

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE UNIDADES DE TRANSPORTE CÓNDORES DEL VALLE Y DISEÑO DE LA PLANTA DE SU TALLER AUTOMOTRIZ

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DAVID ANÍBAL ERAZO CERÓN

daviec10@hotmail.com

NORA LISETH MARTÍNEZ CÓRDOVA

lichitagirl_18@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS T.

jaime.vargas@epn.edu.ec

Quito, Abril de 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, David Aníbal Erazo Cerón y Nora Liseth Martínez Córdova, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normatividad vigente.

David Aníbal Erazo Cerón

Nora Liseth Martínez Córdova

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por David Aníbal Erazo Cerón y Nora Liseth Martínez Córdova, bajo nuestra supervisión.

Ing. Jaime Vargas T.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Miguel Cárdenas
COLABORADOR

Ing. Jorge Escobar
COLABORADOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme el regalo de la vida, por guiar mis pasos por el sendero del bien y permitirme culminar con éxito tan anhelado sueño.

A todos y cada uno de los miembros de mi familia, quienes nunca dejaron de creer en mí y me han alentado sin desmayo a lo largo de mi vida estudiantil.

A la Escuela Politécnica Nacional y en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme tanto a nivel profesional como personal.

A todos quienes directa o indirectamente son responsables de la concreción del presente proyecto.

Liseth Martínez

A Dios, por haberme dado la vida, la salud y colmarme de todas sus bendiciones y sobre todo por poner a mi alrededor a personas tan maravillosas.

A mis padres, por estar a mi lado siempre, orientándome con su ejemplo, sabiduría y paciencia.

A mis hermanas, por ser mis amigas, consejeras y confidentes en todo momento.

A Sebastián, Matías, Victoria y Camila: mis sobrinitos, por contagiarme su alegría de vivir y con sus sonrisas darme el impulso para continuar.

A mis amigos, por su apoyo y por compartir conmigo las alegrías y tristezas.

A mis maestros y profesores de la Escuela Politécnica Nacional por haber compartido sus valiosas experiencias conmigo.

David Erazo

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional en este extenso y arduo camino. Por ser mi soporte en todo momento y porque sin ustedes nada de esto sería posible. Los amo.

A Elizabeth, mi novia, por hacer especial cada día, por haber sido mi inspiración para seguir adelante.

David Erazo

A mi adorada hija, Antonella, la personita que con su amor y ternura me ha enseñado el verdadero significado de la vida.

A mi amado esposo Fernando, quien ha sido mi pilar fundamental y ha estado a mi lado por encima de las adversidades.

A mis padres, Martha y Mario, porque es gracias a su esfuerzo y sacrificio que he logrado alcanzar una más de mis metas.

A mis hermanos, Vinicio y Mirelly, porque su cariño es parte fundamental de la motivación que me ha impulsado a conseguir mis propósitos.

A mis abuelitos, Antonio y Martha, quienes con su sabiduría me han enseñado a seguir siempre hacia adelante y han estado pendientes de cada uno de mis pasos.

Liseth Martínez

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
CONTENIDO	V
RESUMEN	XIX
PRESENTACIÓN	XXI
CAPÍTULO I	1
1. COMPAÑÍA DE TRANSPORTE INTERCANTONAL CONDORVALL S.A.	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. GENERALIDADES	2
1.4. UBICACIÓN	3
1.5. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	4
1.5.1. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL	4
1.5.2. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	4
1.6. BASE FILOSÓFICA DE LA EMPRESA	6
1.6.1. MISIÓN	6
1.6.2. VISIÓN	6
1.6.3. VALORES ORGANIZACIONALES	7
1.7. SERVICIOS QUE PRESTA	7
1.7.1. SERVICIO DE TRANSPORTE	7
1.7.2. ESTACIÓN DE SERVICIO	10
1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	11
CAPÍTULO II	14
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14

2.1.	TEORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	14
2.1.1.	PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ... ..	14
2.1.2.	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.....	15
2.2.	INDICADORES DEL MATENIMIENTO	16
2.2.1.	DISPONIBILIDAD.....	16
2.2.2.	FIABILIDAD.....	17
2.2.3.	MANTENIBILIDAD	17
2.3.	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	18
2.3.1.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	18
2.3.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	19
2.3.3.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	22
2.4.	TÉCNICAS AVANZADAS DE MANTENIMIENTO.....	24
2.4.1.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	24
2.4.2.	MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	28
CAPITULO III.....		32
3. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UNA UNIDAD DE TRANSPORTE		32
3.1.	SISTEMA BASTIDOR Y CARROCERIA	32
3.2.	MOTOR.....	33
3.2.1.	SUBSISTEMAS DEL MOTOR	34
3.3.	SISTEMA DE FRENOS.....	42
3.3.1.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FRENOS.....	43
3.4.	SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	47
3.4.1.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	48
3.5.	SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	51
3.5.1.	ELEMENTOS DE MANDO.....	51
3.6.	SISTEMA DE SUSPENSIÓN	55
3.6.1.	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN	56
3.7.	RUEDAS	58

3.8.	SISTEMA ELÉCTRICO	59
3.9.	SISTEMA ELECTRÓNICO (SENSORES Y ACTUADORES)	60
3.9.1.	ECU.....	60
3.9.2.	SENSORES:	61
3.9.3.	ACTUADORES:	67
CAPÍTULO IV.....		68
4. UTILIZACIÓN DEL MÉTODO ANÁLISIS MODAL DE FALLA – EFECTO (AMFE)		68
4.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	68
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.....	69
4.2.	PRIORIZACIÓN DEL SISTEMA Y SUBSISTEMA PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO AMFE	78
4.2.1.	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA.....	78
4.2.2.	DETERMINACIÓN DEL SUB-SISTEMA.....	79
4.3.	CODIFICACIÓN UTILIZADA	83
4.3.1.	CODIFICACIÓN DEL SISTEMA	83
4.3.2.	CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA	84
4.3.3.	CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES	84
4.3.4.	CODIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO	85
4.4.	APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLA – EFECTO.....	88
4.4.1.	IDENTIFICACIÓN DE SUB-SISTEMAS, COMPONENTES Y FUNCIONES	89
4.4.2.	TABLAS AMFE PARA LOS SUBSISTEMAS DEL MOTOR	92
4.4.3.	ACCIONES CORRECTIVAS.....	112
4.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	118
CAPÍTULO V.....		119
5. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS UNIDADES DE TRANSPORTE.....		119
5.1.	GENERALIDADES.....	119

5.2.	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	119
5.2.1.	MANTENIMIENTO DEL MOTOR Y SUS SUBSISTEMAS.....	120
5.2.2.	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	130
5.3.	DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	143
5.3.1.	ORDEN DE TRABAJO.....	144
5.3.2.	REGISTRO DIARIO DE MANTENIMIENTO (BITÁCORA).....	147
CAPITULO VI.....		148
6.	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE CONDORVALL.....	148
6.1.	DIAGRAMA DE RELACIONES PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE	148
6.2.	INICIO DE SESIÓN.....	149
6.3.	INICIO DEL PROGRAMA.....	149
6.3.1.	FORMULARIO DE TABLAS AMFE.....	150
6.3.2.	FORMULARIO DE ÓRDEN DE TRABAJO	151
6.3.3.	FORMULARIO DE BITÁCORA	152
6.3.4.	FORMULARIO DE INSUMOS.....	152
6.4.	REPORTES.....	153
CAPITULO VII.....		154
7.	DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER AUTOMOTRIZ DE CONDORVALL S.A.....	154
7.1.	GENERALIDADES.....	154
7.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO	154
7.1.2.	CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO.....	154
7.1.3.	CLASIFICACIÓN POR SU USO/EFECTO.....	156
7.1.4.	SERVICIOS COMPLEMENTARIOS/SUSTITUTOS.....	159
7.1.5.	NORMATIVA TÉCNICA Y COMERCIAL.....	161
7.2.	ESTUDIO TÉCNICO	163

7.2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO.....	163
7.2.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	170
7.2.3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	174
7.2.4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	189
7.2.5. ANÁLISIS FINANCIERO	200
CAPÍTULO VIII.....	219
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	219
8.1. CONCLUSIONES.....	219
8.2. RECOMENDACIONES	221
BIBLIOGRAFÍA	223
ANEXOS	228
ANEXO 3.1.....	229
NOMENCLATURA DE LOS NEUMÁTICOS	229
ANEXO 4.1.....	231
FORMULARIO DE ENCUESTA.....	231
ANEXO 4.2.....	236
TABLAS AMFE	236
ANEXO 5.1.....	274
CUADRO DE MANTENIMIENTO.....	274
ANEXO 7.1.....	279
PROFORMAS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	279
ANEXO 7.2.....	280
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER AUTOMOTRIZ CONDORVALL.....	280

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Precios del combustible expendido en la Estación de Servicio “Condorvall” S.A.....	10
Tabla 1.2: Lista de propietarios y de unidades de transporte	12
Tabla 1.2 Continuación	13
Tabla 2.1: Ventajas y desventajas del uso del mantenimiento correctivo	19
Tabla 2.2: Revisiones de Taller	21
Tabla 2.3: Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo	22
Tabla 2.4: Técnicas predictivas de mantenimiento	23
Tabla 2.5: Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Predictivo.....	24
Tabla 2.6: Significado de las 5Ss.....	27
Tabla 2.7: Principales Ventajas y Desventajas del TPM.....	27
Tabla 2.8: Probabilidad de fallo y acciones de mantenimiento vehicular	30
Tabla 2.9: Ventajas y Desventajas de la Aplicación del RCM	31
Tabla 4.1: Clasificación de la gravedad del modo de falla	72
Tabla 4.2: Clasificación de la probabilidad del modo de falla	73
Tabla 4.3: Clasificación de la facilidad de detección del modo de falla	74
Tabla 4.4: Valores sobresalientes del IPR.....	75
Tabla 4.5: Flota vehicular de Condorvall distribuida por marcas	78
Tabla 4.6: Identificación del sub-sistema que más ha causado problemas en los buses HINO en los dos últimos meses.....	79
Tabla 4.7: Tabla de Pareto para fallas de los Buses HINO.....	81
Tabla 4.8: Identificación de las principales causas que ocasionan fallos	82
Tabla 4.9: Codificación utilizada para modos de fallo	85
Tabla 4.10: Codificación de los modos de fallo mecánico del Motor	88
Tabla 4.11: Funciones de los componentes del Motor	89
Tabla 4.12: Funciones de los componentes del Subsistema de Distribución del Motor	90
Tabla 4.13: Funciones del Subsistema de Inyección de Combustible del Motor.....	91
Tabla 4.14: Funciones del Subsistema de Lubricación del Motor.....	91

Tabla 4.15: Funciones de los componentes del Subsistema de Refrigeración del Motor	92
Tabla 4.16: AMFE para el Subsistema Motor del Bus HINO	93
Tabla 4.16A: AMFE para el Subsistema Motor del Bus.....	94
Tabla 4.16B: AMFE para el Subsistema Motor del Bus.....	95
Tabla 4.16C: AMFE para el Subsistema Motor del Bus.....	96
Tabla 4.16D: AMFE para el Subsistema Motor del Bus.....	97
Tabla 4.16E: AMFE para el Subsistema Motor del Bus.....	98
Tabla 4.17: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor.....	99
Tabla 4.17A: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor	100
Tabla 4.17B: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor	101
Tabla 4.17C: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor	102
Tabla 4.17D: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor	103
Tabla 4.17E: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor	104
Tabla 4.17F: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor.....	105
Tabla 4.18: AMFE para el Subsistema de Inyección de Combustible	106
Tabla 4.18A: AMFE para el Subsistema de Inyección de Combustible.....	107
Tabla 4.19: AMFE para el Subsistema de Lubricación del Motor	108
Tabla 4.19A: AMFE para el Subsistema de Lubricación del Motor.....	109
Tabla 4.20: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor	110
Tabla 4.20A: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor.....	111
Tabla 4.20B: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor.....	112
Tabla 4.21: Cuadro de correctivos para el Subsistema Motor	113
Tabla 4.22: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Distribución del Motor.....	114
Tabla 4.22A: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Distribución del Motor.....	115
Tabla 4.23: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Inyección de Combustible	115
Tabla 4.24: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Lubricación del Motor.....	116
Tabla 4.25: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Refrigeración del Motor.....	117

Tabla 5.1. Espesor del revestimiento de freno.....	135
Tabla 5.2: Formato de Orden de Trabajo	146
Tabla 5.3: Registro Diario de Mantenimiento.....	147
Tabla 7.1: Estructura General de Clasificación de Servicios según la CIIU.....	157
Tabla 7.2: Estructura Detallada de Clasificación de Servicios según la CIIU	158
Tabla 7.3: Resumen de Normas a Observarse en el Taller Automotriz.....	162
Tabla 7.4: Capacidad instalada de las Cooperativas de Transporte pertenecientes al Cantón Rumiñahui	164
Tabla 7.5: Población del Cantón Rumiñahui.....	164
Tabla 7.6: Proveedores de Materiales e Insumos.....	167
Tabla 7.7: Matriz locacional	173
Tabla 7.8: Diagrama de Procesos del Taller.....	175
Tabla 7.8A: Especificación de tiempos y distancias de los Procesos del Taller.....	176
Tabla 7.9: Requerimiento de Mano de Obra Directa	179
Tabla 7.10: Requerimiento de Mano de Obra Indirecta	180
Tabla 7.11: Equipos requeridos para Mecánica de Patio	181
Tabla 7.12: Equipos requeridos para el área de Lavado	181
Tabla 7.13: Equipos requeridos para enderezada y pintura	181
Tabla 7.14: Equipos requeridos para el área de Eléctrica y Electrónica.....	182
Tabla 7.15: Equipos requeridos para el área de Alineación y Balanceo.....	182
Tabla 7.16: Equipos complementarios requeridos para el taller	183
Tabla 7.17: Herramientas requeridas para Mecánica de Patio.....	184
Tabla 7.18: Herramientas requeridas para el área de Lavado.....	185
Tabla 7.19: Herramientas requeridas para enderezada y pintura.....	185
Tabla 7.20: Herramientas requeridas para el área de Eléctrica y Electrónica ...	185
Tabla 7.21: Herramientas requeridas para el área de Alineación y Balanceo ...	186
Tabla 7.22: Herramientas complementarias requeridas para el taller.....	186
Tabla 7.22: Continuación.....	187
Tabla 7.23: Insumos y Materiales requeridos para las actividades en el taller	187
Tabla 7.23: Continuación.....	188

Tabla 7.24: Comparación de los beneficios de las distribuciones de planta según el flujo de trabajo	192
Tabla 7.25: Identificación de Áreas de Trabajo.....	196
Tabla 7.26: Chart de relaciones en función del grado de cercanía.....	197
Tabla 7.26A: Chart de relaciones en función de la razón de cercanía	198
Tabla 7.27: Costos por concepto de infraestructura y terreno	200
Tabla 7.28: Costos por concepto de equipos y herramientas para Mecánica de Patio.....	201
Tabla 7.29: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Lavado	202
Tabla 7.30: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Enderezada y Pintura.....	202
Tabla 7.31: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de trabajos de Eléctrica y Electrónica	203
Tabla 7.32: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Alineación y Balanceo.....	203
Tabla 7.33: Costos por concepto de equipos y herramientas Complementarias.....	204
Tabla 7.33: Continuación.....	205
Tabla 7.34: Costos por concepto de aplicaciones informáticas, equipos y muebles de oficina	205
Tabla 7.35: Cuadro de inversiones en activos fijos.....	206
Tabla 7.36: Cuadro de depreciación de activos fijos	206
Tabla 7.37: Descripción de la inversión intangible*	207
Tabla 7.38: Resumen de la inversión total.....	208
Tabla 7.39: Descripción del ingreso anual bruto.....	208
Tabla 7.39: Continuación.....	209
Tabla 7.40: Resumen del presupuesto de egresos	210
Tabla 7.41: Tabla de amortización del préstamo	211
Tabla 7.42: Datos para el cálculo de la TMAR.....	214
Tabla 7.43: Variables para el cálculo de la TMAR	215
Tabla 7.44: Flujo de Fondos Totalmente Neto (Economía Ecuatoriana)	216
Tabla A - 4.1: Funciones del Subsistema de frenado	237

Tabla A – 4.1A: Funciones del Subsistema de Frenado	238
Tabla A – 4.2: Funciones del Subsistema de Transmisión.....	238
Tabla A – 4.3: Funciones del Subsistema de Dirección	239
Tabla A – 4.4: Funciones del Subsistema de Dirección	240
Tabla A – 4.5: Funciones del Subsistema Ruedas y Neumáticos	240
Tabla A – 4.6: Funciones del Subsistema Bastidor y Carrocería.....	240
Tabla A – 4.7: Funciones del Subsistema Eléctrico.....	241
Tabla A – 4.8: Funciones del Subsistema Electrónico.....	242
Tabla A – 4.9: AMFE para el Subsistema de Frenado	243
Tabla A – 4.9A: AMFE para el Subsistema de Frenado.....	244
Tabla A – 4.9B: AMFE para el Subsistema de Frenado.....	245
Tabla A – 4.9C: AMFE para el Subsistema de Frenado.....	246
Tabla A – 4.9D: AMFE para el Subsistema de Frenado.....	247
Tabla A – 4.9E: AMFE para el Subsistema de Frenado	248
Tabla A – 4.10: AMFE para el Subsistema de Transmisión	248
Tabla A – 4.10A: AMFE para el Subsistema de Transmisión.....	249
Tabla A – 4.10B: AMFE para el Subsistema de Transmisión.....	250
Tabla A – 4.10C: AMFE para el Subsistema de Transmisión.....	251
Tabla A – 4.10D: AMFE para el Subsistema de Transmisión.....	252
Tabla A – 4.10E: AMFE para el Subsistema de Transmisión	253
Tabla A – 4.11: AMFE para el Subsistema de Dirección.....	254
Tabla A – 4.11A: AMFE para el Subsistema de Dirección	255
Tabla A – 4.11B: AMFE para el Subsistema de Dirección	256
Tabla A – 4.12: AMFE para el Subsistema de Suspensión	257
Tabla A – 4.12A: AMFE para el Subsistema de Suspensión.....	258
Tabla A – 4.13: AMFE para el Subsistema de Ruedas y Neumáticos.....	259
Tabla A – 4.13A: AMFE para el Subsistema de Ruedas y Neumáticos	260
Tabla A – 4.14: AMFE para el Subsistema Bastidor y Carrocería	261
Tabla A – 4.14A: AMFE para el Subsistema Bastidor y Carrocería	262
Tabla A – 4.15: AMFE para el Subsistema Eléctrico	263
Tabla A – 4.15A: AMFE para el Subsistema Eléctrico	264
Tabla A – 4.16: AMFE para el Subsistema Electrónico	265
Tabla A – 4.16A: AMFE para el Subsistema Electrónico	266

