 kWh	-30.12
Total Cargo (Sin IVA)			62.43
Total Cargo (Con IVA)			69.92
Tasa Municipal (Cobro por cta. de terceros)(Sin IVA)(12%)			7.49
TOTAL CARGOS DEL MES			77.41

CARGOS: Q.64.11 GENERACION; Q.14.98 IVA Y TASA Q.28.44 DISTRIBUCION

Saldo Anterior de 1 mes(es)	87.64
+ Mora por Saldo Anterior (1.05% Mensual)	0.00
Total Saldo Anterior	87.64

TOTAL A PAGAR 165.05

Si cancela después del 17/07/15 tendrá un recargo por mora de Q. 1.57.
Sujeto a pagos trimestrales (No retener ISR)
Agente de retención Dto. 20-2006 (No retener IVA)

EMPRESA ELECTRICA DE GUATEMALA, S.A.

-----CODO PARA BANCO-----

Detalle	Saldo Anterior	Cargos del Mes	Total a Pagar
Total Cuota Sin IVA	70.68	62.43	133.11
IVA (12%)	8.48	7.49	15.97
Tasa Municipal	8.48	7.49	15.97
Recargo por Mora	0.00	0.00	0.00
Totales	87.64	77.41	165.05

Correlativo: 894741 Ref. Bancos: BZ-061235456 Fecha de Emisión: 17/06/15



Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala.

2.1.2. Optimización de las instalaciones actuales

Para optimizar los costos de consumo eléctrico actual se debe hacer lo siguiente:

2.1.2.1. Estudio del consumo de energía

El costo derivado del consumo de energía puede ser aminorado a través de la optimización de las instalaciones. Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones.

En la Tabla VI se muestra la distribución de consumo típico del taller de mecánica automotriz Tecnicamp.

Tabla VI. **Distribución de consumo típico del taller Tecnicamp**

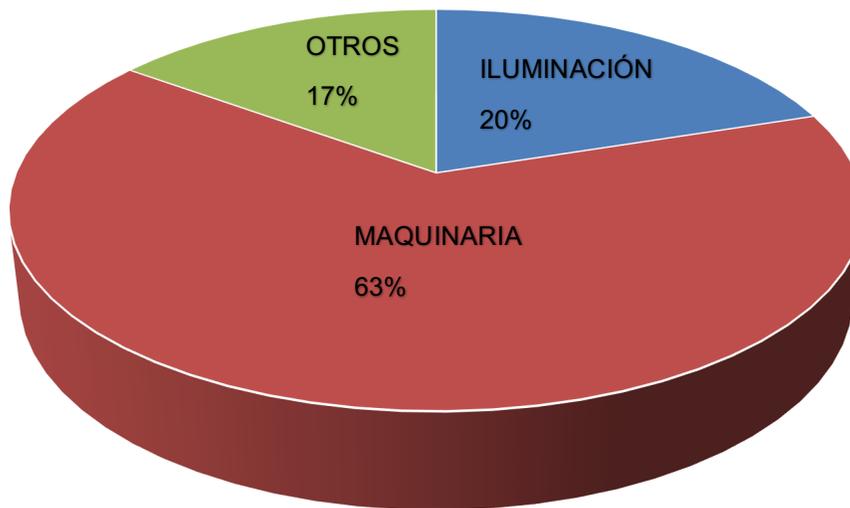
Instalaciones	Motor, despachos, aseos
Aplicaciones energéticas en general	Maquinaria, iluminación y otros
Energía	120 voltios
Consumo (mensual)	100 KWh
Costo por KWh	1.180256 Q/KWh

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Distribución del consumo energético

La energía está distribuida de la siguiente manera:

Figura 7. Consumo de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Parámetros de eficiencia energética

Es importante que en cualquier lugar de trabajo las condiciones de confort sean óptimas.

Sin embargo, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mayor confort o servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el confort de los distintos ambientes y el consumo estén en la proporción adecuada.

2.1.4. Estrategia y medidas de ahorro energético

Para reducir el costo del consumo energético podemos:

- Optimizar el contrato al cual está sujeta la empresa.
- Optimizar las instalaciones y el uso de equipo y herramienta en los momentos adecuados sin que se produzca pérdidas.

2.1.5. Gestión y mantenimiento energético

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo. Como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio. Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello se debe establecer un programa regular de mantenimiento en donde se involucre el uso correcto de la energía eléctrica, tanto en instalaciones como en el equipo eléctrico del taller. Todo esto traerá como beneficio una buena gestión de las instalaciones, aumento del confort, reducción de averías, prolongación de la vida útil de los equipos, ahorro en el mantenimiento y, sobre todo, ahorro energético.

2.1.6. Zonificación de las áreas de trabajo

El elevado consumo energético que se da en un taller automotriz, o en cualquier otra empresa, es debido a la mala zonificación de las áreas de trabajo, ya que la iluminación está mal ubicada o las zonas no están en el lugar apropiado. Para solucionarlo se hará un programa en donde se modifiquen zonas de acuerdo al área de trabajo correspondiente.

2.1.7. Censo de equipos eléctricos

Para saber el consumo eléctrico, se hará un censo de todos los aparatos que consuman energía eléctrica, así como las luminarias y tomas de fuerza, con el propósito de comparar y dar una solución viable para el ahorro de energía.

2.2. Ahorro de energía eléctrica

El agotamiento de las fuentes de energía no renovables, el ahorro monetario o el cuidado del medio ambiente son algunas de las razones por las que comenzamos a familiarizarnos con el término eficiencia energética. Esta se refiere a algo tan sencillo como la adecuada administración de la energía y, en consecuencia, su ahorro.

2.2.1. Alumbrado actual

Una vez realizado el proceso de recepción del vehículo y ha sido aceptada la reparación, el taller está en disposición de lanzar el trabajo a producción, después de asegurar que puede llevarse a cabo con éxito.

Se exige que la reparación sea correcta para obtener clientes satisfechos y lograr su fidelización. Todo esto en relación al desarrollo de una parte importante en la gestión del taller.

Como se mencionó, en el taller hay zonas de trabajo que exigen una mayor intensidad de luz, lo cual provoca un consumo mayor de energía eléctrica.

2.2.1.1. Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética

Dado el cambio climático y la preocupación actual por el medioambiente y su futuro, varios gobiernos han redactado una serie de directivas, códigos, leyes, reglamentos y normas para acomodar el consumo excesivo de energía eléctrica. En Guatemala, en el año 2013, la CNEE (Comisión Nacional de Energía Eléctrica), instituyó un compendio de leyes y reglamentos para el uso correcto de la energía eléctrica. En este se evalúa, limita y prima el empleo de fuentes de energía alternativas o renovables, sin perder el criterio de calidad preciso para que las instalaciones de iluminación proporcionen no solo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en lugares de concurrencia de personas.

2.2.1.2. Propuesta para el ahorro de energía en sistemas de alumbrado actual

La luz es una necesidad humana elemental; una buena luz, por tanto, es esencial para el bienestar y salud. La iluminación en un taller de reparación de automóviles debe servir a dos objetivos fundamentales:

- Garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes.
- Contribuir a una atmósfera de trabajo aceptable.

Los talleres tienen distintas formas y tamaños. La altura de las áreas de trabajo varía de uno a otro. Las soluciones básicas de alumbrado son:

- Lámpara de alta intensidad led con luminarias en forma de campana.
- Líneas de lámparas led alrededor de todo el taller.

Uno de los factores importantes es estudiar el tipo de espacio que se iluminará y las tareas que se van a realizar.

2.2.1.2.1. Predeterminación de los niveles de iluminación

Debe tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador, siguiendo las recomendaciones y normas estipuladas, dependiendo el tipo de tarea a realizar por el ser humano.

Cuando se realiza un proyecto de iluminación, normalmente se establece un nivel de iluminación inicial superior, según los ciclos de mantenimiento del taller, que depende de la fuente de luz elegida. Con el tiempo, su nivel de iluminación inicial decae debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz. Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuada a la tarea que se desea realizar. En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica, para evitar despilfarros de energía por tiempos muertos.

Un factor muy importante es ubicar el taller con respecto al sol, con el fin de aprovechar la luz natural. Esto ayuda no solo al punto de vista vital psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

2.2.1.2.2. Elección de los componentes de iluminación

Otro de los elementos básicos en el proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos que componen el sistema luminario. Al realizar este análisis se debe calcular no solo el costo inicial sino también los costos de explotación previstos (consumo energético y mantenimiento), debido a que el costo de energía es uno de los factores más importantes del costo global de la instalación. Para realizar un análisis de costos, se necesitan los siguientes datos:

- Número y tipo de luminarias
- Precio de las luminarias
- Consumo por luminarias
- Tarifas de electricidad
- Vida útil de la lámpara
- Horas de funcionamiento anual de la instalación
- Financiación y amortización

- Lámparas

Las lámparas se diferencian sobre todo en términos de eficiencia energética a partir de la eficacia luminosa, que es la cantidad de luz medida en lúmenes dividido por la potencia eléctrica consumida medida en vatios. Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno sean reproducidos de forma natural. Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa se utiliza el índice de rendimiento de calor (Ra. o I.R.C.). Es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal. A continuación se muestra un índice Ra en comparación con la luz natural.

Tabla VII. **Propiedades de rendimiento con base en el índice de reproducción cromática de calor (IRC)**

Tipo de lámpara	IRC
LED	80-95
Lámpara incandescente	100
Lámpara halógena	100
Lámpara fluorescente compacta	15-85
Lámpara de haluro metálico	65-93
Lámpara de inducción	79
Sodio alta presión	0-70
Sodio baja presión	0

Fuente: RIVERA A, Leonardo. *Análisis comparativo de parámetros generales entre lámparas de alumbrado público*. enero de 2015, páginas <http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-comparativo-lamparas/analisis-comparativo-lamparas2.shtml>

En aplicaciones generales las fuentes de iluminación se dividen en tres clases, según su temperatura de color:

Tabla VIII. **Distribución de temperatura con base en su color**

Blanco cálido	$T_c < 3300K$
Blanco neutro	$3300K < T_c < 5300 K$
Blanco frío	$T_c > 5300 K$

Fuente: RIVERA A, Leonardo. *Análisis comparativo de parámetros generales entre lámparas de alumbrado público*. enero de 2015, páginas <http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-comparativo-lamparas/analisis-comparativo-lamparas2.shtml>

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural.

La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores de la sal y objetos en la misma, clima circundante y aplicación.

- Balastos

En un equipo que sirve para mantener estable y limitar un flujo de corriente para lámparas, ya sea un tubo fluorescente, una lámpara de vapor de sodio, una lámpara de haluro metálico o una lámpara de vapor de mercurio. Técnicamente, en su forma clásica, es una reactancia inductiva que está constituida por una bobina de alambre de cobre esmaltado, enrollada sobre un núcleo de chapas de hierro o de acero eléctrico.

En la actualidad existen de diversos tipos, como los balastos electrónicos usados para lámparas fluorescentes o para lámparas de descarga de alta intensidad.

Hay dos tipos de balastos utilizados comúnmente en el mercado:

- Balastro de resistencia fija: para aplicaciones simples, tales como un neón de baja potencia, normalmente se utiliza una resistencia fija.

- Balastro de resistencia variable: algunos balastos de reactancia inductiva ven incrementada su resistencia interna cuando la corriente que fluye a través de ellos aumenta, y disminuye si la corriente disminuye.

Las partes de un balastro son:

- Núcleo: es la parte fundamental del balastro. Está compuesto por varias placas delgadas de acero al silicio, sobre el que se enrolla el alambre de cobre para formar una bobina.

- Carcasa: es la envoltura protectora del balastro. De la bobina salen dos o tres cables de cobre que se conectan al circuito externo, mientras que en los balastos electrónicos salen cuatro.

- Sellador: es un compuesto de poliéster que se deposita entre la carcasa y el núcleo del balastro. Su función es de aislante.

- Clasificación energética

Establecida por la Unión Europea en el año 2000, la clasificación de eficacia energética de los balastos puede expresarse en la forma EEI1=clase (por ejemplo EEI=claseB2). Normalmente aparece sobre el balastro. Los fabricantes de lámparas o luminarias no tienen obligación de hacerlo aparecer en las

carcasas, pero se puede encontrar en el correspondiente sitio web, de acceso libre.

Las diferentes clases de balastos definidos en la norma europea EN 50294 de diciembre de 1998 son:

- Clase D: balastos magnéticos de gran pérdida
- Clase C: balastos magnéticos de pérdidas medias
- Clase B2: balastos magnéticos de pérdidas pequeñas
- Clase B1: balastos magnéticos de pérdidas muy pequeñas
- Clase A3: balastos electrónicos
- Clase A2: balastos electrónicos de pérdidas reducidas

- Balastos regulables

Clase A1: balastos electrónicos regulables.

Hay que hacer notar que los balastos de clase A1 (regulables) deben de tener un rendimiento al menos equivalente a un 100% al de la clase A3.2

En 2000, la Unión Europea decidió la prohibición progresiva de la venta de algunos tipos de balastos:

Clase D a partir del 21 de mayo de 2002.

Clase C a partir del 21 de noviembre de 2005.

El reglamento 245/20093 preveía prohibir en 2017 las clases de eficacia inferiores a la clase A2, pero el reglamento 347/20105 ha suprimido dicha previsión.

2.2.1.2.3. Elección del sistema de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente “sistemas de regulación y control”, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas se pueden destacar:

- Sistemas automáticos de encendido y apagado
- Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor pulsador, mando a distancia
- Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamiento de diversa índoles
- Sistema de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz
- Sistema de gestión centralizada, automatizada o no

2.2.1.2.4. Ejecución de la propuesta

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en la fase de proyecto.

Para ello se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos que se muestran en los siguientes incisos.

2.2.1.2.4.1. Suministro de energía eléctrica

La comprobación y revisión de la existencia de subtensiones o sobretensiones justifica la toma de medidas eléctricas de la red de suministro, tanto durante la fase de ejecución inicial como durante la explotación de la instalación. El porcentaje recomendable para una instalación no debe sobrepasar un 7 %, ya que una sobretensión de un 10 % provocaría un exceso de consumo energético de hasta un 20 % además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.

2.2.1.2.4.2. Cumplimientos de los niveles proyectados

No deberán tolerarse las deficiencias de los niveles de iluminación proyectados, ni los excesos. Las primeras pueden dar origen a la realización defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.

2.2.1.2.4.3. Soluciones y sistemas proyectados

Hay que respetar al máximo las soluciones de proyecto. Aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición, que a veces son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad. Estos a veces pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

2.2.1.2.4.4. Establecimientos de los encendidos y apagados

Alterando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad; es decir, que las zonas iluminadas que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50 %.

2.2.1.2.4.5. Regulación de los niveles de luz artificial

El flujo luminoso puede cambiar como consecuencia de las variaciones de empleo del ambiente en que se encuentran las personas, por su dedicación a diferentes tareas, o incluso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por los acristalamientos. La regulación de este flujo puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficies de acristalamiento. Ningún edificio con aportación de luz natural que contuviera salas de unas dimensiones mínimas debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los acristalamientos.

2.2.1.2.4.6. Uso flexible de las instalaciones

Es importante la flexibilidad de los sistemas existentes para ahorrar energía eléctrica por la correcta adaptación de la luz artificial a las necesidades reales de las personas que se encuentran en el interior del taller.

2.2.1.2.5. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados y ocasionales, que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de ejecución y explotación. Así pues, habrá que prestar una atención especial a los siguientes métodos operativos.

2.2.1.2.5.1. Prevención de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos y resto de componentes de la instalación requiere una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas estas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, se denominan operaciones programadas.

Con estas operaciones programadas se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50 % de las operaciones casuales u ocasionales; es decir, cuando se tiene que acudir de prisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye además a un consumo eficaz

de la energía y evita costos innecesarios. Las lámparas deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evita grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.

El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones del exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta ya en la etapa de diseño de la misma. Se debe prevenir con certeza que las luminarias sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que las luminarias vayan equipados con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo.

2.2.1.2.5.2. Frecuencia de reemplazo de los componentes

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas. En caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las

operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

2.2.1.2.5.3. Reemplazo, transporte y reciclaje de los componentes eléctricos

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunas instalaciones es que, al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Lo que es tan evidente en el color de luz de las lámparas y a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, por lo que pueden reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, y se logran los ahorros para los que fue proyectada.

Aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a la recolección y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del medio ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos por otros alternativos.

2.2.2. Equipo con motores eléctricos

El ahorro energético está presente en cualquier actividad económica. Cuando el ingeniero desarrolla la implementación de una nueva actividad, ya no es suficiente con que solo valore la funcionalidad de la misma, sino que también considere el rendimiento energético de los recursos utilizados.

2.2.2.1. Equipo del taller mecánico-eléctrico

El taller de reparación de vehículos acostumbra a dividirse entre taller de mecánica, eléctrico y de enderezado y pintura. Es muy importante conocer la superficie del taller y la del parqueo en metros cuadrados, así como la potencia contratada. Con base en esta evaluación se conocerá qué tipo de herramienta y equipo mecánico- eléctrico se cuenta en cada zona.

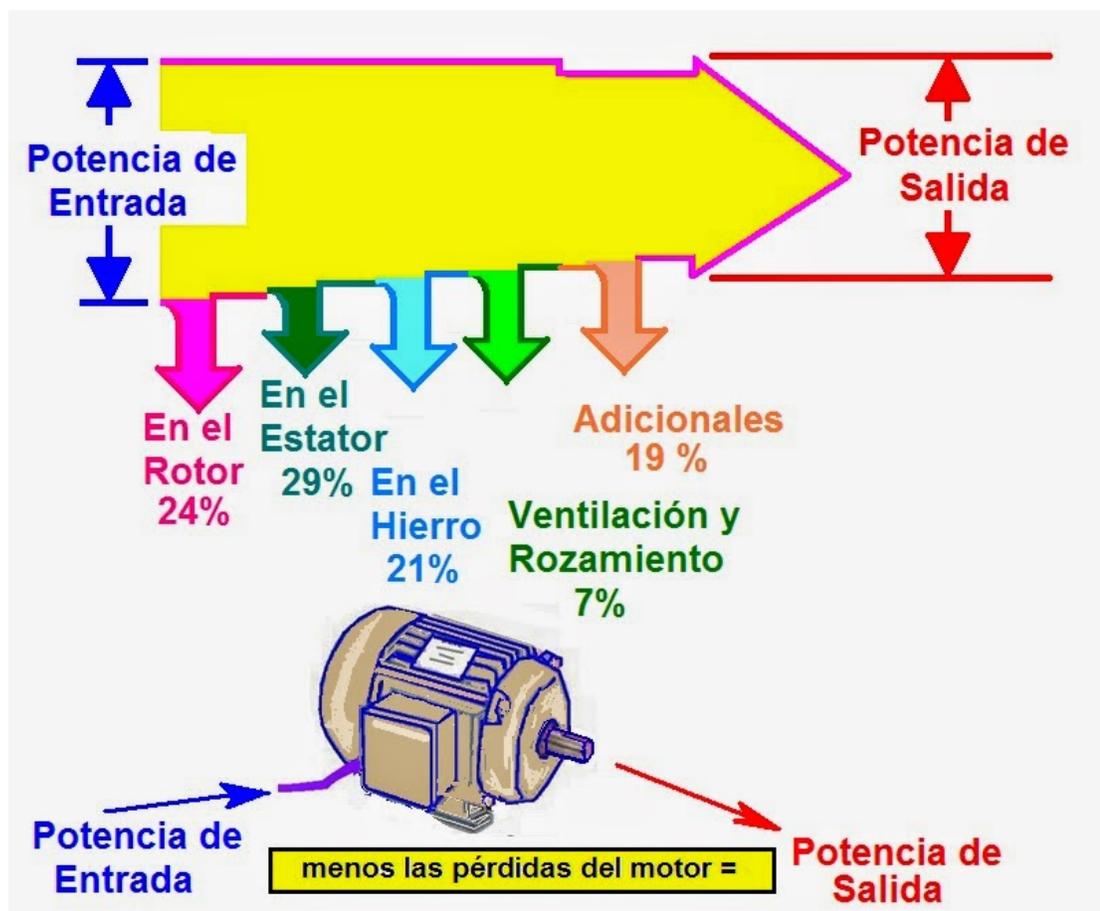
2.2.2.2. Tipo, aplicación y eficiencia en motores eléctricos

Los motores eléctricos son los de mayor consumo de energía eléctrica. Aproximadamente entre el 60 y 70 % del consumo de energía eléctrica de una industria corresponde a equipos electromotrices tales como ventiladores, bombas, compresores, etc.

Es evidente el gran impacto de los motores eléctricos en el consumo de energía; por tanto, resalta la importancia de identificar y evaluar oportunidades de ahorro de energía en ellos. Sin embargo, es necesario determinar con precisión el estado energético actual de los mismos (factor de carga, eficiencia, factor de potencia, antigüedad, etc.) y conocer sistemas alternativos como los motores de alta eficiencia y variadores de frecuencia, entre otros.

La función de un motor eléctrico es convertir la energía eléctrica en energía mecánica para realizar un trabajo útil. En la transformación, una parte de la energía eléctrica tomada de la red se convierte en calor, lo que constituye una pérdida inherente al motor.

Figura 8. Pérdidas de energía en un motor eléctrico



Fuente: COPAROMAN, enero de 2015, <http://coparoman.blogspot.com/2014/09/eficiencia-del-motor-electrico.html>

Las pérdidas de un motor de inducción pueden ser desglosadas en cinco principales áreas; cada una de estas depende del diseño y construcción del motor. Estas pérdidas se clasifican en aquellas que ocurren cuando el motor

esta energizado y permanecen para un voltaje y velocidad dados, y las que se dan en función de la carga del motor.

- Eficiencia

La eficiencia de un motor es la relación entre la potencia mecánica de salida y la potencia eléctrica de entrada.

Este es el concepto más importante desde el punto de vista del consumo de energía y del costo de operación de un motor eléctrico. La eficiencia se puede expresar de las siguientes maneras:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia mecánica de salida} \times 100}{\text{Potencia eléctrica que entra}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia eléctrica que entra} - \text{pérdidas}}{\text{Potencia eléctrica que entra}}$$

El valor más alto de eficiencia sería la unidad, si acaso las pérdidas fueran cero, como lo indica la segunda expresión.

Por ello, los fabricantes de motores hacen innovaciones tecnológicas tendientes a disminuir las pérdidas al máximo posible y lo logran con un diseño mejorado en el que emplean materiales de alta calidad y un mejor proceso de fabricación.

De acuerdo a la eficiencia pueden considerarse tres géneros de motores eléctricos:

- Motores de eficiencia estándar
- Motores de alta eficiencia
- Motores de eficiencia premium

Los motores estándar no consideran la eficiencia como la principal cualidad, más bien privilegian la funcionalidad y precio. Prácticamente, los motores con más de 15 años podrían considerarse de eficiencia estándar. El concepto alta eficiencia surge en la década de los años noventa, como consecuencia de contrarrestar los altos precios de la energía y por la necesidad ya existente de hacer un uso eficiente y racional de la misma. La innovación de los premium se da en la actual década con la pretensión de elevar aun más la eficiencia de los motores eléctricos. Para ellos se ha perfeccionado el proceso de manufactura y se utilizan materiales muy superiores, lo que conlleva que el diferencial en precio sea también mas elevado.

2.2.2.3. Propuesta para el ahorro de energía en motores eléctricos

- Administración de la demanda

Las tarifas eléctricas para la industria, además del cargo por consumo de energía (kWh), hacen un cargo por demanda máxima (kW), que es importante en la facturación. La demanda es registrada por un medidor conforme a la potencia de todos los motores, lámparas y otros aparatos eléctricos, funcionando simultáneamente durante un lapso de 15 minutos.

Evitar el arranque y la operación simultánea de los motores y otros equipos eléctricos, sobre todo en el período de punta, se traduce en ahorros significativos en monto de facturación. Por ejemplo, considérese una instalación con una demanda de 700 kW que incluye la potencia de un grupo de motores de 50 CP

que toman de la red 41 kW cada uno. Si este grupo de motores pudiera ser operado fuera del período de demanda máxima, el valor de la demanda se reduciría en casi 6 %, lo cual representa una sensible reducción en el monto de facturación eléctrica.

Otra opción es la de extender los turnos de trabajo, repartiendo la operación de los motores y otros equipos en más horas de labores, fuera del período de punta. Los cargos por consumo de energía eléctrica pueden ser prácticamente iguales pero por demanda máxima pueden reducirse de manera importante.

- Motivación al personal para ahorrar

Ahorrar energía es tarea de todos y de todos los días. Los resultados que se obtengan de cada empresa, hogar y usuario, contribuirán a asegurar un mejor futuro, particular y colectivo.

Se sugiere establecer una campaña permanente de ahorro de energía en las instalaciones, para concienciar al personal. Hay que motivarlo para que participe activamente. Tomar en cuenta sus opiniones y sugerencias podrían representar verdaderas oportunidades de ahorro.

2.2.2.4. Mantenimiento

- Reparaciones de motores

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y, en los motores de corriente alterna, la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia.

Por ejemplo, un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente si durante el proceso de reparación se presenta:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento
- Mayor tiempo de secado final

Por esto es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la compostura sea correcta y que los materiales empleados sean de calidad igual o superior a los originales.

La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor como a los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos.

Un motor mal reparado, al ser instalado nuevamente, gastará más energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir un motor que componerlo. Se debe evaluar técnica y económicamente la posibilidad de hacerlo y si se decide, utilizar motores de alta eficiencia.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Implantación del mantenimiento productivo total (TPM)

El mantenimiento productivo total es un sistema de gestión de calidad, que promueve el trabajo en equipo para poder cumplir con los objetivos de mejora continua. El resultado es un mejor ambiente de trabajo, encaminado a mejorar aspectos de eficiencia, mantenibilidad y seguridad para el trabajador. Desarrolla responsabilidad con el cuidado del medio ambiente. Para cumplir el programa de TPM se debe alcanzar ciertas etapas que a continuación se indican:

3.1.1. Decisión de implementar el TPM en el taller

Cuando se define la situación actual del taller se debe tomar la decisión de cambiar. Para obtener resultados deseados es necesario plantear programas de mantenimiento, en este caso el productivo total aplicado al taller automotriz Tecnicamp. Se entiende que el compromiso del representante del taller solvente dichos requerimiento para poder cumplir e implementar el programa de mantenimiento.

3.1.2. Información del TPM al personal implicado

Se planifica con la jefatura del taller realizar reuniones para informar al personal y dar a conocer el cambio que se requiere, a fin de provocar un cambio de mentalidad, actitud y compromiso. Dichas reuniones informativas constan de los temas a tratar y su contenido. Los temas se muestran en la tabla a continuación.

Tabla IX. **Planificación de la etapa formativa**

Planificación de la etapa formativa			
Actividad	Temas a tratar	Tiempo establecido	Fechas
Reunión 1	Tpm.	30 min	Primer día a partir de la implementación
	Introducción		
	Generalidades		
	Misión del programa TPM		
	Características del TPM		
	Beneficios del TPM		
	Preguntas de mutua parte		
	Entrega de un documento		
Reunión 2	¿Qué es el mantenimiento autónomo?	20 min	Segundo día a partir de la implementación
	Beneficios del mantenimiento autónomo		
	Etapas de implantación		
	Preguntas de mutua parte		
	Entrega de un documento.		

Continuación de la tabla IX

Reunión 3	¿Qué es el mantenimiento autónomo?	20 min	Tercer día a partir de la implementación
	Beneficios del mantenimiento autónomo		
	Etapa de implantación		
	Preguntas de mutua parte		
	Entrega de un documento		
Reunión 4	Funciones del personal	60 min	Cuarto día a partir de la implementación
	Responsabilidades del personal		
	Preguntas de mutua parte		
	Indicaciones de calidad para trabajar		
	Indicaciones de seguridad para trabajar		
	Indicaciones para el cuidado ambiental		
	Preguntas de mutua parte		
	Entrega de un documento		

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Estructura inicial de TPM

Se inicia por parte de la jefatura del taller al indicar los componentes principales del TPM que serán desarrollados. Se extiende la invitación a los empleados a generar compromisos de cambios; respuesta completamente favorable, sin necesidad de pancartas informativas, trípticos, hojas volantes y otros medios.

3.1.4. Objetivos y políticas básicas del TPM

Objetivos del programa TPM

1. Definir la situación actual del taller Tecnicamp en relación a los tiempos, movimientos, actividades y cumplimiento con respecto a los servicios de mantenimiento que presta.
2. Elaborar el plan de mantenimiento independiente como base para la aplicación del TPM mediante la propuesta para la implementación de los pilares del mismo y del sistema de las 9s.
3. Elaborar el plan para la implementación de un sistema de mantenimiento planificado como etapa de prevención frente a la reparación, mantenimiento y control del taller.
4. Proponer esquemas de mejora continua, seguridad, higiene y cuidado ambiental, como complemento al TPM.

Políticas del programa TPM

- Elevar la calidad de los servicios que presta el taller automotriz Tecnicamp, para crear un estado de confianza en los clientes.
- Organizar, planificar y evaluar los diferentes tipos de trabajo, ejecutándolos con calidad.
- Cuidado adecuado de la integridad de los trabajadores, mantenimiento de los equipos y herramientas, además el control óptimo de desechos y residuos.

3.1.5. Plan maestro de desarrollo del TPM

En función a los objetivos y políticas propuestas en el punto 3.1.4 se plantea el siguiente plan maestro para la implantación del programa de mantenimiento TPM.

1. Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo que se llevará a cabo apoyado en la aplicación de las 9s de calidad. Su finalidad es disciplinar al personal para recibir el mantenimiento planificado.
2. Desarrollo de un plan de mantenimiento planificado, el cual será diseñado
3. En función de los historiales, manuales del fabricante y la experiencia de los técnicos que trabajan en dicha empresa, entre otros, para que el cliente obtenga mayor disponibilidad de las mismas y optimice los costes de mantenimiento de su vehículo.

4. Asegurar la calidad tomando como referencia las políticas de las normas ISO 9000 y apoyados en la metodología de las 5s de calidad. Se augura un trabajo ordenado bien realizado, sin despilfarros y en tiempos adecuados.
5. Gestión temprana de los equipos, tomando en cuenta el ciclo PDCA se pretende corregir errores que se vayan presentando con el desarrollo del programa TPM.
6. Entrenamiento del personal. Cada cierto tiempo el personal se debe actualizar.
7. Cuidado ambiental. Se tomará como referencia las políticas de las normas ISO14000.

3.1.6. Arranque formal del programa TPM

Para iniciar con el programa TPM, se coloca una fecha como punto de partida oficial para la implantación del mismo. Se compromete al personal para el cambio de mentalidad, responsabilidad y cooperación.

3.1.7. Mejora de la efectividad del equipo

La efectividad del equipo se verá mejorada una vez que se cumpla con los objetivos del TPM. Se logrará una alta disponibilidad de los equipos e instalaciones.

3.1.8. Desarrollo de un plan de mantenimiento autónomo basado en las 9's

El objetivo de desarrollar este plan de mantenimiento es “preparar cada una de las áreas de trabajo, para empezar con el mantenimiento planificado”. El mantenimiento autónomo es la base de implantación del TPM, ya que se pretende cambiar la mentalidad y costumbres para laborar. El personal debe empezar a trabajar con conciencia, cuidando su integridad, lugar de trabajo, equipo a su cargo y el medio ambiente. Todo esto conlleva que el talento humano reciba los requisitos esenciales para que se pueda ejecutar el mantenimiento planificado. Para ello se sigue la siguiente metodología de implantación:

- Implantación de la metodología de las 9s de calidad

Para cumplir con la propuesta de implantación de la metodología 9s se siguen las siguientes etapas, que combinadas conformarán lo que se denomina el mantenimiento autónomo.

- Seiri- clasificar

El objetivo fundamental de esta “s” es “tener a la vista solamente lo necesario”. Lo primero que debe hacer todo el personal en cada una de sus áreas es clasificar todos los accesorios (herramientas, equipos e insumos) de forma racional, siguiendo el siguiente orden propuesto que se expone en la siguiente tabla. Una vez que se culmine con la clasificación de los accesorios de uso frecuente, no muy frecuente y no frecuente, se procede con la siguiente etapa de implantación.

Tabla X. **Clasificación seiri**

Sección	Actividad	Personal
Administrativo	Clasificación de accesorios de uso frecuente	Administrativo
	Clasificación de accesorios de uso no muy frecuente	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente	
Mantenimiento	Clasificación de accesorios de uso frecuente	Técnicos
	Clasificación de accesorios de uso no muy frecuente	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente	
Espacio físico del taller	Clasificación de accesorios de uso frecuente	Limpieza
	Clasificación de accesorios de uso no muy frecuente	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente	

Fuente: elaboración propia.

- Seiton- ordenar

El objetivo fundamental de esta “s” es “facilitar el trabajo”. Una vez que se realiza la respectiva clasificación, se empieza a ordenar los accesorios de uso frecuente en el lugar de trabajo, los accesorios de uso no muy frecuente en un lugar no alejado pero que no interfiera en los proceso de trabajo. A los accesorios de uso no frecuente se les dará un tratamiento según su origen, de reciclaje o desechos.

Tabla XI. **Clasificación seiton**

Sección	Actividad	Personal
Administrativo	Delimitación de secciones	Administrativo
	Señalizar conforme lo requerido	
	Ordenar en forma racional la clasificación de la primera etapa	
Mantenimiento	Delimitación de secciones	Técnicos
	Señalizar conforme lo requerido	
	Orden en forma racional la clasificación de la primera etapa	
Espacio físico del taller	Delimitación de secciones	Limpieza
	Señalizar conforme lo requerido	
	Orden en forma racional la clasificación de la primera etapa	

Fuente: elaboración propia.

- Seiso- limpiar

El objetivo fundamental es “ayudar a la detección de fallas en los equipos, instalaciones y alteraciones en los lugares de trabajo”. Una vez clasificado y ordenado se realiza la limpieza estricta de todo el lugar. Esta etapa es más una inspección que va ligada a las dos primeras actividades, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla XII. **Clasificación seiso**

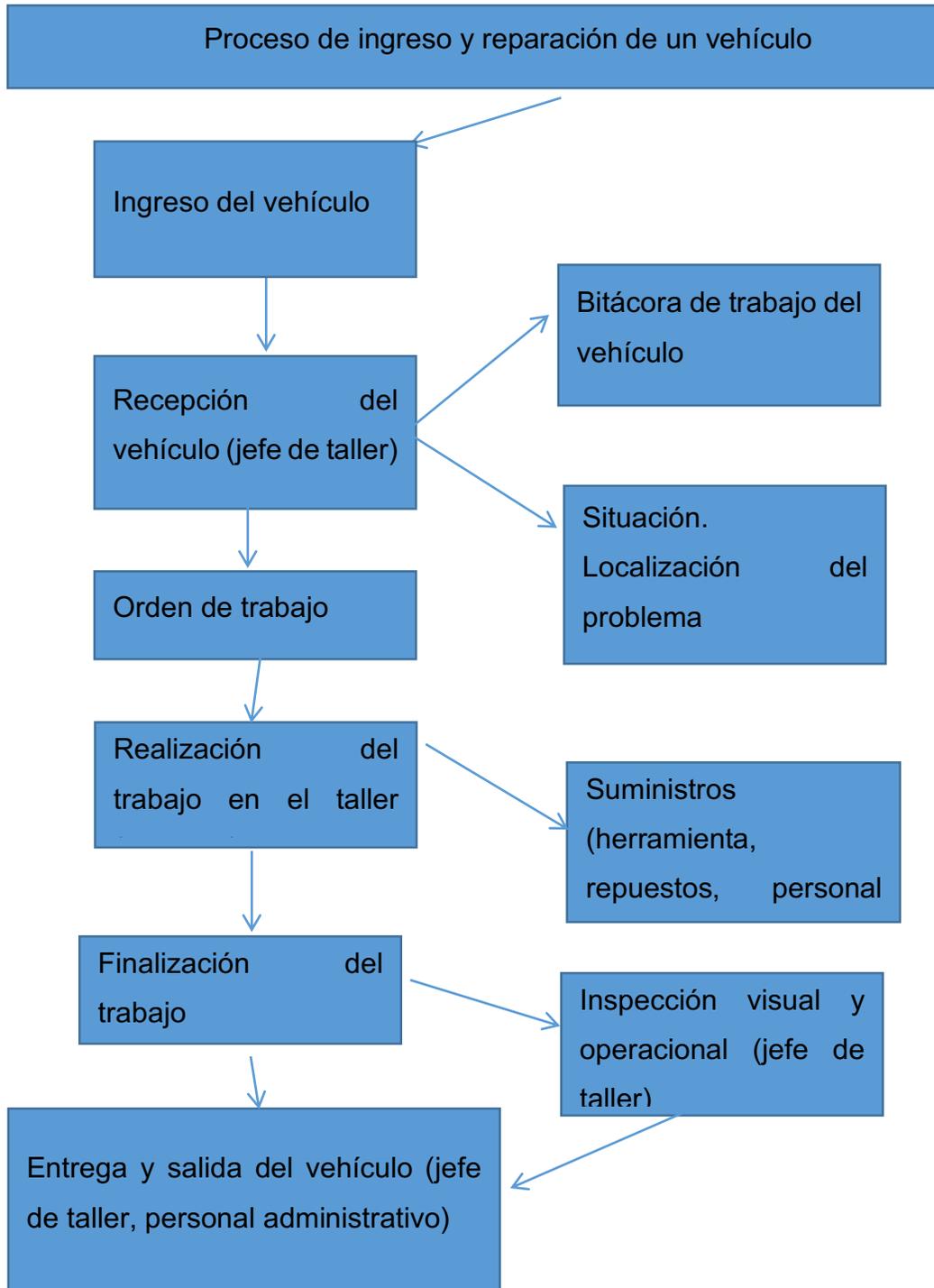
Sección	Actividad	Personal
Administrativo	Limpiar su respectiva área de trabajo	Administrativo
	Limpiar los accesorios del área de trabajo	
	Inspección final del área	
Mantenimiento	Limpiar su respectiva área de trabajo	Técnicos
	Limpiar los accesorios del área de trabajo	
	Inspección final del área	
Espacio físico del taller	Limpiar su respectiva área de trabajo	Limpieza
	Limpiar los accesorios del área de trabajo	
	Inspección final del área	

Fuente: elaboración propia.

- Seiketsu- estandarización

El objetivo fundamental de esta “s” es “establecer reglas operacionales a fin de evitar que los malos hábitos retornen”. Una vez aprobadas las tres etapas, se procede a cumplir con el siguiente diagrama de actividades.

Figura 9. Diagrama de procesos de ingreso del vehículo



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Clasificación seiketsu**

Procedimiento de mantenimiento				
No.	Acción	Documento	Procedimiento	Encargado
1	Ingreso		Vehículo ingresa a recepción	Conductor
2	Recepción	Orden de trabajo	Revisión de parámetros en función del historial, o fallas mencionadas por los clientes, para emitir la orden de trabajo	Jefe de taller
3	Traslado	Orden de trabajo	Ingreso a instalaciones del taller	Conductor
4	Insumos y repuestos	Orden de trabajo	Revisión de insumos y repuestos para dicho mantenimiento	Personal de mantenimientos y administrativo
5	Mantenimiento	Orden de trabajo	Cumplimiento de las actividades de mantenimiento	Personal de mantenimientos y administrativo
6	Inspección final	Orden de trabajo	Revisión de calidad	Jefe de taller

Fuente: elaboración propia.

En el organigrama de procesos de la tabla anterior se indica el proceso de mantenimiento y la relación entre las áreas de trabajo. Relaciona el proceso de mantenimiento del diagrama anterior con las personas encargadas y los documentos que sirven para cumplir con el mismo.

Mediante un diagrama de operación, es cómo se debería de trabajar la parte de la etapa de estandarización de actividades. El esquema propuesto ayudará a cometer menor cantidad de errores si se procede de la siguiente manera:

1. Ingreso de la unidad seguido por la recepción de la misma a cargo del jefe de taller. Se evalúa la unidad y se llena la orden de trabajo, ya sea para trabajos dentro o fuera del taller. Todo estará en función del historial de la unidad.
2. El técnico designado deberá realizar una inspección visual de la unidad para obtener ya una idea de la posible falla.
3. Si la falla no es localizada se debe realizar un análisis más profundo en la unidad para localizarla, apoyado en ayuda externa. Para ello se cuenta con documentos informativos y manuales de taller. Además, los proveedores son el otro elemento de apoyo.
4. Una vez cumplida esta etapa se procede a la solución de la avería o falla.
5. Una vez cumplido el punto 4, se debe tomar las acciones correctivas y la unidad retorna a laborar.

Para cumplir con los pasos antes descritos se relacionan los dos diagramas de acción expuestos. Como complemento de la estandarización se tiene que aplicar siempre una adecuada organización al trabajar, respetando las señales que alertan los posibles riesgos. Esto se debe cumplir por parte del personal en todas las actividades de mantenimiento.

En el siguiente diagrama se muestra el procedimiento que se propone para trabajar por parte del personal de mantenimiento del taller automotriz Tecnicamp. Facilita las tareas iniciales de los vehículos a la hora de su acceso al taller y eleva su seguridad al momento que se presente una dificultad.

Figura 10. Diagrama de procesos de trabajos a realizar



Fuente: elaboración propia.

- Shitsuke- disciplina

El objetivo fundamental de esta “s” es “perpetuar las etapas anteriores”. La disciplina es el punto más importante y es el que se debe conservar por parte de todo el personal. Al disciplinar al personal se podrá sin esfuerzo alguno mantener las instalaciones ordenadas, organizadas y limpias, para alcanzar mayores estándares en las labores diarias. Esto se lograra con:

- Determinar el nivel de logro de “9s” -el grado de general-.
- Realizar a los trabajadores los controles de rutina del 5s con una lista de verificación.
- Direccionar los retrocesos y las nuevas oportunidades detectadas en los controles de rutina.
- Aplicar, de forma programada, chequeos de rutina encabezados por el líder del grupo o bien por personas ajenas al equipo de trabajo.
- Realizar auditorías de alto nivel para evaluar cuán bien el sistema de las 9s está trabajando en general.

Tabla XIV. **Actividades diarias al momento de trabajar**

Actividades que deben ser practicadas diariamente para alcanzar una disciplina adecuada al momento de trabajar	
No.	Inicio de la jornada de trabajo
1	Trabajar con ropa adecuada
2	Limpiar el área de trabajo
3	Cuidar los accesorios de seguridad personal
4	Planificar el día de trabajo
No.	Durante la jornada de trabajo
1	Limpiar el área de trabajo
2	Cuidar los accesorios de seguridad personal
3	Organizar los accesorios de trabajo
4	Guardar la ropa de trabajo
No.	Finalizar la jornada de trabajo
1	Revisar la orden de mantenimiento
2	Movilizar las herramientas necesarias para la bodega de trabajo
3	Realizar las tareas de mantenimiento definidas por el diagrama de actividades y el organigrama de procesos del taller
4	Ubicar las herramientas en el lugar que le corresponde basándose en los mapas 9 "s"
5	Limpiar el puesto de trabajo

Fuente: elaboración propia.

- Shikari- constancia

El objetivo fundamental de esta “s” es “voluntad para hacer las cosas”. La constancia es el punto más importante y es el que se debe conservar sin cambios de actitud por parte de todo el personal, lo que constituye una combinación excelente para lograr el cumplimiento de las metas propuestas con el fin de alcanzar mayores estándares en las labores diarias. Esto se logrará con:

- Planificación y control permanente en sus trabajos.
- Limpieza, orden y puntualidad.
- Voluntad para hacer las cosas acompañada de motivación de los beneficios a la meta.

- Shitsukoku- compromiso

El objetivo fundamental de esta “s” es “adhesión firme a los propósitos que se han hecho”. Es una adhesión que nace del convencimiento que se traduce en el entusiasmo día a día por el trabajo a realizar. Un compromiso que debe permear a todos los niveles de la empresa y que debe utilizar el ejemplo como la mejor formación. Todo esto se logra con:

- Llevar a cabo con disciplina aplicada de los dirigentes hacia sus subordinados.
- Imponer las políticas empresariales con seriedad para que el empleado se sienta con una gran responsabilidad de llevar a cabo su trabajo.

- Seishoo- coordinación

El objetivo fundamental de esta “s” es “trabajar en común”. Es una forma de trabajar al mismo ritmo que los demás y caminando hacia los mismos objetivos. Esto solo se logra con:

- Mantener buena comunicación de los avances como las demoras en tiempo.
- Realizar mayor énfasis en la etapa menos desarrollada.

- Seido- estandarización

El objetivo fundamental de esta “s” es “regular y normalizar”. Son todos aquellos cambios que se consideren benéficos para la empresa y se realiza a través de normas, reglamentos o procedimientos.

Estos señalan cómo se deben hacer las actividades que contribuyan a mantener un ambiente adecuado de trabajo. Esto solo se logra con:

- Uso de manuales, procedimientos, libros de inventarios, reportes que servirán como base para las emergencias, mantenimiento o regeneración de una ampliación de la industria. Las ventajas de hacerlo así son:
 - Cualquier trabajador sea del área o no, podrá realizar el trabajo sin problemas con el manual.

- Se podrá contrarrestar mucho mejor un percance con la documentación.

Al mantener la política de las 9s enfocadas en la calidad se está cumpliendo con el mantenimiento autónomo. Si se continúa con las etapas de este mantenimiento solamente tendrá que repetirse las actividades que conciernen a la aplicación de las 9s de calidad.

3.1.9. Desarrollo del programa de mantenimiento planificado

Para conservar y aumentar la vida útil de la herramienta y equipo, el programa está directamente relacionado con el aumento de la disponibilidad del equipo. El procedimiento para cumplir con ello se orienta a aumentar la confiabilidad y reducir los tiempos muertos.

El programa se relaciona directamente con las siguientes áreas: administrativa, bodega, mantenimiento y una actividad conjunta de todo el personal que labora en la empresa. A continuación se describen las siete etapas que lo conforman:

- Registro de las unidades

Para registrar las unidades se codificarán cada una de ellas. Tanto el encargado del taller como los mecánicos y demás personal podrán identificar este código e interpretarlo de una manera fácil y rápida, para identificarlo a la hora de repararlo o comprar repuestos. Debe ser colocado de la siguiente manera:

V= vehículo - s=sedan, h=hatchback, a=agrícola, u=utilitario. - cd= combustible diésel, cg=combustible gasolina - m=modelo - e=código de motor

Ejemplo

V-s-cg-2010-1e

Sabemos que es un vehículo, sedan, combustible gasolina, modelo2010 con motor 1e

- Documentación técnica

En esta etapa del programa se procede a recopilar toda la información técnica para el mantenimiento, según lo requiera la bitácora de trabajo. La finalidad es conocer la capacidad de los depósitos para almacenar fluidos del motor, transmisión, diferencial, sistema de combustible, refrigerante, sistema hidráulico, filtros de aire de combustible, bandas, entre otros.

- Plan de mantenimiento a realizar

Se procede a buscar información según las recomendaciones de su fabricante y su historial de mantenimiento; con esta información se diseña un plan de mantenimiento preventivo para cada grupo de vehículos en función de los parámetros que el fabricante indique.

- Compras

Las compras se realizan por intervención directa de la jefatura de taller y el departamento financiero. Los dos departamentos coordinan las compras; la persona encargada del manejo de las compras indicará cuáles son las

existencias con la finalidad de adquirir los insumos y repuestos con anticipación, para que el técnico pueda cumplir con los tiempos de mantenimiento establecidos en forma estandarizada.

- Control y flujo de órdenes de trabajo

Mediante las órdenes de trabajo se planifica y documenta los mantenimientos; la orden de trabajo facilita y responsabiliza al personal en cada proceso del mantenimiento, ordenando su gestión. Además, sirve de conexión entre el personal de directivo con el operativo, dando como resultado una base de datos actualizada. Una orden de trabajo de esta naturaleza cumple con las exigencias de la normativa internacional de calidad ISO 9000.

- Control de inventario

En la implantación del mantenimiento autónomo se realizó un inventario amplio, ordenado y organizado.

Se indicó el significado de cada uno de sus campos y los códigos que identifican cada compartimiento y su respectivo estante.

3.1.10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

El personal debe estar actualizado consantemente. Se plantea como propuesta algunos cursos de entrenamiento, que se muestran en la Tabla XV sobre propuesta de entrenamiento personal.

Tabla XV. **Propuesta de entrenamiento personal**

Propuesta de entrenamiento del personal		
Cursos propuestos para todo el personal según el área donde se desarrolle	Inyección diésel	Trabajo en equipo
	Inyección gasolina	Administración de tiempo
	Electricidad y electrónica	Ética profesional
	Frenos abs	Seguridad industrial
	Cajas automáticas	Prevención de incendios
	Mecánica de banco	Ergonomía en el trabajo
	Microsoft office	Entre otros

Fuente: elaboración propia.

3.1.11. Consolidación del TPM y alcance de metas (PDAC)

Esta etapa la debe continuar la persona que se encuentre a cargo del taller automotriz, consolidando nuevos objetivos y políticas más ambiciosas para seguir mejorando; las actividades que se realizan como parte del programa TPM se aprecian a simple vista por un cambio en los lugares de trabajo, en las instalaciones, entre otros.

3.2. Propuesta para la seguridad laboral e higiene ambiental

3.2.1. Seguridad industrial, salud e higiene laboral

La seguridad industrial es la aplicación de medidas eficaces para evitar que el trabajador se accidente. Salud se refiere al completo estado de bienestar físico, mental, social y ambiental del trabajador. Higiene laboral es un sistema de principios y reglas que se orientan al control de contaminantes: físicos, químicos y biológicos del área laboral.

Con base en los conceptos antes indicados se plantea la siguiente propuesta de seguridad industrial, salud e higiene laboral para el taller automotriz.

3.2.1.1. Propuesta de seguridad industrial

En el desarrollo de todo proceso, o en el desenvolvimiento de todo sistema, podría ocurrir una serie de fenómenos o hechos, como consecuencia de las desviaciones que suceden en el transcurso de su ejecución. La propuesta de seguridad será permanente y continua a medida que se desarrollan las actividades, mediante la supervisión de todos los elementos del sistema, así como de todas las disposiciones y medios considerados en el plan de seguridad. La medición del comportamiento del sistema necesita una serie de medidas como:

- Una unidad de medida del comportamiento
- Un dispositivo encargado de la medición de dicho comportamiento
- Un comportamiento base
- Un elemento de corrección del proceso

El tipo de control más recomendable depende de la naturaleza del sistema. Los siguientes tipos de control serán los más recomendables y de gran utilidad para el cumplimiento del objetivo.

- Control del personal mediante actividades, medidas de sus conocimientos sobre seguridad, aplicación de las mismas y cumplimiento de las disposiciones pertinentes
- Control de material, buen estado, conservación, calidad, almacenamiento y mantenimiento del equipo
- Control de la tarea, condiciones de seguridad y comodidades, ejecución, limpieza e higiene
- Control de medio ambiente, iluminación, desperdicios, ruidos, escapes tóxicos, limpieza e higiene de los locales y del personal
- Control de la comunicación
- Control de accidentes, control numérico y estadísticos
- Control de costos, gastos ocasionados por accidentes, gastos de inversiones y otros
- Control de política de seguridad

Todos estos tipos de control que se realizan, precisan de medios para su cometido, lo que permitirá cristalizar los resultados en algo tangible y evaluarlos posteriormente. Entre los medios de control escrito se cuentan los siguientes:

- Informes
- Gráficos de control
- Estadísticas
- Planes y programas
- Presupuestos
- Datos técnicos

- Avisos
- Folletos

Los medios antes mencionados necesitan de, por lo menos, algunos elementos encargados de la medición del control. Entre ellos se encuentra:

- Supervisiones
- Evaluaciones
- Reguladores del sistema

Las evaluaciones del sistema de seguridad no son otra cosa que la determinación final de los resultados obtenidos, medidos en función de lo que se desea alcanzar.

En otras palabras, no es otra cosa que determinar el nivel de seguridad alcanzado como resultado de la puesta en marcha del plan de seguridad. Equipo de seguridad industrial dentro del taller.

3.2.1.2. Reducción de riesgos de trabajo en las distintas áreas del taller

Con reducción de riesgo nos referimos a la disminución de accidentes y lesiones en el área de trabajo, evitando ambientes y tareas inseguros.

Para prevenir un accidente laboral podemos realizar muchas correcciones pero si estas no se efectúan con un enfoque sistémico, es muy probable que el accidente ocurra de nuevo y tenga todas sus consecuencias. Se debe poner énfasis en profundizar los niveles de prevención, remontándose hasta el origen del accidente.

Modificar o corregir las causas desde su origen parece ser fácil a simple vista y quizá muchos sientan que han logrado realizar una prevención efectiva de los riesgos. En el campo de la seguridad industrial existe un par de factores a los cuales se les puede atribuir las causas y que, a su vez, son el producto de algo aún más interesante. Para apreciar un accidente con un enfoque sistémico veamos a continuación la “anatomía” del mismo.

- Accidente laboral. Mecanismo de un accidente de trabajo

Un accidente de trabajo siempre trae como consecuencia todo tipo de pérdidas. Para evitarlas, la prevención debe ser lo más cercana a las causas raíz de los accidentes. Analicemos a continuación cada uno de los elementos de la anatomía de un accidente.

La pérdida: es el producto de una serie de hechos que demuestran que los problemas de hoy son el resultado de las soluciones de ayer.

El accidente – incidente: son los acontecimientos no deseados que se deben evitar. Si bien el incidente no causa lesiones a los trabajadores puede ocasionar pérdidas de todo tipo y generar costos importantes para la empresa.

- Causas inmediatas

Son las acciones y condiciones inseguras ocurridas inmediatamente antes del accidente y que permitieron la materialización del mismo.

La acción insegura: es todo acto realizado fuera de las normas de seguridad. Puede ocurrir por varias causas relacionadas con el factor humano.

Factores personales inadecuados: este elemento es el causante de los actos inseguros y se caracteriza por tres motivos:

1. El trabajador no sabe: significa que no posee la capacitación requerida para realizar ciertas tareas. ¿Cómo puede saber un trabajador si por una cañería pasa frío o calor o el funcionamiento de ciertas máquinas, si aún no ha sido preparado para saberlo?. Esto aumenta la probabilidad de que el trabajador realice una acción insegura y que dicho acto derive en un accidente laboral o un incidente.
2. El trabajador no puede: si el trabajador no puede realizar cierta tarea es probable que se deba a sus características antropométricas y a un inadecuado diseño del puesto de trabajo. No todos poseen la misma altura, peso o la misma fuerza, como tampoco la misma capacidad física o intelectual. Un trabajador que no posea la aptitud para realizar alguna tarea se ve expuesto a un riesgo mayor.
3. El trabajador no quiere: este problema se debe principalmente a la falta de motivación para realizar una tarea. Conviene preguntarse cuál puede ser la causa y qué factor de su entorno le impide llevar a cabo la tarea y realizarla con seguridad.

3.2.1.3. Prevención de incendios

Para entender el concepto de prevención de incendios se debe entender los siguientes conceptos básicos:

Fuego: proceso de combustión de un cuerpo, con absorción de oxígeno y desprendimiento de energía, capaz de emitir calor y luz.

Combustión: proceso de oxidación con absorción de oxígeno y desprendimiento de calor, que puede o no desprender luz o llama.

Combustible: es todo material capaz de entrar en combustión, precalentamiento.

Inflamable: aquellas sustancias combustibles que a la temperatura ambiente normal emiten vapores, y en presencia de una fuente de calor fácilmente entrar en combustión.

Amago: fuego incipiente descubierto y extinguido oportunamente.

Incendio: fuego ya declarado que provoca daños.

Siniestro: incendio de grandes proporciones, que afectan al activo físico de una empresa o habitación (edificio, instalaciones, etc.).

- Teoría del fuego

Después de analizar el proceso de combustión, se determinó finalmente que son los vapores que se desprenden de los materiales combustibles los que arden al combinarse con el oxígeno y al ser calentados a una temperatura de

combustión. Por ende, para que se produzca el fuego se requiere de estos tres elementos:

- Comburente (oxígeno del aire).
 - Material combustible.
 - Calor suficiente para que los vapores del material lleguen a su temperatura de combustión.
- Medidas de prevención

La prevención de incendios no es otra cosa que el conjunto de medidas tomadas con el propósito de evitar el inicio del fuego. Su finalidad es mantenerlo bajo control, de tal forma que no se produzca un incendio o siniestro.

Por lo tanto, es necesario analizar las causas más comunes de los incendios, lo que permitirá elaborar un programa de prevención al respecto.

- Clases de fuego

Los fuegos se clasifican de acuerdo al tipo de combustible que se encuentra en combustión, en presencia de la corriente eléctrica.

Es así como hay entonces cuatro clases de fuego:

- Fuego clase “a”

Es aquel producido en los combustibles sólidos no inflamables como el papel, género, etc. Se caracteriza porque agrietan el material, originan brasas y dejan cenizas.

- Fuego clase “b”

Es el originado por líquidos o sólidos inflamables como bencina, grasa, etc. La característica de esta clase de fuego es que se desarrolla en la superficie de las sustancias.

- Fuego clase “c”

Es el generado en equipos energizados con corriente eléctrica. Es decir, en presencia de la electricidad. Esta clase de fuego no excluye la clasificación según la naturaleza del combustible.

- Fuego clase “d”

Es el que se produce en la combustión de los metales livianos o en estado de polvo, tales como: aluminio, magnesio, titanio, potasio.

- Principales causas de los incendios y prevención

- Fósforo y cigarrillos

Estas es una de las causas más comunes de incendios y ocurre por los malos hábitos y descuidos de las personas.

De debe advertir al personal de los lugares peligrosos para fumar, y disponerles o indicarles lugares que no ofrezcan este riesgo.

- Equipos e instalaciones eléctricas defectuosas

Los incendios originados a causa de la electricidad se deben al sobrecalentamiento de instalaciones y equipos, cortocircuitos, etc. Por lo tanto, es necesario revisar y efectuar un mantenimiento periódico de las instalaciones y equipos eléctricos.

- Sobrecalentamiento de equipos y artefactos

Los equipos, cerca del combustible de fácil combustión, son peligrosos. Para eliminar este riesgo debe mantenerse alejados del combustible inflamable.

- Chispas mecánicas

Estas chipas se producen al golpear materiales ferrosos con otros elementos. Son partículas que por efecto del impacto y fricción se calientan lo necesario para generar fuego.

Se deben aislar suficientemente o proteger las maquinarias, además de retirar materiales de los alrededores que entran en combustión con facilidad.

- Fricción

En las partes móviles de las maquinarias, si no se lubrican constantemente, el roce que se produce por el mismo movimiento genera altas temperaturas,

dispersando chispas que pueden ser causa de incendios. Deben inspeccionarse para evitar la fricción.

- Ignición espontánea

Este fenómeno se presentan en ambientes que reúnen ciertas condiciones. Una de ellas es que la producción de la oxidación sea más rápida que su disipación; por lo tanto, que esta acumulación de calor será capaz de llegar a la temperatura de inflamación.

Entre algunos de los materiales usados comúnmente, que pueden llegar a calentarse a temperatura normales, están los aceites vegetales, aceites animales, sólidos como el carbón, fibras vegetales y animales, etc. Se debe tener bastante precaución en el almacenamiento de este tipo de materiales.

- Superficies calientes

El calor que irradian los tubos de vapor y agua a alta temperatura, tubos de humos, basuras, calderas, etc. son causas comunes de incendios industriales. En estos sitios no se debe permitir el almacenamiento o el trabajo con materiales cuya temperatura de inflamación sea más baja que la temperatura que alcanza el equipo en operación.

- Llamas abiertas

Son una fuente constante de inflamación. Esta causa de incendios se produce por equipos industriales que generan calor y por los quemadores portátiles. Estos últimos son los más peligrosos, por llevarse de un lugar a otro.

- Orden y aseo

A esto se suma la distribución y almacenamiento de los diferentes tipos de combustible. Muchos de los incendios se deben exclusivamente a la falta de orden y aseo. En este sentido, una preocupación constante, además de evitar incendios, es hacer más expeditos los trabajos, puesto que la pérdida de tiempo por el desorden es considerable.

- El extintor

Extintor, llamado en algunos países extinguidor, es un dispositivo portátil que se utiliza para apagar fuegos o incendios de pequeña magnitud. Los tipos de fuego están clasificados en cuatro clases, según el tipo de material que se quema. Los fuegos secos son los que afectan a materiales combustibles ordinarios, como madera, ropa y papel. Los fuegos grasos son los que se producen en líquidos inflamables, aceites y grasas. Los fuegos en instalaciones eléctricas constituyen una categoría aparte, sobre todo si están en funcionamiento. La última categoría es el fuego de metales combustibles como magnesio, potasio y sodio. Cada tipo de fuego requiere un tipo de extintor diferente.

Hay una serie de normas para la selección, colocación y comprobación de los extintores de incendios que establecen los requisitos mínimos respecto al tipo y al tamaño en función de la modalidad de fuego que con más probabilidad se pueda producir en un lugar determinado. Ciertos extintores se pueden utilizar sólo para un tipo de fuego; otros se usan para dos o tres tipos, pero ninguno es adecuado para todas las clases de incendio.

Los extintores pueden no utilizarse durante años, por lo que deben mantenerse revisados y preparados. Por esta razón se realizan inspecciones periódicas en lugares públicos; también se comprueba que están en los sitios adecuados.

- Tipos de extintores

Los extintores son aparatos destinados a combatir los incendios en su comienzo. Lanzan agua o algún producto químico para extinguir al comienzo del fuego por medio de la separación de alguno de los elementos básicos que lo producen (calor, comburente, combustible). Generalmente, un extintor no es efectivamente para combatir las cuatro clases de fuego (a, b, c, d), sino que está diseñado especialmente para una clase en particular, o hasta de tres clases. Debido a esto es necesario conocer los diferentes tipos de extintores, su uso y la clase de fuego al que pueden aplicarse.

- Extintores de agua a presión

Aplicación: únicamente para fuegos clase “a” (madera, papel, etc.)

Descripción: consiste en un estanque de agua y un cartucho con bióxido de carbono a presión. Al ser usado, el cartucho de bióxido de carbono se rompe mediante un mecanismo, expandiéndose e impulsando el agua hacia fuera.

Manejo: el chorro de agua debe ser dirigido hacia la base del fuego.