Tabla A – 4.16B: AMFE para el Subsistema Electrónico	267
Tabla A – 4.16C: AMFE para el Subsistema Electrónico	268
Tabla A – 4.17: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Frenado	269
Tabla A – 4.18: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Transmisión	270
Tabla A – 4.18A: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Transmisión...	271
Tabla A – 4.19: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Dirección.....	271
Tabla A – 4.20: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Suspensión	272
Tabla A – 4.21: Cuadro de correctivos para el Subsistema Ruedas y Neumáticos	272
Tabla A – 4.22: Cuadro de correctivos para el Subsistema Bastidor y Carrocería	273
Tabla A – 4.23: Cuadro de correctivos para el Subsistema Eléctrico y Electrónico	273
Tabla A – 5.1: Cuadro de mantenimiento	275
Tabla A – 5.1: Continuación	276
Tabla A – 5.1: Continuación	277
Tabla A – 5.1: Continuación	278

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Establecimiento de Condorvall S.A.	1
Figura 1.2: Localización de las oficinas de Condorvall S.A.	3
Figura 1.3: Organigrama Estructural de la Compañía Condorvall S.A	4
Figura 1.4: Estación de Servicios “Condorvall” S.A.....	11
Figura 2.1: Tareas típicas de mantenimiento correctivo	18
Figura 2.2: Tareas típicas del mantenimiento preventivo	20
Figura 2.3: Tareas típicas del mantenimiento predictivo	23
Figura 2.4: Estructura Fundamental del TPM.....	25
Figura 2.5: Resumen de las principales tareas del RCM	29
Figura 2.6: Representación de algunos factores a tomarse en cuenta en el mantenimiento vehicular.	29
Figura 3.1: Chasis para un bus de 25 a 30 pasajeros	32

Figura 3.2: Componentes básicos de un motor.....	33
Figura 3.3: Sistema de alimentación de combustible de un motor diesel.....	35
Figura 3.4: Sistemas de admisión y de escape del motor	36
Figura 3.5: Sistema de lubricación de un motor	38
Figura 3.6: Cámara de agua alrededor de un cilindro	40
Figura 3.7: Radiador.....	40
Figura 3.8: Bomba de agua.....	41
Figura 3.9: Electroventilador.....	42
Figura 3.10: Esquema de los frenos de tambor.....	45
Figura 3.11: Esquema motor delantero y tracción trasera.....	48
Figura 3.12: El embrague	49
Figura 3.13: Caja de velocidades	49
Figura 3.14: Árbol de transmisión.....	50
Figura 3.15: Mecanismo diferencial par cónico	50
Figura 3.16: Juntas de transmisión (Cruceña).....	51
Figura 3.17: Esquema sistema de dirección.....	52
Figura 3.18: Volante de dirección.....	53
Figura 3.19: Volante y caja de dirección	53
Figura 3.20: Esquema de dirección hidráulica.....	55
Figura 3.21: Elementos de una ballesta	56
Figura 3.22: Amortiguadores.....	57
Figura 3.23: Principio de trabajo de la barra estabilizadora (1. Barra estabilizadora; 2. Junta de rótula; 3. Tirante)	58
Figura 3.24: Circuitos de un ECU	61
Figura 3.25: Sensor TPS	62
Figura 3.26: Sensores MAF e IAT que vienen en el mismo conjunto.....	63
Figura 3.27: Esquema del sensor de temperatura de agua.....	64
Figura 3.28: Sensor CMP	64
Figura 3.29: Sensor CKP	65
Figura 3.30: Sensor de flujo de masa de aire	65
Figura 3.31: Sonda Lambda	66
Figura 3.32: Sensor de presión de combustible en el riel.....	67
Figura 4.1: Gráfico de situación de AMFE.....	77

Figura 4.2: Diagrama de Pareto para Sub-sistemas de buses HINO	81
Figura 4.3: Determinación de principales causas de fallas.....	83
Figura 4.4: Diagrama de Ishikawa para identificar causas de fallo del Motor.....	87
Figura 4.5: Modos de Fallo del Motor	118
Figura 5.1: Puntos de engrase en el chasis	120
Figura 5.2. Partes del filtro de aceite	121
Figura 5.3. Elementos dedicados al cambio y control del aceite del motor	121
Figura 5.4. Remoción e instalación del filtro de aceite	122
Figura 5.5. Procedimiento de extracción y limpieza del filtro y su compartimiento.....	124
Figura 5.6. Interenfriador (<i>Intercooler</i>)	125
Figura 5.7: Despiece de las partes del filtro de combustible	125
Figura 5.8. Despiece de las partes del filtro de combustible previo.....	126
Figura 5.9. Colador de combustible.....	127
Figura 5.10. Partes del tanque de combustible	127
Figura 5.11. Partes del sistema de refrigeración	128
Figura 5.12. Llenado del tanque de reserva de refrigerante.....	129
Figura 5.13. Ubicación de los tapones en la caja de transmisión y en el diferencial.....	130
Figura 5.14. Procedimiento de inspección del nivel de aceite en la caja y diferencial.....	131
Figura 5.15. Tanque de reserva del líquido de embrague	132
Figura 5.16. Revisión del disco de embrague.....	132
Figura 5.17: Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica.	133
Figura 5.18: Partes a ser inspeccionadas en el sistema de dirección	134
Figura 5.19: Procedimiento de inspección del revestimiento de las zapatas	135
Figura 5.20: Secador de aire	136
Figura 5.21: Inspección del pedal del freno.....	136
Figura 5.22: Parámetros que influyen en la alineación del vehículo.....	137
Figura 5.23. Rotación de neumáticos recomendadas para los autobuses	138
Figura 5.24. Anomalías en los neumáticos.....	139
Figura 5.25. Indicador de desgaste del neumático y su posición	140
Figura 5.26. Mantenimiento de la batería y cableado.....	140

Figura 5.27. Inspección de la tensión en la banda	141
Figura 5.28. Revisión del estado del arnés del sensor.	142
Figura 5.29: Limpieza de la sonda lambda con espray dieléctrico.	142
Figura 5.30. Limpieza del IAT y MAF con espray dieléctrico	143
Figura 6.1: Diagrama de relaciones de los datos del programa de mantenimiento.....	148
Figura 6.2: Pantalla de inicio de sesión.....	149
Figura 6.3: Pantalla de inicio del sistema	149
Figura 6.4: Formulario para visualizar Tablas AMFE	150
Figura 6.5: Formulario de orden de trabajo	151
Figura 6.6: Formulario de Bitácora	152
Figura 6.7: Formulario de Insumos.....	153
Figura 7.1: Plano de micro-localización del Taller Automotriz Condorvall.....	173
Figura 7.2: Tiempos medios estimados para reparaciones mecánicas.....	177
Figura 7.3: Tiempos medios estimados para reparaciones de colisión	178
Figura 7.4: Codificación de líneas de colores.....	198
Figura 7.5: Diagrama de Relaciones	199

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación desarrolla un programa de mantenimiento y la distribución de la planta del taller automotriz de la Compañía de Transportes Cóndores del Valle S.A., el cual es elaborado en ocho capítulos:

1. Compañía de Transporte Intercantonal Condorvall S.A.
2. Fundamentos Teóricos
3. Descripción de los sistemas y subsistemas de una unidad de transporte
4. Utilización del Método Análisis Modal de Falla – Efecto
5. Intervalos de mantenimiento
6. Desarrollo e implementación de un software para el mantenimiento de las unidades de transporte de la Compañía Condorvall S.A.
7. Distribución de Planta
8. Conclusiones y Recomendaciones

En el primer capítulo se hace referencia a los precedentes de la compañía: situación actual, organización estructural y los servicios que presta a la comunidad.

En el segundo capítulo se describen los fundamentos del mantenimiento automotriz, las ventajas y desventajas de la aplicación de cada una de sus estrategias, entre otros.

En el tercer capítulo se describe detalladamente cada sistema y subsistema de las unidades de transporte de pasajeros, haciendo énfasis en los elementos más importantes para su funcionamiento.

En el cuarto capítulo se describe cómo realizar las tablas AMFE, empezando desde la elaboración de un listado de los elementos descritos en el capítulo anterior con sus respectivas funciones, hasta determinar los modos de fallo y las acciones correctivas que requieren los elementos más críticos.

En el quinto capítulo se resumen, mediante una tabla, los intervalos de mantenimiento recomendados para cada sistema y subsistema de las unidades de transporte, con las observaciones pertinentes para cada caso.

En el capítulo seis se desarrolla un programa automatizado (software) que encaminará a la realización de actividades de mantenimiento de las unidades como: inspección, lubricación, ajuste y reemplazo. Además, se pueden manejar los recursos humanos y materiales, destinando responsabilidades y funciones a los trabajadores, para asegurar que las actividades se realicen de forma adecuada y a tiempo.

En el séptimo capítulo se desarrolla la distribución de planta del taller automotriz, mostrando el dimensionamiento de la misma, según los servicios que esta va a brindar, basándose en un estudio técnico previo, el cual permite determinar el tamaño óptimo del taller y los requerimientos de los recursos, tanto humanos como tecnológicos y económicos. En este mismo capítulo se realiza una evaluación financiera que sirve como sustento para establecer la factibilidad del proyecto.

En el capítulo ocho se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas, luego del desarrollo de este trabajo, que son el resultado de conocer las necesidades de la empresa, así como el funcionamiento y los tiempos de trabajo de sus unidades.

Además se deben tomar en cuenta los diferentes anexos, ya que son una importante base bibliográfica para la realización del proyecto de titulación.

PRESENTACIÓN

La Compañía de Transportes Cóndores del Valle ofrece sus servicios desde el año 1995, transportando en sus diferentes rutas a pasajeros desde el Valle de los Chillos a la ciudad de Quito y viceversa. Además la compañía cuenta con una gasolinera que está al servicio de las personas que transitan por el barrio Mushuñán, en la ciudad de Sangolquí.

El 10 de agosto de 1995 se funda Condorvall con el apoyo de 16 socios, liderados por el Señor Héctor Freire, con la misión de brindar un servicio ejecutivo de pasajeros “solo sentados”. Debido a la creciente demanda de pasajeros en el sector, el parque automotor de la compañía es de 39 unidades, teniendo como objetivo llegar a dar servicio con 52 unidades.

Con el objetivo de realizar un servicio más eficiente y seguro, además de reducir los costos en tema de mantenimiento, la compañía se ha visto en la necesidad de implementar un programa de mantenimiento para las unidades, así como su propio taller de mantenimiento.

Con el presente proyecto se busca disminuir al máximo el mantenimiento correctivo de las unidades, evitando fallos que puedan ocasionar accidentes o paros que disminuyan la vida útil de los sistemas de las unidades.

CAPÍTULO I

1. COMPAÑÍA DE TRANSPORTE INTERCANTONAL CONDORVALL S.A.

1.1. INTRODUCCIÓN

El Valle de los Chillos se encuentra ubicado al sur oriente de la ciudad de Quito, en la Provincia de Pichincha. El servicio de transporte de pasajeros en esta zona, en un principio, era brindado por Compañías como: Cooperativa Los Chillos, Cooperativa de Transporte San Pedro de Amaguaña, Cooperativa Turismo y Cooperativa General Pintag, dando un servicio colectivo en sus unidades.

Con el pasar del tiempo fueron apareciendo nuevas cooperativas de transporte, entre ellas: la Compañía de Transportes Conocoto Azblan, Cooperativa de Transportes Termas Turis, Cooperativa de Transportes Marcopolo, Cooperativa de Transportes Libertadores del Valle de Conocoto, llegando a la actualidad al número de once cooperativas de transporte asentadas en esta región, incluyendo nuevas empresas como: Compañía de Transportes Vingala S.A. y Compañía de Transporte Intercantonal Cóndores del Valle (Condorvall S.A.), cuyas instalaciones se aprecian en la Figura 1.1.



Figura 1.1: Establecimiento de Condorvall S.A.

1.2. ANTECEDENTES

Bajo la latente idea del mejoramiento del servicio de transporte existente en el Valle de los Chillos, en la década de los 80 – 90, el señor Héctor Freire toma la iniciativa de la creación de una nueva Compañía de Transporte Ejecutivo (servicio de pasajeros sólo sentados). Para la implementación de la misma se reunió un grupo de veinte socios (en el año de 1993), los cuales se enfrentaron a una serie de complicaciones legales en cuanto a la obtención de los permisos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, teniendo así que buscar la cooperación de una Compañía ya establecida en la zona, por lo que se aliaron con la Cooperativa Turismo, en el año de 1994.

A inicios de 1995 se produjeron sucesos que motivaron a la ruptura de la alianza con Turismo, lo que a su vez ocasionó la división del grupo preliminar de socios, quedándose 4 de ellos en la Cooperativa Turismo y los 16 restantes continuaron con la firme idea de crear un Compañía nueva e independiente.

Es así como la Compañía de Transporte Intercantonal Condorvall S.A. (abreviatura de Cóndores del Valle) nace un 10 de agosto de 1995, debiéndole su nombre a la propuesta de uno de los socios (Sr. Oswaldo Anaguano) en alusión a los Cóndores del Antisana.

Se inició con un servicio de transporte ejecutivo, el cual contaba con la asistencia de azafatas cuyo grado mínimo de educación debía ser de segundo nivel, asentando su base de operaciones en un terreno de 2000 m², ubicado en el barrio Mushuñán.

1.3. GENERALIDADES

La Compañía Condorvall S.A. es una empresa ecuatoriana, dedicada al servicio de transporte intercantonal.

Esta compañía se constituye como una persona jurídica legalmente establecida, que a la fecha cuenta con cuarenta socios accionistas, los mismos que día a día se encargan de mantener a sus unidades de transporte en las mejores condiciones para lograr que el servicio brindando sea de la más alta calidad, en concordancia con la exigencia de los pasajeros.

La flota de transporte está integrada por 42 unidades, 13 de las cuales brindan su servicio en la Ruta No. 1 (San Vicente – Sangolquí – Quito). En la Ruta No. 2 (Los Tubos – Sangolquí – Quito) recorren 13 unidades. Y finalmente las otras 14 unidades realizan su recorrido por la ruta No. 3 (Santa Isabel – Sangolquí – Quito). Como se puede observar son 40 las unidades operacionales, ya que se prevé que algunas de ellas se encuentren en reparación.

En la actualidad se encuentra en trámite la ampliación de la flota, mediante la adquisición de 10 nuevas unidades, las cuales serán incluidas dentro de las rutas de traslado de Condorvall S.A., previo la aprobación del organismo estatal pertinente.

1.4. UBICACIÓN

El despacho principal de la Compañía Cóndores del Valle S.A. se encuentra ubicado al sur oriente de Quito, Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, ciudad de Sangolquí, Barrio Mushuñán, entre las calles: Inés Gangotena S/N y Gonzanamá, tal como se muestra en la Figura 1.2.



Figura 1.2: Localización de las oficinas de Condorvall S.A.

1.5. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

1.5.1. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL

Dentro de la Compañía Condorvall, se definen los cargos mostrados en la Figura 1.3.

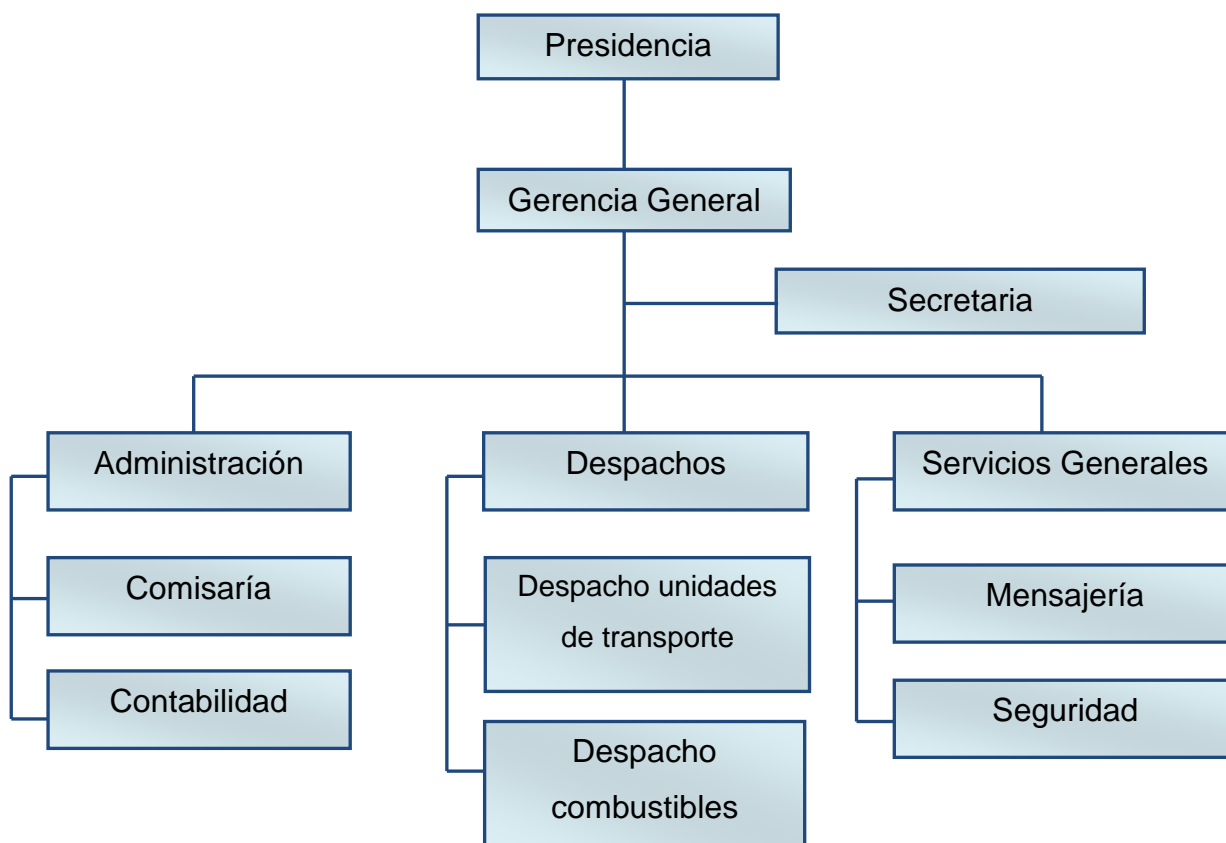


Figura 1.3: Organigrama Estructural de la Compañía Condorvall S.A

1.5.2. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

1.5.2.1. Presidencia

Se encarga del direccionamiento de la Compañía, mediante la planificación de juntas y reuniones, en donde pone a consideración objetivos a mediano y largo plazo en beneficio del desarrollo de la empresa. Además, vigila que cada uno de los choferes de las unidades de transporte cumpla a cabalidad con los requisitos necesarios para brindar el servicio.

1.5.2.2. Gerencia General

Se constituye como la dirección de las áreas de administración, despachos y servicios generales. Cumple también con las funciones de representante legal de la Compañía. Gestiona la marcha administrativa de la empresa. Coordina los

negocios y se encarga de las inversiones y adquisiciones encaminadas a la mejora de la Compañía.

1.5.2.3. Secretaria

Es la asistente directa del Gerente General, la cual está a cargo de la emisión y archivo de documentos como: cartas, solicitudes, certificados, memorandos, etc. Otra de sus funciones es la de organizar la agenda del gerente y controla su cumplimiento.

1.5.2.4. Área administrativa

Es la encargada de la situación financiera presente y futura de la empresa, para lo cual cuenta con los siguientes cargos:

1.5.2.4.1. Comisaría

La persona encargada de esta área se ocupa de promover la economía, eficiencia y efectividad en la administración, impide que se suscite fraude, el despilfarro y el abuso de autoridad. Formula las políticas y normas que deben ser cumplidas por cada uno de los miembros, para evitar irregularidades.

1.5.2.4.2. Contabilidad

El departamento de contabilidad es el responsable del cumplimiento de todas las obligaciones de la Compañía con el SRI (Servicios de Rentas Internas) y demás entidades de regulación. Además, cumple con las funciones de controlar los ingresos y egresos para mantener un balance de los recursos con los que cuenta la entidad en mención.

1.5.2.5. Área de despachos

Esta área se encuentra en relación directa con la fiscalización y continuidad del servicio que prestan las unidades de transporte. Para lograr este objetivo se tienen los siguientes departamentos:

1.5.2.5.1. Despacho de unidades

Existen cuatro personas que controlan la salida y llegada de los buses a cada uno de los terminales. Su principal función es de registrar el tiempo que se toman cada una de las unidades en realizar sus respectivos recorridos. Dentro de esta

área se encuentra también una persona encargada de regular los turnos y la ubicación exacta de las unidades, mediante el manejo de GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamiento Global).

1.5.2.5.2. Despacho de combustibles

En la estación de abastecimiento de combustibles laboran dos personas, las cuales están al mando de la venta de combustibles tanto a vehículos internos como externos.

1.5.2.6. Servicios generales

Para las actividades varias que surgen dentro de la Compañía se cuenta con:

1.5.2.6.1. Mensajería

El mensajero se encarga de realizar los depósitos bancarios, llevar la documentación a proveedores, clientes o lugares indicados y atender cualquier necesidad del área financiera o administrativa.

1.5.2.6.2. Seguridad

El personal de seguridad desempeña las funciones de vigilancia y protección de bienes muebles e inmuebles, así como la protección de las personas que puedan encontrarse en las instalaciones de la compañía.

1.6. BASE FILOSÓFICA DE LA EMPRESA

1.6.1. MISIÓN

Brindar un servicio de transporte de la más alta calidad a los usuarios que se movilizan entre el Valle de los Chillos y la ciudad de Quito, garantizando la seguridad, comodidad y disponibilidad de nuestras unidades y pensando siempre en la innovación del sistema de transporte intercantonal.

1.6.2. VISIÓN

Ser la compañía líder en el transporte intercantonal de pasajeros mediante la implementación de servicios complementarios de hotelería y abastecimiento de combustibles, lo que permitirá contribuir al desarrollo turístico del Valle de los Chillos, orientando nuestros esfuerzos hacia el cumplimiento de las expectativas de nuestros clientes, en base a un parque automotor moderno, amplias

instalaciones, una organización fundamentada en prácticas gerenciales eficientes y con el personal mas calificado.

1.6.3. VALORES ORGANIZACIONALES

- **Respeto:** Amabilidad, cordialidad y consideración en cuanto al buen trato de los pasajeros y de todos los miembros de la Compañía.
- **Responsabilidad:** Cumplimiento oportuno e íntegro del servicio, mediante el acato del reglamento interno y de la normativa de tránsito vigentes.
- **Puntualidad:** Cumplir con el tiempo de recorrido especificado en el permiso de operación, según la ruta.
- **Seguridad:** Garantía de que las posibilidades de mal funcionamiento de las unidades de transporte sean escasas.
- **Honradez:** Ejecución del servicio a precio justo.
- **Compañerismo:** Apoyo y colaboración entre los miembros de la Organización, sobre todo en situaciones adversas.

1.7. SERVICIOS QUE PRESTA

En la actualidad la Compañía Condorvall no se dedica exclusivamente a brindar servicio de transporte, sino que ha implementado una estación de abastecimiento de combustible, con cobertura tanto interna como externa.

1.7.1. SERVICIO DE TRANSPORTE

Con el objeto de trasladar a la mayor cantidad posible de habitantes del Valle de Los Chillos hacia la capital, se han implementado tres rutas de transporte, las cuales obedecen a los siguientes recorridos:

RUTA N°1: SAN VICENTE – SANGOLQUÍ – QUITO:

Tipo de servicio: Especial

Horario de servicio: De 5H30 a 22H00

Longitud de recorrido: Aprox. 28,9 km por sentido

Tiempo aproximado de viaje: 01H00 por sentido

Despachos:

SANGOLQUÍ: Barrio San Vicente, Inés Gangotena y Gonzanamá

QUITO: Playón frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín

Recorrido:**Sentido San Vicente – Sangolquí – Quito**

Inés Gangotena y Gonzanamá (Despacho), Calle Inés Gangotena, Av. Los Shyris Av. Abdón Calderón, redondel La Mazorca, Av. Abdón Calderón, Av. General Enríquez, Av. Ilaló, Av. General Rumiñahui, Autopista Gral. Rumiñahui, El Trébol, Av. Pichincha, Playón frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín (Terminal).

Sentido Quito – Sangolquí – San Vicente

Playón: frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín (Despacho), Av. Pichincha, El Trébol, Autopista Gral. Rumiñahui, Av. Ilaló, Av. Gral. Enríquez, Av. Calderón, Av. Los Shyris, Calle Inés Gangotena, Inés Gangotena y Gonzanamá (Terminal).

RUTA N°2: LOS TUBOS – SANGOLQUÍ – QUITO:

Tipo de servicio: Especial

Horario de servicio: De 6H00 a 21H00

Longitud de recorrido: Aprox. 37,76 km por sentido

Tiempo aproximado de viaje: 01H00 por sentido

Despachos:

SANGOLQUÍ: Los Tubos, Calle Inés Gangotena

QUITO: Playón frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín

Recorrido:

Sentido Los Tubos – Sangolquí - Quito

Calle Inés Gangotena, sector Los Tubos (Despacho), Inés Gangotena, Calle Gonzanamá, calle Albornoz, Av. Atahualpa, calle Quito, Av. Calderón, redondel La Mazorca, Av. Luis Cordero, Calle Mercado, Calle Ambato, Av. General Rumiñahui, Autopista Gral. Rumiñahui, El Trébol, Av. Pichincha, Playón frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín (Terminal).

Sentido Quito – Sangolquí - Los Tubos

Playón frente a la cancha de San Sebastián sector La Marín (Despacho), Av. Pichincha, El Trébol, Autopista Gral. Rumiñahui, Av. General Rumiñahui, Av. San Luis, Av. Sta. Clara, Av. Gral. Rumiñahui, Calle Ambato, Calle Mercado, Av. Luis Cordero, Redondel La Mazorca, Av. Abdón Calderón, Av. Gral. Enríquez, Av. Abdón Calderón, Calle Quimbalembó, Calle Atahualpa, Calle Albornoz, Calle Gonzanamá, Calle Inés Gangotena, sector Los Tubos (Terminal).

RUTA N°3: SANTA ISABEL – SANGOLQUÍ – QUITO:

Tipo de servicio: Especial

Horario de servicio: De 6H00 a 21H00

Longitud de recorrido: Aprox. 31,67 km por sentido

Tiempo aprox. de viaje: 01H00 por sentido

Despachos:

SANGOLQUÍ: Santa Isabel, Calle Pacha y Santa Cecilia

QUITO: Universidad Central, Sector La Gasca, Gilberto Gato Sobral y Francisco Viteri.

Recorrido:

Sentido Santa Isabel – Sangolquí - Quito

Av. Pacha y Santa Cecilia (Despacho), Santa Cecilia, Cacha, Santa Bárbara, Av. El Inca, Calle Imbabura, Calle Cayambe, calle Los Olivos, calle Chimborazo, Calle España, Av. Abdón Calderón, redondel La Mazorca, Av. Luis Cordero, Calle Mercado, Calle Ambato, Av. General Rumiñahui, El Trébol, Av. Velasco Ibarra, Av. Ladrón de Guevara, Av. Patria, Av. Pérez Guerrero, Calle Bolivia, Calle Enrique Ritter, Calle Gilberto Gato Sobral y Calle Francisco Viteri (Terminal).

Sentido Quito – Sangolquí – Sta. Isabel.

Calle Gilberto Gato Sobral y Calle Francisco Viteri (Despacho), Calle Francisco Viteri, Av. La Gasca, Av. América, Av. Pérez Guerrero, Av. Patria, Av. Queseras del Medio, Av. Velasco Ibarra, El Trébol, Autopista Gral. Rumiñahui, Av. Luis Cordero, Redondel La Mazorca, Av. Abdón Calderón, calle España, calle Antisana, calle Chimborazo, calle De Los Olivos, calle Cayambe, Calle Imbabura, Av. El Inca, Santa Bárbara, Cacha, Santa Cecilia, Pacha, Santa. Isabel, Av. Pacha y Sta. Cecilia (Terminal)

1.7.2. ESTACIÓN DE SERVICIO

La estación de servicio “Condorvall” S.A. se ubica en el mismo terreno en el cual se encuentran las oficinas de la Compañía, su función es la de brindar al público y a sus unidades de transporte el servicio de abastecimiento de gasolina extra y diesel. Su horario de atención es de 5H00 a 22H30.

En la Tabla 1.1 se aprecian los precios de comercialización del combustible que se puede adquirir en esta estación de servicio.

Tabla 1.1: Precios del combustible expendido en la Estación de Servicio “Condorvall” S.A.

TIPO DE COMBUSTIBLE	PRECIO [USD]
Gasolina Extra	1.48
Diesel	1.03

Esta estación cuenta con dos máquinas surtidoras de combustible, cada una de las cuales presenta cuatro mangueras de repostaje.



Figura 1.4: Estación de Servicios “Condorvall” S.A.

Cabe resaltar que en la parte lateral derecha de la estación, en el primer piso de la edificación que se aprecia en la Figura 1.4, se encuentra instalado un almacén que ofrece una pequeña gama de implementos e insumos útiles para el mantenimiento vehicular.

Los productos que se venden en el almacén son:

- Llantas,
- Tubos
- Defensas
- Aceites
- Filtros,
- Baterías
- Agua destilada

1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES

En su mayoría, los buses pertenecientes a Condorvall son de marca Hino, existiendo en menor cantidad unidades de las marcas: Mercedes Benz y Volkswagen.

En la Tabla 1.2 se puede apreciar el número de unidad, el propietario, la placa, la marca y el modelo de la flota de unidades de Condorvall.

Tabla 1.2: Lista de propietarios y de unidades de transporte

No. UNIDAD	NOMBRE DEL PROPIETARIO	Nº PLACA	MARCA	AÑO FABRIC.
1	CESAR HERMEL PINTO	PUC954	HINO	2002
2	CARLOS JACOME	TAO724	HINO	2006
3	MARIO ZAMBRANO	PZV-145	HINO	2001
4	JORGE LLUMIGUSIN	IAF-555	HINO	2002
5	WILLIAM PAUCAR	PZB-840	HINO	2007
6	MARCO HUANUNA	PUI101	HINO	2008
7	AUGUSTO SANCHEZ	PZB-695	HINO	2006
8	LUIS MARIO AZA	PZB-347	HINO	2004
9	NARCISA CAIZA	PZB-381	HINO	2005
11	BOLIVAR PESANTEZ	PZB306	HINO	2005
12	JOSE EFRAIN QUISHPE	IAF799	HINO	2004
13	VICTOR FREIRE	PZB-865	HINO	2007
14	RENE TORRES	PZB-205	HINO	2004
15	HECTOR FREIRE	PZB-199	HINO	2003
16	JOSE GUALOTUÑA	PAB-900	HINO	1999
18	SEGUNDO ALOMOTO	PZB-197	HINO	2004
21	EDWIN VINUEZA	PUI104	HINO	2008
22	VICTOR PAREDES	PZB-989	MERCEDES	2007
23	ALEX GUAIGUA	PZB-746	HINO	2006
25	WALTER ZURITA	PUI-072	HINO	2008
26	ANTONIO IMBA	PUI102	HINO	2008
28	CARLOS JACOME	PAI279	HINO	2004
29	CARLOS SUQUILLO	PZB-254	HINO	2004
30	LUIS MARCILLO	PZP-750	HINO	2002
32	WASHINGTON MANCERO	TDK-392	HINO	2002
33	KLEVER NAULA	PUI-055	HINO	2008
34	MANUEL CAIZA	PAB313	HINO	2002
35	FORTUNATO IÑIGUEZ	PAB-869	HINO	2002
36	LUIS MOROMENACHO	PZZ579	HINO	2002

Tabla 1.2 Continuación

No. UNIDAD	NOMBRE DEL PROPIETARIO	Nº PLACA	MARCA	AÑO FABRIC.
37	JUAN ORTEGA	FACTURA	HINO	2011
39	MARCELINO VALVERDE	HAK-124	HINO	2006
40	JUAN ORTEGA	FACTURA	HINO	2011
41	VICTOR PAREDES	PZG206	HINO	2003
42	LUZ GUALOTUÑA	FACTURA	HINO	2009
43	DIEGO NOLASCO	FACTURA	WOLKSWAGEN	2011
44	JANETH JÁCOME	EAH-537	HINO	2004
45	VICTOR HUGO FREIRE	CAE-236	HINO	2004
46	JANETH JÁCOME	PZB-101	HINO	2004
47	HECTOR FREIRE	PUG-396	HINO	2007
48	WASHINGTON MANCERO	PZB-347	HINO	2004
50	MILTON MAILA	FACTURA	HINO	2011
52	DIEGO NOLASCO	FACTURA	WOLKSWAGEN	2011

Fuente: Condorvall S.A.
Elaboración: Propia

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. TEORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Por definición, el mantenimiento es el conjunto de actividades que permiten garantizar el desempeño eficiente de la maquinaria o equipos, en este caso buses de transporte, obteniendo así su máxima disponibilidad.

Por su parte, el mantenimiento automotriz abarca las operaciones necesarias para asegurar la máxima eficiencia del automotor, disminuyendo el tiempo requerido para su reparación.

El costo de mantenimiento es un rubro necesario para lograr que tanto máquinas industriales como vehículos, de todo tipo, disminuyan al máximo las fallas y por consiguiente eviten las interrupciones abruptas de los procesos.

2.1.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

- El mantenimiento debe ser planificado, mediante la creación de un programa basado en el coste real de las operaciones vehiculares y en función del kilometraje utilizado para la ejecución de su servicio.
- El mantenimiento vehicular se realiza en concordancia con sus condiciones de servicio, además de su marca y modelo, siempre tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- En la actualidad, se ha tornado necesario adoptar un sistema de mantenimiento escalonado, es decir, incluir los tres tipos principales de mantenimiento: Predictivo, Preventivo y Correctivo.
- La mejora de las condiciones funcionales de los vehículos, incide directamente en la disminución de los riesgos laborales y en la optimización de la economía.
- Debe existir un historial completo de los trabajos de reparación realizados a cada unidad, para lo cual se deben manejar hojas de registros, las cuales serán de vital ayuda para los trabajos mecánicos posteriores.
- La gestión del servicio de mantenimiento debe basarse en los índices referenciales y comparativos de los costes del mantenimiento.

2.1.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ¹

Los principales objetivos del mantenimiento son:

- Maximizar la eficiencia de los vehículos en operación
- Minimizar el número de vehículos parados por mantenimiento
- Minimizar el tiempo requerido para efectuar mantenimiento
- Disminuir los costos de mantenimiento
- Reducir los costos operacionales

Por su parte, las tareas de mantenimiento pretenden:

- Reducir el cambio de condición para alargar la vida del sistema operativo, mediante: lubricación, calibración, ajuste, limpieza, etc.
- Garantizar la fiabilidad y seguridad requeridas, gracias a la inspección, detección, exámenes y pruebas.
- Optimizar el consumo de: combustible, lubricantes, neumáticos, etc.
- Recuperar la funcionalidad del sistema, mediante actividades de cambio, reparación, etc.

La consecución de estos objetivos, depende en gran parte del aprovechamiento de los recursos humanos, materiales e informáticos disponibles.

2.1.2.1. Recursos Humanos – Mano de Obra

Se refiere al personal necesario para el accionamiento de los medios materiales necesarios. Cada miembro que forma parte del personal de mantenimiento debe poseer una formación técnica específica.

2.1.2.2. Recursos materiales – Herramientas, equipos e instalaciones

Dentro de los recursos materiales se encuentran:

- a) Herramientas: En este grupo se identifican:
 - Herramientas para mantenimiento y reglaje.
 - Herramientas para recuperación de conjuntos mecánicos.
 - Herramientas para reparación y cambio de conjuntos mecánicos.

¹ TORRES Manuel; SERAUTO'S SERVICIOS AUTOMOTRICES; Cap. 10; Pág. 122; Ed. 1996

- b) Equipos de prueba y apoyo: Incluye equipos especiales de vigilancia de la condición, equipos de comprobación, metrología y calibración, bancos de mantenimiento, y equipos auxiliares de servicio necesarios para apoyar a las tareas de mantenimiento asociadas al elemento o sistema, además de:
- Máquinas Operativas
 - Equipos de Transporte
 - Medios de Transporte
 - Servicio de Wincha, entre otros.
- c) Instalaciones: Incluye edificaciones o construcciones, asignadas para cada tarea de mantenimiento.