Mantenimiento: hágase recargar inmediatamente después de usado.

- Extintores de soda-ácido

Aplicación: se usan para extinguir fuegos clase “a”

Descripción: consiste en un estanque que contiene una solución de bicarbonato de sodio en agua y un frasco de vidrio que contiene ácido sulfúrico, sobre el cual va colocado un percutor.

Manejo: para usar este extintor debe golpearse el percutor contra el suelo, con lo cual se rompe el frasco con ácido sulfúrico. De esta forma se pone en contacto el ácido con el bicarbonato y se produce así bióxido de carbono, que presiona el que sale en forma de chorro.

- Se debe dirigir el chorro hacia la base del fuego.
- Precauciones: al usarlo, el operador debe dar la espalda al viento.
- Úsese sólo para fuegos clase “a”, cortando antes la energía eléctrica.
- Mantenimiento: inspecciónese una vez al año. Cámbiese la carga cada 1 año, si antes no ha usado.

- Extintores de espuma

Aplicación: se emplean para apagar fuegos clase “a” y “b”, excepto alcohol y éter.

Descripción: consiste en un estanque que contiene una solución de bicarbonato de sodio con un material espumante, fijo dentro

del estanque y lleva una solución de sulfato de aluminio.

Manejo: para usar este extintor se debe invertir. Así se ponen en contacto El bicarbonato con la solución de sulfato de aluminio, produciéndose una espuma que se arroja al exterior por la presión producida por el bióxido de carbono que se forma el extintor se descarga completamente.

Dirigir el chorro de espuma sobre el área incendiada tratando de formar una llovizna sobre el material inflamado.

El operador debe estar de espaldas al viento.

Precauciones.: no usar este tipo de extintor en clase “c”

Mantenimiento: cada 6 meses.

Lavar y cargar luego de usarlo, o cada año.

- Extintor de bióxido de carbono (CO₂)

Aplicación: se usa para combatir fuegos clase b y c (eléctricos). También puede usarse en incendios clase “a” si no hay otros, sin dejar de cerciorarse después de la extinción completa de las brasas.

Descripción: este extintor consiste en un tubo de paredes gruesas, que está lleno de bióxido de carbono líquido a una presión de 850 libras por pulgada cuadrada.

Manejo: retirando el pasador que asegura la válvula, oprimir la válvula, dirigir el gas carbónico hacia la zona del fuego.

Precauciones: cuidar que el chorro (muy helado) no toque a las personas

Mantenimiento: pesar cada 4 meses el extintor. Si el peso ha disminuido en más de 10%, se debe recargar.

- Extintores de polvo químico seco

Aplicación: se usan para combatir fuegos clase “a” y “b” y especialmente clase “c” pero tiene la desventaja de que es muy oxidante y al apagar fuegos en presencia de la electricidad, los equipos quedan con una costra de óxido muy difícil de sacar.

Descripción: este extintor consiste en un estanque que contiene oxígeno o nitrógeno a una alta presión mezclado con algún polvo químico seco.

Manejo: accionar la válvula y hacer que el polvo caiga como llovizna sobre el área encendida

Precauciones: el operador debe dar la espalda al viento.

Mantenimiento: controlar la presión periódica y el peso cada seis meses. (generalmente poseen un manómetro para controlar la presión).

En resumen, para la selección del tipo de extintor debe considerarse la clase de fuego que podría producirse en cada lugar.

3.2.1.4. Normativo de seguridad ISO 9000, OHSAS 18000

Durante el segundo semestre de 1999, fue publicada la normativa OHSAS 18000, lo que dio inicio a la serie de normas internacionales relacionadas con el tema “salud y seguridad en el trabajo”, que complementa a la serie ISO 9000 (calidad) e ISO 14000 (medio ambiente).

Podemos indicar, entonces, que esta nueva serie de estándares en materia de salud ocupacional y administración de los riesgos laborales, integra las experiencias más avanzadas en este campo, y por ello está llamada a constituirse en el modelo global de gestión de prevención de riesgos y control de pérdidas.

Las normas OHSAS 18000 son una serie de estándares voluntarios internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional. Toman como base para su elaboración las normas 8800 de la *British Standard*. Participaron en su desarrollo las principales organizaciones certificadoras del mundo, abarcando más de 15 países de Europa, Asia y América.

Estas normas buscan, a través de una gestión sistemática y estructurada, asegurar el mejoramiento de la salud y seguridad en el lugar de trabajo.

Las normas OHSAS 18000 han sido diseñadas para ser compatibles con los estándares de gestión ISO 9000 e ISO 14000, relacionados con materias de calidad y medio ambiente, respectivamente. De este modo facilita la integración de los sistemas de gestión para la calidad, el medio ambiente, la salud ocupacional y la seguridad en las empresas.

Estos sistemas comparten principios sistemáticos comunes de gestión basados, entre otros, en el mejoramiento continuo, el compromiso de toda la organización y en el cumplimiento de las normativas legales.

Las normas OHSAS 18000 no exigen requisitos para su aplicación. Han sido elaboradas para que las apliquen empresas y organizaciones de todo tipo y tamaño, sin importar su origen geográfico, social o cultural.

3.2.2. Manejo de residuos

La generación de residuos sólidos y vertido de residuos líquidos afecta directamente al medio ambiente. Esta actividad se conoce como impacto ambiental. Los perjuicios provocados son contaminación del suelo, del agua y disminución de recursos. Para el tratamiento de estos se sigue las etapas siguientes.

3.2.2.1. Generación de residuos

La actividad automotriz que se realiza en el taller Tecnicamp genera residuos en los procesos de mantenimiento que no tienen otro uso. Se obtienen los siguientes residuos dependiendo el tipo de mantenimiento que se ejecuta:

5 000 km; 15 000 km, 25 000 km; 35 000 km; 45 000 km; 55 000 km; 65 000 km; 75 000 km; 85 000 km; 95 000 km.

- Aceite usado
- Filtros de combustible y aceite
- Guaipes, papel, cartón

10 000 km; 30 000 km; 50 000 km; 60 000 km.

- Aceites usados
- Filtros de combustible y aceite
- Filtros de aire
- Guaipes, papel, cartón, lijas con grasa y solventes
- Bujías
- Aerosoles
- Pastillas de frenos

20 000 km; 40 000 km; 80 000 km; 100 000 km.

- Aceites usados
- Refrigerante (40 000 km)
- Filtros de combustible y aceite
- Filtros de los inyectores
- Filtros de aire
- Guaipes, papel, cartón, lijas con grasa y solventes
- Bujías
- Aerosoles
- Pastillas de frenos
- Banda de accesorios (40 000 km)

Se clasifican como peligrosos y no peligrosos. Como sustento de la propuesta se indican los residuos generados. Son no peligrosos las maderas, papel, cartón, telas, neumáticos, cauchos, bandas, filtros de aire, chatarra de hierro, repuestos defectuosos, embragues, pastillas de freno entre otros. Los residuos que pueden afectar a la salud se consideran como peligrosos y son los aceites usados, grasas, ceras y solventes en guaipes, papeles,

franelas o recipientes, pinturas, baterías, amortiguadores hidráulicos, filtros de combustible y de aceite, refrigerante, líquido de frenos, entre los más sobresalientes.

3.2.2.2. Almacenamiento y recolección

En esta etapa se indica subjetivamente cómo retener temporalmente los desechos sólidos en tanto se procesan para su aprovechamiento y se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos. De acuerdo con los grupos antes enunciados, se presenta:

- Residuos no peligrosos

Se debe disponer de tanques para el almacenamiento, etiquetados para cada tipo de residuos y ubicados en cada una de las áreas. Las características para elegir los tanques son material resistente a la oxidación, la humedad y a su contenido.

Se debe determinar un espacio para ubicar la chatarra. Debe contar como mínimo con las siguientes características:

- Techo.
- Facilidad de acceso o maniobras de carga y descarga.
- Contar con las medidas necesarias y suficientes para el control de incendios, de acuerdo a las regulaciones establecidas por el cuerpo de bomberos.
- Identificar los tanques para la recolección utilizando cintas fijas o placas permanentes con denominaciones como “chatarra metálica”, “chatarra plástica”, “fibras”, entre otros.

- Residuos peligrosos

En locales dedicados a estas actividades se deberá almacenar estos residuos en tanques muy bien protegidos de la lluvia, identificados y señalizados. En ellos se recolectará desechos sólidos como filtros, pernos, cauchos, entre otros. Además, el lugar de almacenamiento deberá cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Contar con techo.
- Tener facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga.
- El piso debe ser impermeabilizado para evitar infiltraciones en el suelo.
- No debe existir ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua.
- Contar con las medidas necesarias y suficientes para el control de incendios, de acuerdo a las regulaciones establecidas por el cuerpo de bomberos.
- Identificar los tanques, para la recolección utilizando cintas fijas o placas permanentes con denominaciones como “aceite usado”, “sólidos”, “lodos”, “aceite filtrado”, entre otros.

3.2.2.3. Control y supervisión

Debido a la característica tóxica y peligrosa de los aceites usados, grasas, lubricantes usados y solventes hidrocarburos contaminados, se prohíbe:

- Residuos no peligrosos
- Arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento.

- Localizar contenedores de almacenamiento de desechos sólidos en áreas públicas. Sin embargo la entidad de aseo podrá permitir sulocalización en tales áreas cuando las necesidades del servicio lo hagan conveniente, o cuando un evento o situación específica lo exija.
- Quemar desechos sólidos en los contenedores de almacenamiento de desechos sólidos.
- Disponer o abandonar desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
- Verter cualquier clase de productos químicos (líquidos, sólidos, semisólidos y gaseosos), que por su naturaleza afecten a la salud o seguridad de las personas, produzcan daños a los pavimentos o afecten al ornato de la ciudad.
- Quemar desechos sólidos o desperdicios. Tampoco se podrá echar cenizas, colillas de cigarrillos u otros materiales encendidos en los contenedores de desechos sólidos o en las papeleras peatonales, los cuales deberán depositarse en un recipiente adecuado una vez apagados.
- Quemar desechos en el relleno sanitario y sus alrededores.
 - Residuos peligrosos
 - Descargarlos a los sistemas de alcantarillado o a un curso de agua.
 - Infiltrarlos en el suelo.
 - Quemarlos en mezclas con diésel o búnker en fuentes fijas de combustión que no alcancen la temperatura de combustión suficiente (mayor a 1200°c) para su adecuada destrucción.
 - Diluirlos utilizando fuentes de agua potable, de lluvia o de aguas subterráneas.

- Mezclarlos con aceites térmicos y/o dieléctricos u otros identificados como residuos altamente tóxicos y peligrosos.
- Entregar los aceites usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos contaminados a personas autorizadas por la unidad administrativa encargada de medio ambiente.
- Comercializar aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburos saturados.
- Realizar actividades en las aceras o en la vía pública, en las cuales se generen aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos contaminados, y cualquier otro uso que atente contra la salud de la población o la calidad ambiental.

3.2.2.4. Normativo medio ambiental ISO 14000

La normativa ISO 14000 especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental. Este es aplicable a cualquier organización con la finalidad de establecer, implementar, mantener y mejorar la gestión. Esta familia se compone por:

- ISO 14050:2005 gestión ambiental- fundamentos y vocabulario.
- ISO 14001:200 sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientaciones para su uso.
- ISO 14004:2004 sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.

Este conjunto implantado elevará los estándares ambientales de las organizaciones que lo adopten, recalcando que su implantación es voluntaria

por tratarse de una organización no gubernamental. Además, la norma ISO 14001:2004 es la única certificable y se complementa con la norma ISO 19011:2002. Estas indican las directrices para la auditoría de gestión de la calidad y/o ambiental.

Al implantar un sistema de gestión ambiental se tiene algunos beneficios tales como:

- Permite mejorar los procesos de trabajo, favoreciendo el ahorro de energía, agua, materias primas y la reducción y aprovechamiento de los residuos generados.

- Facilita la incorporación de nuevas tecnologías que mejoren los procesos de mantenimiento, resultando más eficaces en tiempos y materiales.

- Mejora continua y mejor aspecto visual del taller.

3.3. Propuesta del programa de mantenimiento

3.3.1. Formato para el registro de control de mantenimiento

3.3.1.1. Diseño de orden de trabajo, bitácoras de trabajo y registro de mantenimiento vehicular

Las órdenes de trabajo, bitácoras y registros de mantenimiento vehicular son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc.

Sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que debe estar presente en este instrumento de información, tales como el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudicó la producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento.

Todo esto con el fin de crear un orden específico en la producción. Para esto se diseñarán este tipo de documentos, que serán implementados en el taller automotriz.

Figura 11. Hoja de registro de control vehicular

LOGO		CONTRASEÑA	
ORDEN DE TRABAJO		ORDEN DE TRABAJO	
NOMBRE DEL CLIENTE		FIRMA DEL RECEPCIONISTA	
FIRMA DEL CLIENTE		FIRMA DEL RECEPCIONISTA	
T		T	
10101		10101	
ORDEN DE TRABAJO		ORDEN DE TRABAJO No.	
T		T	
10101		10101	
INDICADOR DE LUZ DE RETROCESO		INDICADOR DE LUZ DE RETROCESO	
mafuncionamiento del sistema de direccion hidraulico		mafuncionamiento del sistema de direccion hidraulico	
Indicador de posicion de caja de cambios automatico		Indicador de posicion de caja de cambios automatico	
led de apagado de overdrive		led de apagado de overdrive	
led de control de traccion		led de control de traccion	
led de control de estabilidad		led de control de estabilidad	
Indicador de derrape		Indicador de derrape	
Indicador de presion de neumatico		Indicador de presion de neumatico	
sistema de inmovilizador		sistema de inmovilizador	
Indicador automatico de luces		Indicador automatico de luces	
Indicador de posicion de velocidad		Indicador de posicion de velocidad	
Indicador de luz mecatronica		Indicador de luz mecatronica	
Indicador de neblineras		Indicador de neblineras	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Bitácora de trabajo

LOGOTIPO		ORDEN DE TRABAJO No.
fecha de entrada		
marca del vehículo		
modelo y año		
chassis		
No. De motor		
cilindros		
transmisión		
kilometraje		
TRABAJOS EJECUTADOS		
fecha de salida		
orden de trabajo		
registro de mantenimiento vehicular		
orden de repuestos y materiales		
el trabajo anterior fue ejecutado y recibido de conformidad el día de de		
firma del cliente	firma jefe de taller	firma mecánico

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Hoja de registro de control vehicular

LOGO		placa		fecha y hora		
				tarjeta de circulacion No.		
		marca				
		modelo		linea		
		serie motor				
No. De chasis						
color						
nombre			Y= SI	NF=no funciona	Q= quebrado/ rayado	N= NO
nit			PUNTOS DE CARROCERIA C OBS.			EXT. VEHICULO
cel						retrovisores
direccion						aros
e-mail						antena
INTERIOR DEL VEHICULO 						faros
						plumillas
			neblineras			
			talcos R/L			
			emblem a			
OBSERVACIONES			vidrios			
MALETERO DEL VEHICULO			sun roof			
			tapon gas			
			chapas			
			tapones de			
			aros			
MALETERO INTERIOR			faros laterales			
luz maletera	tricket			chapas		
llave ruedas	triangulos			manijas		
herramienta						
extintores					TIPO DE COMBUSTIBLE	KILOMETRAJE
llanta repuesto						
llave de pernos de ruedas						ORDEN NUMERO No.
					T 10101	

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.2. Diseño de hoja de diagnóstico

Tabla XVI. Hoja de diagnóstico motor

Motor y su rendimiento			
		i	o
1.	El motor no gira cuando se trata de poner en marcha		
2.	El motor gira pero no comienza		
3.	El motor gira sin girar el motor		
4.	El motor es difícil de poner en marcha cuando está frío		
5.	El motor es difícil de poner en marcha cuando está caliente		
6.	Motor de arranque muy ruidoso cuando se pone en marcha el motor		
7.	El motor arranca pero se apaga inmediatamente		
8.	El motor falla o funciona erráticamente en marcha mínima		
9.	El motor falla en marcha mínima		
10.	Velocidad excesiva de marcha mínima		
11.	La batería no mantiene la carga		
12.	La luz del alternador se queda prendida		
13.	La luz del alternador no se prende cuando se pone interruptor encendido		
14.	El motor falla en todas las revoluciones		
15.	El motor titubea durante la aceleración		
16.	El motor se apaga		

Continuación de tabla XVI

17.	Al motor le falta poder		
18.	El motor hace explosiones		
19.	El motor titubea cuando el acelerador se mantiene		
20.	sin moverse		
21.	Sonidos de golpeteo o detonaciones del motor durante aceleración o subiendo cuestas		
22.	El motor continúa funcionando después de apagado		
23.	La luz de aceite se apaga un rato después de encendido el motor		
24.	Consumo de aceite excesivo		
25.	Consumo excesivo de combustible		
26.	Olor de combustible		
27.	Ruidos extraños en el motor		
Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Hoja de diagnóstico sistema de enfriamiento**

Sistema de enfriamiento		
	i	o
1. Sobrecalentamiento		
2. Sobreenfriamiento		
3. Fuga externa de anticongelante		
4. Pérdida anormal de anticongelante		
5. Circulación pobre de anticongelante		
6. Corrosión en el depósito o en las tuberías		
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Hoja de diagnóstico transmisión mecánica**

Transmision mecánica		
1.	Ruido en neutral con el motor funcionando	
2.	Ruidos en todas las velocidades	
3.	Ruido en alguna velocidad en particular	
4.	Fuga de aceite	
5.	Difícil de conectar la velocidad parado	
6.	Ruido mientras se cambia de velocidad	
7.	Se desconecta la velocidad mientras va en marcha	
8.	Difícil de conectar la velocidad en marcha	
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Hoja de diagnóstico embrague

Embrague		
	i	o
1. No desembraga (pedal deprimido hasta el piso y no entran libremente las velocidades)		
2. El embrague resbala (la velocidad del motor aumenta sin incrementar la velocidad del automóvil)		
3. El embrague (vibra) tan pronto hace contacto		
4. El embrague hace ruido con el pedal suelto		
5. El embrague hace ruido con el pedal presionado		
6. El pedal del embrague se queda en el piso cuando se embraga y desembraga		
7. Fugas de líquido en el piso o nivel de líquido en el depósito bajo		
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Hoja de diagnóstico transmisión automática

Transmision automática		
	i	o
1. Fugas de fluido		
2. Problemas generales en el mecanismo de cambio		
3. La transmisión no baja de velocidad con el acelerador a fondo		
4. Patina o resbala, cambios ásperos, o no entra la velocidad hacia el frente o hacia atrás estando parado		
5. El motor arranca en todas las velocidades a la hora de ponerlo en marcha		
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Hoja de diagnóstico flechas o juntas cardánicas**

Flechas o juntas cardánicas		
	i	o
1. Fuga de aceite al frente de la flecha		
2. Golpetea no más empieza a moverse el automóvil		
3. Sonidos consistentes cuando hace un giro a la derecha o izquierda		
4. Vibra		
5. Sonido como raspando		
6. Ruido como chiflido		
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Hoja de diagnóstico eje trasero o diferencial

Eje trasero o diferencial		
	i	o
1. Ruidos extraños en eje trasero		
2. Sonido de golpeteo como de campana		
3. Ruido cuando gira		
4. Vibración		
5. Fuga de aceite		
6. Ruido como chiflido		
Observaciones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Hoja de diagnóstico caja de transferencia

Caja de transferencia		i	o
1.	Ruidos extraños		
2.	Sonido de golpeteo como de campana		
3.	Se desconecta la tracción en las cuatro ruedas solo		
4.	Difícil de cambiar de transferencia al rango deseado		
5.	Fuga de aceite		
6.	Ruido como chiflido		
Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Hoja de diagnóstico frenos**

Frenos		i	o
1.	El automóvil se va hacia un lado cuando se presiona el freno		
2.	Ruido (chillidos, chiflidos, ruidos ásperos)		
3.	Juego excesivo del pedal de frenos		
4.	Pedal de freno esponjoso		
5.	Necesita de mucho esfuerzo para frenar el automóvil		
6.	El pedal se va hasta el suelo con pequeña resistencia		
7.	El pedal de freno pulsa o vibra al momento de frenado		
8.	Los frenos se quedan pegados después de usar el automóvil		
9.	Los frenos se bloquean bajo la aplicación liviana del pedal		
10.	Los frenos se bloquean bajo la aplicación pesada del pedal		
11.	Fugas de aceite o bajo nivel de líquido en el depósito		
Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Hoja de diagnóstico suspensión y sistema de la dirección

Suspension y sistema de la dirección		i	o
1.	El automóvil gira hacia un lado		
2.	Vibraciones en el volante		
3.	Ruido excesivo o sonido de rodamiento cuando se gira en una esquina o se frena		
4.	Inestabilidad en general		
5.	Dirección excesivamente dura		
6.	Juego excesivo en la dirección		
7.	Volante no regresa a su posición original o posición recta		
8.	El esfuerzo del volante no es el mismo en dirección derecha e izquierda		
9.	Ruido en la bomba de dirección		
10.	Desgaste excesivo de los neumáticos en el lado de afuera		
11.	Desgaste excesivo de los neumáticos en el lado de adentro		
Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.3. Diseño de orden de repuestos y materiales

Tabla XXVI. Hoja de orden de repuestos y materiales

LOGO DE LA EMPRESA			DATOS DE LA EMPRESA		
ORDEN DE TRABAJO					
FECHA Y HORA					
SOLICITADO POR					
TRABAJO SOLICITADO					
RECURSOS NECESARIOS					
MATERIALES		EQUIPO NECESARIO		REPUESTOS	
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD	DESCRIPCION
FECHA DE SOLICITUD		FECHA DE SOLICITUD		FECHA DE SOLICITUD	
TRABAJ.	ENCARGADO	TRABAJ.	ENCARGADO	TRABAJ.	ENCARGADO
FECHA DE ENTREGA		FECHA DE ENTREGA		FECHA DE ENTREGA	

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.4. Diseño de orden de trabajo para el mantenimiento preventivo

3.3.1.4.1. Menor, intermedio y mayor

Tabla XXVII. Guia de servicio de mantenimiento

GUIA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO		Men.	Int.	May.
LUCES	luz media			
	luz baja			
	luz alta			
	luces intermitentes			
	luces de retroceso			
MOTOR	aceite de motor			
	filtro de aceite			
	filtro de aire			
	filtro de gasolina			
	bujias			
	faja de tiempo			
	cadena de tiempo			
	calibre de valvulas			
candelas de precalentamiento (diesel)				
FRENOS	tambor			
	discos			
	forros de zapatas			
	forros de pastillas			
	fugas en mangueras, uniones o tuberias			

Continuación tabla XXVII

SUSPENSION Y DIRECCION	hojas de ballestas			
	suspension mackpearson			
	suspension articulada			
	amortiguadores			
	cabezales			
	rotulas			
	neumaticos			
	engrasado de cojinetes			
	aceite de caja			
TRANSMISION DE POTENCIA	embrague			
	bomba auxiliar y fugas			
	caja de cambios mecanica			
	aceite de caja de cambios mecanica			
	aceite de caja de cambios automatica			
	filtro de aceite de caja automatica			
	aceite de diferencial			
OBSERVACIONES				

Fuente: elaboración propia

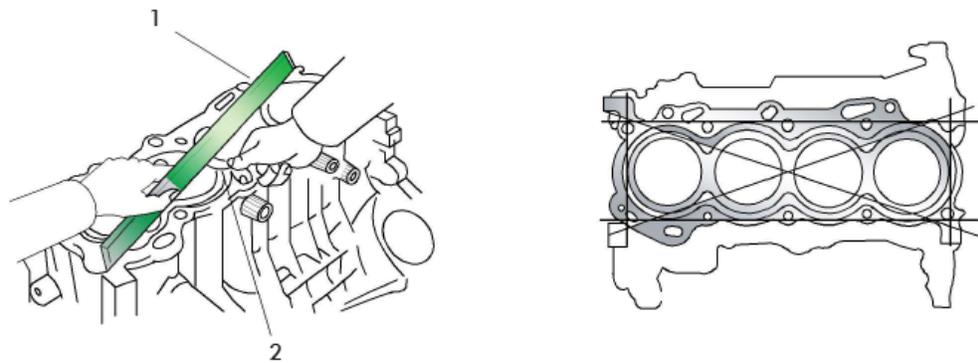
3.3.1.5. Diseño de orden de trabajo para el mantenimiento correctivo

3.3.1.5.1. Motor

Planitud del bloque de cilindros

Utilice un calibrador de hojas y la escuadra en varias zonas para verificar si la superficie del bloque de cilindros está pandeada o torcida. Compárelo con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, rectifíquela o cámbiela si es necesario.

Figura 14. **Planitud del bloque de motor.**



- 1. Regla de precisión.
- 2. Calibrador de hojas.

Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

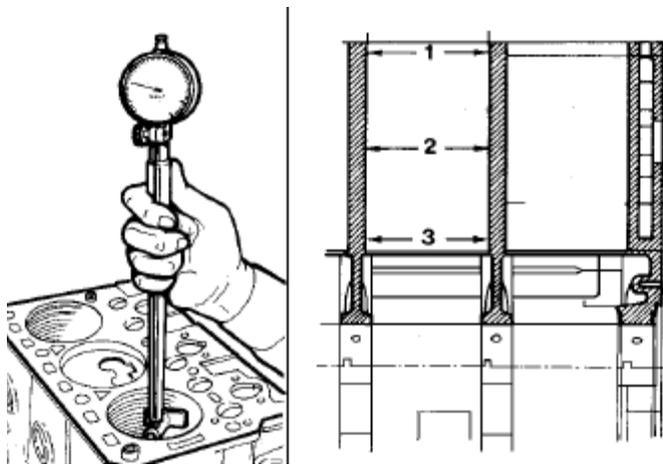
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Conicidad de los cilindros

Compare las medidas 1, 2 y 3 del cilindro. Luego, verifique si el cilindro tiene forma cónica y compare con especificaciones del fabricante. Este procedimiento debe hacerlo en todos los cilindros. Ejemplo, si la medida 1 tiene de diámetro 15 cm, la medida 2 tiene de diámetro 14 cm y la medida 3 tiene de diámetro 13 cm, quiere decir que el cilindro está cónico.

Figura 15.C Conicidad de los cilindros



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

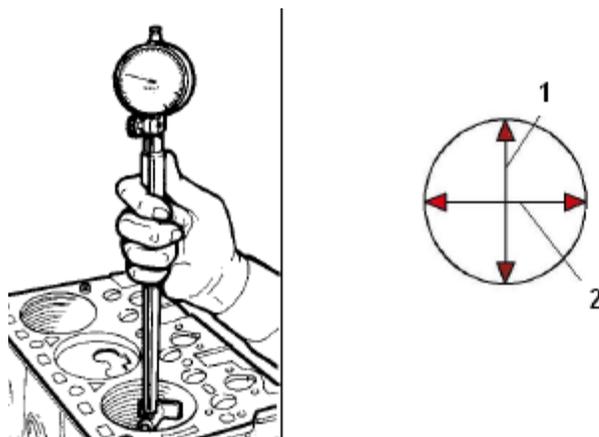
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Ovalamiento de los cilindros

Compare las medidas 1 y 2 del cilindro. Luego,verifique si el cilindro tiene forma de óvalo y compare medida con especificaciones del fabricante (ver Figura 16). Ejemplo, si la medida 1 tiene de diámetro 15 cm. y la medida 2 tiene de diámetro 15,5 cm, quiere decir que el cilindro esta cónico.

Figura 16. Ovalamiento de los cilindros



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

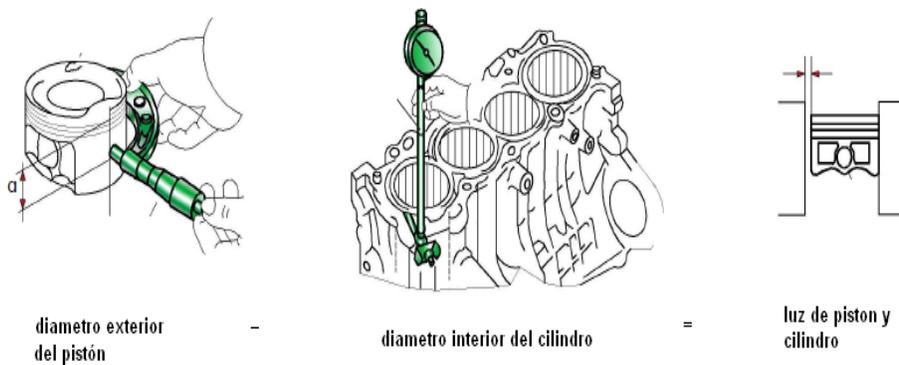
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Holgura entre cilindro y pistón.

Utilice un micrómetro para medir el diámetro exterior del pistón y un vernier para medir el diámetro interior del cilindro. Calcule la separación y compárelo con las especificaciones del fabricante. Si excede el límite, rectificar y si es necesario, cambiar medida de pistones. Realice el mismo procedimiento para cada cilindro.

Figura 17. **Holgura entre cilindro y pistón.**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

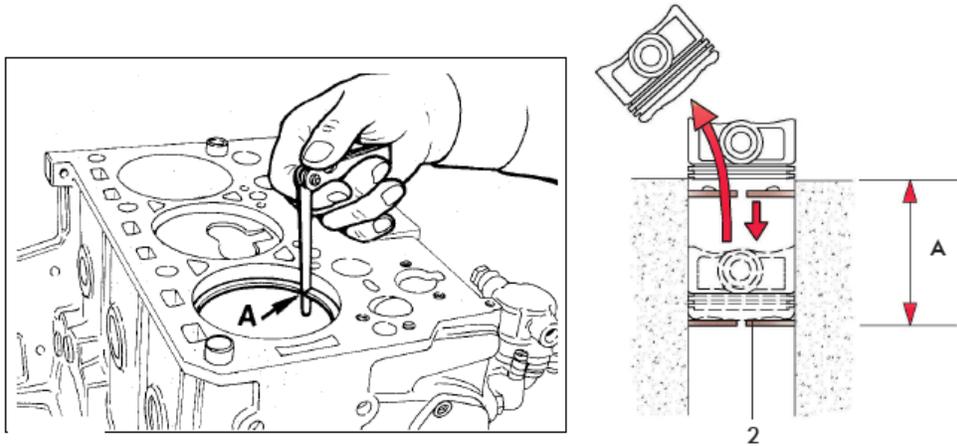
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Luz de anillos

Utilice el pistón para empujar el anillo de pistón en el cilindro. Coloque el anillo horizontal y use un calibrador de hojas para hacer una medición en la posición especificada. Si la separación en la punta es demasiado grande, la presión de compresión se escapará por la separación. Para medir la separación en la punta en condiciones de instalación actual, inserte el anillo de pistón en el cilindro. La dimensión "a" es diferente según el modelo. Consulte el manual de especificaciones del fabricante del motor.