2.1.2.3. Recursos Informáticos – Datos Técnicos

- a) Datos técnicos: Procedimientos, instrucciones, recomendaciones, información mediante planos e instalaciones, son los ítems que se encuentran dentro de esta clasificación, cuyo objeto es facilitar la función de mantenimiento.
- b) Medios informáticos: A este grupo perteneces los ordenadores con sus accesorios, los mismos que facilitan la tarea de vigilancia de condición y diagnóstico.

2.2. INDICADORES DEL MATENIMIENTO

Los métodos básicos que permiten tener una medida de cuán eficientes son el método y sistema de servicio, son llamados indicadores.

Dentro del mantenimiento automotriz los indicadores más importantes son: disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.

2.2.1. DISPONIBILIDAD

Se define como la probabilidad de que un vehículo esté preparado para brindar su servicio en un período de tiempo especificado.

Una vez producido el fallo, la disponibilidad será mayor mientras menor sea el tiempo de reparación.

La expresión matemática que permite el cálculo de la disponibilidad es la siguiente:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad [1.1]$$

Donde:

D = Disponibilidad

MTBF = Tiempo medio entre fallos

MTTR = Tiempo medio de reparación

La disponibilidad depende de cuán frecuentemente se producen los fallos, en determinado tiempo y condiciones (**fiabilidad**), y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo (**mantenibilidad**).

2.2.2. FIABILIDAD

Es la confianza de que el vehículo opere satisfactoriamente durante un tiempo estipulado, bajo condiciones de operación totalmente definidas.

La confiabilidad se define también como la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida.

La media de tiempos entre fallos (MTBF) caracteriza la fiabilidad del vehículo, la cual se define matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$MTBF = \frac{\text{Horas de operación}}{\text{Número total de fallas detectadas}} \quad [1.2]$$

2.2.3. MANTENIBILIDAD

Es la expectativa de que se pueda colocar a un vehículo en condiciones de operación, después de ejecutar una determinada actividad de mantenimiento en un tiempo de reparación predeterminado y bajo las condiciones previstas. También nos indica la accesibilidad para realizar un mantenimiento.

La mantenibilidad está definida por el tiempo medio de reparación, cuyo cálculo obedece a la expresión 1.3:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de fallos}}{\text{Número total de fallas detectadas}} \quad [1.3]$$

2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Desde una perspectiva metodológica o de filosofía de planeamiento, se distinguen tres tipos principales de mantenimiento automotriz:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo o Sintomático

2.3.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento se pone en práctica cuando ya se ha producido la falla, es decir que se mantiene una actitud pasiva, a la espera de la avería.

A pesar de que este mantenimiento interviene luego de presentada la falla, es el que más comúnmente se usa, ya que sólo se emplean recursos cuando se produce el problema.

La Figura 2.1 muestra las siguientes tareas para el mantenimiento correctivo:

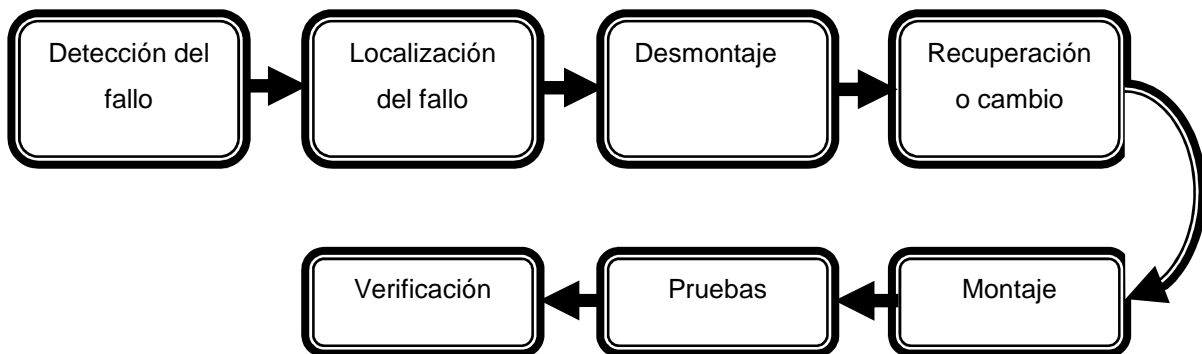


Figura 2.1: Tareas típicas de mantenimiento correctivo

2.3.1.1. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Correctivo

La adopción del mantenimiento correctivo como estrategia de mantenimiento, tanto en empresas industriales como en Compañías de Transporte (Condorvall S.A., en este caso), trae consigo ciertas ventajas y desventajas. (Ver tabla 2.1)

Tabla 2.1: Ventajas y desventajas del uso del mantenimiento correctivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No genera gastos fijos 	<ul style="list-style-type: none"> • Supone riesgos económicos, en ocasiones importantes.
<ul style="list-style-type: none"> • No se necesita prever ninguna actividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Las paradas y fallos se presentan de forma impredecible.
<ul style="list-style-type: none"> • Se gasta dinero solo cuando se necesita 	<ul style="list-style-type: none"> • Se acorta la vida útil del vehículo.
<ul style="list-style-type: none"> • A corto plazo ofrece resultados económicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No investiga las causas que provocan la falla.
<ul style="list-style-type: none"> • Tiene efecto sobre equipos electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las averías y el comportamiento anormal del vehículo pone en riesgo a sus ocupantes.

Fuente: www.renovetec.com
 Elaboración: Propia

2.3.1.2. Clasificación del Mantenimiento Correctivo

A su vez el mantenimiento correctivo puede agruparse en:

- Mantenimiento Programado: Corrección de fallas en el momento en que se cuenta con todos los recursos necesarios.
- Mantenimiento No Programado: Implica la corrección inmediata de los fallos, en los sistemas/elementos que así lo requieren.

La aplicación del mantenimiento correctivo programado o del no programado se ajusta a la gravedad de la falla, es decir, si dicha falla implica la detención del vehículo no habrá tiempo de planificar el mantenimiento sino de actuar al instante, con el fin de perder el menor tiempo de operación posible.

2.3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo abarca al conjunto de operaciones realizadas de forma periódica, las cuales tienen lugar antes de que ocurran fallos o averías.

Para establecer un programa de mantenimiento preventivo vehicular, se deben tomar en cuenta parámetros como: el tiempo de trabajo, el tipo de servicio que

presta, las condiciones de trabajo (humedad, lodo, polvo, etc.), el tipo de vehículo, el kilometraje y las recomendaciones especificadas por los fabricantes en los manuales técnicos.

Las tareas típicas de mantenimiento preventivo se muestran en la Figura 2.2

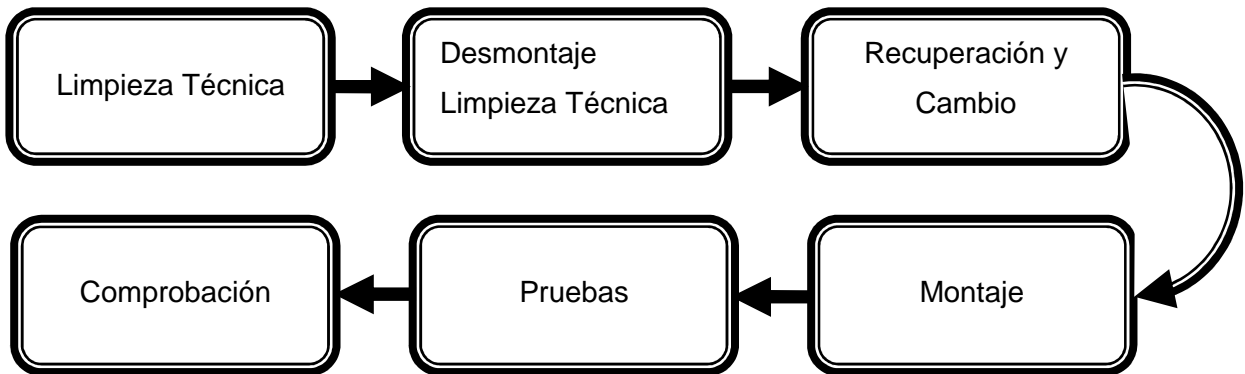


Figura 2.2: Tareas típicas del mantenimiento preventivo

2.3.2.1. Actividades propias del mantenimiento preventivo vehicular

Las actividades para la prevención del fallo en flotas vehiculares incluyen tanto revisiones diarias como revisiones de taller.

2.3.2.1.1. Revisión de Nivel Diaria

Las actividades que incluye la revisión de nivel diaria, deben ser realizadas por el conductor, y constan de:

- Revisión de Nivel del aceite de motor.
- Revisión de luces exteriores.
- Revisión ocular del estado de los neumáticos.
- Revisión del nivel de refrigerante del motor.
- Revisión ocular de todos los elementos de seguridad martillos puertas de emergencia.
- Revisión de niveles de líquido de dirección.
- Revisión de las mangueras del radiador y la correa del ventilador.

2.3.2.1.2. Revisiones de Taller

Se realizan en función de los kilómetros recorridos por el automotor.

Estas tareas deben ser ejecutadas obligatoriamente por personal especializado.

En la Tabla 2.2 se enumeran algunas de las actividades que se efectúan en un tiempo predeterminado con el fin de disminuir la probabilidad de falla del vehículo.

Tabla 2.2: Revisiones de Taller²

KILOMETRAJE	ACTIVIDADES
10 000 km	Cambio de aceite del motor
	Revisión de neumáticos (presión)
	Revisión del estado de la batería
	Inspección del líquido de la dirección
30 000 km	Cambio de aceite de motor
	Revisión de embrague
	Revisión de transmisión
	Revisión de frenos
	Revisión de dirección
	Revisión de suspensión
	Detección de fugas en el circuito de refrigeración
	Detección de fugas en el circuito de aire comprimido
	Detección de fugas de aceite
	Revisión de correas
	Inspección de soportes del motor
	Revisión de caja de cambios
	Revisión del sistema eléctrico
	Revisión del sistema de inyección
Chequeo de carrocería e interiores	
120 000 km	Inspección de holguras de turbo
	Revisión de desgaste de amortiguadores
	Revisión del sistema hidráulico
	Desmontaje de botella de expansión
	Lectura electrónica de todas las unidades
	Cambio del filtro de secador

² <http://www.samar.es/flota.php?id=6>

2.3.2.2. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

Algunas de las ventajas y desventajas, que se obtienen al implementar este tipo de mantenimiento, se evidencian en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce las fallas y tiempos muertos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la disponibilidad del vehículo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa la vida útil del automotor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere tanto de la experiencia del personal como de las recomendaciones del fabricante.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la utilización de los recursos. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce los niveles del inventario. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad y confiabilidad en el recorrido. 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite determinar con exactitud el desgaste de las piezas.

Fuente: <http://www.slideshare.net/blacksaturn/mantenimiento-preventivo-1819125>

Elaboración: Propia

2.3.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se lo conoce también como CBM (Mantenimiento Basado en Condición), el cual se basa en el diagnóstico, seguimiento y monitoreo de condiciones operativas del vehículo. Esto permite predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla, maximizando así la vida útil de los componentes y minimizando los tiempos muertos.

Este procedimiento de mantenimiento reconoce que la razón principal para realizar el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema. De esta forma, mediante la vigilancia de ciertos parámetros sería posible identificar el momento más conveniente en que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo.³

La metodología de las inspecciones empieza con la determinación de las variables físicas indicativas de la condición del vehículo. Luego se deben seleccionar adecuadamente las técnicas de monitoreo.

³ KNEZEVIC, Jezdimir; Mantenimiento; Cuarta Edición; Cap. 2; Pág. 55

Las tareas de mantenimiento predictivo se establecen gracias a la vigilancia de la condición de los elementos del vehículo. Estas tareas incluyen las actividades descritas en la Figura 2.3.

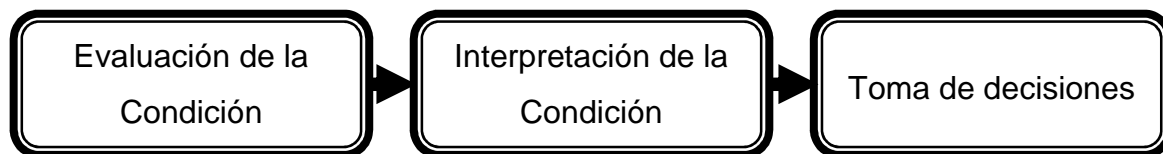


Figura 2.3: Tareas típicas del mantenimiento predictivo

2.3.3.1. Técnicas Predictivas de Mantenimiento

Un programa predictivo global debe incluir técnicas de monitoreo y diagnóstico, dentro de las cuales destacan las descritas en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Técnicas predictivas de mantenimiento

TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN BREVE
1. Análisis de vibraciones	Permite detectar: desequilibrio, falta de alineamiento, excentricidad, falla de rodamientos y cojinetes, problemas de engranajes y correas de transmisión.
2. Termografía	Esta técnica permite medir temperaturas superficiales con precisión y sin necesidad de contacto. Se recomienda para: Motores eléctricos, generadores, bobinados; reductores, frenos rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos; líneas eléctricas de alta y baja tensión, etc.
3. Boroscopia	Consiste en introducir una pequeña cámara o lente sencillo en el interior de un gran motor de combustión, por ejemplo, para observar el estado de las camisas, lo que evita su desmontaje.
4. Análisis de aceite	Este análisis permite determinar factores que alteran el funcionamiento del vehículo, entre ellos: elementos de desgaste, partículas extrañas, aditivos y condición del lubricante.
5. Análisis por ultrasonido	Gracias al ultrasonido se puede detectar: fricción en componentes rotativos, fallas y/o fugas en válvulas, fugas de fluidos, pérdidas de vacío, entre otras.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo.shtml>
 Elaboración: Propia

2.3.3.2. Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Predictivo

La principal ventaja del mantenimiento predictivo es que permite establecer el fallo aún con el vehículo en funcionamiento, debido a que hace uso de equipos de diagnóstico con tecnología de punta.

En la Tabla 2.5 se listan las ventajas y desventajas más sobresalientes asociadas con la implementación del mantenimiento predictivo.

Tabla 2.5: Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Predictivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> Intervención en el equipo o cambio del elemento. 	<ul style="list-style-type: none"> Los equipos y analizadores tienen un costo elevado.
<ul style="list-style-type: none"> Obliga a dominar el proceso y manejar datos técnicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere de personal con conocimiento técnico elevado.
<ul style="list-style-type: none"> Compromete a implementar un método científico de trabajo riguroso. 	<ul style="list-style-type: none"> Se debe destinar personal para la lectura periódica de los datos.

Fuente: TORRES Manuel; SERAUTO'S SERVICIOS AUTOMOTRICES; Cap. 10
Elaboración: Propia

2.4. TÉCNICAS AVANZADAS DE MANTENIMIENTO

Actualmente se han desarrollado técnicas que ayudan a mejorar la gestión del mantenimiento, las cuales se aplican mayormente a las industrias pero que pueden ser adaptadas adecuadamente dentro del mantenimiento automotriz, entre ellas destacan:

- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

2.4.1. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de mantenimiento, proveniente del Japón, destinada a eliminar las pérdidas debidas al estado del automotor, es decir que su objetivo es lograr: cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos; y evitar pérdidas de rendimiento.

La palabra "Total" se debe a que este tipo de mantenimiento abarca:

- Búsqueda de la Eficacia TOTAL de los vehículos.
- Plan de Mantenimiento para la vida TOTAL de los vehículos.
- Implicación del TOTAL del personal de las organizaciones en su desarrollo.

Entre las características principales del TPM están:

- Acciones de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del vehículo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa.
- Encaminado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de enfocarse únicamente a mantener a los vehículos funcionando.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre las operaciones.
- Se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas: dirección de operaciones de mantenimiento y dirección de tecnologías de mantenimiento.

2.4.1.1. Estructura Básica del TPM

El TPM se sustenta en la gente y lo conforman ocho pilares fundamentales, tal como se muestra en la Figura 2.4.

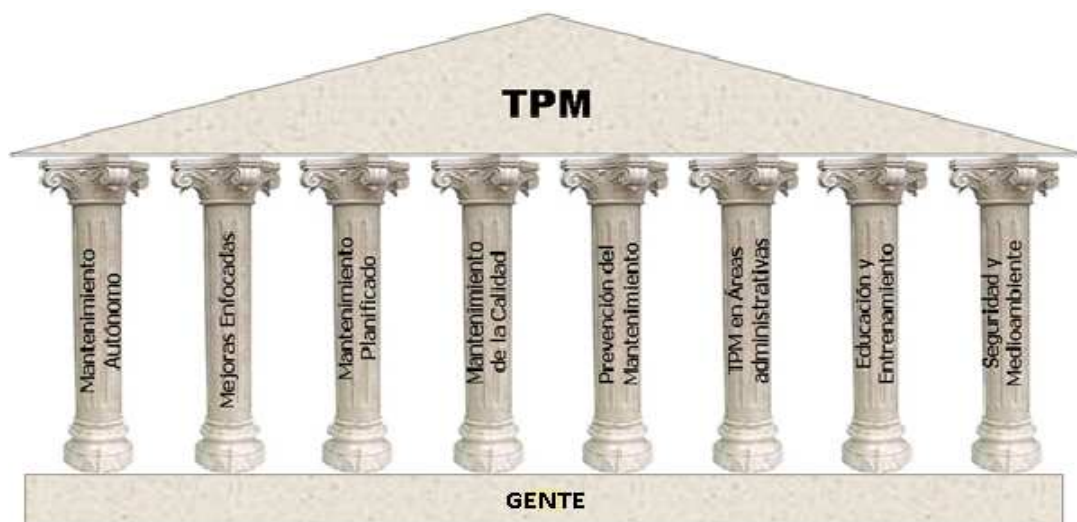


Figura 2.4: Estructura Fundamental del TPM⁴

⁴ <http://www.free-logistics.com>

PILAR 1 - Mantenimiento Autónomo (JISHU HOZEN): Pretende que el chofer realice actividades de mantenimiento del vehículo a su cargo.

PILAR 2 - Mejoras Enfocadas (KAIZEN): Aporta metodologías para llegar a la raíz de los fallos, con ello se establecen metas y su tiempo de consecución.

PILAR 3 - Mantenimiento Planificado: Conjunto de labores programadas y realizadas por personal especializado, cuyo objeto es atender los problemas que se presenten en la operación del vehículo.

PILAR 4 - Mantenimiento de la Calidad: Se enfoca en las normas de calidad con el fin de que el vehículo opere en la situación en donde no se generen defectos de calidad.

PILAR 5 - Prevención del Mantenimiento: Actividades de mejora realizadas durante la fase de diseño, construcción y puesta en marcha del equipo.

PILAR 6 - TPM en Áreas Administrativas (funciones de soporte): Pretende llevar políticas de mejoramiento hasta las oficinas.

PILAR 7 - Educación y Entrenamiento: Capacitación de todo el personal en relación a las funciones que desempeña cada uno.

PILAR 8 - Seguridad y Medioambiente: Gestiona un ambiente seguro y confortable para los trabajadores. Además se espera lograr cero contaminaciones.

2.4.1.2. Las 5Ss

Es una técnica japonesa de gestión, la cual le debe su nombre a la letra inicial de cada una de las cinco fases que la componen. Su significado y objetivo están detallados en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6: Significado de las 5S⁵

No.	Nombre (Japonés)	Significado (Español)	Objetivo
1	Seiri	Clasificar	Retirar lo innecesario del espacio de trabajo.
2	Seiton	Ordenar	Organizar los implementos necesarios en el espacio designado.
3	Seiso	Limpiar	Eliminar la suciedad de instalaciones y equipos.
4	Seiketsu	Estandarizar	Señalizar anomalías.
5	Shitsuke	Entrenamiento y Autodisciplina	Trabajar permanentemente con normas para implementar la mejora continua.

Fuente: es.wikipedia.org/wiki/5S

Elaboración: Propia

2.4.1.3. Ventajas y Desventajas del TPM

En la Tabla 2.7 se pueden apreciar las ventajas y desventajas más sobresalientes que trae consigo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Tabla 2.7: Principales Ventajas y Desventajas del TPM

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> Disminuye el costo financiero por recambios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de implementación lento y costoso.
<ul style="list-style-type: none"> Evita todo tipo de pérdidas. 	
<ul style="list-style-type: none"> Mejora la fiabilidad y disponibilidad de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de Hábitos Productivos.
<ul style="list-style-type: none"> Desarrolla el trabajo en equipo. 	
<ul style="list-style-type: none"> Aumenta el nivel de confianza del personal. 	<ul style="list-style-type: none"> Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.
<ul style="list-style-type: none"> Reduce los accidentes. 	
<ul style="list-style-type: none"> Permite el control de las medidas ecológicas. 	

Fuente: <http://www.free-logistics.com>

Elaboración: Propia

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total

2.4.2. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM – *Realibility Centred Maintenance*) es un proceso analítico y sistemático, basado en el entendimiento de las funciones de los sistemas y en el análisis de los fallos potenciales que se pueden presentar en el vehículo, sus consecuencias y la forma de evitarlos.

Esta estrategia de mantenimiento se enfoca en los efectos que producen las fallas y las características técnicas de los mismos, es por ello que hace uso de uno de los instrumentos más importantes para el análisis de fallos, el cual se conoce como método AMFE (Análisis Modal Falla – Efecto).

Son dos los objetivos principales que se pretenden alcanzar mediante la implantación del RCM: el aumento de la disponibilidad de los buses y la disminución de sus costes de mantenimiento.

Por lo tanto, el RCM debe convertirse en una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, qué se debe hacer y cómo hacerlo, para asegurar que los automotores funcionen de la mejor manera mientras estén prestando su servicio, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- La capacidad y confiabilidad ideales de diseño mecánico, limitan las funciones del automotor.
- El mantenimiento, la confiabilidad de operación y la capacidad del automotor no pueden aumentar más allá de sus parámetros ideales de diseño mecánico.
- El mantenimiento sólo puede lograr el funcionamiento óptimo de un automotor cuando los parámetros de operación esperados se encuentran dentro de los parámetros límites de capacidad y confiabilidad emitidos por el fabricante.

2.4.2.1. Principales Tareas del Análisis RCM⁶

Las principales actividades que intervienen en el análisis RCM se resumen en doce pasos, los cuales se detallan en la Figura 2.5.

⁶ http://www.aloj.us.es/notas_tecnicas/Vista_General_del_Mantenimiento_Preventivo.pdf

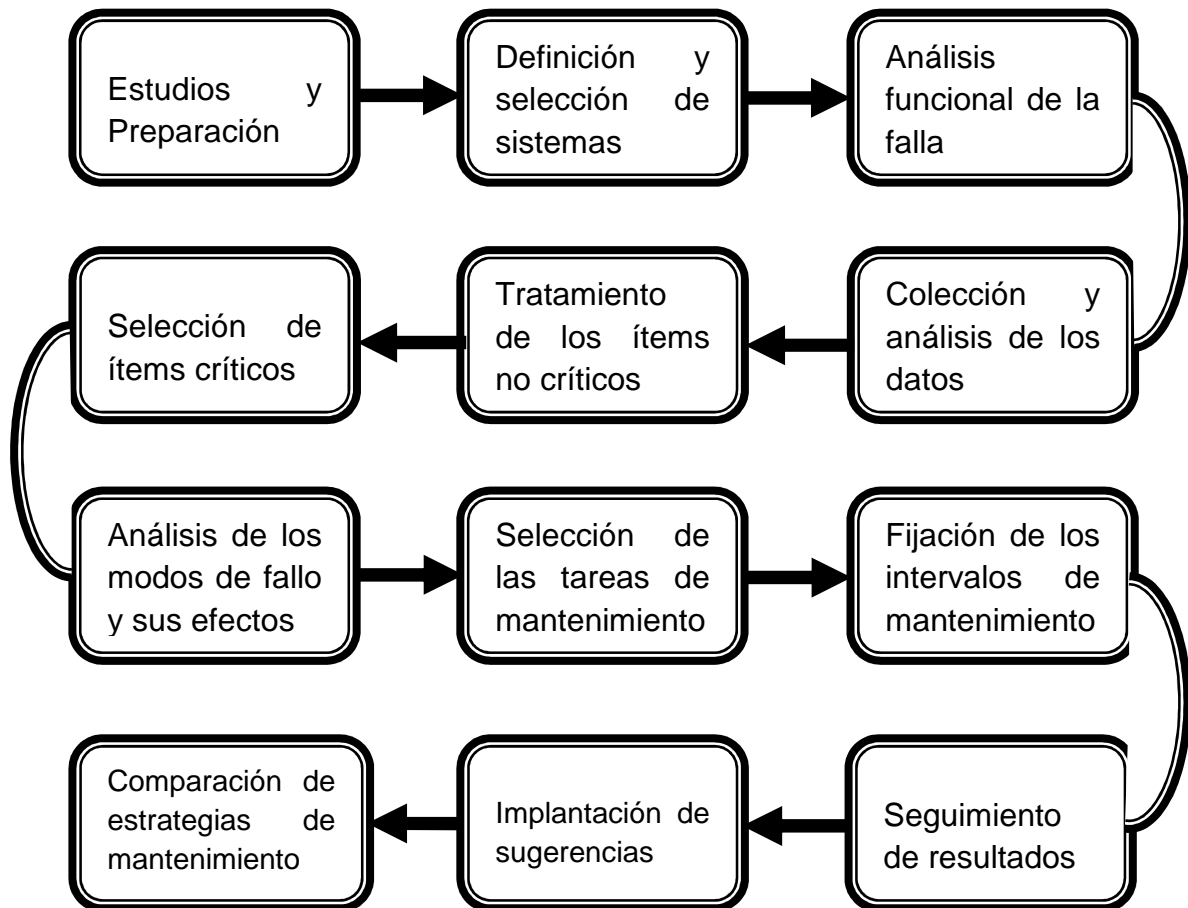


Figura 2.5: Resumen de las principales tareas del RCM

2.4.2.2. Relación entre el Comportamiento de las Fallas y las Diferentes Tareas de Mantenimiento.

En las unidades de transporte, los principales elementos que fallan son los que se evidencian en la Figura 2.6.

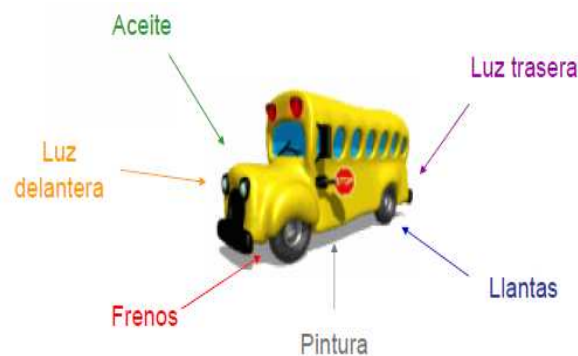


Figura 2.6: Representación de algunos factores a tomarse en cuenta en el mantenimiento vehicular.⁷

⁷ <http://www.noria.com/>

Uno de los conceptos fundamentales del RCM es que las tareas de mantenimiento deben enfocarse a soportar las “Funciones del Sistema”.

En la tabla 2.8 se muestra la estimación subjetiva de la probabilidad y el tiempo en el que se presenta el fallo en los sistemas del bus, conjuntamente con las tareas de mantenimiento recomendadas.

Tabla 2.8: Probabilidad de fallo y acciones de mantenimiento vehicular

Elemento	Probabilidad de Fallo	Tiempo en el que se presenta el fallo	Tareas de Mantenimiento
Frenos	Muy Baja	Largo	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Cambio de pastillas de freno
Aceite	Baja	Muy Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Cambio de aceite
Pintura	Media	Muy Largo	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Lavada y encerada
Llantas	Media	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Medición de presión • Alineación y balanceo • Cambio/Reencauche
Luz trasera	Alta	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Prueba funcional • Cambio de bombillo
Luz delantera	Muy Alta	Corto	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Prueba Funcional • Cambio de bombillo

Fuente: <http://www.noria.com>
Elaboración: Propia

2.4.2.3. Ventajas y Desventajas del RCM

La implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), al igual que las estrategias de mantenimiento anteriormente mencionadas, también presenta

una gama de beneficios que contrastan con tan solo algunos perjuicios. Estas ventajas y desventajas están descritas en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9: Ventajas y Desventajas de la Aplicación del RCM

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de riesgos de falla en equipo crítico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunas soluciones no son viables desde el punto de vista económico
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de mantenimiento preventivo y correctivo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de oportunidades de mejora proactiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación de personal para la colección y análisis de datos.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la condición de los activos. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la seguridad e impacto ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de implementación costoso

Fuente: http://www.aloj.us.es/notas_tecnicas/Vista_General_del_Mantenimiento_Preventivo.pdf

Elaboración: Propia

CAPITULO III

3. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UNA UNIDAD DE TRANSPORTE

Dentro de las unidades de transporte se pueden identificar varios sistemas principales para el funcionamiento de las mismas:

3.1. SISTEMA BASTIDOR Y CARROCERIA⁸

Al bastidor lo forman los largueros y travesaños (ver Figura 3.1). La disposición y su forma dependen de la función o trabajo que el vehículo desempeñe. El bastidor está sometido, durante el desarrollo del trabajo del vehículo, a grandes esfuerzos en todos los sentidos. Por lo tanto, su estructura y materiales, así como los puntos de sujeción entre sus componentes, serán revisados periódicamente como medida preventiva a posibles indicios de roturas.



Figura 3.1: Chasis para un bus de 25 a 30 pasajeros⁹

La carrocería está constituida por una estructura resistente a los esfuerzos a los que está sometida. Hay que tomar en cuenta que la carrocería está montada sobre un bastidor, el cual está formado por largueros y travesaños.

⁸ <http://www.microcaos.net/ocio/motor/sistemas-o-conjuntos-que-forman-el-automovil/>

⁹ <http://www.dinatrans.com.co/vehiculos>

3.2. MOTOR¹⁰

El motor fundamentalmente es un recipiente en el que se introduce una mezcla de aire y combustible. La mezcla se expande con rapidez al quemarse y ejerce una presión hacia afuera. Esta presión puede aprovecharse para mover una parte del motor, transformando así en movimiento la energía liberada por la combustión.

En resumen, un motor es un dispositivo que transforma el calor (energía térmica) en trabajo (energía mecánica) de modo continuo.

Para transmitir la potencia, el motor desarrolla dos tipos de movimientos:

- Movimiento alternativo o de vaivén.
- Movimiento rotatorio o circular, alrededor de un punto

El motor convierte el movimiento alternativo, en movimiento rotatorio.

El conjunto conformado por: cilindro, pistón, biela y cigüeñal (ver Figura 3.2), transforma el primer movimiento en el segundo.

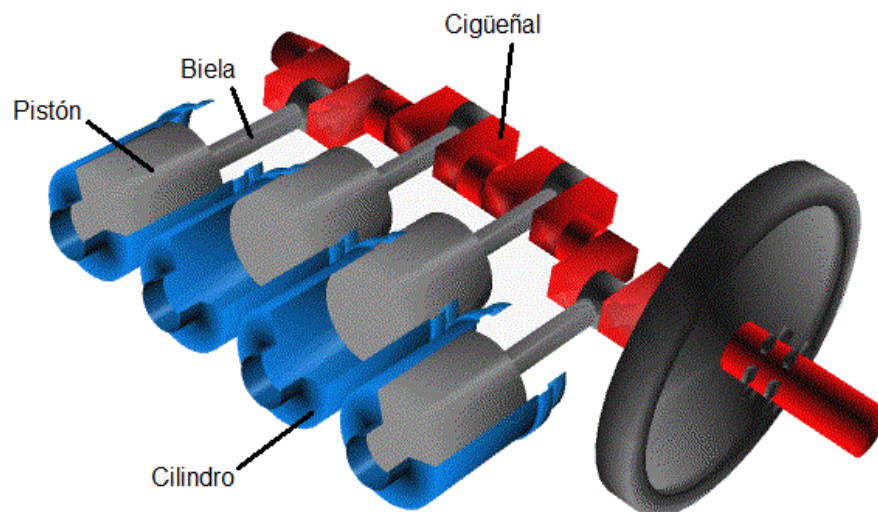


Figura 3.2: Componentes básicos de un motor

El pistón y el cilindro se ajustan mutuamente para que el primero se deslice bien, dejando muy poca holgura con la pared del cilindro. El cilindro está cerrado por arriba, pero deja espacio para la cámara de combustión. Los cilindros suelen

¹⁰ DEERE, Jhon; Fundamentos de servicio, Capítulo 1; Págs.: 1-10

cerrarse en el motor por medio de la culata. La biela es el eslabón que transmite al cigüeñal el movimiento del pistón. El cigüeñal tiene la forma de asa, simple o múltiple, alineada sobre su eje de giro, que trabaja como una manivela. El cigüeñal, trabaja fundamentalmente, como los pedales y el plato de una bicicleta. En este caso, las piernas del ciclista son las bielas. Gracias a este dispositivo se transforma el movimiento alternativo del pistón, en movimiento rotatorio útil.

3.2.1. SUBSISTEMAS DEL MOTOR

A continuación se describen los subsistemas del motor, los cuales son necesarios para su rendimiento óptimo.

3.2.1.1. SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

Este sistema tiene que suministrar el combustible limpio y en la cantidad correcta a la admisión del motor. Este sistema tiene que almacenar el combustible y debe estar dotado de dispositivos que aseguren la alimentación del motor con combustible.

En el sistema de alimentación para diesel, el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión del motor, donde se mezcla con el aire caliente comprimido, inflamándose en ese momento. Por lo tanto, no se necesita ninguna chispa para inflamar la mezcla, como ocurre en los motores de gasolina o gas natural. Estos motores llevan bomba de inyección o inyectores.

Los componentes principales del sistema de alimentación de diesel (ver Figura 3.3), son los siguientes:

- Depósito de combustible para almacenarlo.
- Bomba de alimentación, para mandar el combustible a la bomba de inyección.
- Filtros para combustible, para mantenerlo limpio.
- Bomba de inyección, dosifica e inyecta el combustible en el momento preciso.
- Inyectores, pulverizan el combustible dentro del cilindro.

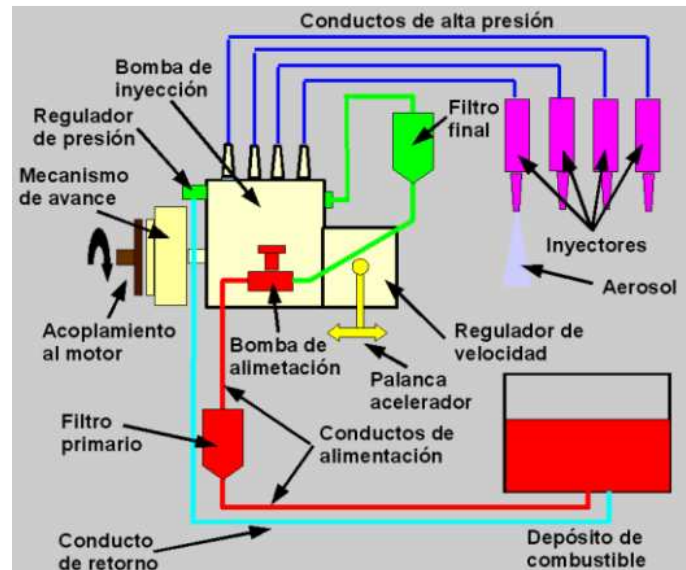


Figura 3.3: Sistema de alimentación de combustible de un motor diesel¹¹

3.2.1.2. SISTEMAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Los sistemas de admisión y de escape llevan la mezcla del aire y combustible hasta el motor y dan salida a los gases quemados.

3.2.1.2.1. Sistema de Admisión

El sistema de admisión y escape llevan la mezcla de aire y combustible hasta el motor y dan salida a los gases quemados.

El sistema de admisión suministra al motor aire limpio en la cantidad y a la temperatura apropiada para una buena combustión.

El sistema de admisión consta de cinco componentes:

- Filtro para el aire
- Turbocompresor (opcional)
- Colector de admisión
- Válvulas de admisión

Estos componentes se pueden apreciar en la Figura 3.4.