Figura 18. **Holgura luz de anillos**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

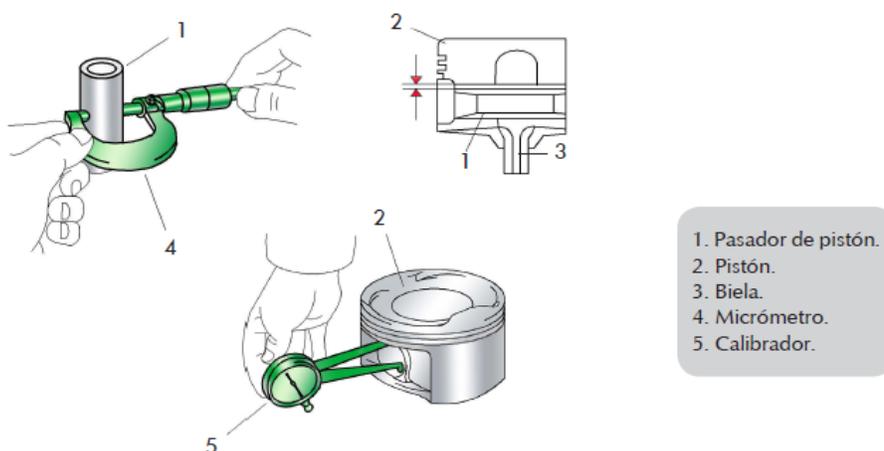
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Holgura entre pasador y pistón

Utilice un micrómetro para medir el diámetro exterior del pasador de pistón y el comparador de carátula para medir el diámetro interior del orificio del pasador de pistón. Calcule el espacio y compare con especificaciones del manual del fabricante del motor. Si excede las especificaciones del fabricante, reemplazar pieza.

Figura 19. **Holgura luz de anillos**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

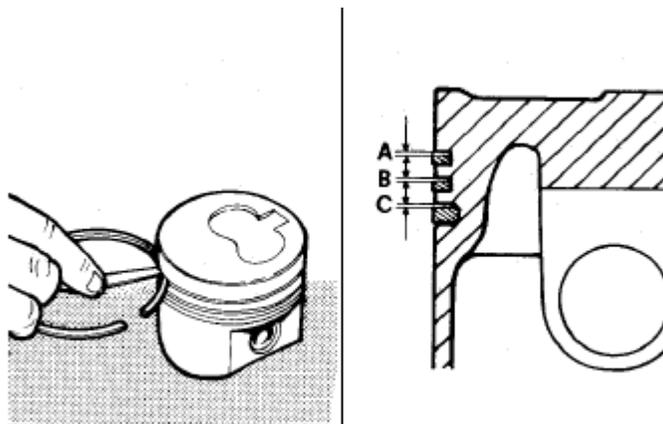
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Holgura entre anillos y ranura del pistón

Utilice un calibrador de hojas para medir el espacio entre el aro o anillo y la ranura del pistón. Si el espacio es demasiado grande, aumenta el consumo de aceite. También produce un ruido anormal. Una holgura demasiado pequeña puede provocar daños en el anillo de pistón o paredes interiores del cilindro debido a la expansión térmica. La magnitud del desgaste se refiere a las aristas exteriores de la ranura que serán medidas.

Figura 20. **Holgura entre anillos y ranura del pistón**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

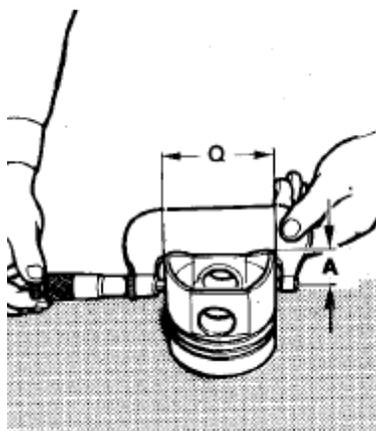
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Desgaste en falda de pistón

Compruebe la medida del pistón utilizando un micrómetro de exteriores. Si el desgaste es excesivo, reemplácelo, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Si excede el límite, cambie la pieza.

Figura 21. **Desgaste en falda del pistón**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

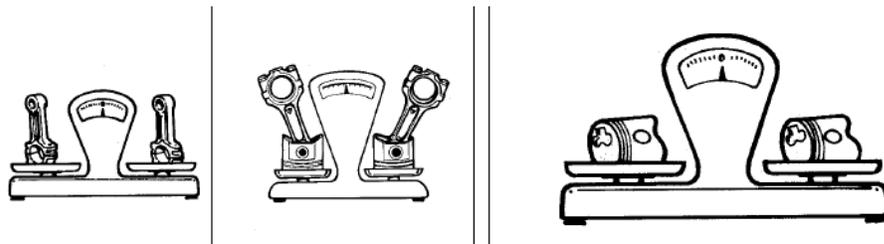
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Peso de pistones y bielas

Para evitar desequilibrios en el funcionamiento del motor, verificar el peso de pistones y bielas. Para evitar este problema, comparar con las especificaciones del fabricante. Si alguna biela excede su peso estipulado, cambiar todas las bielas.

Figura 22. **Peso de pistones y bielas**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

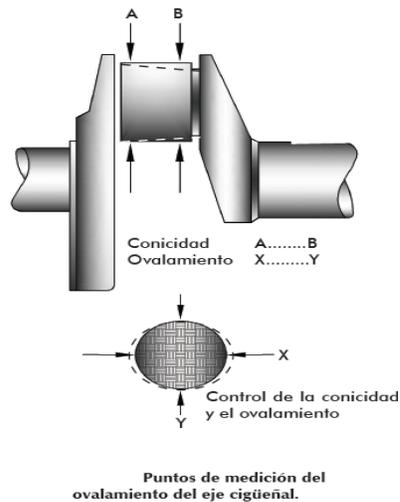
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Ovalamiento y conicidad de muñones de cigüeñal

Mida la circunferencia de los muñones del eje cigüeñal con un micrómetro de exteriores. Para ello, debe realizar varias mediciones al muñón de manera longitudinal. Compare estas mediciones con las especificaciones del fabricante.

Figura 23. **Ovalamiento y conicidad de muñones de cigüeñal**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

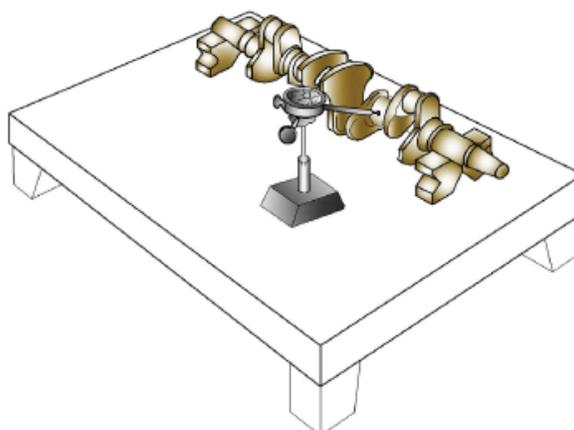
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Deformación longitudinal del cigüeñal

Instale el eje cigüeñal sobre dos bases. En sus extremos, coloque en el centro un micrómetro de carátula o comparador de cuadrante. Luego gire lentamente el eje cigüeñal y observe la deformación. Si esta se encuentra fuera de la especificación del fabricante, debe reemplazar el eje cigüeñal.

Figura 24. **Deformación longitudinal del cigüeñal**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

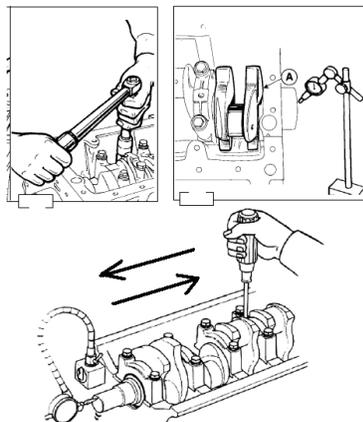
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Juego axial del cigüeñal

Con todas las bancadas de eje cigüeñal apretadas al torque específico, proceda a medir el juego axial del eje cigüeñal. Aplique fuerza en un extremo al eje cigüeñal y luego mida en el juego axial con un comparador de carátula y compare con las especificaciones del fabricante. Si excede las especificaciones, cambiar cojinetes axiales y rectificar cigüeñal.

Figura 25. **Juego axial del cigüeñal**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

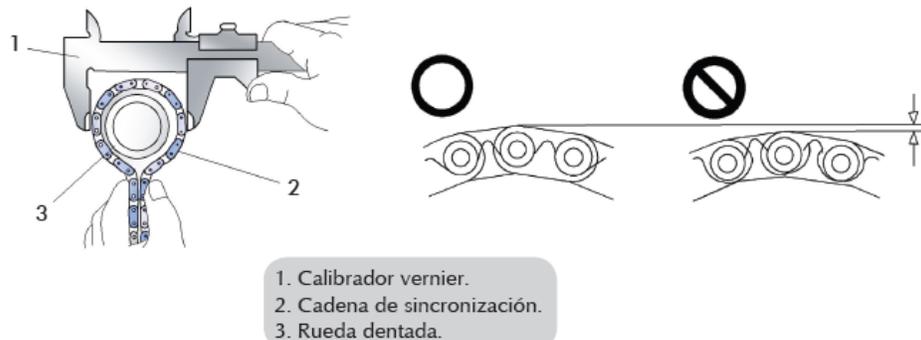
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Verificación de engranaje y cadena

Utilice calibrador vernier para medir el diámetro exterior de rueda dentada de sincronización. El desgaste de la rueda dentada hace que la cadena quede calzada completamente en esta, reduciendo el diámetro exterior de la cadena, cuando esta está montada sobre la rueda dentada. Por lo tanto, monte la cadena sobre la rueda y mida el diámetro exterior de la cadena para determinar si la rueda está normal.

Figura 26. Verificación de engranaje y cadena



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

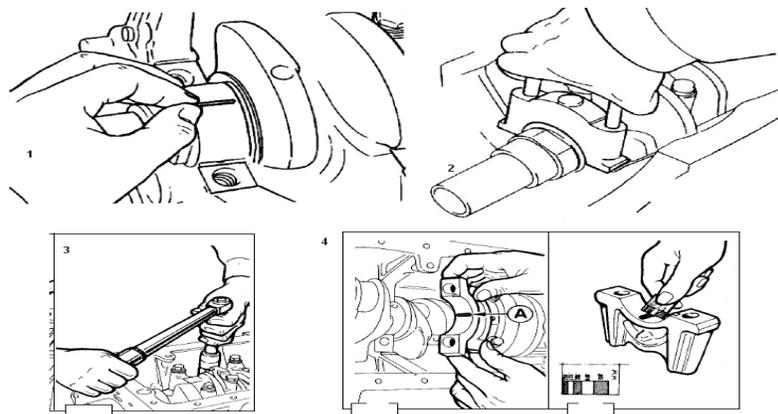
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Luz de aceite de muñones centrales y de biela

Para esta medida utilice un calibrador plástico (plastigage) para hacer esta medida. Coloque el eje cigüeñal en sus bancadas y limpie muñones y tapas de muñones (las tapas tiene que ir con los cojinetes de bielas). Coloque la tira de plastigage y de su torque específico; luego quite las tapas del eje cigüeñal y de biela, sin girar el eje porque se pierde la medida, y mida la luz que indique. Compare con especificaciones del fabricante. Si la luz es demasiado pequeña, el lubricante no penetrará correctamente y habrá desgaste y roce de piezas. Si la luz es demasiado grande, la presión no se mantendrá y habrá desgaste y roce de piezas.

Figura 27. Luz de aceite de muñones centrales y de biela



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

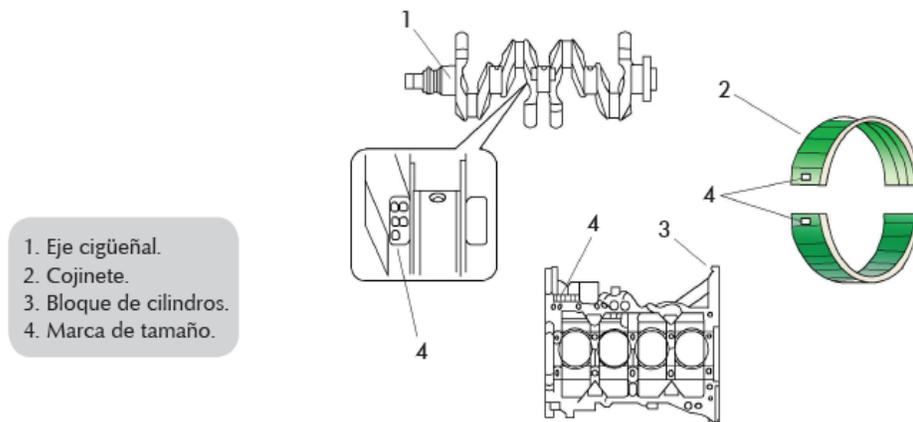
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Verificación de cojinetes de eje de biela y de cigüeñal

Antes del montaje de los cojinetes de biela, es importante revisar que los orificios de lubricación estén limpios, tanto el de alojamiento como el del cojinete. Luego, revise que el cojinete sea del mismo tamaño del que se reemplazará. Para ello, cada cojinete, tapa de cojinete de eje cigüeñal y bloque de cilindros tiene una marca de tamaño.

Figura 28. Verificación de cojinetes de eje de biela y de cigüeñal



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Estado de la faja de tiempo

Verifique la faja por ambos lados, observando rajaduras, quebraduras, desgaste de dientes, con el fin de evitar posibles problemas más adelante. Si su faja presenta este tipo de problemas, reemplazarla por una nueva llevando siempre el control de cambio de la misma. Comúnmente se cambia cada 60 000 km a 80 000 km o lo que especifique el fabricante.

Figura 29. Estado de la faja de tiempo



Quebradura del diente de la faja.



Grietas en el diente de la faja.



Grietas en el dorso de la faja.



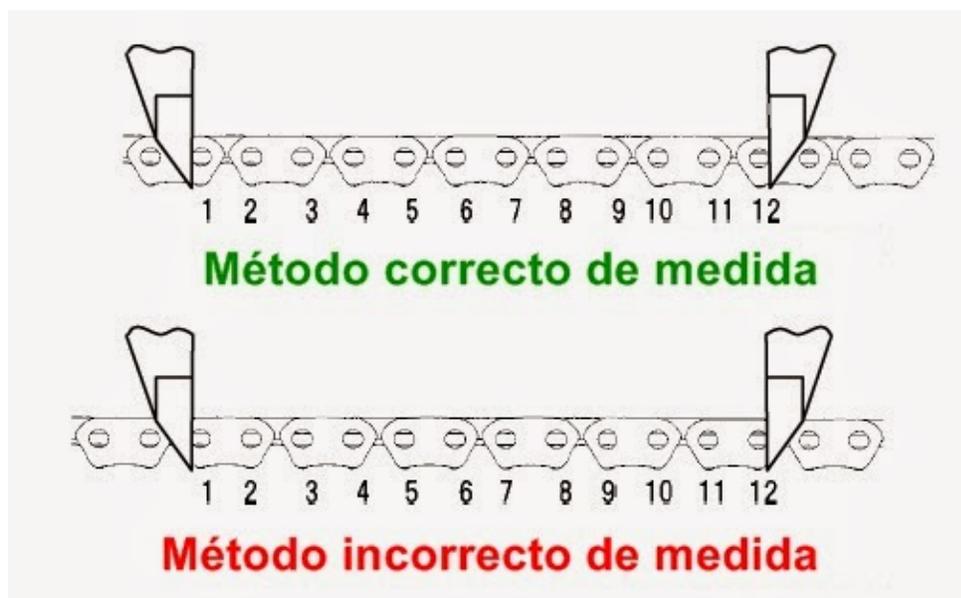
Desgaste lateral de la faja.

Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

Alargamiento de la cadena

Chequee el alargamiento de la cadena. Mida la longitud de 17 eslabones con la cadena estirada, repita la medida en tres partes diferentes de la cadena. Si la medida excede el límite especificado por el fabricante, reemplazar la cadena.

Figura 30. **Alargamiento de la cadena**

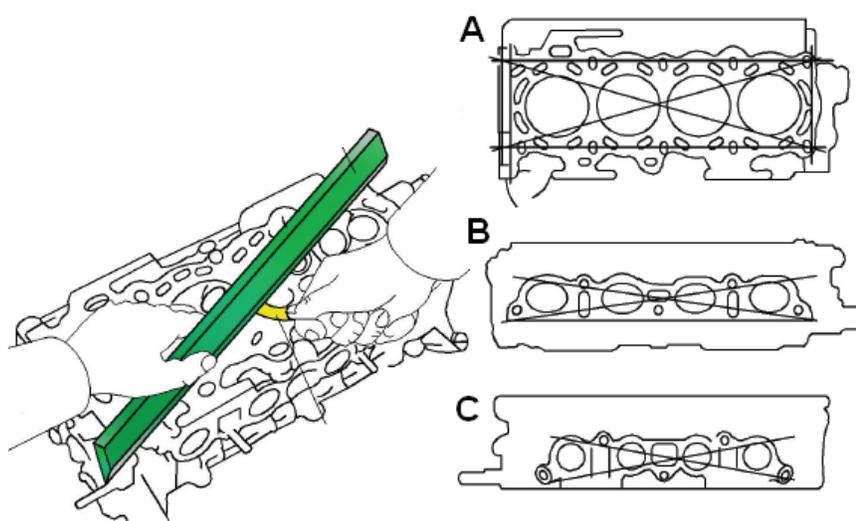


Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

Plenitud de la cabeza de cilindros

Utilice un calibrador de hojas y la escuadra para verificar si la superficie y las lumbreras de admisión y escape de la cabeza de cilindros están pandeadas o torcidas. Compárelo con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, rectifíquela.

Figura 31. **Plenitud de la cabeza de cilindros**



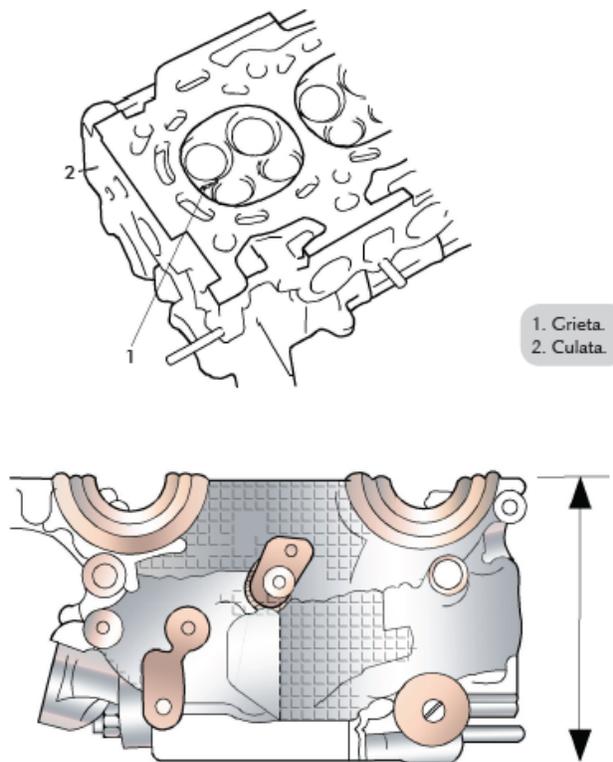
A Lado del bloque de cilindros.
B Lado del múltiple de admisión.
C Lado del múltiple del escape.

Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

Revision de fisuras y altura de la cabeza de cilindro

- Revise que la cabeza de cilindros no tenga fallas como fisuras.
- Revise la altura de la cabeza de cilindros como en la figura y compare con especificaciones del fabricante.

Figura 32. **Revisión de fisuras y altura de la cabeza de cilindro**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

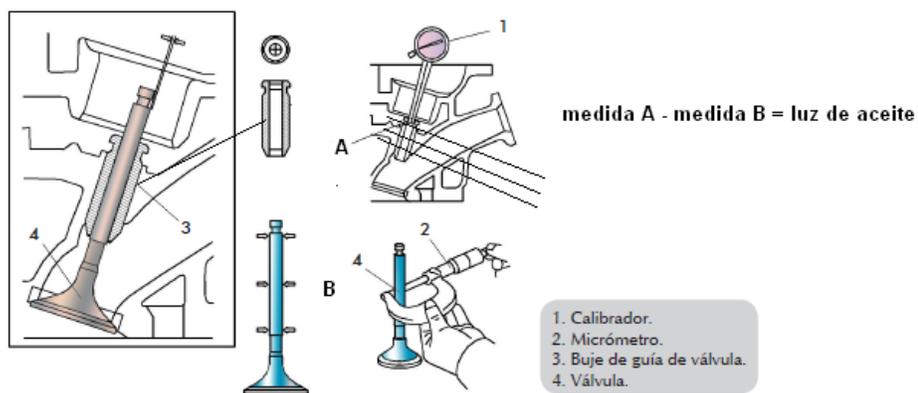
Altura de la cabeza de cilindros y compárela con especificaciones del fabricante.

Medida de la altura	Especificaciones del fabricante
Medida rectificada	

Luz de guía y vástago de válvula

Con un micrómetro mida el diámetro externo del vástago de la válvula en tres diferentes posiciones. Luego, con un comparador de carátula mida el diámetro interno de la guía de la válvula en las mismas tres posiciones. A continuación reste las medidas y le dará la luz de la guía de la válvula con el vástago de la cabeza de cilindros. Compárelo con las especificaciones del fabricante y si excede el límite, reemplácela.

Figura 33. Luz de guía y vástago de válvula



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

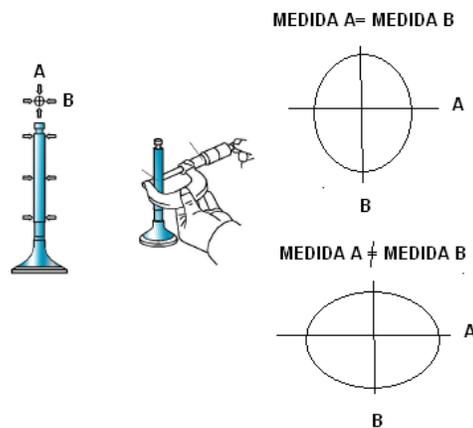
Mida el vástago compárelo con especificaciones del fabricante

Vástago y guía rectificadas

Ovalamiento de guía de válvula

Con un comparador de carátula mida el diámetro interno de la guía de la válvula en tres diferentes posiciones. Luego haga otra medida a 90° en la guía de la válvula en las mismas tres posiciones. Compare las medidas; si no son similares su guía de válvula está ovalada: reemplácela.

Figura 34. Ovalamiento de guía de válvula



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

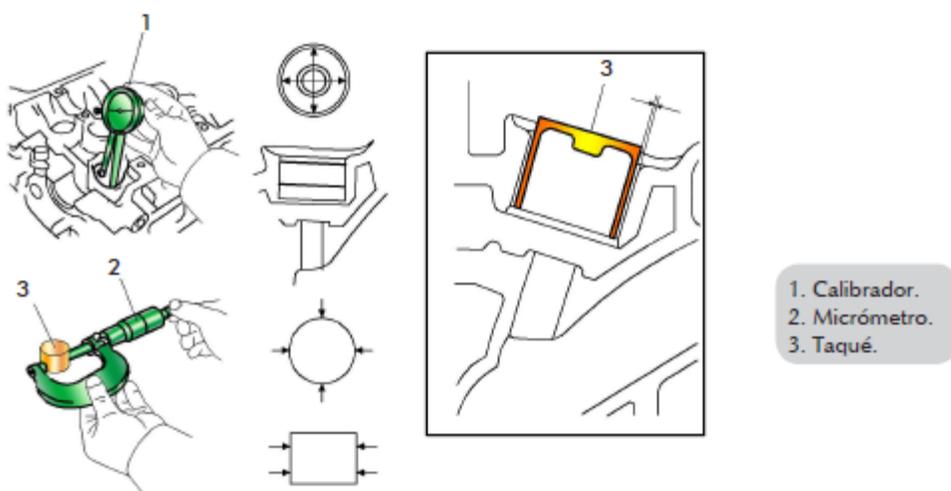
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Luz de taqué y guía o asiento de taqué

Utilice el comparador de carátula para medir el diámetro interior del orificio del taqué y un micrómetro para medir el diámetro exterior del taqué. Reste la medida y así obtiene la luz del taqué. Compárelo con especificaciones del fabricante si excede el límite, reemplácelo.

Figura 35. Luz de taque y guía o asiento de taque



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

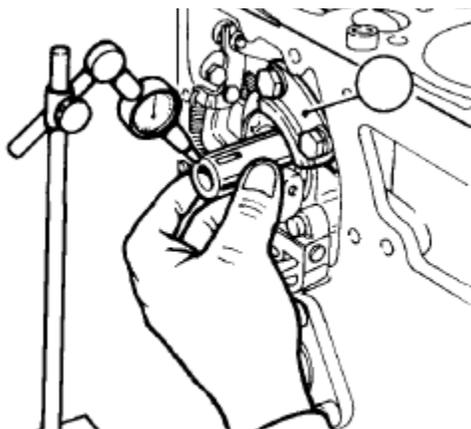
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Luz o juego axial del eje de levas

Poner en posición el comparador en la superficie frontal del árbol de levas; empujar hacia el interior y tirar hacia el exterior el árbol de levas. El valor del juego axial no debe exceder según lo especificado por el fabricante. Si excede el límite, reemplace las bancadas del eje de levas.

Figura 36. Luz o juego axial del eje de levas



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

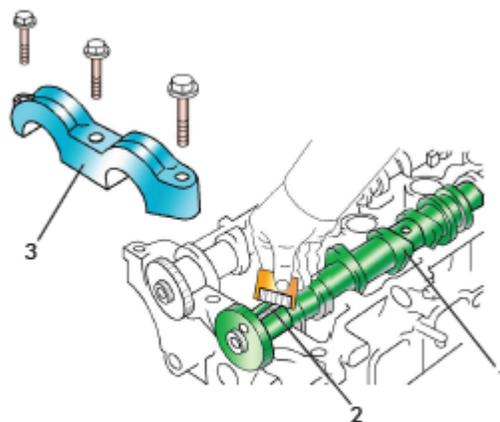
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Luz de aceite del eje de levas

Utilice un calibrador plástico o plastigage para hacer este tipo de medición. Coloque el eje de levas en las bancadas de la culata y ponga una pequeña tira de calibrador plástico (ver figura). Coloque los tornillos y torquee según especificaciones del fabricante. Luego afloje los tornillos de fijación del eje de levas. Mida cuánto aplastó el calibrador plástico y compárelo con especificaciones del fabricante. Si excede el límite reemplace bancadas de fijación del eje de levas.

Figura 37. Luz de aceite del eje de levas



1. Eje de levas.
2. Calibrador de plástico (plastigage).
3. Tapa de cojinetes del eje de levas.

Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

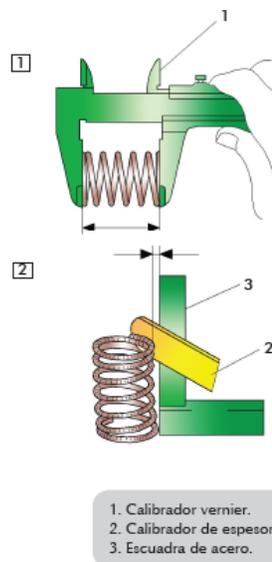
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Resorte de válvulas

Comprobar las condiciones generales de los muelles de las válvulas, sustituirlos si presentan daños o si han perdido sus características elásticas originales. Comprobar con un calibrador Vernier la longitud libre y con un calibrador de hojas y la escuadra la desviación del resorte. Comparar con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplazarlos.

Figura 38. Resorte de válvulas



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

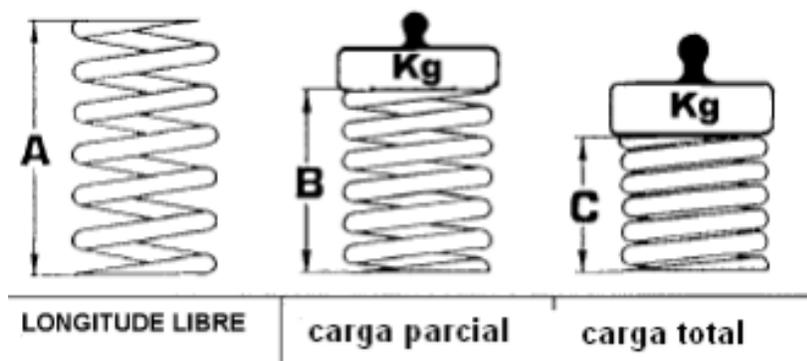
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Resorte de válvulas

Comprobar (con un dinamómetro) que la longitud bajo carga corresponda a los valores nominales según fabricante. Comparar con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplazarlos.

Figura 39. **Altura de resorte de válvulas**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

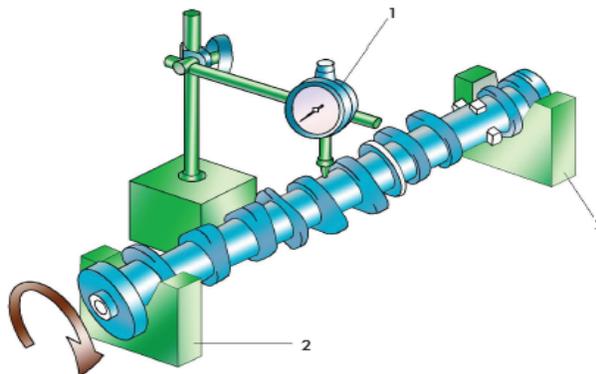
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Descentramiento del eje de levas

Coloque el eje de levas sobre bloques trapezoidales y utilice un comparador de carátula, hágalo girar y tome la lectura para medir la deflexión. Comparar con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplazarlos.

Figura 40. **Descentramiento del eje de levas**



1. Calibrador de cuadrante.
2. Bloques trapezoidales.

Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

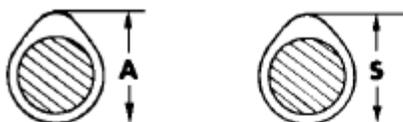
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Altura del lóbulo de la leva

Utilice un micrómetro para verificar la altura del lóbulo de la leva. Comparar con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplazarlos.

Figura 41. **Altura del lóbulo de la leva**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

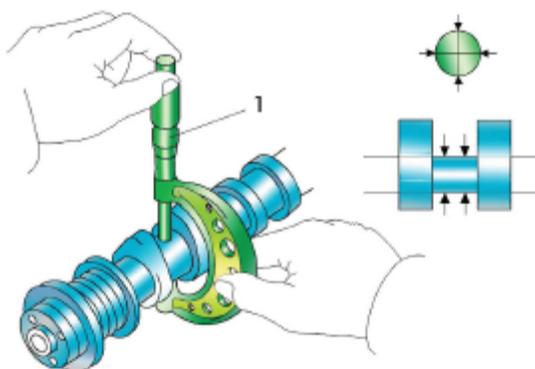
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Diámetro del muñón

Usando un micrómetro mida el diámetro de cada uno de los muñones que soporta la leva. Tome la medida en dos ubicaciones en cada muñón cada 90°. Haga la resta de las medidas y compare si el muñón está ovalado. Comparar con las especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplazarlos.