¹¹ : <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html>

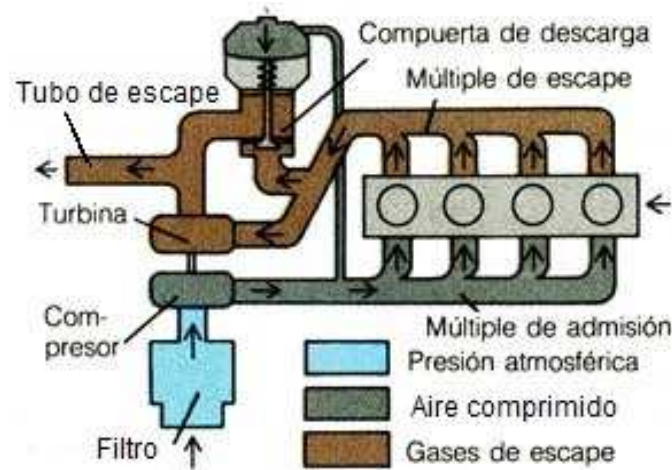


Figura 3.4: Sistemas de admisión y de escape del motor

Durante el funcionamiento del motor, los filtros de aire retienen el polvo y la suciedad al ser atravesados por el aire aspirado por el motor. Se emplean también pre-filtros con el fin de separar las partículas más gruesas, que podrían obstruir el purificador. Con un turbocompresor se puede aumentar la potencia del motor al llenar la cámara de combustión con mayor cantidad de mezcla de aire y combustible, de la que el motor puede aspirar en forma natural. El colector de admisión lleva el aire puro a todos los cilindros del motor.

Las válvulas de admisión dejan que entre el aire en el cilindro correspondiente del motor diesel o la mezcla de aire combustible en el motor de encendido por chispa. Por regla general, estas válvulas se abren y cierran por un dispositivo mecánico comandado por el árbol de levas.

3.2.1.2.2. Sistema de Escape

El sistema de escape recoge los gases quemados y los manda a la atmosfera. En realidad cumple tres funciones:

- Disipa el calor de los gases
- Amortigua el ruido de las explosiones
- Conduce al exterior los gases quemados y sin quemar

El sistema de escape consta de tres componentes fundamentales:

- Las válvulas de escape: Se abren para dejar salir los gases quemados.

- El colector de escape: Recibe los gases quemados y los lleva al silenciador.
- El silenciador del escape: Amortigua el ruido producido por las explosiones de la mezcla.
- Catalizador de dos vías: Oxida las emisiones de monóxido de carbono a dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua.

3.2.1.3. SISTEMA DE LUBRICACIÓN¹²

El sistema de lubricación realiza en el motor las siguientes funciones:

- Reduce la fricción entre las piezas en movimiento
- Absorbe y disipa el calor
- Hace más hermético el cierre de los segmentos contra la pared del cilindro
- Lava las piezas en movimiento
- Hace menos ruidoso el funcionamiento del motor.

En la figura 3.5 se observan claramente los componentes del sistema de lubricación.

3.2.1.3.1. *Funcionamiento del sistema de lubricación*

Una bomba de aceite envía el aceite hacia un filtro, después, se conduce a través de una rampa principal hasta los puntos que requieren lubricación. El aceite que rebosa de las piezas, regresa al cárter por gravedad.

El movimiento giratorio de los elementos ocasiona salpicaduras que favorecen el engrase de diversos puntos donde las canalizaciones de engrase no llegan (engrase por proyección).

Los elementos que son lubricados a presión son:

- El cigüeñal - cabeza de biela.

¹² http://issuu.com/ruttemasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

- El árbol de levas (apoyos).
- El eje de balancines.

Los elementos que son lubricados por proyección son:

- Las camisas.
- Los pistones y sus ejes.
- Las levas y el árbol de levas.
- La distribución (mando).
- Las colas de válvulas.
- Las varillas de los balancines.
- Los taqués.

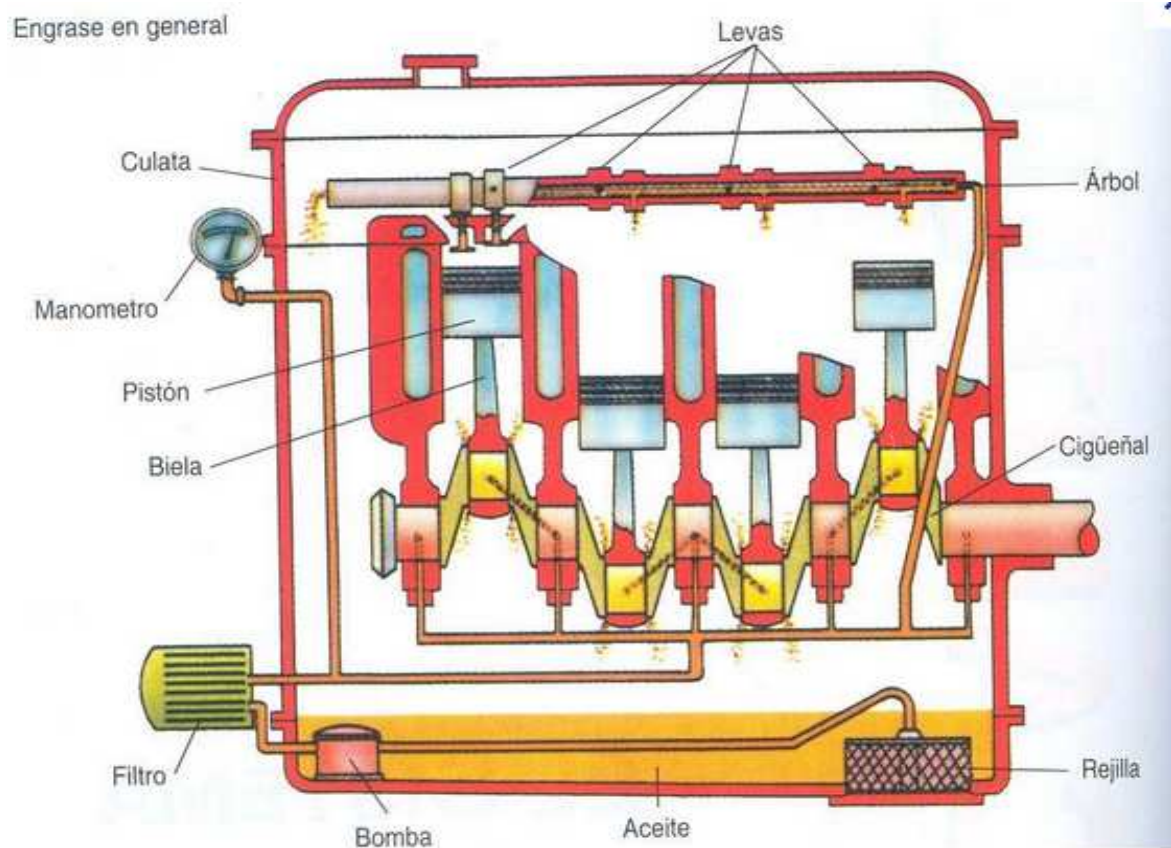


Figura 3.5: Sistema de lubricación de un motor¹³

¹³ <http://dieselsistemas.blogspot.com/>

3.2.1.4. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN¹⁴

La refrigeración por líquido es el sistema generalizado que utilizan los automotores actuales. En este sistema, los cilindros y el bloque de cilindros constituyen una envoltura en cuyo interior circula el líquido de refrigeración. El líquido refrigerante circula igualmente por el interior de la culata a través de unos huecos (cámaras) previstos para el efecto.

Las cámaras están uniformemente repartidas alrededor de la cámara de combustión y cilindros. Este líquido, que se calienta al contacto con las paredes, después se dirige hacia el radiador, donde cede su calor al aire ambiente, para volver después al bloque de cilindros.

Para un correcto funcionamiento del sistema, se debe evitar que el refrigerante llegue hasta su punto de ebullición. Los componentes del sistema de refrigeración por líquido son:

- Cámara de agua.
- Radiador.
- Bomba de agua.
- La cámara de agua
- Ventilador o electroventilador.
- Termostato.
- Elementos de control.

La cámara de agua está formada por las cavidades del bloque motor y la culata, por las cuales circula el líquido refrigerante. Rodean las partes que están en contacto directo con los gases de la combustión (cilindros, cámaras de combustión, asientos de bujías y guías de válvulas).

En la Figura 3.6 se muestra la cámara de agua alrededor de un cilindro.

¹⁴ http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

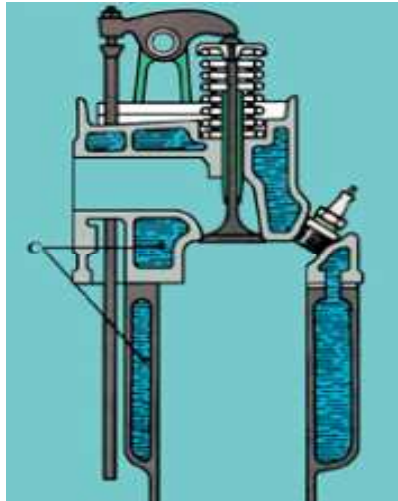


Figura 3.6: Cámara de agua alrededor de un cilindro

- Radiador

La misión del radiador es enfriar el agua caliente procedente del motor. Está situado, generalmente, en la parte delantera del vehículo de forma que el aire incida sobre él durante su desplazamiento.

Los componentes del radiador se muestran en la Figura 3.7.

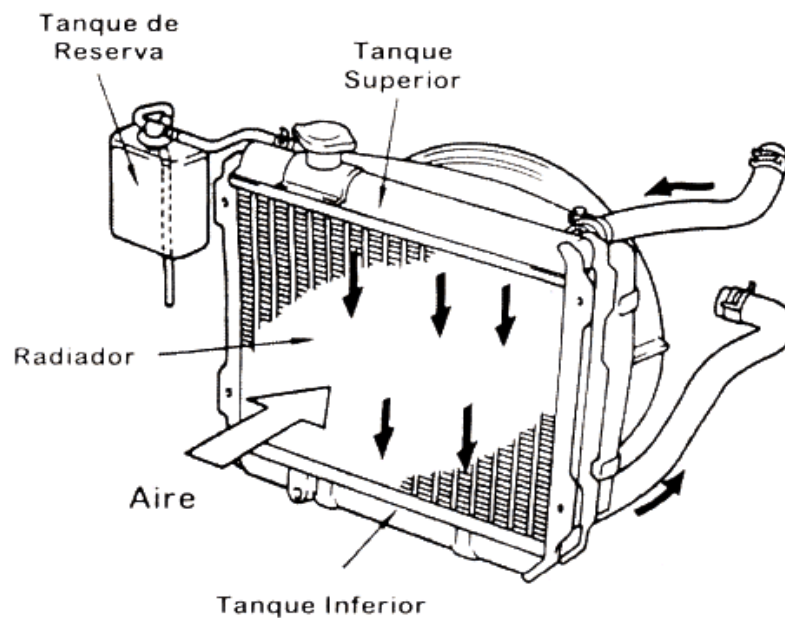


Figura 3.7: Radiador¹⁵

¹⁵ <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-07.html>

- Bomba de agua

En el proceso de refrigeración, la circulación es activada por una bomba que se intercala en el circuito, entre la parte baja del radiador y el bloque, obligando la circulación del líquido refrigerante (refrigeración forzada). La bomba de agua más usada es la de paletas de tipo centrífugo mostrada en la Figura 3.8.

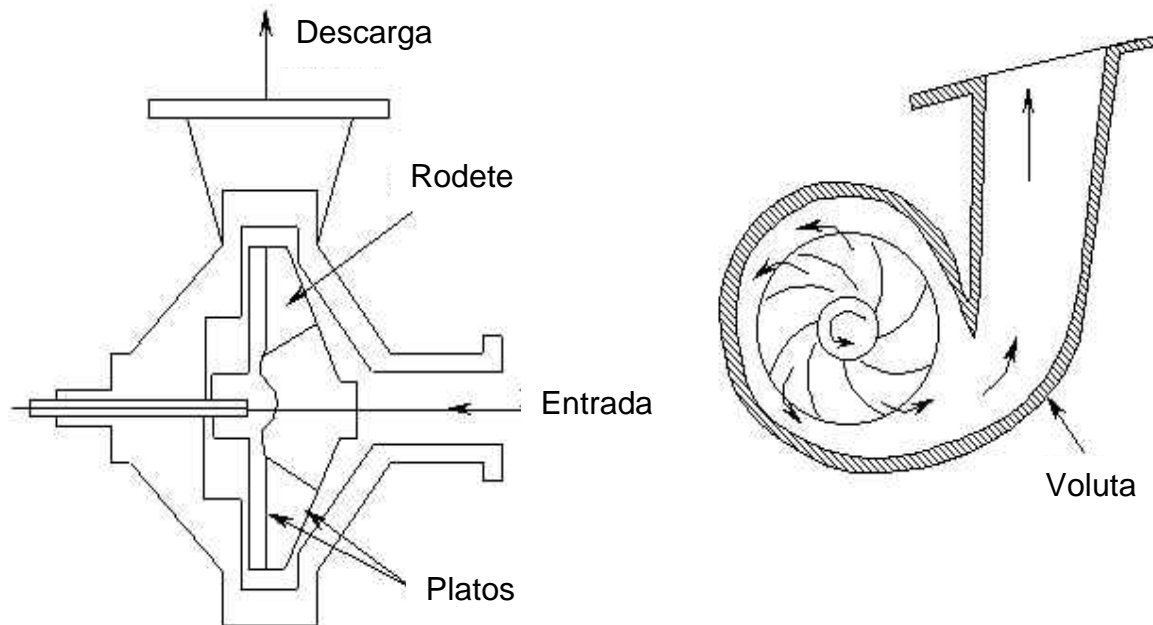


Figura 3.8: Bomba de agua

- Ventilador o electroventilador

El ventilador es el encargado de hacer pasar una corriente de aire suficiente para refrigerar el agua a través del radiador. Además refrigera algunos órganos externos como generador, bomba de agua, y bomba de combustible.

En modelos antiguos el ventilador está montado en el mismo eje que la bomba de agua, y mientras el motor funciona, lo hace el ventilador. Actualmente los automotores van dotados de un electroventilador (E) con un mando termoelectrónico (T), de tal forma que entra en funcionamiento al adquirir el agua del circuito de refrigeración una determinada temperatura, evitando así pérdidas innecesarias de potencia por arrastre en regímenes en los que el empleo del ventilador no es necesario (ver Figura 3.9).

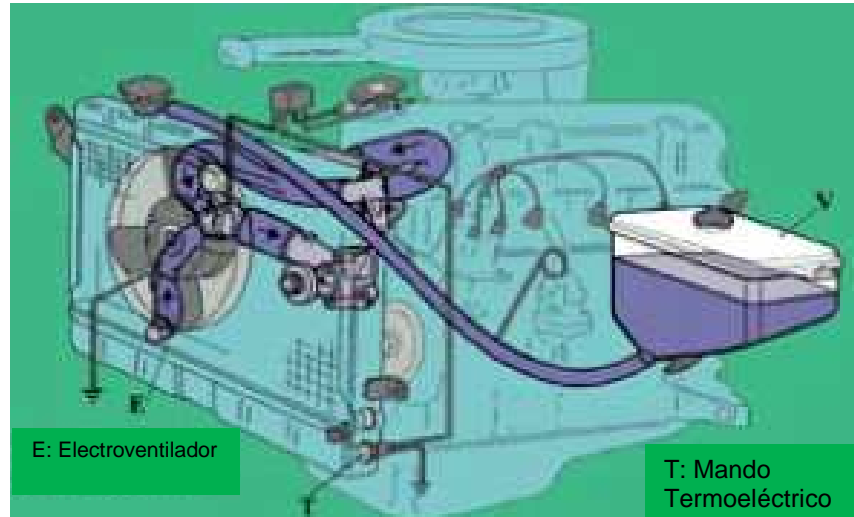


Figura 3.9: Electroventilador

- Termostato

Es una válvula de doble efecto que permite que la refrigeración no actúe cuando el motor esté frío, para que se consiga rápidamente la temperatura de óptimo rendimiento (aproximadamente, de 85° a 90°C en el líquido). Este mismo dispositivo ha de permitir la refrigeración completa o parcial del agua, dependiendo de la temperatura del motor. La misión del termostato es mantener la temperatura del motor en la de óptimo rendimiento. Para ello actúa sobre el paso del agua regulando la temperatura de ésta sobre los 85° C. Si la temperatura baja de la indicada, el termostato se vuelve a cerrar, calentando el motor.

3.3. SISTEMA DE FRENOS¹⁶

La misión del sistema de frenado es crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado. En vehículos pesados es normal la utilización de frenos de aire, los cuales son un medio seguro y adecuado para detener este tipo de vehículos.

Para su correcto desempeño necesitan tener un uso y mantenimiento adecuados. En realidad, los frenos de aire están compuestos por tres sistemas de frenos: El sistema de frenos de servicio, el sistema de frenos de estacionamiento y el sistema de frenos de emergencia.

¹⁶ <http://www.dmv.ny.gov/broch/cdl/cdl10Ssec05.pdf>

- El sistema de frenos de servicio aplica los frenos cuando se usa el pedal de freno durante la conducción normal.
- El sistema de frenos de estacionamiento aplica los frenos de estacionamiento cuando se utiliza el control para este tipo de freno.
- El sistema de frenos de emergencia usa partes de los sistemas de frenos de servicio y de frenos de estacionamiento para detener el vehículo en caso de una falla del sistema de frenos.

3.3.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FRENOS

- Compresor de aire

El compresor bombea aire a los tanques de almacenamiento y se conecta al motor por medio de engranajes o de una banda en V. El compresor puede ser enfriado por aire o por el sistema de enfriamiento del motor y puede tener su propia provisión de aceite lubricante o estar lubricado con aceite del motor.

- Gobernador del compresor de aire

El gobernador controla el funcionamiento del compresor de aire cuando éste bombea aire a los tanques de almacenamiento. Cuando la presión del tanque de aire se eleva al nivel máximo (alrededor de 125 psi), el gobernador detiene el compresor para que deje de bombear aire. Cuando la presión del tanque cae hasta la presión mínima (100 psi), el gobernador permite que el compresor comience a bombear aire nuevamente.

- Tanques de almacenamiento de aire

Los tanques de almacenamiento de aire almacenan el aire comprimido. El tamaño y la cantidad de los tanques varían según el vehículo. Los tanques contienen aire suficiente para permitir que los frenos se utilicen varias veces, aun si el compresor deja de funcionar.

- Drenajes del tanque de aire

Por lo general, el aire comprimido contiene humedad y aceite del compresor, lo que es perjudicial para el sistema de frenos de aire, ya que el agua se puede

congelar en clima frío y provocar una falla de los frenos. El agua y el aceite tienden a acumularse en el fondo del tanque de aire y por eso es importante drenarlo completamente usando la válvula de drenaje que se encuentra en la parte inferior de cada tanque. Hay dos tipos de válvulas:

- ✓ Manual: se la gira un cuarto de vuelta o se tira de un cable. Se recomienda drenar manualmente los tanques al finalizar cada día de manejo.
- ✓ Automática: el agua y el aceite son expulsados automáticamente. Estos tanques también pueden estar equipados para drenaje manual. Además también pueden tener un sistema de calentamiento para evitar el congelamiento del agua.
- Evaporador de alcohol

Algunos sistemas de frenos de aire están equipados con un evaporador de alcohol, fluido que ayuda a disminuir el riesgo de que se forme hielo en las válvulas de freno y en otras piezas del sistema en temporada fría.