Figura 42. **Diámetro del muñón**



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

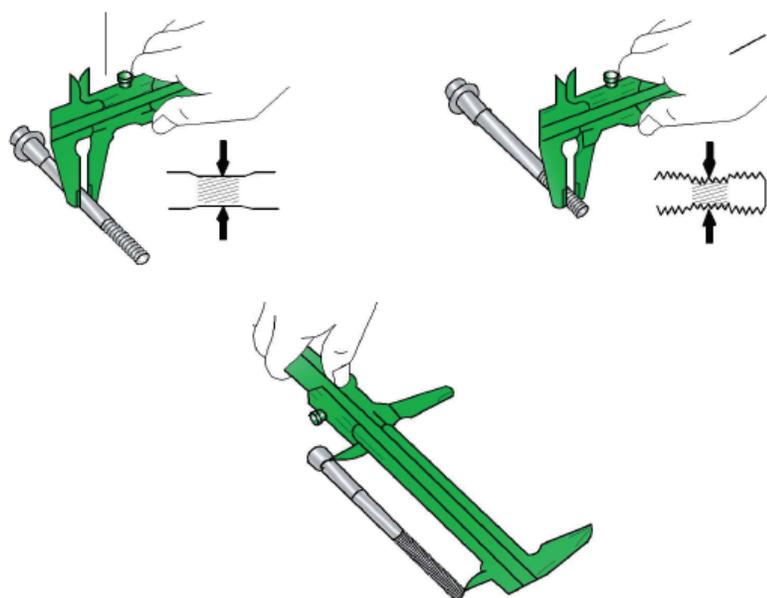
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Verificación de pernos

Como estos pernos se alargan gradualmente cada vez que se utilizan, mida la longitud y diámetro exterior de cada uno para determinar si lo puede volver a usar, según especificaciones del manual del fabricante.

Figura 43. Verificación de pernos



Fuente: ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, enero de 2015. 657 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

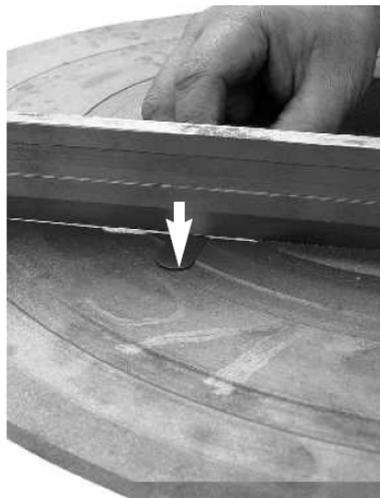
Medida rectificada

3.3.1.5.2. Sistema de embrague

Torcedura del plato de presión

Revisar torcedura en el plato de presión con una escuadra y un calibrador de hojas como mínimo en tres posiciones diferentes. Verifique según especificaciones del fabricante; si excede los límites, reemplazarlo.

Figura 44. Torcedura del plato de presión



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

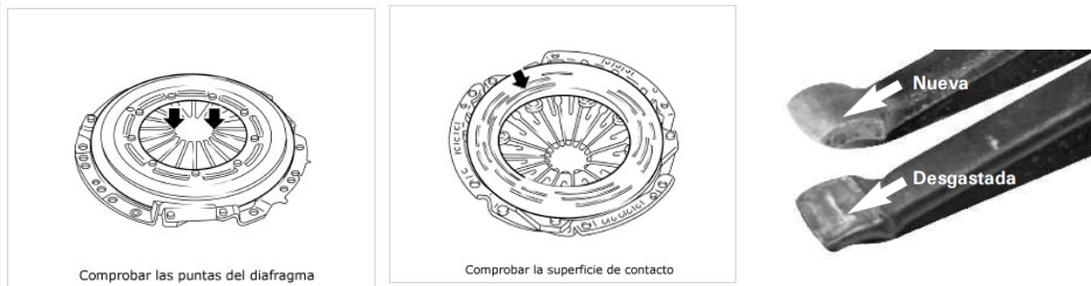
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Desgaste en patillas, anillos y plato de presión

Comprobar si las patillas de las lengüetas del diafragma presentan señales de desgaste excesivo o puntos quemados. Comprobar que las superficies de asiento en el volante de inercia y en el plato de presión no presentan deformaciones ni ralladuras; en caso contrario, es conveniente rectificar o cambiar estas superficies, según especificaciones del fabricante.

Figura 45. **Desgaste en patillas, anillos y plato de presión**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

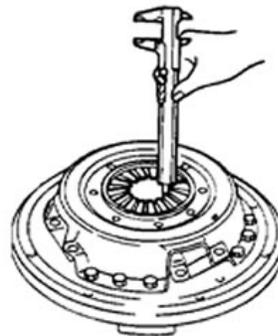
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Altura de patillas

Comprobar las patillas midiendo la altura de sus puntas, que debe ser igual para todas. Verifique según especificaciones del fabricante; si no cumple con las especificaciones, cambiar por una nueva. Revise de no tener ningún tipo de desgaste en su zona de acoplamiento con el cojinete de empuje (collarín). **Nota: si las cara del plato de apriete están carbonizadas de color azulado, rayadas en exceso, todas escamosas, que se observe desprendimiento de material o desgaste excesivo, reemplazarlo.**

Figura 46. **Altura de patillas**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

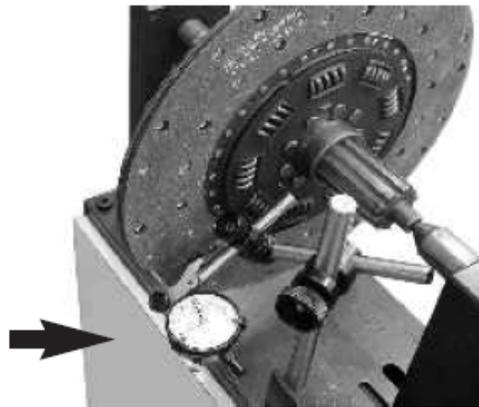
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Descentramiento del disco

Con un comparador de carátula y una base apropiada, haga girar el disco y verifique el descentramiento del mismo. Compare con especificaciones del fabricante. Si excede sus límites, reemplazar.

Figura 47. **Descentramiento del disco**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

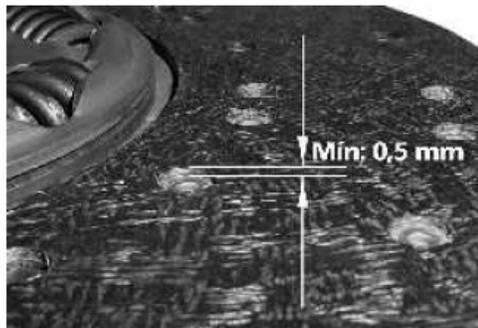
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Espesor en pastas del disco de embrague

Con un Vernier verifique la mínima profundidad permisible de los remaches que sujetan las pastas del embrague. Verifique según especificaciones del fabricante y si excede sus límites, reemplace.

Figura 48. **Espesor en pastas del disco de embrague**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. Manual de automóviles. 51 ed. España : Dosat, 1994. 957 p.

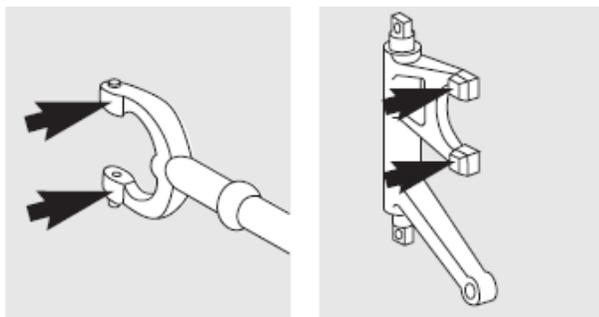
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Horquilla de empuje

Examine que los puntos de contacto de empuje no estén desgastados ni dañados, que no estén deformados, ni tenga excesivo juego. Compare el juego con especificaciones de fabricante y si excede sus límites, reemplazarlo.

Figura 49. **Horquilla de empuje**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

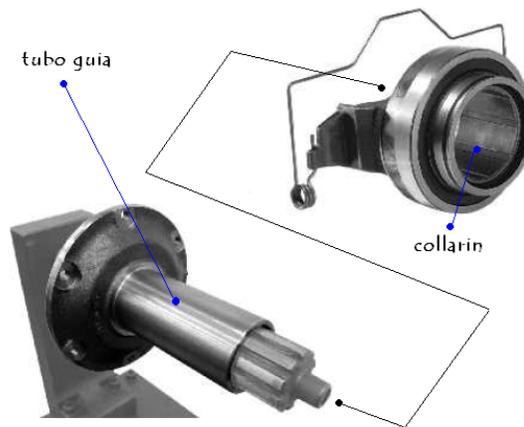
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Collarín y tubo guía

Examine si el collarín gira libremente y verifique que no haya mucho desgaste en su anillo de presión con las patillas o la horquilla de empuje. Verifique si el collarín se desliza libremente por el tubo guía.

Figura 50. **Collarín y tubo guía**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Ajuste del recorrido muerto del pedal de embrague

Medir el recorrido del pedal de embrague antes de que se perciba la conexión del embrague. Si el recorrido libre (c) no está dentro de lo especificado, ajustar el varillaje o mecanismo de accionamiento con el que fue diseñado.

Valor especificado

Recorrido libre del pedal de embrague -distancia	$32 \pm 5 \text{ mm}$	(1- $1/2 \pm 3/16 \text{ in}$)
--	-----------------------	------------------------------------

1. Aflojar las tuercas de inmovilización (a).

2. Girar el tensor (b):

El giro hacia la izquierda aumenta la holgura

El giro hacia la derecha disminuye la holgura

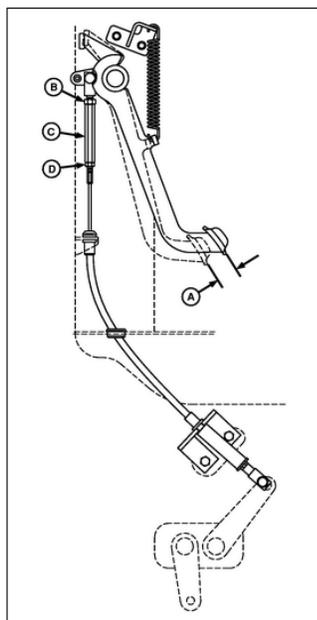
3. Ajustar las tuercas de inmovilización.

a-tuercas de inmovilización

b-tensor

c-distancia del recorrido libre

Figura 51. **Ajuste del recorrido muerto del pedal de embrague**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

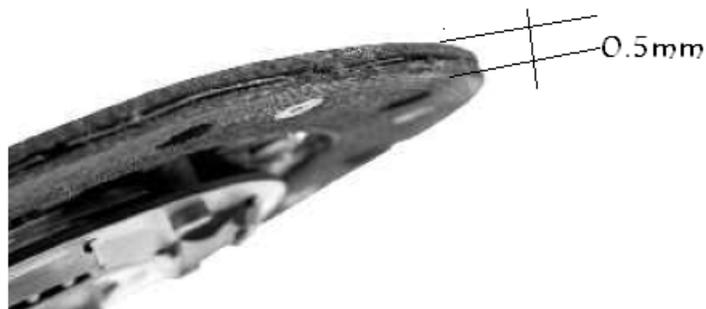
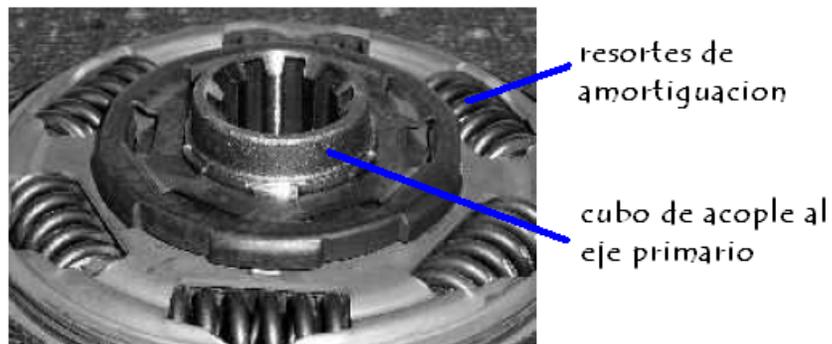
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Nota

- No utilice discos con menos de 0.5 mm de revestimiento
- Examine el desgaste del cubo que acopla con el eje primario de la caja de cambios por daños. Si es necesario reemplazarlo, hágalo.
- Examine resortes de amortiguación. Si está en mal estado, reemplazarlo.

Figura 52. **Ajuste del disco de embrague**



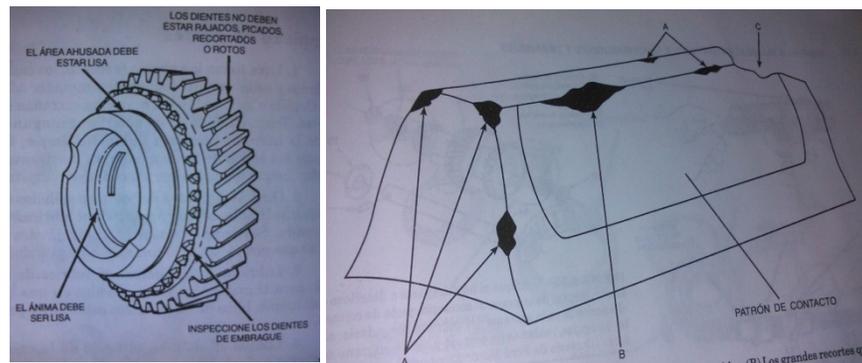
Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

3.3.1.5.3. Sistema de transmisión y ejes de transmisión

Engranajes y ejes

Inspeccione cuidadosamente cada engrane en cuanto a cualquier condición anormal. Inspeccione ambos lados de los dientes del engrane, la superficie del cono, los dientes de embrague, superficies de empuje y la superficie del engrane, tales como rajaduras, desgaste, recortes, muescas, rebabas, escoriación y sobrecalentamiento.

Figura 53. Engranajes y ejes



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

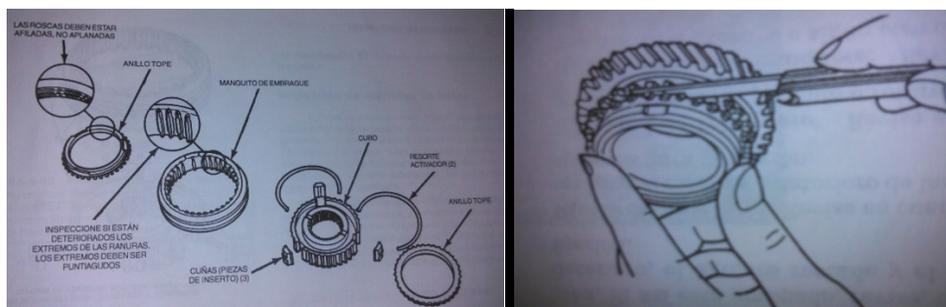
Medición actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Observaciones en la verificación

Sincronizadores

Verifique alguna deformación tal como desgaste quebraduras o alguna otra deformación el conjunto de sincronizador. Mida el espacio libre entre el anillo de bloqueo y la cara del engrane con un calibre de hojas; verifique datos con especificaciones del fabricante y si excede lo especificado, reemplace.

Figura 54. Conjunto sincronizador



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

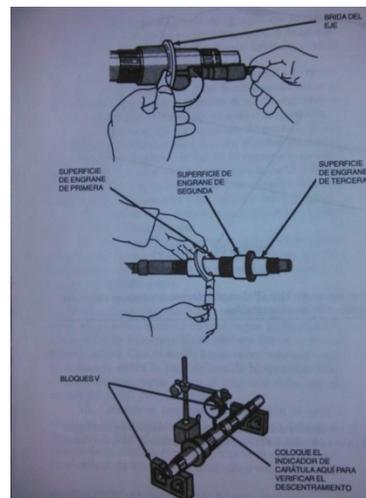
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Ejes

Inspeccione cada eje en cuanto a cualquier daño o imperfección. En las áreas donde hay fricción, coloque los ejes sobre bloque giratorios y con la ayuda de comparadores de carátula verifique su rectitud, si no están ovalados o si sus topes están muy desgastados. Verifique los datos con las especificaciones del fabricante y si excede las especificaciones recomendadas, reemplace.

Figura 55. Inspección de ejes



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

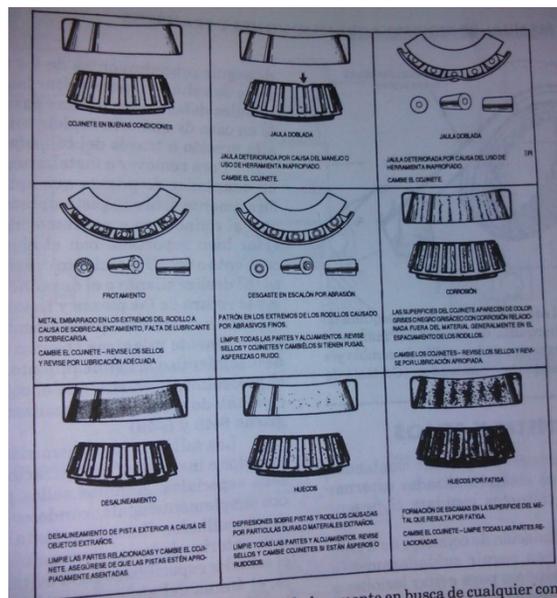
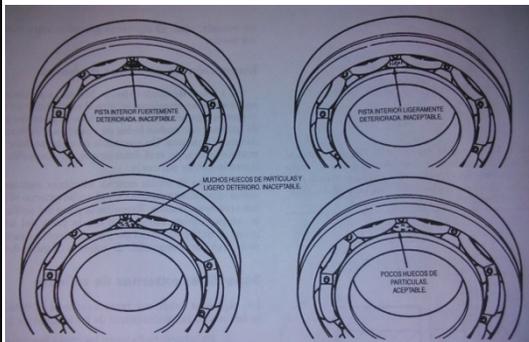
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Cojinetes

Inspeccione visualmente los cojinetes, que no demuestren desgaste o desprendimiento de material. Si el cojinete es de bolas verifique que cada rodamiento se encuentre en excelentes condiciones; verifique sus pistas y que el anillo interior del mismo no tenga daños superficiales. Gire el cojinete y percátese de que no tope en nada o no gire adecuadamente. Si está dañado, reemplace.

Figura 56. Inspección de cojinetes



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Verifique respecto a especificaciones del fabricante.

Observaciones

Horquillas de cambio

Busque deformación, desgaste y rajaduras en el extremo de la horquilla. Mida el espacio libre entre la horquilla y la ranura de cambio del manguito del sincronizador. Compare datos con especificaciones del fabricante, si sobrepasa especificaciones, reemplace.

Figura 57. **Inspección de horquilla de cambio**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

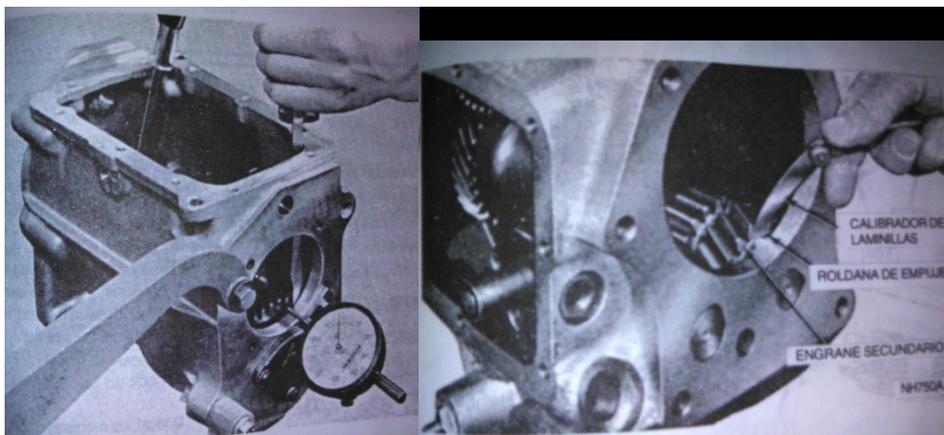
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Juego axial de eje intermedio

Se puede hacer de dos formas, con calibrador de hojas, o con un comparador de carátula. Puesto el eje intermedio, coloque ya sea el calibrador de hojas o el comparador de carátula y con la ayuda de un destornillador, mueva el eje intermedio hacia adelante o hacia atrás. Mida la luz que tiene el eje intermedio. Compare con especificaciones del fabricante y si sobrepasa las indicadas, reemplace si es necesario.

Figura 58. **Juego axial del eje intermedio**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Inspección general

Inspeccione resortes, balines, palancas selectoras, pasadores y toda aquella parte móvil que no esté rajada, quebradas o presente desprendimiento de material.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

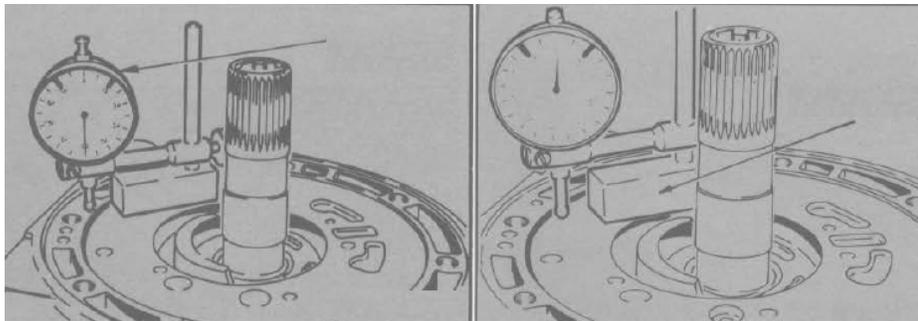
Medida rectificada

Cajas automáticas

Juego axial de la arandela de empuje de la bomba de aceite

Con la ayuda de un comparador de carátula mida el juego axial de la arandela de empuje de la bomba de aceite. Coloque el comparador de carátula en un lugar fijo y estable. Ajuste la escala a 0 y mida el juego axial de la carcasa. Esta operación se deberá de hacer en tres posiciones diferentes; luego haga otra medida en la bomba de aceite, observe la diferencia de lectura y compárela con las especificaciones del fabricante. Si está fuera de las especificaciones, reemplace la arandela de empuje axial.

Figura 59. **Juego axial a la arandela de empuje de la bomba de aceite**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

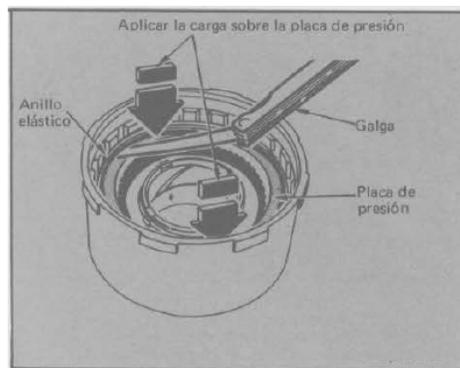
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Juego entre el seguro y el plato aprisionador del embrague hidráulico

Con la ayuda de un calibrador de hojas, instale el conjunto de embrague con sus respectivos discos de embrague y su arandela de presión. Aplique una carga de 10 kilogramos de fuerza a la placa de presión para medir el juego con la ayuda de una galga del calibrador de hojas. Compare la medida con la especificada con el fabricante, si las medidas no son las específicas, reemplace la pieza dañada o desgastada.

Figura 60. **Juego entre el seguro y el plato aprisionador del embrague hidráulico**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

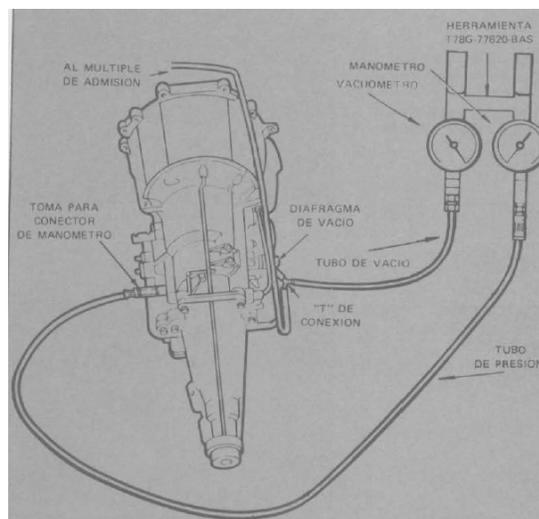
Medida rectificada

PRUEBAS A LA CAJA AUTOMÁTICA CON EL MOTOR FUNCIONANDO Y CAMINANDO

Para hacer las pruebas correspondientes a este tipo de cajas deben de seguirse los siguientes pasos, de acuerdo con las especificaciones recomendadas tanto por el fabricante como las dadas en este manual.

Este tipo de prueba debe de hacerse antes y después de reparación de la transmisión.

Figura 61. Diagrama de colocación de manómetros



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

PRUEBA DE PRESIÓN DE CONTROL

Poner en marcha el motor, colocar los instrumentos en un lugar visible y de fácil acceso. Colocar el freno de estacionamiento durante la prueba, anotar la

presión en cada posición de la palanca selectora; comparar datos según especificaciones del fabricante.

Datos obtenidos	Datos según especificaciones del fabricante

PRUEBA CON EL VEHÍCULO FRENADO

Aplique con firmeza los frenos, sitúe la palanca de cambios en la marcha que desea probar, pise el acelerador a fondo y manténgalo así el tiempo justo según especifica el fabricante. Para que se estabilice la aguja del taquímetro, cinco segundos suelen ser suficientes. Anote los datos y la presión de aceite que dio la lectura. Compare con lo especificado por el fabricante.

Datos obtenidos	Datos según especificaciones del fabricante

PRUEBA DE CARRETERA

Con los manómetros puestos ponga a funcionar el tractor y haga una prueba de carretera. Verifique las presiones de aceite en cambios descendentes con un mínimo de acelerador, cambios ascendentes (1ª a 2ª, 2ª a 3ª, etc.) con mínimo de acelerador; cambios descendentes con el acelerador cerrado, cambios ascendentes y descendentes con máximo de acelerador, cambios por aceleración forzada. Anote los datos y compare con especificaciones del fabricante.

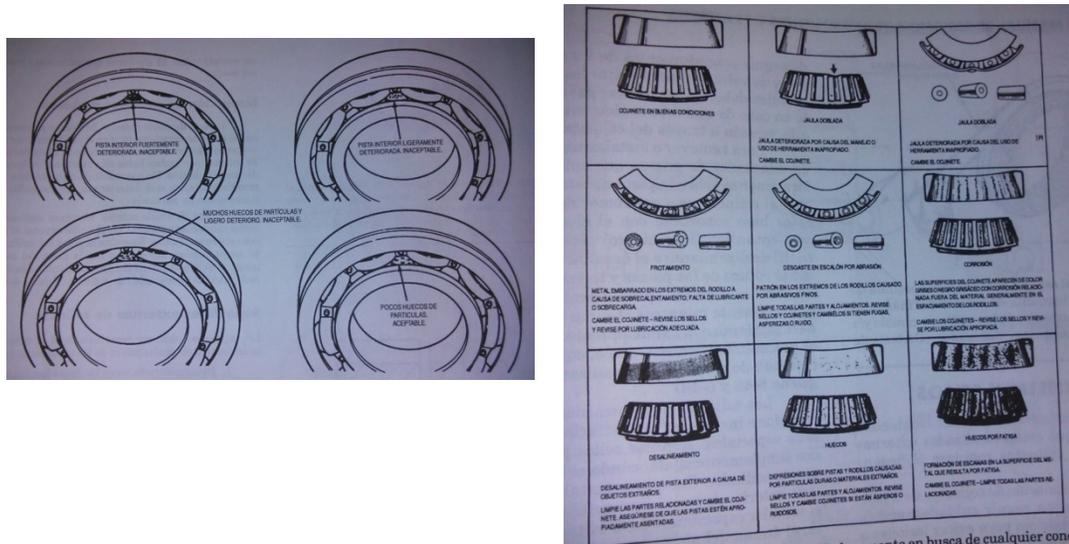
Datos obtenidos	Datos según especificaciones del fabricante

3.3.1.5.4. Sistema de diferencial

Inspección general

Inspeccione que los engranajes, como las arandelas y cojinetes, no presenten desgastes, desprendimiento de material, ralladuras o desgastes por falta de lubricación, rajaduras, quebraduras. En el caso de los tornillos, que no estén trasroscados ni muy estirados. Revise los asientos de los ejes y cojinetes y mida que no tengan juego excesivo. Verifique rajaduras o quebraduras en las carcasas o tapaderas de los mecanismos. Los sellos o retenedores de aceite es necesario reemplazarlos cada vez que se desarme el mecanismo; no es recomendable usar los mismo debido a que puede haber fugas a la hora de armar el mecanismo. Con los empaques de los mecanismos es necesario colocar nuevos con su respectivo pegamento, según especificación del fabricante.

Figura 62. Estado de cojinetes y arandelas



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

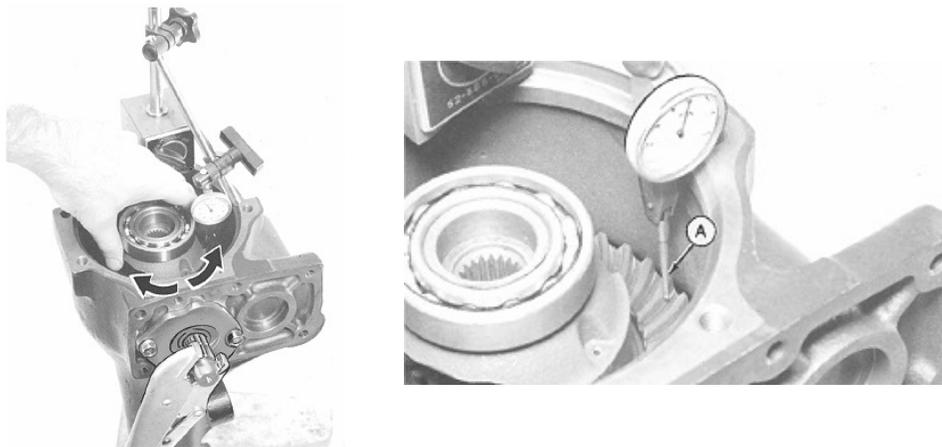
Inspección actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Inspección rectificada

Juego libre del diferencial y piñón de ataque

Con la ayuda de un comparador de carátula, coloque la base magnética del comparador en un lugar plano y sin movimiento. Sitúe el comparador de carátula en la corona del diferencial; ajuste puntero al lado de un diente de engranaje, ajuste el medidor a cero. Ligeramente, mueva diferencial de ida y vuelta. Contragolpe total debe medir 0,17 a 0,23 mm (0,007-0,009 pulg.). Si la medida no está dentro de las especificaciones del fabricante o dentro de la medida anterior, coloque espaciadores de precarga entre los cojinetes de diferencial para suplir ese juego. Si el juego es excesivo, reemplazar

Figura 63. **Juego libre del diferencial y piñón de ataque.**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

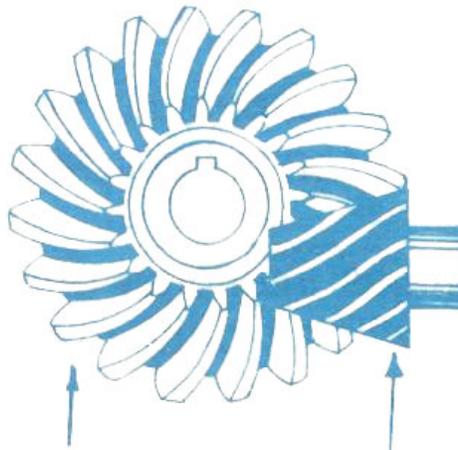
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Contacto de dientes de engranajes

Para corregir este juego o luz se necesita azul de prusia. Arme el conjunto diferencial con todo y piñón de ataque y apriete según torque especificado del fabricante. Coloque azul de prusia entre los dientes del piñón de ataque y corona. Gire el conjunto diferencial una vuelta de modo que todos los dientes se marquen con el azul de prusia. Siga las instrucciones según especificaciones del fabricante.

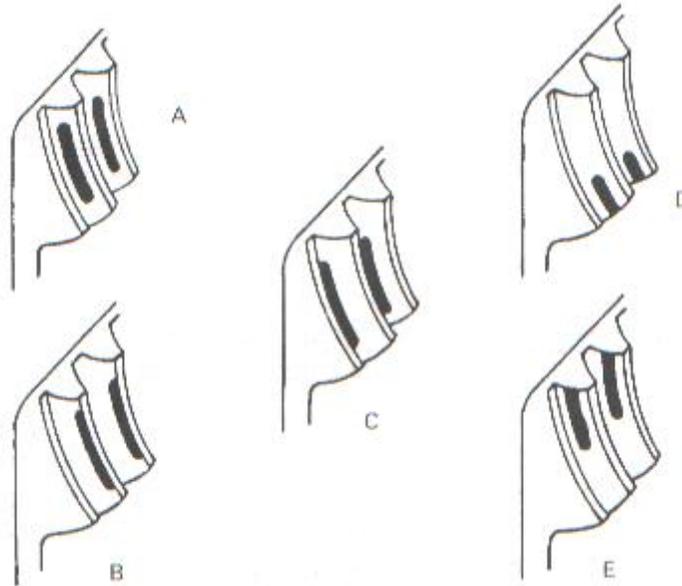
Figura 64. **Regulación del patrón de contacto de diente (piñón y corona) Patrón de contacto correcto**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

El extremo del área de contacto de diente correcta está cerca del extremo interno de los dientes de la corona. El área de contacto se debe extender hasta la mitad de la longitud de los dientes para obtener el área correcta de contacto de diente.

Figura 65. Patrón de contacto incorrecto

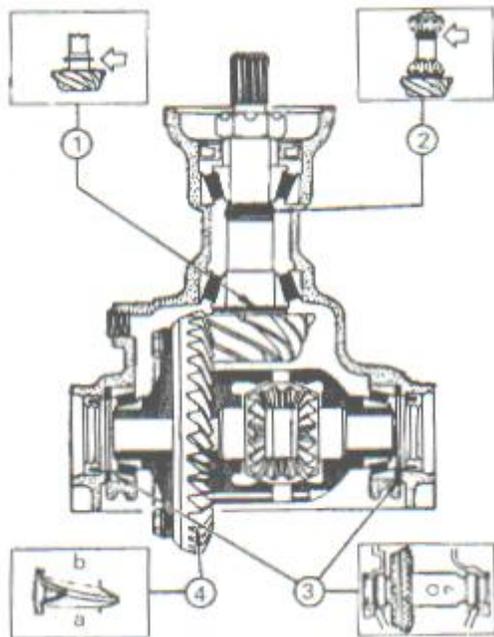


Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Si el patrón de contacto es como los indicados, el piñón de ataque necesita precarga y ajuste mediante arandelas espaciadoras que se colocan en los cojinetes para precarga de los mismos.

Para darle precarga al piñón de ataque o la corona del diferencial se precarga con arandelas espaciadoras que se acoplan en los cojinetes del piñón de ataque. Para corregir el juego en la corona, el conjunto diferencial está dotado de dos tuercas en sus extremos, en donde se puede dar precarga al diferencial y corregir la luz entre el piñón de ataque y corona. Mediante estas tuercas se puede alejar o acercar la corona al piñón de ataque.

Figura 66. **Reglaje del piñón corona del diferencial**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

3.3.1.5.5. Sistema de frenos

Prueba de manejo

Antes de efectuar las pruebas con el vehículo en carretera, deberán revisarse los neumáticos (grado de desgaste y presión de inflado), puesto que influyen en la adherencia de las ruedas al suelo y, por ello, en la eficacia del frenado. Se realiza mediante una prueba en carretera, en la que se efectúan las frenadas oportunas para determinar la eficacia y el comportamiento de los frenos, a partir de los cuales puede diagnosticarse su estado.

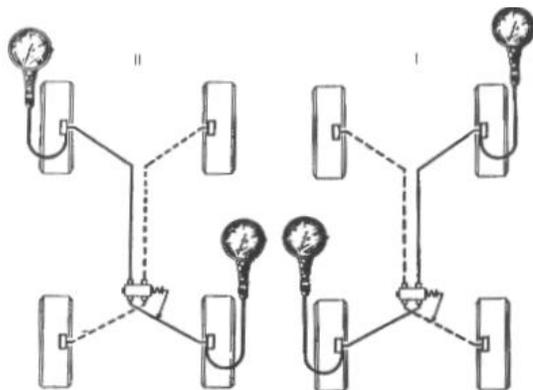
La eficacia del frenado se determina midiendo la fuerza de frenado que es necesario aplicar a las ruedas para detener el vehículo en el menor espacio posible. Al mismo tiempo que se realiza esta prueba, deberá observarse el comportamiento del vehículo ante el frenado (tirón lateral, bandazos, etc.), así como la dureza relativa del pedal y la elasticidad del mismo. Estas últimas deben de ser comprobadas con el vehículo detenido y el motor parado, descargando previamente el servofreno con sucesivos accionamientos del pedal (al menos cinco).

Observaciones

Estanquidad en los frenos

Los posibles puntos de fuga de un circuito de frenos pueden localizarse fácilmente por las manchas de líquido que dejan. Puede comprobarse inyectando aire a una presión comprendida entre 2 y 3 bar por el tapón de llenado del depósito. La estanquidad del circuito se comprueba con la ayuda de un manómetro que se conecta en uno de los cilindros de rueda. En estas condiciones, se acciona el pedal de freno hasta alcanzar una presión elevada en el circuito (del orden de 50 bar) y se fija el pedal mediante el mecanismo apropiado para mantenerlo accionado. La presión en el circuito no debe de caer más de 5 bar en 10 min. En caso de descenso importante, es síntoma de que existe fuga.

Figura 67. **Estanquidad en los frenos**



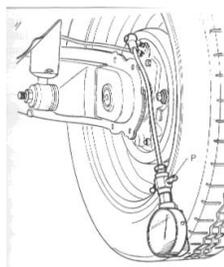
Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Observaciones

Fugas en cilindro maestro, bombas auxiliares, mordazas de frenos, tuberías rígidas y flexibles

Cuando se realizan las pruebas de estanquidad, deberá comprobarse también el correcto funcionamiento del orificio de dilatación del cilindro maestro. Para ello, teniendo conectado el manómetro en uno de los cilindros de rueda, se acciona el pedal con la mano hasta alcanzar una presión de 3 bares. Soltando el pedal a continuación, la aguja del manómetro debe de caer a cero rápidamente, salvo en el caso de los cilindros equipados con válvula de retención, en los cuales la presión se queda en un valor comprendido entre 0,5 y 1 bar. También se deben de comprobar las posibles obstrucciones en el circuito de frenos, para lo cual, teniendo sometido el circuito a presión, se irán aflojando cada uno de los purgadores y comprobando que el líquido sale por ellos libremente. Si en algún caso sale con dificultad, es porque existe una obstrucción.

Figura 68. Fugas en diferentes puntos del sistema de frenos.



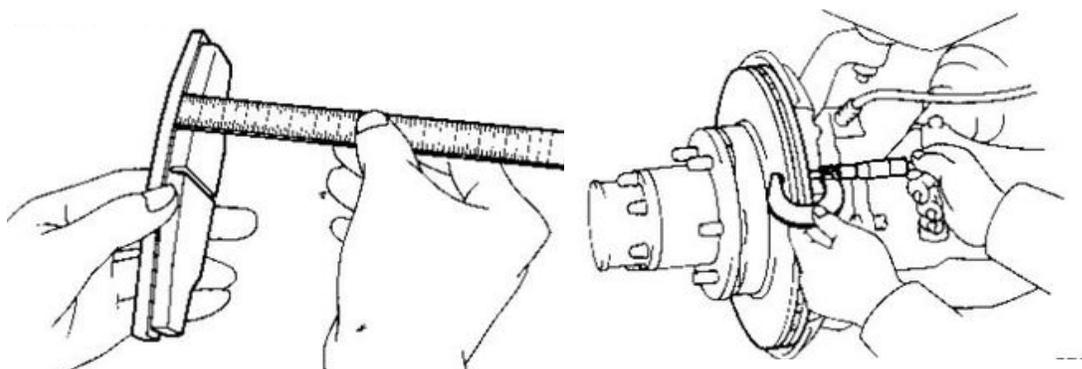
Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Observaciones

Mantenimiento al sistema de frenos de disco

- En las revisiones previstas por el fabricante, se revisa visualmente el desgaste de pastillas, discos, midiendo los límites y especificaciones del fabricante.
- El nivel del líquido de frenos deberá mantenerse dentro de unos límites, y por eso deberá ser revisado de forma periódica y sustituirlo según las recomendaciones del fabricante.

Figura 69. **Mantenimiento al sistema de frenos de discos**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

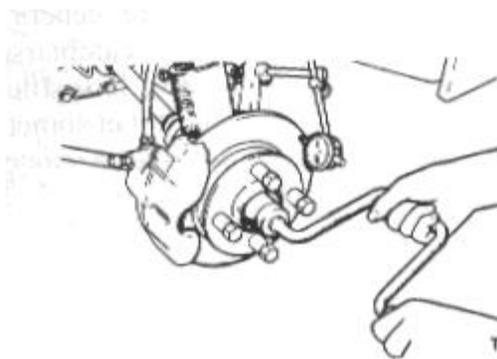
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de frenos de disco

Cuando no se deba de sustituir el disco de frenos, se comprobará el alabeo de sus caras, para lo cual se colocará sobre ellas un reloj comparador y se hace girar a mano el disco, observando las desviaciones de la aguja. Un alabeo en cualquiera de las caras superior a 0,1 mm

Figura 70. **Alabeo del disco de freno**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

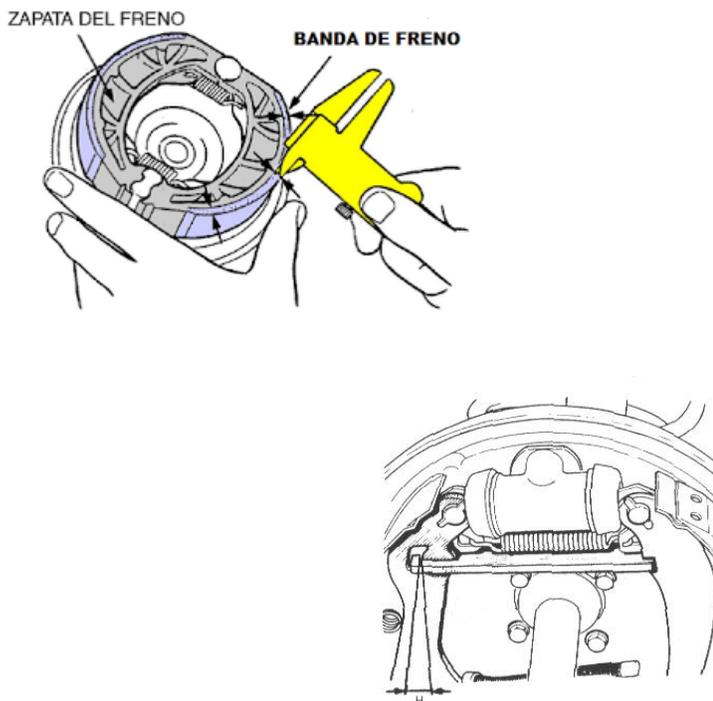
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de frenos de tambor

- En las revisiones previstas por el fabricante, se revisa visualmente el desgaste de zapatas, tambores, midiendo los límites y especificaciones del fabricante.
- El nivel del líquido de frenos deberá mantenerse dentro de unos límites, y por eso deberá ser revisado de forma periódica y sustituirlo según las recomendaciones del fabricante.
- Revisar fugas en bombas auxiliares y reemplazarlas si es necesario.

Figura 71. Inspección visual a zapatas y bomba auxiliar de frenos de tambor



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

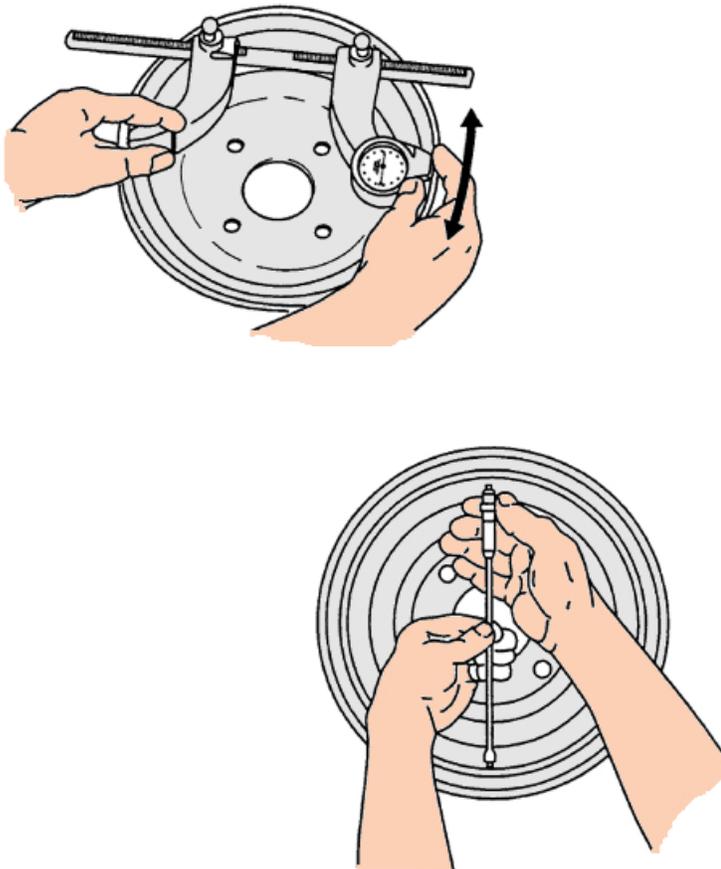
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de frenos de tambor

Cuando no se deba sustituir el tambor de frenos, se comprobará el ovalamiento y conicidad de sus caras, observando las desviaciones de la aguja.

Figura 72. **Ovalamiento y conicidad del tambor de frenos**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

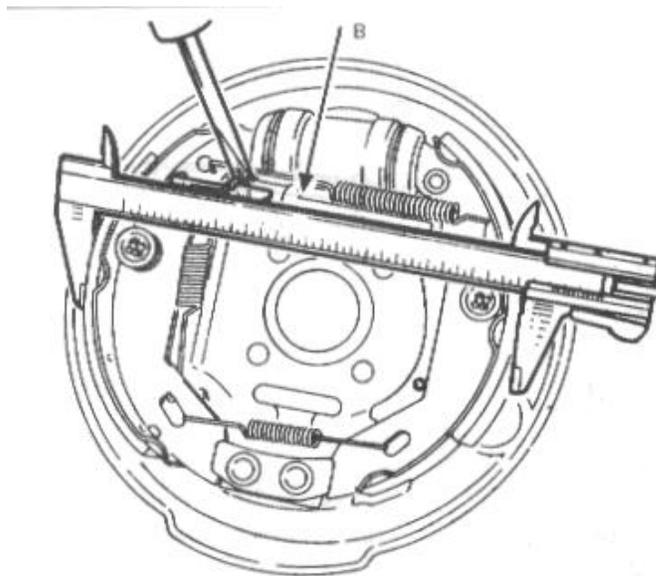
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Reglaje del sistema de frenos de tambor

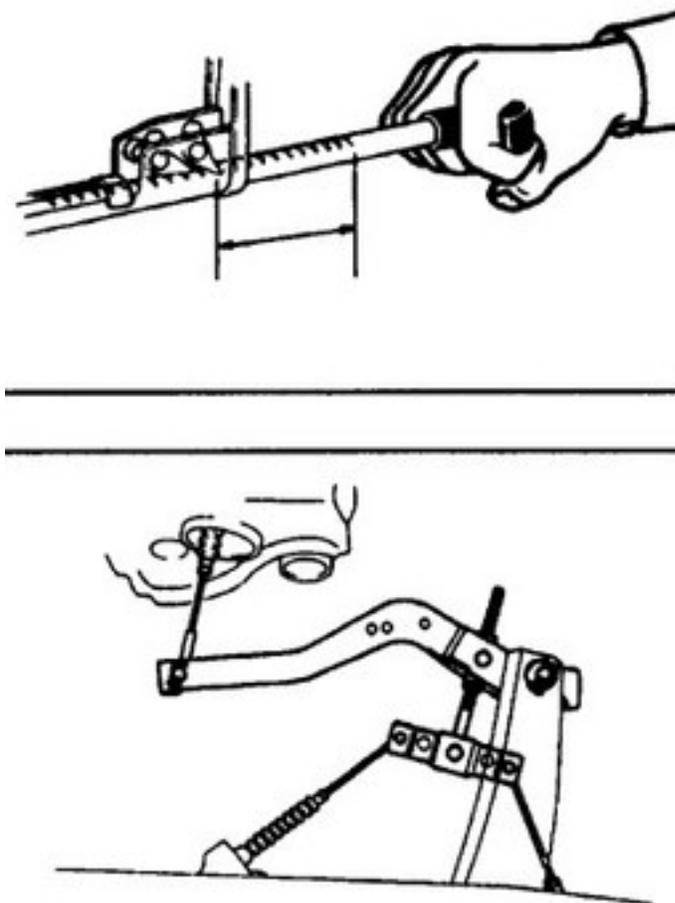
- El reglaje de aproximación de las zapatas, con la ayuda del equipo necesario para separar las zapatas hasta conseguir una cota de valor 2 mm inferior al diámetro del tambor. Posteriormente se monta el tambor y se acciona varias veces el pedal de freno para hacer funcionar el mecanismo de reglaje automático y aproximar definitivamente las zapatas al tambor.
- Por esta causa se realizará el tensado de manera progresiva, hasta lograr el frenado de la rueda en el 9° o 10° diente de la palanca del freno de mano.

Figura 73. **Reglaje de zapatas de frenos trasera**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Figura 74. **Reglaje del freno de estacionamiento**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

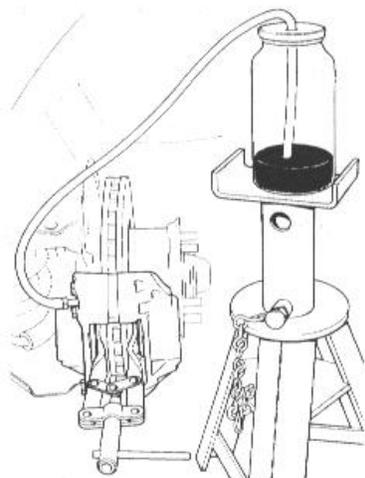
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Purga del sistema de frenos

Se trata de expulsar al exterior el aire que pueda existir en las canalizaciones, bomba o cilindros receptores. Antes es conveniente pisar varias veces el pedal del freno con el motor parado, para consumir el vacío residual del servofreno. Para realizar la purga, se conecta un tubo de goma o plástico en el purgador del cilindro receptor. El otro extremo se sumerge en un recipiente de cristal que contenga un poco de líquido de frenos, del mismo utilizado por el vehículo, unos 30 cm. Esto se repetirá en cada uno de los cilindros receptores de las ruedas, comenzando por el más próximo a la bomba. Siempre hay que tener el depósito de la bomba lleno.

Figura 75. **Purgado en el sistema de frenos**

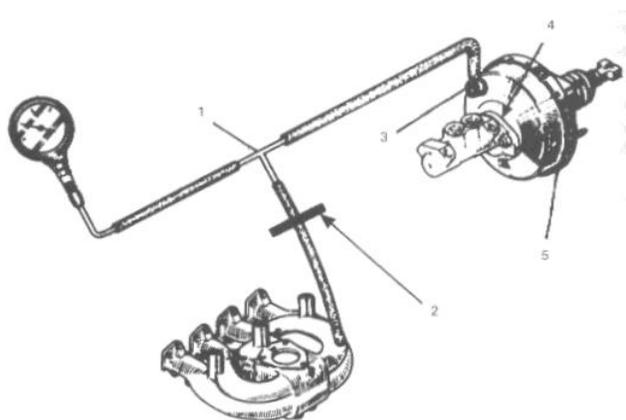


Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Mantenimiento al *booster*

Consiste en inspeccionar la toma de vacío, en la que no deben de existir fugas, así como las posibles deformaciones de las cámaras o la zona de acoplamiento del cilindro principal, suciedad del filtro de toma atmosférica, etc. La verificación de la estanquidad del servofreno se realiza sobre el vehículo, estando en funcionamiento el circuito hidráulico de frenos. Se conecta una unidad de depresión (vacuómetro) entre el servofreno y la toma de vacío (colector de admisión), con un adaptador y un tubo lo más corto posible. Se hará girar el motor a ralentí durante un minuto, transcurrido el cual se pinza el tubo entre el adaptador y la toma de vacío. Seguidamente se para el motor. Si la caída de vacío acusada por el vacuómetro es superior a 33 mbar en 15 seg, es síntoma de que existe una fuga, que puede estar localizada en la válvula de retención (3), la membrana del émbolo del servofreno, la unión (4) de este con la bomba o el engatillado (5) de la semicarcasas del mismo.

Figura 76. **Comprobación al sistema de vacío *booster***



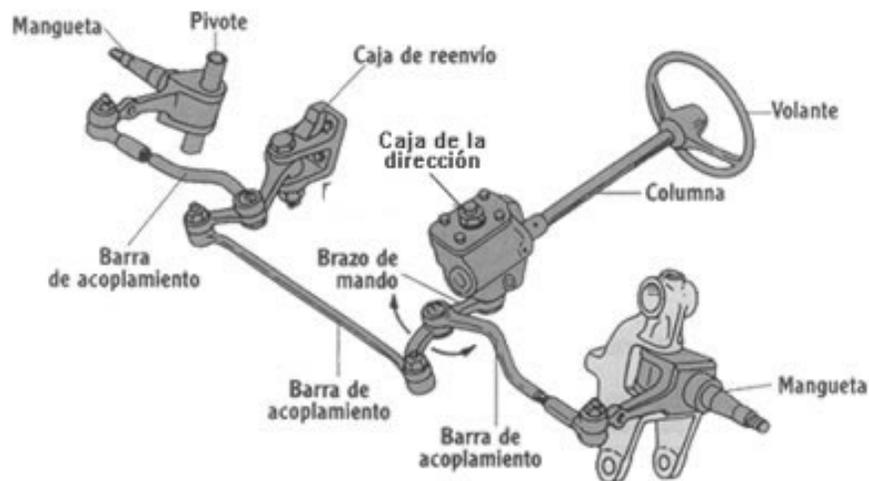
Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

3.3.1.5.6. Sistema de dirección

Mantenimiento al sistema de dirección mecánica

Verifique el estado de los componentes de la dirección mecánica según especifica el fabricante.

Figura 77. Sistema de dirección mecánica



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

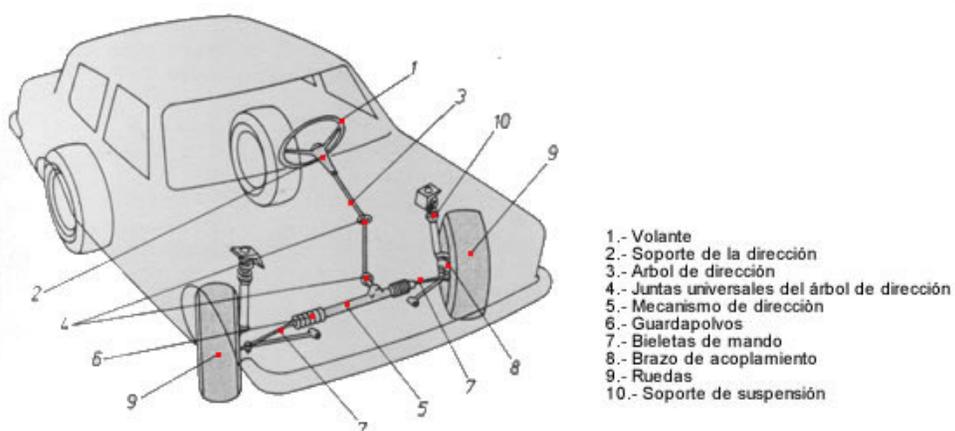
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de dirección mecánica por cremallera

Verifique el estado de los componentes de la dirección mecánica por cremallera según especifica el fabricante.

Figura 78. **Sistema de dirección mecánica por cremallera**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

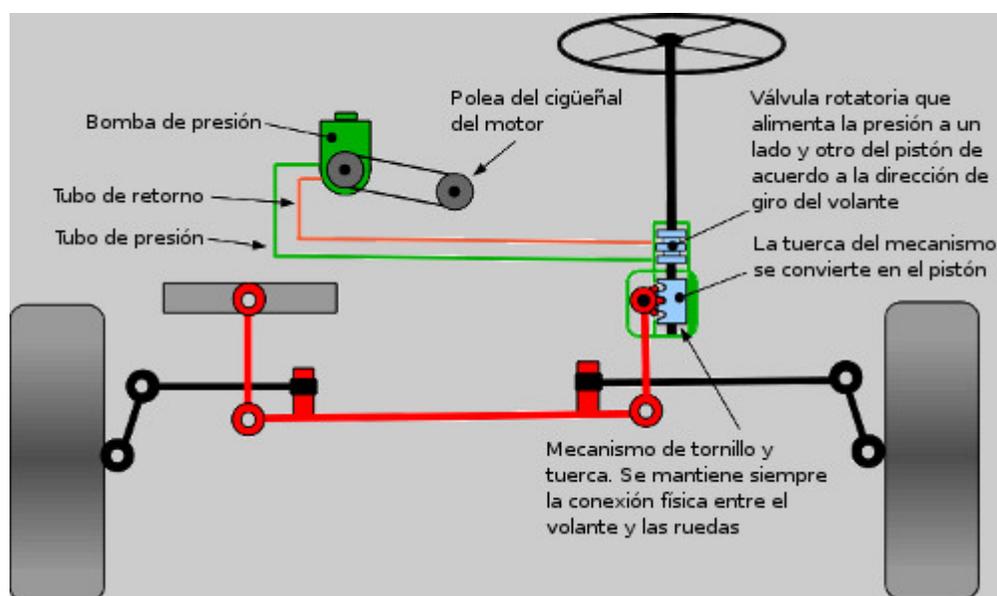
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de dirección asistida hidráulicamente

Verifique el estado de los componentes de la dirección asistida hidráulicamente según especifica el fabricante.

Figura 79. Sistema de dirección asistida hidráulicamente



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

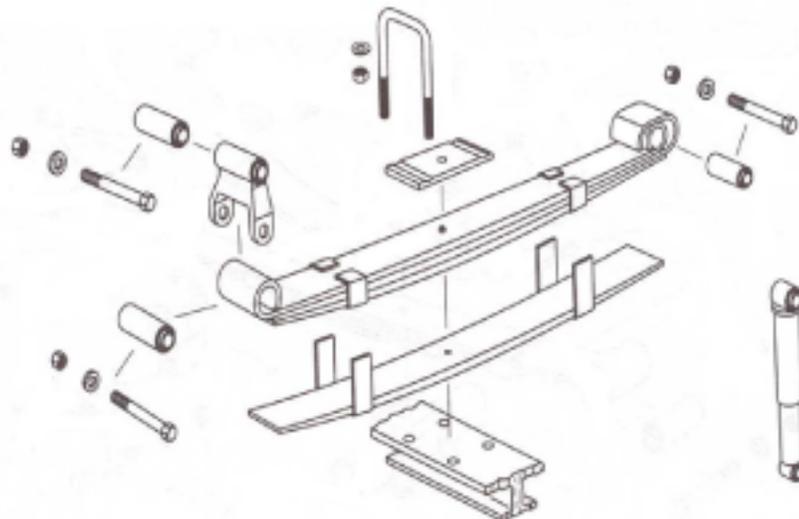
Medida rectificada

3.3.1.5.7. Sistema de suspensión

Mantenimiento al sistema de suspensión de hojas de ballestas

Verifique el estado de las hojas de ballestas y sus componentes.

Figura 80. **Despiece hojas de ballestas**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

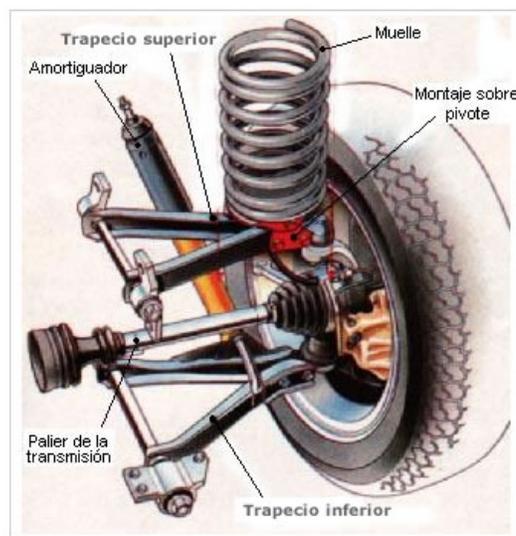
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de suspensión de brazos articulados

Verifique el estado de los brazos articulados y sus componentes.

Figura 81. **Suspensión de brazos articulados**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

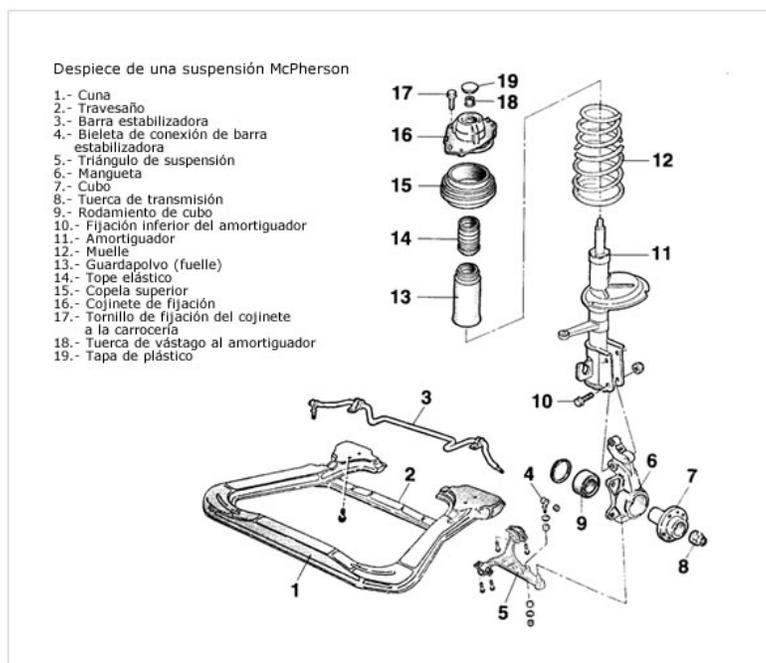
Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de suspensión McPherson

Verifique el estado del sistema de suspensión McPherson y sus componentes.