- Válvula de seguridad

En el primer tanque al que el compresor bombea aire está equipado con una válvula de escape de seguridad, que evita que el tanque y el resto del sistema acumulen demasiada presión. Normalmente, la válvula se abre a los 150 psi.

- Pedal de freno

El freno se acciona al presionar el pedal. Cuando se presiona el pedal de freno, hay dos fuerzas que actúan en contra del pie. La primera fuerza proviene de un resorte, y la segunda, de la presión del aire que va a los frenos. Esto permite sentir cuánta presión de aire está aplicándose a los frenos.

- Frenos de base

Los frenos de base funcionan en cada rueda. El tipo más común en los autobuses es el freno de tambor de excéntrica en "S". A continuación se describen las partes de este elemento.

- ✓ **Tambores, zapatas y revestimientos del freno.** Los tambores de los frenos están situados en cada uno de los extremos de los ejes del vehículo. Las ruedas están unidas a los tambores mediante pernos. El mecanismo de frenado se encuentra dentro del tambor. Para detener el vehículo, las zapatas son empujadas contra el interior del tambor. Esto provoca fricción, que disminuye la velocidad del vehículo (y genera calor). El calor que puede soportar un tambor sin dañarse depende de la fuerza que se aplique al freno y de cuánto se lo use. Demasiado calor puede hacer que los frenos dejen de funcionar.

En la figura 3.10 se aprecia el esquema de los frenos de tambor.

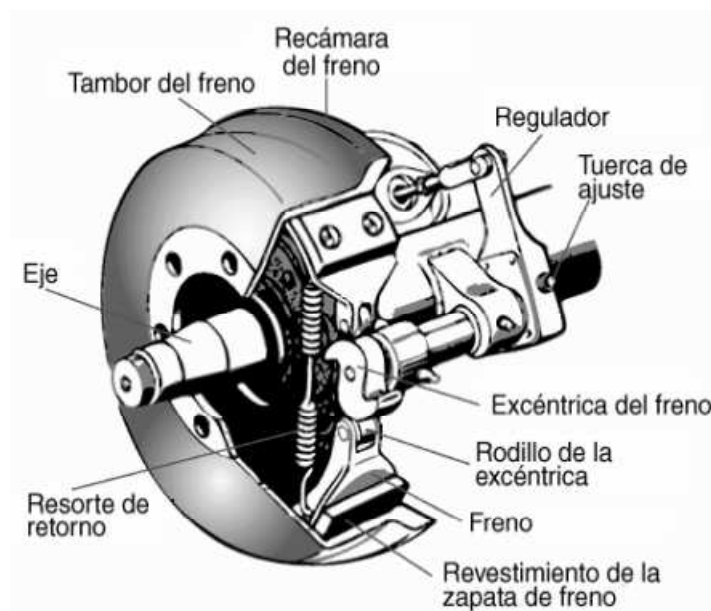


Figura 3.10: Esquema de los frenos de tambor

- ✓ **Frenos de excéntrica en “S”.** Cuando se acciona el pedal de freno, ingresa aire a cada recámara del freno. La presión del aire empuja la varilla hacia fuera, que hace mover el regulador, con lo cual el eje de la excéntrica del freno gira. Esta acción hace girar la excéntrica en “S” (llamada así por su forma de letra “S”), la cual separa las zapatas una de otra y las presiona contra la cara interior del tambor de freno. Cuando se suelta el pedal de freno, la excéntrica en “S” vuelve a su lugar y un resorte aleja las zapatas del freno lejos del tambor, lo cual permite que las ruedas vuelvan a girar libremente.

- Medidores de suministro de presión

Todos los vehículos equipados con frenos de aire tienen un medidor de presión conectado al tanque de aire. Si cuenta con un sistema dual de frenos de aire, tendrá un medidor para cada mitad del sistema o un único medidor con dos agujas.

- Medidor de la presión aplicada

Este medidor muestra cuánta presión de aire se está ejerciendo sobre los frenos (pero no todos los vehículos lo tienen). Si hay que ejercer mayor presión para mantener la misma velocidad, significa que la capacidad de los frenos está disminuyendo. En ese caso, se debe disminuir la velocidad y usar una marcha más baja

- Advertencia de baja presión de aire

La señal indicadora de baja presión de aire es obligatoria en los vehículos que cuentan con frenos de aire. Esta señal visual debe encenderse antes de que la presión de aire en los tanques descienda por debajo de las 60 psi. Generalmente, la señal indicadora es una luz roja pero también puede ser sonora. En autobuses grandes es común que los dispositivos de advertencia de baja presión muestren la señal cuando la presión llega a 80 u 85 psi.

- Frenos de resorte

Todos los vehículos pesados deben estar equipados con frenos de emergencia y frenos de estacionamiento, que deben sostenerse mediante fuerza mecánica, ya que el sistema de aire comprimido puede sufrir una fuga. Para ello, por lo general se utilizan frenos de resorte. Durante la conducción, la presión de aire retiene a los resortes. Si la presión desaparece, los resortes accionan los frenos. La potencia de frenado de los frenos de resorte depende de que estén correctamente ajustados. Si no lo están, ni los frenos regulares ni los de emergencia o estacionamiento funcionarán correctamente.

- Frenos de estacionamiento

Un control para el freno de estacionamiento ubicado en la cabina permite que el conductor libere la presión de aire de los frenos de resorte, lo cual hace que los resortes apliquen los frenos. Una fuga en el sistema de frenos de aire que provoque la salida de todo el aire también hará que los resortes apliquen los frenos.

- Ajustadores automáticos

Un ajustador de frenos automáticos es un componente mecánico del sistema de frenos de aire que ajusta los frenos a medida que es necesario cuando el vehículo está en marcha para compensar el desgaste de las balatas. Cuando un ajustador de frenos automáticos no cumple su función significa que hay un problema importante en el sistema de frenos que necesita ser corregido.

- Sistema de frenos antibloqueo (ABS)

En la actualidad todos los vehículos pesados cuentan con frenos con sistema antibloqueo de serie. Éste es un sistema computarizado que evita que las ruedas se bloqueen cuando se aplica bruscamente el freno. Los vehículos con ABS tienen un indicador luminoso en el tablero que indica fallas de funcionamiento. El sistema ABS es un complemento de los frenos comunes; no aumenta ni disminuye la capacidad de frenado normal del vehículo y se activa cuando las ruedas están próximas a bloquearse.

3.4. SISTEMA DE TRANSMISIÓN¹⁷

Es el conjunto de elementos que tiene la misión de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices. Con este sistema también se consigue variar la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación se varía en función de las circunstancias del momento (carga transportada y el trazado de la calzada). Según como intervenga la relación de transmisión, el eje de salida de la caja de velocidades (eje secundario), puede girar a las mismas revoluciones, a más o a menos que el cigüeñal. Cuando el árbol de transmisión gira más

¹⁷ http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

espacio que el cigüeñal, se conoce como desmultiplicación o reducción y en caso contrario como multiplicación o sobremarcha.

La disposición de los elementos del sistema de transmisión dependerá de la situación relativa que exista entre el motor y las ruedas motrices, el tipo de transmisión utilizado en la mayoría de autobuses, es motor delantero y tracción trasera donde las ruedas motrices son las traseras, y dispone de árbol de transmisión. Su disposición es algo más compleja, utilizándose en camiones y automóviles de grandes potencias. En la Figura 3.11 se representa la disposición del motor, el embrague, la caja de velocidades, el árbol de transmisión y el eje reductor-diferencial.

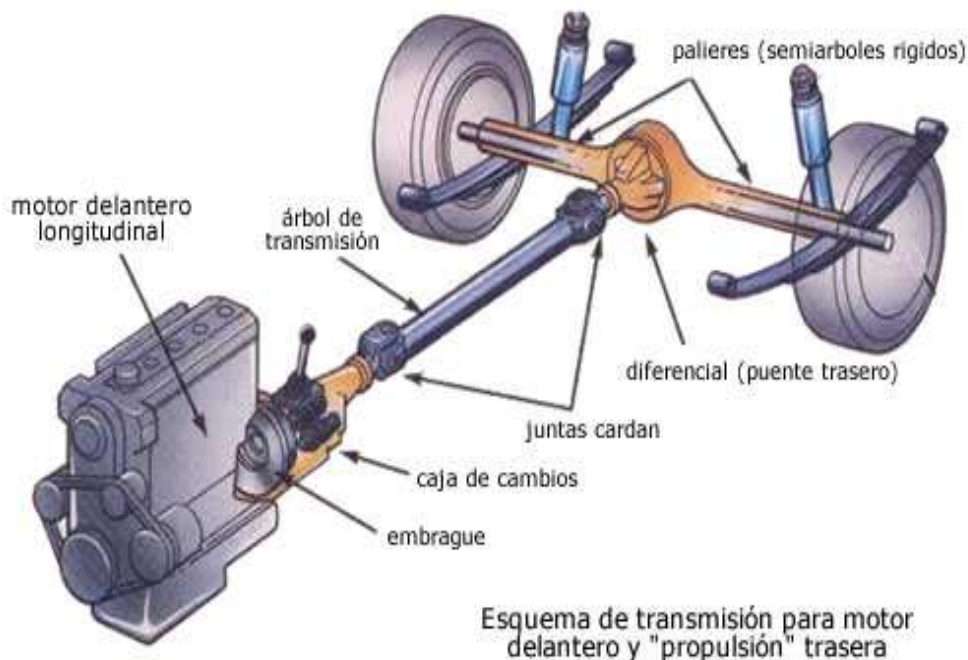


Figura 3.11: Esquema motor delantero y tracción trasera¹⁸

3.4.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

A continuación se describen los elementos de transmisión:

- Embrague

Tiene como misión acoplar o desacoplar, a voluntad del conductor, el movimiento del motor al resto del sistema de transmisión. (Ver figura 3.12)

¹⁸ <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>



Figura 3.12: El embrague

- Caja de velocidades

Es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.

La estructura de la caja de velocidad así como sus componentes internos, se evidencia en la Figura 3.14.

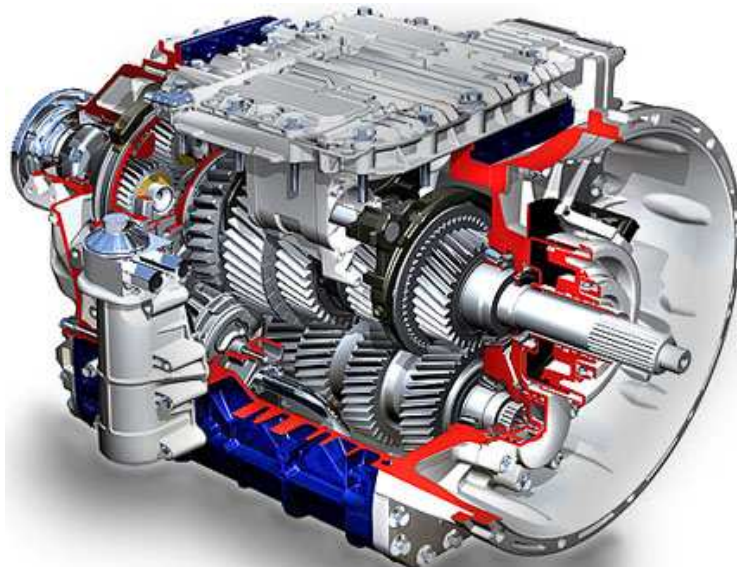


Figura 3.13: Caja de velocidades¹⁹

¹⁹ <http://colbuses.wordpress.com/2008/04/05/nueva-caja-de-cambios-volvo-i-shift/>

- **Árbol de transmisión:**

Transmite el movimiento de la caja de velocidades al conjunto par cónico-diferencial.

En la Figura 3.14 se muestra el árbol de transmisión del bus.

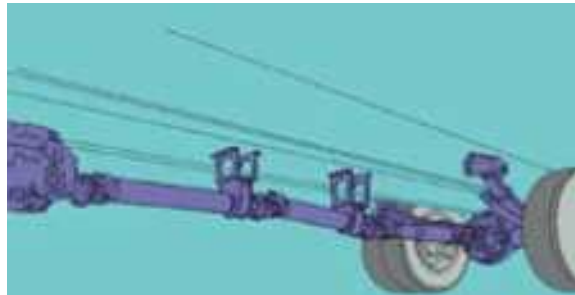


Figura 3.14: Árbol de transmisión

- **Mecanismo par-cónico diferencial**

Mantiene constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar la curva. Desmultiplica constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convierte el giro longitudinal de éste, en giro transversal en las ruedas. (Ver Figura 3.15)



Figura 3.15: Mecanismo diferencial par cónico²⁰

²⁰ <http://automecanico.com/auto2000/diferencial1.html>

- Juntas de transmisión

Las juntas (Figura 3.16) se utilizan para unir elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posiciones.

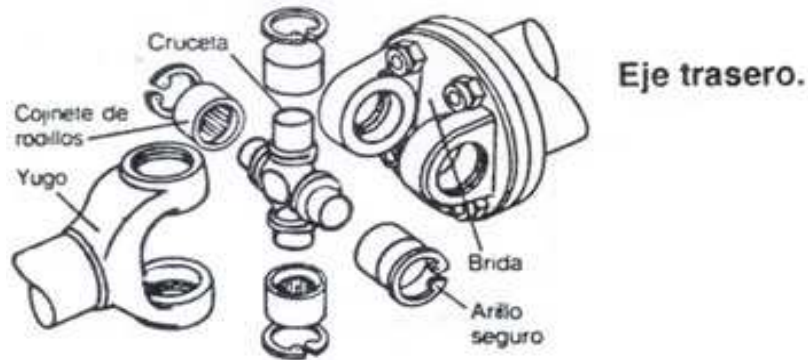


Figura 3.16: Juntas de transmisión (Crucecita)²¹

- Semiárboles de transmisión (palieres)

Son los encargados de transmitir el movimiento del grupo cónico-diferencial hasta las ruedas motrices, cuando el sistema carece de árbol de transmisión.

3.5. SISTEMA DE DIRECCIÓN²²

La dirección es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas directrices y adaptarlas al trazado de la vía por la que circula, así como para realizar las distintas maniobras que su conducción exige.

Cualquier mecanismo de dirección deberá ser preciso y fácil de manejar, y las ruedas delanteras tenderán a volver a su posición central al completar una curva. Por otra parte, la dirección no debe transmitir al conductor las irregularidades de la carretera. Para conseguir estas características, debe reunir las siguientes cualidades: suave y cómoda, segura, precisa, irreversible, estable, progresiva

3.5.1. ELEMENTOS DE MANDO

Todos los elementos del sistema se pueden clasificar en tres grupos:

²¹ <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>

²² http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

- Volante y árbol de la dirección.
- Caja de engranajes de la dirección.
- Palancas y barras (timonería) de la dirección.

En la figura 3.17: se puede observar el árbol de dirección (A) por su parte superior que va unido al volante (V), y por la parte inferior a la caja de la dirección (C) donde se transforma el movimiento circular del volante en movimiento lineal.

De la caja de dirección llega el movimiento a la barra de acoplamiento (B) a través del brazo de mando (M), biela (L) y palanca de ataque (P), los tres articulados entre sí. Los extremos del eje delantero terminan en unas "horquillas" (H) sobre las que se articula el pivote (R) (eje direccional de las ruedas). Del pivote sale la mangueta (E) sobre la que giran locas las ruedas en cojinetes de bolas o rodillos. De cada mangueta (E) sale el brazo de acoplamiento (F). Estos brazos están unidos por la barra de acoplamiento (B) que va articulada en los extremos de ambos brazos.

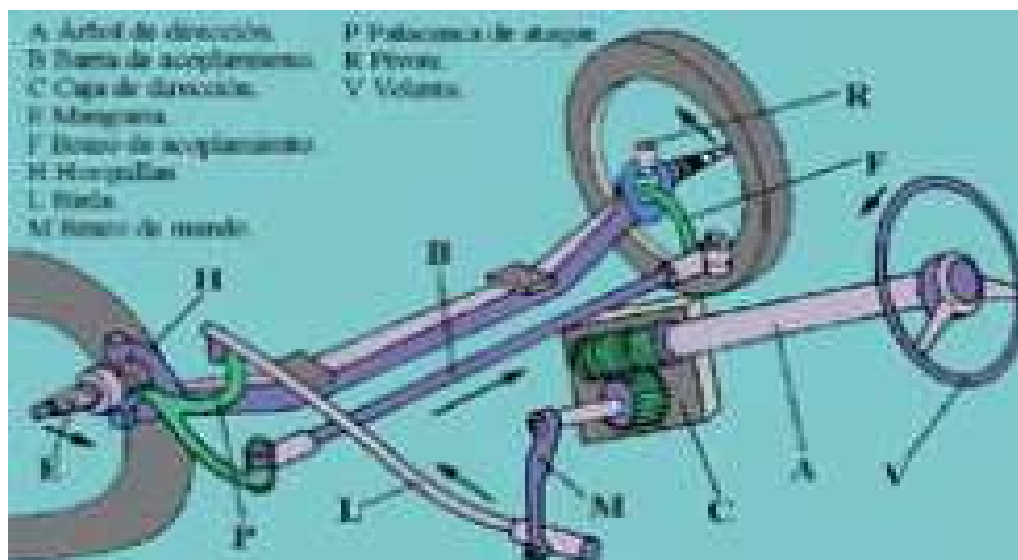


Figura 3.17: Esquema sistema de dirección

- Volante y árbol de dirección

El volante (Figura 3.18) es el órgano de mando de la dirección. El diseño del volante varía según el fabricante. El tacto y el grosor deben permitir el uso cómodo y agradable.



Figura 3.18: Volante de dirección²³

El volante de la Figura 3.19: presenta una parte central ancha y unos radios también anchos para distribuir la carga del impacto por todo el pecho del conductor, en caso de accidente. El árbol de dirección (A), está protegido por una caja C fijada por el extremo inferior en la caja (E) de engranaje de la dirección, y por el centro o su parte superior, en una brida (B) o soporte que lo sujeta al tablero o a la carrocería del vehículo. Su extremo superior se une al volante (V). El conjunto árbol y caja constituyen la columna de dirección.