Figura 82. Suspensión de brazos articulados



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

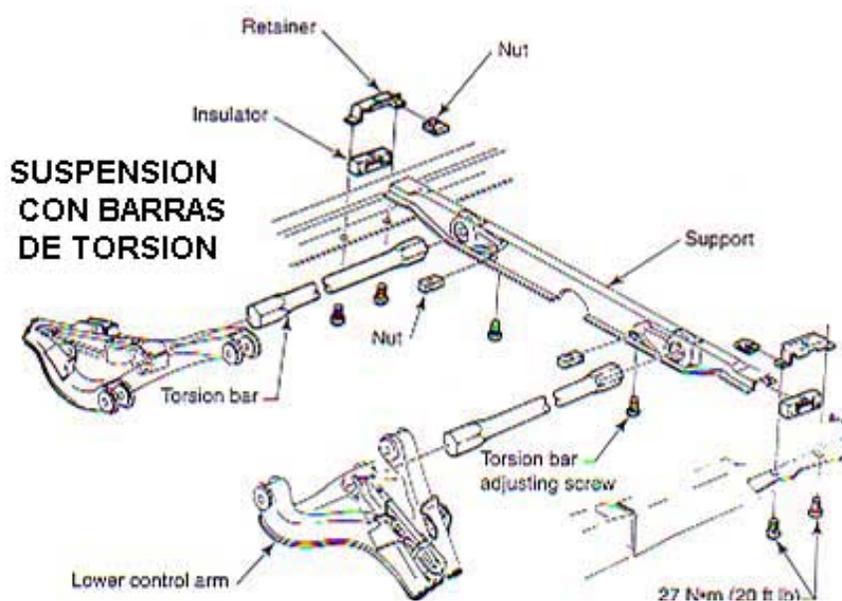
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de suspensión de barra de torsión

Verifique el estado de la suspensión de la barra de torsión y sus componentes.

Figura 83. **Suspensión de brazos articulados**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

3.3.1.5.8. Sistemas de arranque, carga, iluminación y accesorios

Mantenimiento al sistema de arranque del automóvil

Verifique el sistema de arranque según lo especifique el fabricante.

Figura 84. Despiece de motor de arranque



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

-

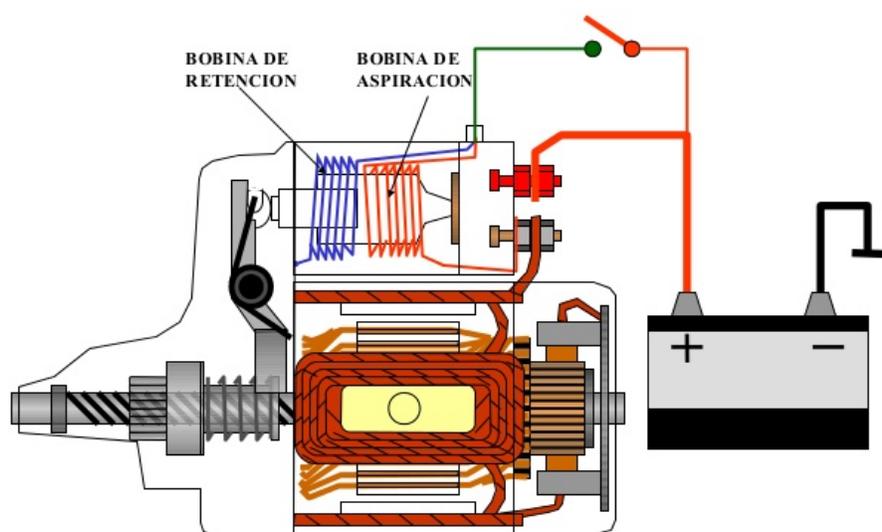
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema eléctrico de arranque del automóvil

Verifique el sistema eléctrico de arranque según lo especifique el fabricante.

Figura 85. **Sistema eléctrico**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

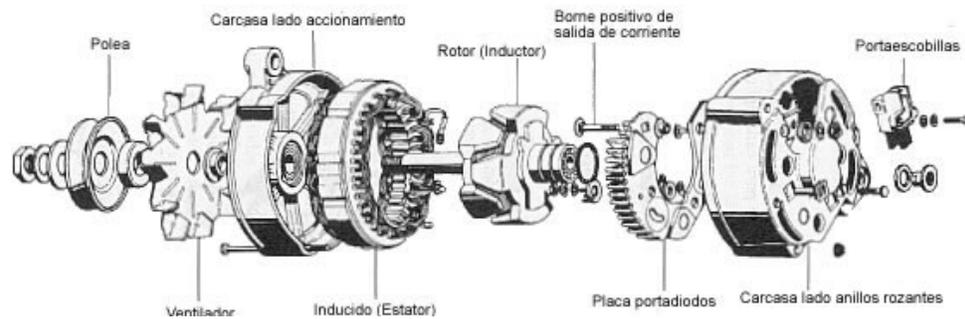
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de carga del automóvil

Verifique el sistema de carga según lo especifique el fabricante.

Figura 86. **Despiece de un alternador**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

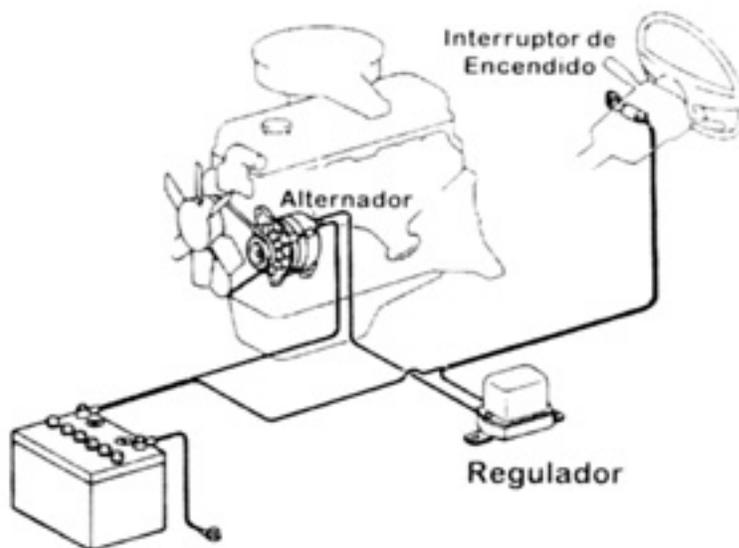
Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema eléctrico de carga del automóvil

Verifique el sistema eléctrico de carga según lo especifique el fabricante.

Figura 87. **Sistema eléctrico**



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárela con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

Mantenimiento al sistema de iluminación del automóvil

Verifique el sistema de iluminación según lo especifique el fabricante.

Figura 88. Sistema iluminación



Fuente: ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, enero 2015. 957 p.

Medida actual y compárelo con especificaciones del fabricante

Medida rectificada

3.4. Plan de supervisión programada

Verifica el desempeño del personal, el cumplimiento de normas, el desarrollo de las actividades en el proceso de atención al usuario, el avance en cumplimiento de resultados y la racionalidad en el uso de los recursos.

Las características de la supervisión programada son:

- Enfoque permanente
- Participativo
- Integrador
- Facilitante
- Capacitante

3.4.1. Inspección de rutina

Se procederá a identificar riesgos evidentes provocados por actos negligentes, roturas, falta de equipo de protección, objetos extraños que se encuentren en la zona de trabajo (cristales, piedras, diversos objetos, etc.), o provocados por las condiciones climáticas. El intervalo de tiempo, tanto para cuidado como para mantenimiento requerido, será de una periodicidad no superior a 14 días.

3.4.2. Reportes

Un informe es un texto que da cuenta del estado actual o de los resultados de un estudio, investigación o una persona sobre un asunto específico que, en este caso, sería el taller de mecánica automotriz. En cualquier caso, siempre es necesario preparar todo el material para llevar un control adecuado de cada trabajo ejecutado.

3.5. Plan para la evaluación de los resultados del programa

La gestión de un proyecto se puede entender como un ciclo articulado y progresivo desde que se concibe la idea, se concreta y se planifica; luego se formula y se interviene, hasta el momento último en que se valora si el conjunto de actividades, medios utilizados y resultados obtenidos han cumplido los objetivos propuestos. Todas las fases de la gestión de un proyecto pueden observarse desde dos puntos de vista claves:

- Como una herramienta de trabajo que permite conocer, analizar para una intervención, y actuar.
- Como una herramienta de aprendizaje que permite mejorar los futuros proyectos a través de la acumulación de experiencias y conocimientos a lo largo del todo el proceso.

3.5.1. Parámetros de información

Solo se debería proponer evaluaciones cuando las unidades de programa y las partes interesadas que las encargan son claras al comienzo sobre por qué se realiza la evaluación (el propósito), cuáles son las informaciones necesarias (demanda de información), quien utilizará y cómo se utilizará la información. Tal información podría proceder de una visión compartida de éxito. El uso previsto determina en qué momento se hará una evaluación, su marco metodológico, y el nivel y naturaleza de la participación de las partes interesadas. La oportunidad de una evaluación debería estar directamente vinculada a su propósito y uso. Para asegurar la pertinencia de una evaluación y el uso eficaz de la información, la evaluación debería estar disponible oportunamente de manera que se puedan tomar decisiones basadas en las evidencias evaluativas.

3.5.2. Parámetros de evaluación

Se considera conveniente mantener un enfoque de evaluación criterial con base en parámetros definidos sin perder de vista los parámetros nacionales o internacionales disponibles y que serían una referencia para dicha definición.

En este sentido, los parámetros deberían de ser acordados en forma conjunta por las autoridades de la empresa o encargadas del proyecto; asimismo, es necesario explorar la posibilidad de diseñar parámetros de evaluación diferenciados, de forma que algunos sean aplicables.

3.5.3. Procesos de evaluación

Evaluar a los trabajadores en las organizaciones es tremendamente importante y muy difícil de lograr de manera adecuada. En efecto, es un proceso sistémico, muy caro y lleva bastante tiempo construirlo y afinarlo; por lo tanto, la organización debe asignarle el tiempo suficiente y la importancia que requiere; afortunadamente, la mayoría de las organizaciones está tomando consciencia de ello, y ya casi no se encuentran empresas públicas ni privadas que sean ajenas a esta realidad.

Toman consciencia de la importancia de la evaluación de desempeño en las organizaciones y, por ende, la importancia del proceso en sí, tanto para las empresas que constantemente están tratando de evaluar el grado de aporte que efectúa su personal.

3.6. Diseño de procesos en el mantenimiento del taller automotriz

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. Muestra la relación secuencial entre ellas, facilita la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales. Facilita también la selección de indicadores de proceso.

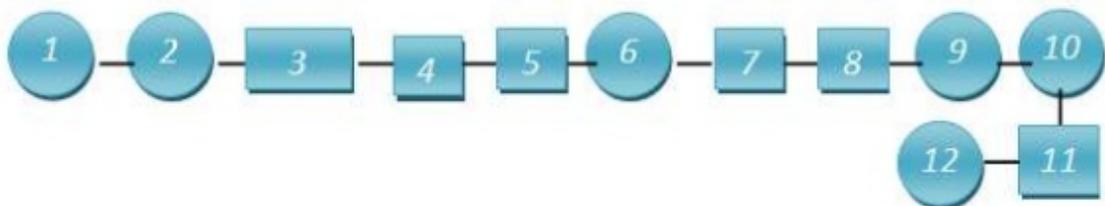
Las ventajas de usar un flujograma son las siguientes:

- Facilita la obtención de una visión transparente del proceso y mejora su comprensión. El conjunto de actividades, relaciones e incidencias de un proceso no es fácilmente discernible a priori. La diagramación hace posible aprehender ese conjunto e ir más allá, centrándose en aspectos específicos del mismo, apreciando las interrelaciones que forman parte del proceso así como las que se dan con otros procesos y subprocesos.
- Permite definir los límites de un proceso. A veces estos límites no son tan evidentes, no están definidos los distintos proveedores y clientes (internos y externos) involucrados.

- Identificación de los clientes, es más sencillo determinar sus necesidades y ajustar el proceso hacia la satisfacción de sus necesidades y expectativas.
- Estimula el pensamiento analítico en el momento de estudiar un proceso, haciendo más factible generar alternativas útiles.
- Proporciona un método de comunicación más eficaz, al introducir un lenguaje común, si bien es cierto que para ello se hace preciso la capacitación de aquellas personas que entrarán en contacto con la diagramación.
- Ayuda a establecer el valor agregado de cada una de las actividades que componen el proceso.
- Constituye una excelente referencia para establecer mecanismos de control y medición de los procesos, así como de los objetivos concretos para las distintas operaciones llevadas a cabo.
- Facilita el estudio y aplicación de acciones que redunden en la mejora de las variables tiempo y costes de actividad e incidir, por consiguiente, en la mejora de la eficacia y la eficiencia.
- Identifica el punto de comienzo indispensable para acciones de mejora, rediseño o reingeniería.

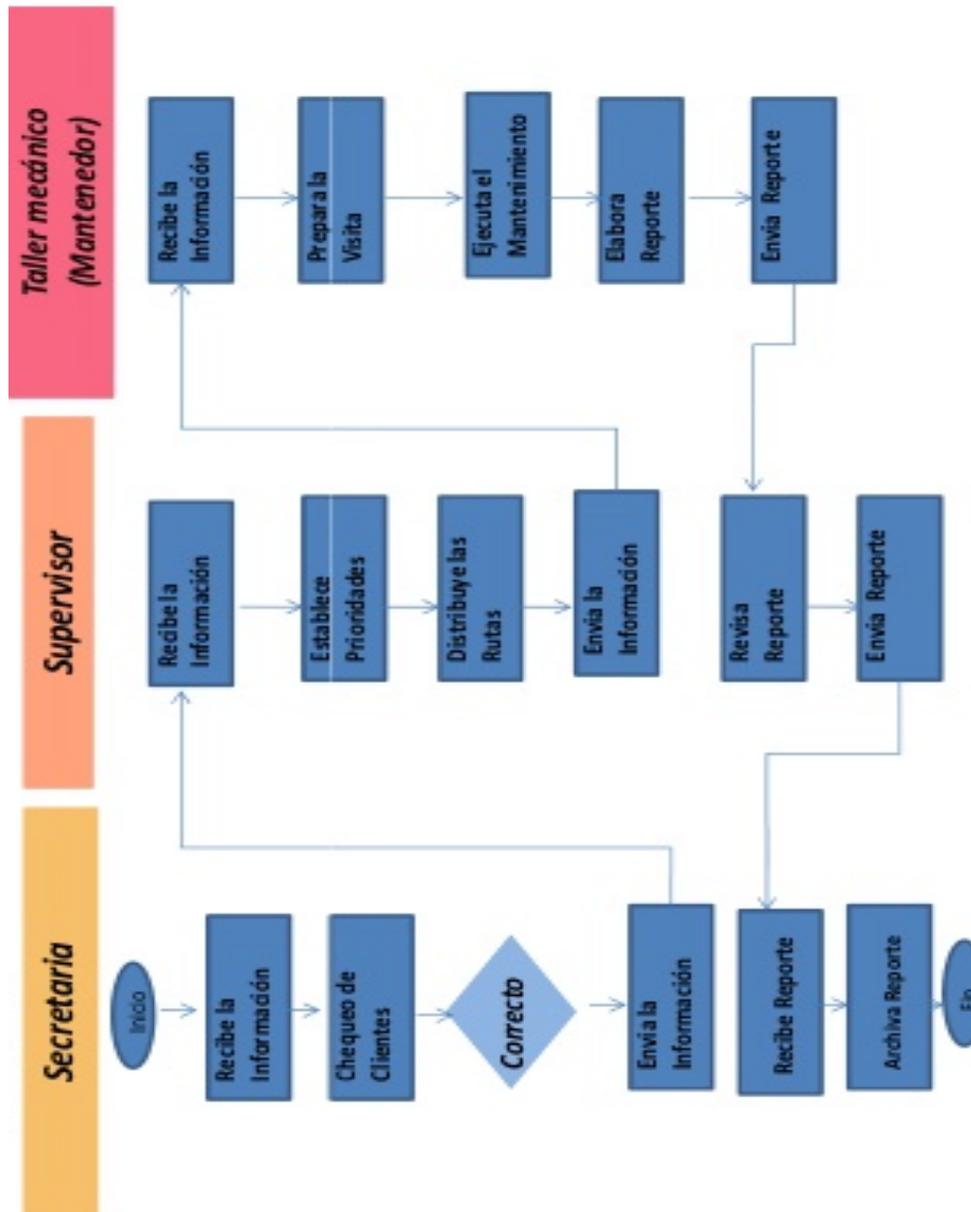
Figura 89. Flujograma de proceso del mecánico

1. Llegada al taller
2. Cambio de ropa
3. Ambientar el lugar de trabajo
4. Preparación de herramienta de trabajo
5. Realizar el trabajo programado
6. Limpiar el área de trabajo
7. Hora de descanso o almuerzo
8. Realizar el trabajo programado
9. Espera de repuestos
10. Limpiar área de trabajo
11. Aseo personal
12. Cambio de ropa y salida de trabajo



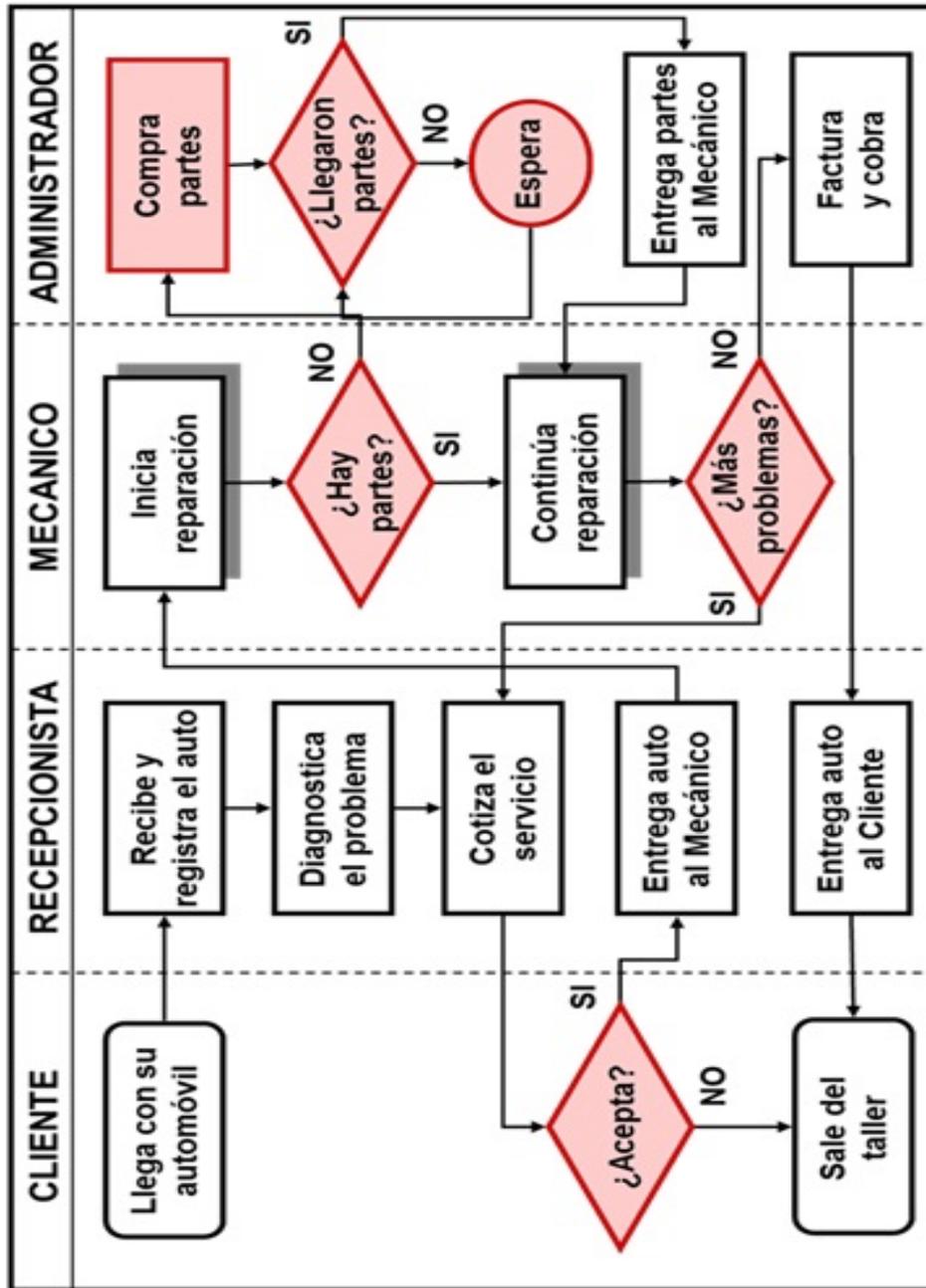
Fuente: elaboración propia.

Figura 90. Flujograma de procesos para la ejecución del trabajo



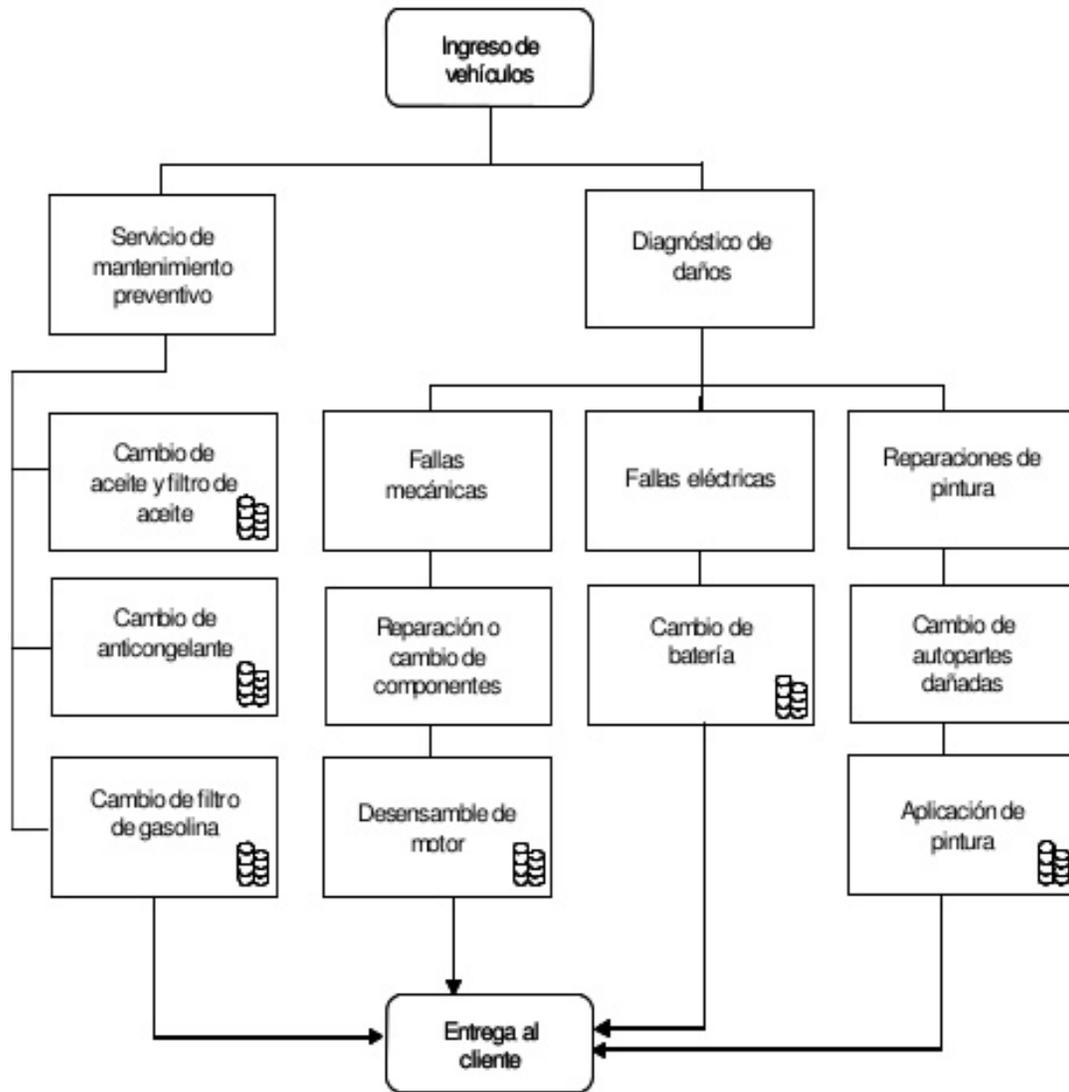
Fuente: LUGO MARIN, Juan J. *Gestión por procesos e indicadores de gestión*, enero de 2015
<http://es.slideshare.net/juanlugomarin/jl-curso-gestin-por-procesos-e-indicadores-de-gestion>

Figura 91. Flujograma de procesos de servicio al cliente



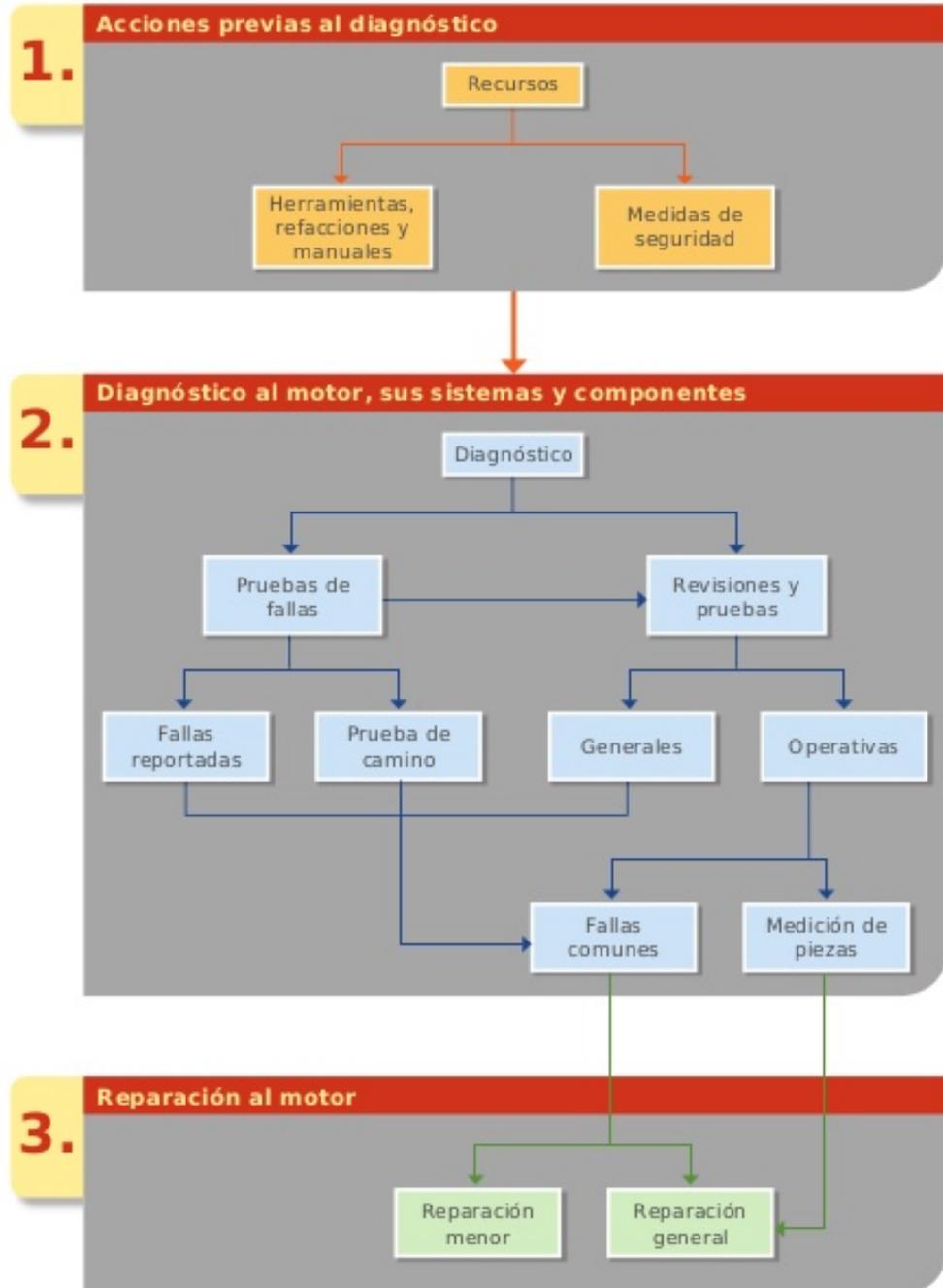
Fuente: LUGO MARIN, Juan J. *Gestión por procesos e indicadores de gestión*, enero de 2015
<http://es.slideshare.net/juanlugomarin/jl-curso-gestin-por-procesos-e-indicadores-de-gestion>

Figura 92. **Flujograma de manejo de residuos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 93. **Flujograma de reparación y diagnóstico**



Fuente: Mecánica automotriz facil, ajustes y reparación de motores a gasolina
<http://es.slideshare.net/Raullbaez/autos-motor>

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Programas de capacitación

Un plan de capacitación intenta enseñar a alguien un nuevo conocimiento, para acrecentar el valor de esa persona en la organización. Esto en función de los resultados del análisis de las necesidades.

4.1.1. Objetivo del programa

Un plan de capacitación es la traducción de las expectativas y necesidades de una organización para y en determinado periodo de tiempo. Este corresponde a las expectativas que se quieren satisfacer, efectivamente, en un determinado plazo, por lo que está vinculado al recurso humano, al recurso físico o material disponible, y a las disponibilidades de la empresa.

El plan de capacitación es una acción planificada cuyo propósito general es preparar e integrar al recurso humano en el proceso productivo, mediante la entrega de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para el mejor desempeño en el trabajo. La capacitación en la empresa debe brindarse en la medida necesaria haciendo énfasis en los aspectos específicos y necesarios para que el empleado pueda desempeñarse eficazmente en su puesto.

Los objetivos de un plan de capacitación son:

Productividad: los empleados incrementan su rendimiento y desempeño.

Calidad: los planes de capacitación contribuyen a elevar la calidad de la producción de la fuerza de trabajo cuando los trabajadores están mejor informados acerca de los deberes y responsabilidades.

Salud y seguridad: la salud mental y la seguridad física de un empleado están directamente relacionadas con los esfuerzos de capacitación de una organización. La capacitación adecuada puede ayudar a prevenir accidentes laborales.

Prevención de la obsolescencia: los esfuerzos de capacitación del empleado son necesarios para mantenerlo actualizados en los avances en su campo laboral respectivo.

Desarrollo personal: en el ámbito personal los empleados se benefician de los planes de capacitación, pues le ofrecen una amplia gama de conocimientos, una mayor sensación de competencia, un repertorio más grande de habilidades, que son indicadores de un desarrollo personal.

4.1.2. Recursos y técnicas de capacitación

El plan de capacitación se emprende de dos modos. El interno y el externo. El primero se realiza dentro del mismo grupo de trabajo; se conoce también como capacitación inmanente. El segundo, un agente externo a la empresa brinda los conocimientos que se requieren; esta se denomina capacitación inducida. Ambos métodos son efectivos y se utilizan según las circunstancias lo requieran.

El plan de capacitación está constituido por cinco pasos, a que continuación mencionamos:

- Detección y análisis de las necesidades. Identifica fortalezas y debilidades en el ámbito laboral, es decir, las necesidades de conocimiento y desempeño.
- Diseño del plan de capacitación: se elabora el contenido del plan, folletos, libros, actividades.
- Validación del plan de capacitación: se eliminan los defectos del plan haciendo una presentación a un grupo pequeño de empleados.
- Ejecución del plan de capacitación: se dicta el plan de capacitación a los trabajadores.
- Evaluación del plan de capacitación: se determinan los resultados del plan, los pro y los contra del mismo.

4.2. Descripción de las unidades del programa de capacitación

Para la elaboración de un plan de capacitación se consideran, por lo menos, tres aspectos:

- Distribución personalizada de los recursos: se enfoca en lograr que la mayor cantidad de empleados participen en el plan de capacitación. Es necesario fijar el presupuesto disponible para asignar la capacitación.

- Distribución centrada en la capacitación específica: está destinada a resolver las debilidades de la organización. Por ello, las acciones se orientan a temas que pueden estar alejados de los intereses de los empleados.
- Distribución orientada a la capacitación específica dando razón de la capacitación general: el proceso de detección de necesidades da cuenta de las fortalezas, en la medida que se han considerado todas las perspectivas y expectativas de la organización.

Los planes de capacitación exigen una planificación que incluye los siguientes elementos:

- Abordar una necesidad específica a cada vez.
- Definir de manera evidente el objetivo de la capacitación.
- Dividir el trabajo que se va a desarrollar, sea en módulos o ciclos.
- Elegir el método de capacitación según la tecnología que se posee
- Definir los recursos para la implementar la capacitación. Tipo de instructor, recursos audiovisuales, equipos o herramientas, manuales, etc.
- Definir el personal que va a ser capacitado:
 - Número de personas.
 - Disponibilidad de tiempo.
 - Grado de habilidad, conocimientos y actitudes.
 - Características personales.
- Determinar el sitio donde se efectuará la capacitación, si es dentro o fuera de la empresa.
- Establecer el tiempo y la periodicidad de la capacitación.
- Calcular la relación costo-beneficio del plan de capacitación.

- Controlar y evaluar los resultados del plan verificando puntos críticos que requieran ajustes o modificaciones.
 - Determinación necesidades de capacitación

Según la jerarquía de las necesidades de Maslow, es posible establecer un conjunto de necesidades que pueden ser consideradas para la elaboración del plan de capacitación. Entre tales necesidades tenemos:

- Necesidades de autorrealización: realización potencial, utilización plena de los talentos individuales, etc.
- Necesidades de estima: reputación, reconocimiento, autorrespeto, amor, etc.
- Necesidades sociales: amistad, pertenencia a grupos, etc.
- Necesidades de seguridad: protección contra el peligro o las privaciones.

Dentro de una organización, la detección de necesidades de capacitación está conformada por tres aspectos:

- De la organización: se centra en la determinación de los objetivos de la empresa, sus recursos y su relación con el objetivo.
- De las funciones: se enfoca sobre el trabajo. Revela las capacidades que debe tener cada individuo dentro de la organización, en términos de liderazgo, motivación, comunicación, dinámicas de grupos.

- De las personas: considera las fortalezas y las debilidades en el conocimiento, las actitudes y las habilidades que los empleados poseen.

A partir de este conjunto de necesidades, el contenido del plan de capacitación puede establecer elementos fundamentales a abordar; entre los cuales tenemos:

- Las necesidades de las personas.
- El crecimiento individual.
- La participación como aprendizaje activo.
- La capacidad para dar respuestas a necesidades de la realidad y la posibilidad de aplicarlas a la vida cotidiana.
- Producir una mayor interacción e intercambio entre las personas.
- Preparar al personal para la ejecución de las diversas tareas particulares de la organización.
- Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal.
- Cambiar la actitud de las personas creando un clima más satisfactorio entre los empleados.
- Aumentar la motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia.
- El aprendizaje eficiente para la utilización de técnicas adecuadas
- Ayudar al individuo en la solución de problemas y en la toma de decisiones.
- Aumentar la confianza y la actitud asertiva.
- Forja mejores actitudes comunicativas.
- Subir el nivel de satisfacción con el puesto.
- Permitir el logro de metas individuales.
- Eliminar los temores a la incompetencia o a la ignorancia individual.

4.3. Desarrollo del programa

Un plan de capacitación intenta enseñar a alguien un nuevo conocimiento, para acrecentar el valor de esa persona en la organización. Esto en función de los resultados del análisis de las necesidades.

En este sentido, un plan de capacitación se enfocará, al menos, en cuatro cuestiones, a saber:

- Objetivos de la capacitación
- Deseo y motivación de la persona
- Principios del aprendizaje
- Características de los instructivos

Un plan de capacitación debe estar estructurado del siguiente modo:

1. Contenido

- Introducción y antecedentes
- Evaluación de necesidades

2. Descripción del programa

- Proceso de formulación
- Caracterización del contexto
- Diagnóstico
- Planificación de la capacitación
- Esquema de conceptualización y diseño

3. Objetivos

4. Componentes

- Fortalecimiento técnico
- Fortalecimiento administrativo

5. Programación esquemática

- Primera etapa
- Segunda etapa

6. Recursos financieros requeridos.

4.4. Implementación del programa de capacitación

Un plan de capacitación consta de varias fases, entre estas existe:

- Fase 1 planeación de la capacitación

Análisis de la situación (detección de necesidades de capacitación): Esta etapa es vital para justificar los cursos o la acción de capacitación que se solicita. En esta etapa se cumple con la detección de las necesidades de capacitación. Por tales se entienden las deficiencias que poseen los empleados o trabajadores.

Para determinar las necesidades de capacitación es necesario investigar todos los hechos observables que sean generadores de causas por las cuales los trabajadores no ejecutan con éxito sus labores, o incurren en accidentes.

La evaluación de necesidades comienza con un análisis de la organización. Los gerentes deben establecer un contexto para la capacitación decidiendo dónde es más necesaria, cómo se relaciona con las metas estratégicas y cuál es la mejor manera de utilizar los recursos organizacionales. El análisis de tareas se utiliza para identificar los conocimientos, habilidades y capacidades que se requieren.

El análisis de personas se emplea para identificar quiénes necesitan capacitación. Los gerentes y empleados de recursos humanos deben permanecer alerta al tipo de capacitación que se requiere; cuándo se necesita; quiénes los precisan; y qué métodos son mejores para dar a los empleados las capacidades necesarias.

Una vez hecho el diagnóstico para el plan de capacitación, sigue la elección y prescripción de los medios de capacitación, con el objeto de satisfacer las necesidades de capacitación. Se procede a determinar los elementos principales del plan de capacitación:

- A quién debe capacitarse: empleado, trabajador, gerente
- Quién será el capacitador: facilitador, asesor
- Acerca de qué capacitar: tema o contenido del programa
- Dónde capacitar: lugar físico, organismo o entidad
- Cómo capacitar: métodos de capacitación y recursos necesarios
- Cuándo capacitar: periodo de capacitación y horario
- Cuánto capacitar: duración de la capacitación, intensidad
- Para qué entrenar: objeto o resultados esperados

- Fase 2 organización de la capacitación

Con la información anterior, se procede al diseño del plan de capacitación. Los expertos consideran que el diseño de un plan de capacitación debe enfocarse al menos en cuatro aspectos fundamentales:

- Definición de objetivos de la capacitación: es el resultado al cual se quiere llegar con el plan de capacitación. Se requieren de dos objetivos:
 - Objetivos terminales: indican la conducta que mostrarán los participantes al finalizar la capacitación. Pues según la teoría de aprendizaje, todo conocimiento nuevo adquirido produce en la persona un cambio de conducta.
 - Objetivos específicos: son objetivos de menor nivel, estos se van logrando conforme avanza el desarrollo del plan. Se refieren a conductas observables que el participante realiza y, por lo tanto, son directamente evaluables. Expresan un mayor grado de especificidad, por tal razón se les denomina también objetivos operacionales.
- Deseo y motivación de la persona: para que se tenga un aprendizaje óptimo, los participantes deben reconocer la necesidad del conocimiento o habilidades nuevas; así como conservar el deseo de aprender mientras avanza la capacitación. Las siguientes estrategias pueden ser útiles:
 - Utilizar el refuerzo positivo
 - Eliminar amenazas y castigos

- Ser flexible
 - Hacer que los participantes establezcan metas personales
 - Diseñar una instrucción interesante
 - Eliminar obstáculos físicos y psicológicos de aprendizaje
-
- Principios de aprendizaje: llamados también principios pedagógicos, constituyen las guías de los procesos por los que las personas aprenden de manera más efectiva. Mientras más se utilicen estos principios en la capacitación más probabilidades habrá de que ésta resulte efectiva. Estos principios son:
 - Participación
 - Repetición
 - Relevancia
 - Transferencia
 - Retroalimentación
 - Características de los instructivos
 - Conocimiento del tema
 - Adaptabilidad
 - Sinceridad
 - Sentido del humor
 - Interés
 - Cátedras claras
 - Asistencia individual
 - Entusiasmo

- Fase 3 ejecución o implementación de la capacitación

Existe una amplia variedad de métodos o técnicas para capacitar. El mejor método depende de:

- La efectividad respecto al costo
- El contenido deseado del programa
- La idoneidad de las instalaciones con que se cuenta
- Las preferencias y la capacidad de las personas
- Las preferencias y capacidad del capacitador
- Los principios de aprendizaje a emplear

La ejecución de la capacitación presupone:

- Adecuación del plan de capacitación a las necesidades de la organización
- Calidad del material de capacitación
- Cooperación del personal de la empresa
- Calidad y preparación de los instructores
- Calidad de los aprendices

Uno de los métodos de uso más generalizado es la capacitación en el trabajo, porque proporciona la ventaja de la experiencia directa, así como una oportunidad de desarrollar una relación con el superior y el subordinado.

La capacitación de aprendices y los programas de internado revisten especial eficacia porque brindan experiencia en el puesto y fuera de éste.

Otros métodos fuera del trabajo incluyen las conferencias o discusiones. La capacitación en el aula, la instrucción programada, la capacitación por computadora, las simulaciones, los circuitos cerrados de televisión, la capacitación a distancia y los discos interactivos de video. Todos estos métodos pueden suponer una aportación al esfuerzo de capacitación de un costo relativamente bajo en relación con la cantidad de participantes que es posible acomodar.

- Fase 4 evaluación del plan de capacitación

Permite estimar el logro de los objetivos propuestos y retroalimentar el proceso. Existen cuatro criterios básicos para evaluar la capacitación:

- Reacciones: los participantes felices tienen más probabilidades de enfocarse en los principios de capacitación y utilizar la información en su trabajo.
- Aprendizaje: probar el conocimiento y las habilidades antes de un programa de capacitación proporciona un parámetro básico sobre los participantes, que pueden medirse de nuevo después de la capacitación para determinar las mejoras.
- Comportamiento: el comportamiento de los participantes no cambia una vez que regresan al puesto. La transferencia de la capacitación es una implantación efectiva de principios aprendidos sobre los que se requiere en el puesto. Para maximizar se pueden adoptar varios enfoques:

- Presentar elementos idénticos
 - Enfocarse en los principios generales
 - Establecer un clima para la transferencia
- Resultados: con relación a los criterios de resultados, se piensa en términos de la utilidad de los programas de capacitación.

Para realizar una evaluación adecuada, deben considerarse dos aspectos principales:

- La evaluación del desempeño de la tarea específica que el trabajador realiza: en esta se examinan los siguientes aspectos:
 - Cumplimiento de la cuota de trabajo
 - Habilidad demostrada en realización del trabajo
 - Dominio de la técnica necesaria
 - Interés demostrado en el trabajo
 - Uso de elementos, materiales maquinas de trabajo, etc
- La evaluación de las características personales del trabajador: se analizan aspectos tales como:
 - Espíritu de colaboración
 - Espíritu de superación
 - Responsabilidad
 - Iniciativa
 - Actitud positiva
 - Asistencia y puntualidad
 - Disciplina en el trabajo

- Relaciones humanas con sus compañeros de trabajo

La etapa final del plan de capacitación es la evaluación de los resultados obtenidos. Esta evaluación debe considerar dos aspectos:

- Determinar si la capacitación produjo las modificaciones deseadas en el comportamiento de los empleados.
- Verificar si los resultados de la capacitación presenta relación con la consecución de las metas de la empresa.

Además de los dos aspectos anteriores, es necesario determinar si las técnicas de capacitación empleadas son efectivas. La evaluación de los resultados del entrenamiento puede hacerse entre niveles:

- Nivel organizacional: en este nivel la capacitación debe proporcionar resultados como aumento de la eficiencia.
- En el nivel de los recursos humanos: proporciona resultados como aumento de la eficiencia individual de los empleados.
- Nivel de las tareas y operaciones: en este nivel debe proporcionar resultados como aumento de la productividad, mejoramiento de la calidad de los productos y los servicios.

Para obtener datos objetivos y completos del plan de capacitación, es conveniente realizar tres tipos de evaluación. A saber:

- Evaluación diagnóstica: se efectúa al inicio del proceso y parte de los resultados que arroja el diagnóstico de necesidades, de las propuestas establecidas en el plan y programas, ejecución de las acciones, así como de los conocimientos y habilidades que posee el

capacitando y los que requiere. Esta evaluación permite analizar la situación actual de la organización, los fines que busca lograr y sobre todo de los compromisos y responsabilidades que competen a la función de capacitación con referencia al que hacer global del centro de trabajo.

- Evaluación intermedia: se realiza durante el proceso con el objeto de localizar deficiencias cuando aún se está en posibilidad de subsanarlas, intenta poner de manifiesto los puntos débiles y errores cometidos de tal forma que sean corregidos, aclarados o resueltos.
- Evaluación sumaria: se enfoca en los logros obtenidos como resultado de las actividades efectuadas afín de establecer parámetros que coadyuven a retroalimentar y reiniciar el ciclo.

○ Fase 5 seguimiento de la capacitación

Como parte del proceso evaluador se considera necesario llevar a cabo el seguimiento, el cual implica conocer los resultados y su repercusión en el ambiente de la organización. El seguimiento es un proceso integral, dinámico y participativo enfocado a la obtención de información para la toma de decisiones en cuanto a la planeación de las acciones y su retroalimentación, la ubicación, desempeño y desarrollo profesional del capacitando para determinar si su formación fue la requerida o no y por qué.

Un buen plan de capacitación debe contemplar acciones de monitoreo y seguimiento, no sólo con respecto a los aspectos logísticos sino a la organización y planeación de reuniones orientadas a verificar el impacto que ha logrado la capacitación en el incremento de la productividad, verificar la pertinencia metodológica y pedagógica con relación a la transferencia del aprendizaje a los puestos de trabajo.

El seguimiento precisa de acciones y solicitudes que deben atender quienes están participando en los diferentes programas y acciones de capacitación, tales como reuniones, informes, formatos que deber ser llenados, etc.

Los aspectos a considerar en el seguimiento serán aquellos que tienen que ver con los recursos humanos, materiales y financieros utilizados durante la realización del plan. La obtención de información es relevante para una nueva planeación y operación de las acciones de capacitación. Se obtiene utilizando diferentes instrumentos tales como el cuestionario, mediante el cual el personal capacitado proporciona datos acerca de los aspectos que intervinieron en su formación y la forma en cómo estos están siendo aplicados en la práctica laboral cotidiana (organización, efectividad, evaluación, intereses, experiencias adquiridas durante el curso, etc.).

Los resultados que se obtienen del seguimiento son:

- Análisis el desempeño profesional del personal capacitado
- Comparación del desempeño del personal capacitado con el no capacitado
- Orientación de la planeación en las acciones para su mejor operación
- Valoración de las capacidades de las entidades responsables del programa (recursos humanos y materiales)
- Identificación de necesidades no satisfechas, condiciones actuales y deseadas
- Determinación de los objetivos y metas a cubrir en la empresa

CONCLUSIONES

1. “Tencnicamp” incrementará notablemente los procesos de reparación en automóviles livianos con la implementación del programa TPM mediante herramientas en común, la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, creando procesos más óptimos y confiables.
2. El TPM mejorará la condición anterior del taller Tecnicamp llevando a cabo lo siguiente:
 - Aumentar el conocimiento de todo el personal sobre los equipos y procesos.
 - Conservar y transferir el conocimiento existente en todos los sitios del taller automotriz.
 - Ayudar a innovar permanentemente la organización.
 - Eliminar todo tipo de despilfarro existente dentro del taller manejando los desechos sólidos y líquidos en el lugar apropiado.
3. La implementación del plan mejorará los sistemas de mantenimiento, creando un ambiente más agradable y confiable tanto para los trabajadores como para los clientes, proponiendo esquemas de mejora continua, seguridad, higiene y cuidado ambiental.

RECOMENDACIONES

Al gerente general

- Mantener activos los objetivos y políticas que el programa TPM estipula, los cuales se pretende perpetuar. Comprometer al personal con el cambio de mentalidad y enfocarse a mejorar continuamente.
- Mantener activos los programas de capacitación del recurso humano que es vital para la empresa, para que el programa TPM se mantenga y se pueda apreciar sus resultados en el menor tiempo posible, demostrando la efectividad y el impacto positivo que traerá al taller.

Al jefe de taller inmediato

- Mejorar las condiciones actuales de los procesos de reparación del taller empezando a utilizar *software* automotriz como ayuda externa, con la finalidad de conocer los procedimientos de trabajo desconocidos y averías más comunes. Complementado con el historial de las unidades, serán de gran ayuda para los técnicos en la solución de problemas.
- Para que el programa TPM dé los resultados esperados es necesario que cada servicio del programador de mantenimiento anticipe todas las actividades. Debe además supervisar que se cumpla con los objetivos y políticas establecidas para el desarrollo del programa.

A los trabajadores del taller

- Poner en práctica de manera inmediata la propuesta de seguridad y cuidado ambiental, con la finalidad de reducir los riesgos que afectan al personal y al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALONSO PÉREZ, José Manuel. *Técnicas del Automóvil: Motores, Renovación tecnológica*, 9ª ed., Madrid : Paraninfo, 1999. 657 p.
2. _____ . *Electromecánica de vehículos: Motores* , 4ª ed., Madrid : Paraninfo, 1999. 229p
3. ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 51 ed. España : Dosat, 1994. 957 p.
4. AVALLONE, Eugene A. BAUMEISTER, Theodore III. *Manual del Ingeniero mecánico*. G ed. México: Mccraw-Hill, 2007, p. Cap.6, 233 p.
5. BOTERO G, Camilo. *Manual de Mantenimiento*. Primera edición. Santafé de Bogotá: Grupo de Publicaciones SENA Digeneral. 1991. 89 p.
6. HARTMANN, Edward H. *Cómo instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa*. TPM Press, Inc., 1992, Capítulo XI, p. 175-232.
7. MORA GUTIÉRREZ, Alberto. *Mantenimiento- Planeación, ejecución y Control*. México. Alfa omega, 504 p.
8. NAKAJIMA, S. *Introducción al TPM*. Japan Institute for Plant Maintenance, México. Alfa omega, 1 era Edición, Año 1991.

9. RUEDA SANTANDER, Jesús. *Técnico en mecánica y electrónica automotriz*. Colombia: Diseli. 2003. 832 p.
10. REMLING, John. *Sistemas de dirección y suspensión del automóvil; diagnóstico y reparación*, limusa. 1984.
11. TORRES MONCAYO, Jesús. (2009) *Lean Production: Como llegar a ser Lean sin mucho esfuerzo*, Toluca, México. p. 166-170.
12. WENCESLAO, Varela. *Manual de automóvil*. Buenos Aires, Argentina. Editorial mundo técnico. 1975. 455 p.
13. MITCHELL Internacional. *Manual de reparación de transmisiones automáticas y transejes*. Mexico. Prentice-Hall. 1992

APÉNDICE

Apéndice 1. mantenimiento autonomo

MEJORA FOCALIZADA

1. Cuenta con registros de los trabajos desarrollados en el mantenimiento de los vehículos?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. De la siguientes opciones, seleccione el tipo de información técnica que posee para identificar claramente fallas presentadas en los vehículos

Manuales de vehículos	<input type="checkbox"/>
Información de motores	<input type="checkbox"/>
Manual de escáner	<input type="checkbox"/>
Ninguna	<input type="checkbox"/>

3. ¿Que técnicas utiliza para analizar fallas presentadas en los vehículos?

Indicadores	<input type="checkbox"/>
Lluvia de ideas	<input type="checkbox"/>
Estadísticas	<input type="checkbox"/>
Diagrama de Pareto	<input type="checkbox"/>
Registros de problemas	<input type="checkbox"/>
Ninguna	<input type="checkbox"/>

Continuación del apéndice 1

4. ¿Posee registros que identifiquen las frecuencia de las fallas?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

5. Realiza reuniones periódicas con el personal que realiza el trabajo de mantenimiento

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Continuación del apéndice 1

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

1. ¿Se ha desarrollado en el personal la cultura de limpieza e inspección autónoma?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. ¿Se tiene establecido medidas preventivas contra las causas de deterioro de la infraestructura y mejor del acceso a las áreas de difícil limpieza?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

3. ¿existe una inspección general basada en procedimientos ya establecidos y documentados formalmente para el mantenimiento?

Existen pero no se realiza	<input type="checkbox"/>
Desconozco su existencia	<input type="checkbox"/>
Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Si la respuesta se “sí” pase a la siguiente pregunta. De lo contrario pase a la 7.

Continuación del apéndice 1

4. De las siguiente opciones, seleccione los aspectos que evalúa esta inspección.

Limpieza	
Revisión visual	
Calibración	
Medición	
Organización visual	
Seguimiento	
Detalle de estado (antes y después del uso)	

5. ¿Existe personal asignado que se encargué de verificar la realización de estas inspección?

Sí	
No	

6. En relación a las inspecciones realizadas en el taller, ¿qué tipo de formatos se utilizan?

Formato en documento físico	
Formato en documento digital	
Ambos	

7. ¿Existen políticas establecidas por la dirección en relación a la calidad en la gestión administrativa?

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

MANTENIMIENTO PLANEADO

1. ¿Se tiene identificado el estado inicial de los equipo que se encuentran en el taller?

Sí	
No	

2. ¿Se tiene identificado el estado inicial de los vehiculos a los que se les da mantenimiento?

Sí	
No	

3. ¿Que instrumentos se utilizan para evitar el deterioro de los vehiculos en los diferentes sistemas que poseen?

Estandares de registro	
Controles a herramientas	
Aplicación de estandares	
Medidas de servicio	
Patrones de calidad	
Ninguna	

4. En relación alos equipos que se utilizan en el taller, ¿que tipo de información posee sobre los equipos que utiliza?

Manuales de equipo	
Contacto de proveedor	
Registros de mantenimiento	
ninguno	

Continuación del apéndice 1

5. En relación a las preguntas 3 y 4 ¿en que forma se maneja la información mencionada anteriormente?

Fisicamente. La información se encuentra archivadas en papel	
Digitalmente. La información esta almacenada de manera digital	
Ninguno	

6. ¿Posee herramientas o equipo de reciente tecnologia que ayude a identificar de manera eficaz y confiable las diferentes fallas en los vehiculos?

Sí	
No	

7. ¿Que tipo de fallas son las mas frecuentes en la flota vehiculas que se atiende al taller?

Suspensión	
Eléctrica	
Frenos	
Dirección	
Motor	
Accidentes o choques	

8. ¿Se han establecido de manera formal, rutinas de chequeo o flujos de trabajo para el mantenimiento de los vehículos?

Existen pero no se realiza	
Desconozco su existencia	
Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

si la respuesta es “sí”, pase a la siguiente pregunta. De lo contrario, el cuestionario terminó.

9. ¿Qué tipo de rutina o lista de chequeo se utiliza para el mantenimiento de los vehículos?

Rutina básica	
Rutina correctiva	
Rutina preventiva	
Rutina predictiva	
Ninguna	

10. ¿Los conductores realizan operaciones basicas de mantenimiento en los vehiculos?

Sí	
No	

Si su respuesta es “sí” pase a la preguanta 11. De lo contrario, la encuesta terminó.

11. ¿Cuales operaciones basicas de mantenimiento realizan los conductores?

Nivel de aceite agua y otros	
Estado de frenos y llantas	
Afinador menor	
Ninguna	

Continuación del apéndice 1

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

1. ¿Cual es la cantidad del recurso humano que labora en el área del taller?

1 a 3 personas	
4 a 6 personas	
7 a 10 personas	
Más de 10 personas	

2. ¿Han desarrollado en la institución planes a largo plazo? Es decir, para mas de un año, relacionados con el mantenimiento.

Sí	
No	

si su respuesta es “sí” pase a al pregunta 3, si es “no” pase a al pregunta 5.

3. Indique la categoría a la pertenece los planes

Planificación	
organización	
Progrmación	
Ninguno de los anteriores	

4. ¿Quién es el responsable de hacer la planeación del mantenimiento?

Coordinación	
Dirección	
Jefatura	
Ninguno de los anteriores	

Continuación del apéndice 1

5. ¿Existe un programa continuo de capacitación del personal de mantenimiento orientado hacia la filosofía de calidad?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

6. ¿La institución le da capacitación a los conductores de la flota vehicular?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

si su respuesta es “sí” pase a al pregunta siguiente, si es “no” pase a al pregunta 10.

7. ¿Que tipo de capacitaciones le da la institución a los conductores?

Mantenimiento de los vehículos	<input type="checkbox"/>
Reglas de conducción	<input type="checkbox"/>
Relaciones Interpersonales	<input type="checkbox"/>
Todos los anteriores	<input type="checkbox"/>
Ninguno de los anteriores	<input type="checkbox"/>

Continuación del apéndice 1

8. ¿Cada cuanto tiempo (en promedio) se imparten las capacitaciones a los conductores?

Semanal	
Quincenal	
Mensual	
trimestral	
semestral	
anual	

9. ¿Quien imparte la capacitación?

Personal de la empresa	
Personal exterono de la empresa	
Todas las anteriores	

10. ¿La institución da capacitaciones al personal que trabaja en el mantenimiento de vehículos?

Sí	
No	

si su respuesta es “sí” pase a al pregunta siguiente, si es “no” pase a al pregunta 13.

Continuación del apéndice 1

11. ¿Cada cuanto tiempo se imparten las capacitaciones al personal que trabaja en el mantenimiento de vehículos.?

Semanal	
Quincenal	
Mensual	
trimestral	
semestral	
anual	

12. ¿Quien imparte la capacitación?

Personal de la empresa	
Personal externo de la empresa	
Todas las anteriores	

13. ¿Subcontratan la labor de mantenimiento para algún tipo de vehículo?

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

CONTROL INICIAL

1. ¿Se tiene documentado el inventario de herramientas y equipos del taller automotriz?

Sí	
No	

si su respuesta es “sí” pase a al pregunta siguiente, si es “no” pase a al pregunta 5.

2. De los siguiente requerimiento, ¿cuál se tiene documentado?

Fecha de adquisición	
Vida útil	
Proveedores	
Costo	
Reparaciones	
Ninguna	

3. En relación ala a información almacenada al inventario de herramientas, equipos e instrumentos utilizados en el taller automotriz, se han establecido formatos formales de control.

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

4. ¿En que forma se maneja la información de estos formatos?

Físicamente. La información se encuentra archivada en papel	
Digitalmente. La información esta almacenada de manera digital	

5. Existe un plan o política de retiro y reemplazo para las herramientas, instrumentos y equipos del taller automotriz de mantenimiento

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

1. ¿Se sabe en el taller que significa mejora de la calidad?

Sí	
No	

Si la respuesta es “sí” pase a la siguiente pregunta. De lo contrario pasa a la pregunta 5

2. ¿Se están ejecutando en el taller planes a largo plazo para mejorar la calidad?

Sí	
No	

Si la respuesta es “sí” pase a la siguiente pregunta. De lo contrario pasa a la pregunta 4

3. En relación a los planes de mejora. ¿en que áreas se ha desarrollado, planes de capacitación enfocados en la calidad.?

Alta gerencia	
Supervisores	
Gerencia media	
Area operativa	
No sabe	
Ninguno	

Continuación del apéndice 1

4. ¿Se promueve o realiza la mejora continua dentro del propio departamento?

No se promueve dentro del departamento	
Se promueve la mejora continua, aunque no está sistematizado el proceso	
Si se promueve y realiza la mejora continua sistemáticamente	

5. ¿Existen controles de calidad para los siguientes elementos?

Materiales	
Productos	
Procesos	
Servicio del taller	
No existen controles	

6. ¿Tiene en su taller índices tradicionales de eficiencia y productividad como los siguientes?

Costo de mantenimiento	
Porcentaje de mantenimiento correctivo	
Porcentaje de mantenimiento preventivo	
Costo por facturación	
Ninguno de los anteriores	

7. ¿Se sabe quien es el cliente, tanto interno como externo, del area de mantenimiento?

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

8. ¿Existe algun mecanismo de retroalimentacion que permita medir los niveles de satisfaccion del cliente?

Sí	
No	

9. ¿Poseen metodos actualizados de evaluación del personal de mantenimiento?

Sí	
No	

10. ¿Dispone el departamento de mantenimiento de un personal motivado y eficaz que resuelva las averías?

El personal está desmotivado	
Sólo en algunos casos	
El personal está motivado, pero no siempre hay resultados óptimos	

11. ¿Se han desarrollado en el área de mantenimiento la estandarización y definición de los procedimientos, sus operaciones y responsabilidades?

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

12. ¿Cómo considera los niveles de comunicación con el resto de departamentos relacionados con el área de mantenimiento?

Excelente	
Bueno	
Necesita mejorar	

Continuación del apéndice 1

TPM EN LOS DEPARTAMENTOS DE APOYO

1. ¿cómo evaluaría el tipo de relación con las demás áreas de la institución?

Excelente	
Bueno	
Necesita mejorar	

2. En relación a los procedimientos, en los cuales se involucran con otras áreas. ¿conoce la existencia de estos procedimientos documentados formalmente?

Sí	
No	
Desconozco, la existencia	

Si la respuesta es “sí” pase a la siguiente pregunta. De lo contrario pasa a la pregunta 4

3. ¿alguna vez ha tenido acceso formal a estos procedimientos?

Sí	
No	

4. ¿alguna vez se vieron afectados las actividades del taller por retraso en las áreas administrativas de apoyo?

Sí	
No	

Continuación del apéndice 1

5. ¿Cuál es la frecuencia de retraso de las áreas de apoyo?

Siempre	
Casi siempre	
En raras ocasiones	
Nunca	

6. ¿Cuál es el tiempo muerto máximo de operación en que se ha incurrido en el taller, por retraso en otras áreas?

Días	
Semanas	
Meses	
Años	

7. ¿En alguna ocasión han existido reuniones entre estas áreas y el taller para la mejor de procesos y procedimientos?

Sí	
No	
Ha existido iniciativas pero no se llevaron a cabo	
Nunca han existido Iniciativas	

8. En relación a las solicitudes o requerimientos del taller con estas áreas administrativas de apoyo ¿Qué tipo de formatos se utilizan?

Formato en documento físico	
Formato en documento digital	
No se manejan formatos	

Continuación del apéndice 1

9. ¿En qué forma se divulga la información o se realiza la comunicación entre las áreas de apoyo del taller?

Correo electrónico	
Memorándum físico	
Aviso en espacio informativo	
Publicaciones internas	
Ninguno de los anteriores	

Fuente: elaboración propia.