Figura 3.19: Volante y caja de dirección

²³ <http://www.flickr.com/photos/nortebuses/page9/>

- Caja de engranes de la dirección

El mando de la caja y engranes de dirección lo ejecuta el conductor con el volante, verdadero órgano de mando. A través de él, comunica a las ruedas directrices sus órdenes. El grado de reducción de esfuerzo por parte del conductor conseguido por efecto desmultiplicador del giro del volante de la dirección depende del peso, tipo y uso del vehículo. Los coches pesados con neumáticos anchos necesitarán una gran reducción y algún dispositivo de asistencia para poder girar a poca velocidad.

El mecanismo de la dirección también transmite al volante la reacción de las ruedas respecto a la superficie de la carretera. Esta reacción avisa inmediatamente al conductor de los cambios en las condiciones del piso. La caja del engranaje de la dirección cumple las funciones de proteger del polvo y la suciedad el conjunto de engranajes, contener el aceite en que se hallan sumergidos éstos y servir de soporte al mecanismo de la dirección, al volante y al brazo.

- Palanca y barras de la dirección

La palanca y barras de dirección tienen la misión de transmitir a las ruedas el movimiento obtenido en la caja de engranaje de la dirección. La disposición del conjunto de palanca depende del diseño utilizado por el fabricante. El sistema de acoplamiento puede ser mediante barras de acoplamiento divididas en dos e incluso en tres secciones.

- Dirección hidráulica

La dirección hidráulica fue el primer tipo de dirección asistida que se utilizó junto con las de vacío. La dirección hidráulica utiliza energía hidráulica para generar la asistencia. Para ello utiliza una bomba hidráulica conectada al motor. Lo habitual es que esté acoplada directamente mediante una correa.

El modelo más general aprovecha la propia cremallera como pistón hidráulico para generar la asistencia. De esta forma, cuando el conductor gira el volante, el sensor hidráulico permite el paso del fluido hacia uno de los lados del pistón,

aumentando la presión en ese lado y haciendo que la cremallera se desplace axialmente hacia el lado al que el conductor gira el volante. Una vez que el conductor deja de girar el volante la presión se iguala y la cremallera queda en su posición original.

En la figura 3.20 se observan los componentes de la Dirección Hidráulica.

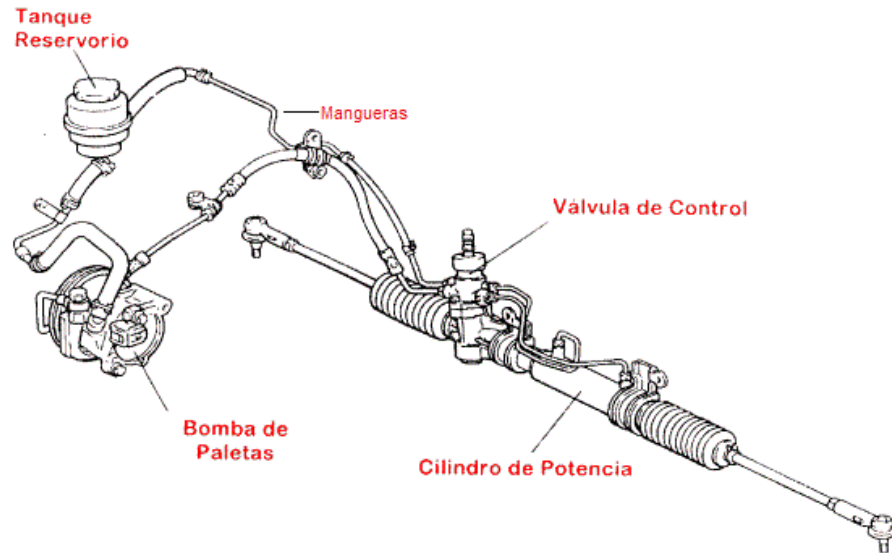


Figura 3.20. Esquema de dirección hidráulica

3.6. SISTEMA DE SUSPENSIÓN²⁴

La suspensión tiene como misión absorber las irregularidades del terreno evitando que éstas lleguen a la carrocería del vehículo o lo hagan de manera suave. Para ello, entre las ruedas y el bastidor, se coloca un medio elástico de unión, el cual se deforma con el peso del vehículo y con la inercia del mismo al elevarse o bajarse como consecuencia de las irregularidades de la superficie.

Existen otros elementos con misión amortiguadora, como son los neumáticos y los asientos. Los elementos de la suspensión han de ser lo suficientemente resistentes y elásticos para aguantar las cargas a que se ven sometidos sin que se produzcan deformaciones permanentes ni roturas y también para que el vehículo no pierda adherencia con el suelo.

²⁴ http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

3.6.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Los elementos fundamentales en toda suspensión son: muelles, amortiguadores y barras estabilizadoras.

- Muelles

Son elementos colocados entre el bastidor y lo más próximo a las ruedas, que recogen directamente las irregularidades del terreno, absorbiéndolas en forma de deformación.

Los muelles pueden ser: ballestas, muelles helicoidales y barra de torsión.

En este trabajo sólo se citarán las ballestas porque son ampliamente utilizadas en vehículos pesados y de transporte de pasajeros.

Las ballestas están compuestas por una serie de láminas de acero resistente y elástico de diferente longitud, superpuestas de menor a mayor, y sujetas por un pasador central llamado "perno-capuchino", tal como se aprecia en la figura 3.21. Unas abrazaderas mantienen las láminas alineadas. La hoja más larga se llama "maestra". Termina en sus extremos en dos curvaturas formando un ojo por el cual se articulan en el bastidor, gracias a un silemblock de goma. El silemblock consiste en dos casquillos de acero entre los que se intercala una camisa de goma.

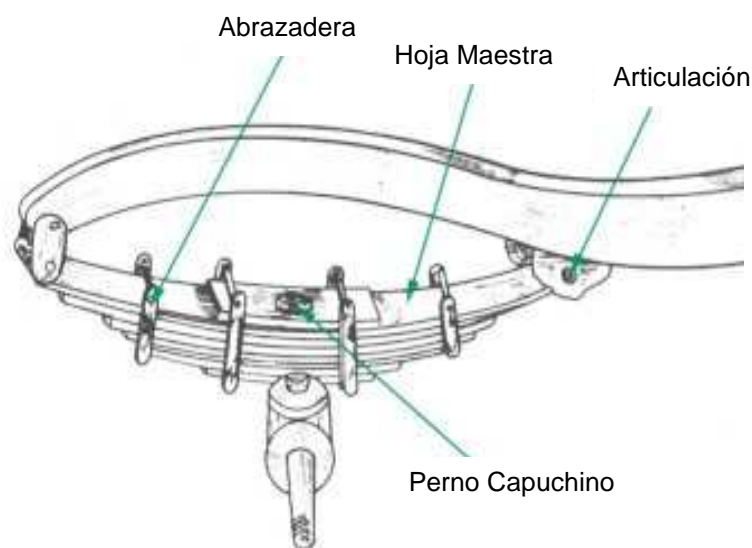


Figura 3.21: Elementos de una ballesta

- Amortiguadores

Los amortiguadores transforman la energía mecánica del muelle en energía calorífica, calentando un fluido contenido en el interior del amortiguador al tener que pasar por determinados pasos estrechos. Pueden ser de fricción o hidráulicos, aunque en la actualidad sólo se usan estos últimos. Los hidráulicos, a su vez pueden ser giratorios, de pistón o telescópicos; aunque todos están basados en el mismo fundamento.

La forma de los amortiguadores se muestra en la Figura 3.22.



Figura 3.22: Amortiguadores²⁵

- Barras estabilizadoras

Todos los ejes, en todos los autobuses, están dotados de una barra estabilizadora, la cual consiste en un soporte de reacción doblado en forma de U. La barra estabilizadora está fijada en el eje y en el bastidor del chasis.

Las barras estabilizadoras proporcionan al autobús una mejor estabilidad en curvas, lo cual se traduce en estabilidad de marcha y confort mejorados. Dependiendo del modelo de autobús, entre la barra estabilizadora y el bastidor hay tirantes con juntas de rótulas en ambos extremos. Las juntas de rótula hacen que se transmita directamente la fuerza de la barra estabilizadora, sin deformación en los elementos de goma intermedios.

La Figura 3.23 muestra claramente la barra estabilizadora del autobús.

²⁵ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/zhongtong-bus-parts-shock-spring-for-zhongtong-bus-312007886.html>

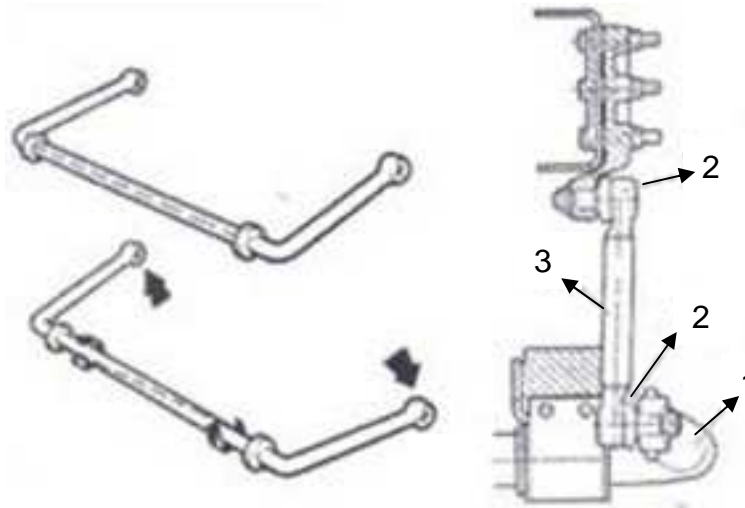


Figura 3.23: Principio de trabajo de la barra estabilizadora (1. Barra estabilizadora; 2. Junta de rótula; 3. Tirante)

3.7. RUEDAS²⁶

La rueda es un elemento del automotor que está en contacto directo con el pavimento. Debe cumplir con las siguientes características para poder realizar sus funciones:

- Resistencia para sostener el peso del vehículo.
- Resistencia para no deslizarse en las frenadas.
- Oponerse a los esfuerzos naturales en las curvas.
- Capacidad para absorber y amortiguar en gran parte (un 10%) las irregularidades del terreno.
- Resistencia al desgaste.
- Facilidad para disipar el calor producido durante la frenada y como consecuencia de su adherencia.
- Ligeras en peso, reduciendo los efectos de inercia y el peso no suspendido.

²⁶ http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

- Resistencia transversal para los efectos de deriva.
- Estética y facilidad para su montaje y desmontaje de su acoplamiento.

En el Anexo 3.1 se encuentra información acerca de la nomenclatura utilizada para la denominación de neumáticos para buses y vehículos pesados.

3.8. SISTEMA ELÉCTRICO²⁷

El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión, disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos de alumbrado y señalización que correspondan reglamentariamente, y de otros, que siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad.

El sistema eléctrico lo componen los siguientes elementos: batería, circuito de carga de la batería, circuito de encendido eléctrico del motor, circuito de arranque del motor eléctrico, circuito electrónico para la inyección de gasolina, circuito para las bujías de caldeo para motores diesel y circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios.

- **Batería:**

Almacena energía eléctrica que permite el arranque, el encendido del motor, el alumbrado y el accionamiento de los distintos accesorios. La batería recibe energía eléctrica del alternador, la transforma en energía química almacenada, y la suministra de nuevo en forma de energía eléctrica cuando se establece el circuito de cualquier servicio o consumo (receptores).

- **Circuito de carga de la batería**

El circuito de carga tiene como misión generar la corriente eléctrica suficiente para alimentar a los receptores o consumos que estén funcionando y mantener la batería cargada. El alternador recibe energía mecánica y la transforma en energía eléctrica. Un regulador de tensión regula el voltaje a un valor constante, aunque varíen las revoluciones del motor.

²⁷ http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil

- Circuito de arranque del motor eléctrico

La misión del circuito de arranque del motor eléctrico es la de imprimirle al motor (explosión o combustión), un giro inicial para que pueda comenzar el ciclo de funcionamiento.

- El circuito electrónico para el sistema de inyección diesel

El circuito electrónico para el sistema de inyección diesel tiene como misión la de inyectar diesel en la parte correspondiente del motor, según el sistema empleado de inyección, directa o indirecta, monopunto o multipunto, y según las condiciones y necesidades de cada momento.

- Circuito de bujías de caldeo para motor diesel

El circuito de bujías de caldeo tiene como misión en los motores diesel, facilitar el arranque del motor en frío, calentando previamente el aire que llega a los cilindros.

- Circuitos de alumbrado, señalización, control y accesorios

Los circuitos de alumbrado, señalización, control y accesorios ponen en funcionamiento el sistema de alumbrado y señalización, de acuerdo con lo estipulado en la normativa. Por otra parte, existen elementos eléctricos que colaboran en la seguridad considerablemente: lava y limpia-parabrisas, luces halógenas y de posición, testigo, aparatos de control y otros accesorios que indican el funcionamiento en cada momento del sistema correspondiente.

3.9. SISTEMA ELECTRÓNICO (SENSORES Y ACTUADORES)

A continuación se describen los sensores y actuadores más frecuentes en los sistemas de inyección Diesel Common Rail.

3.9.1. ECU

El ECU (*Electronic Control Unit*) o Unidad de Control Electrónico, administra varios aspectos de la operación de un motor de combustión interna. Las unidades de control de motor más simples sólo controlan la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro en cada ciclo de motor. Las más avanzadas controlan

el tiempo de apertura/cierre de las válvulas, el nivel de impulso mantenido por el turbocompresor, y control de otros periféricos.

En la Figura 3.24 se aprecian los circuitos de la Unidad de Control Electrónico (ECU)



Figura 3.24. Circuitos de un ECU²⁸

Las unidades de control de motor determinan la cantidad de combustible y otros parámetros monitorizándolo a través de sensores. Antes de que las unidades de control de motor fuesen implantadas, la cantidad de combustible por ciclo en un cilindro estaba determinada por un carburador o por una bomba de inyección.

3.9.2. SENSORES:

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en variables eléctricas. Las magnitudes detectadas pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, etc.

3.9.2.1. Sensor de presión del múltiple MAP:

El sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) se encarga de medir la presión absoluta del múltiple de admisión convirtiendo el vacío a una señal de voltaje la cuál interpreta el ECM como presión absoluta en el múltiple.

²⁸ http://www.mhaintelect.com/case_auto.htm

3.9.2.2. Sensor de posición del acelerador (TPS)

En vehículos con acelerador con cable mide el ángulo de apertura de la mariposa de aceleración, manda esta información a la ECU para calcular una correcta inyección de combustible.

Por otro lado, en vehículos con acelerador electrónico, el TPS, mostrado en la Figura 3.25, mide la posición del pedal del acelerador, para de esta manera a través de la computadora dar movimiento a la compuerta en el cuerpo de aceleración, mediante un mecanismo.



Figura 3.25: Sensor TPS²⁹

3.9.2.3. Sensor de velocidad

Algunos sensores de velocidad están hechos con una bobina móvil fuera de un imán estacionario. El principio de operación es el mismo. Un otro tipo de transductor de velocidad consiste en un acelerómetro con un integrador electrónico incluido.

3.9.2.4. Sensor de temperatura de aire

El sensor de temperatura del aire conocido como IAT (*Intake Air Temperature*) tiene como función, medir la temperatura del aire. Se puede ajustar así la mezcla con mayor precisión, si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarreará fallas en el motor. (Ver figura 3.26)

²⁹ http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/sensor3.pdf

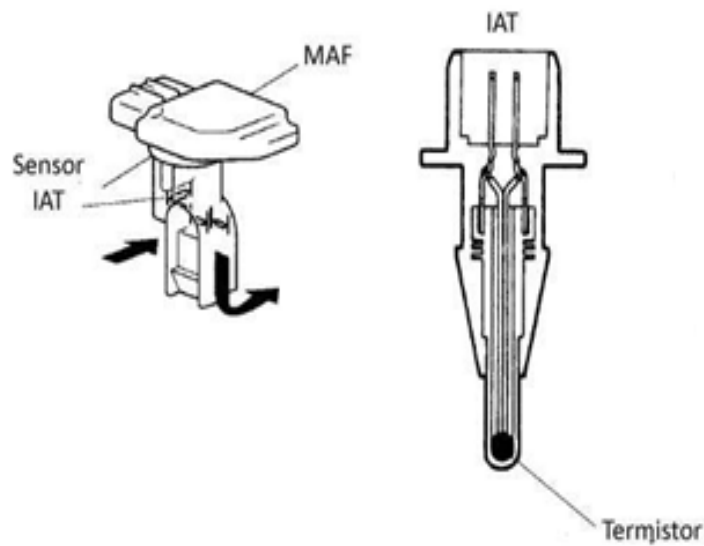


Figura 3.26. Sensores MAF e IAT que vienen en el mismo conjunto³⁰

Posee una resistencia variable que aumenta proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire. Está situado en el ducto plástico de la admisión del aire, pudiéndose encontrar dentro o fuera del filtro de aire.

Los problemas de este sensor se traducen en emisiones de monóxido de carbono demasiado elevadas, problemas para arrancar el vehículo en frío y un consumo excesivo de combustible. También se manifiesta una aceleración elevada.

3.9.2.5. Sensor de temperatura de agua

En la Figura 3.27 se aprecia la estructura del sensor de temperatura de agua (ECT o CTS), el cual modifica su tensión en función de la temperatura del refrigerante. A medida que la temperatura va aumentando, la resistencia y el voltaje en el sensor disminuyen. La computadora toma como referencia los valores del voltaje para activar o desactivar el electroventilador.

El funcionamiento de este sensor es importante, de lo contrario pueden producirse problemas durante el ciclo de comprobación del control de los gases de escape, esto debido a un incremento de los valores de monóxido de carbono y a la falla del sensor de oxígeno. Un mal funcionamiento de este sensor, puede ser la causa del rechazo en los centros de revisión de emisiones contaminantes.

³⁰ <http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-de-sensores-de-temperatura/>



Figura 3.27. Esquema del sensor de temperatura de agua³¹

3.9.2.6. Sensor de posición del árbol de levas

Este sensor, mostrado en la Figura 3.28, lee las ranuras hechas en el engrane del eje de levas para que la computadora identifique la posición de los cilindros y sincronice la activación secuencial de los inyectores. La computadora utiliza los datos del CKP y CMP para determinar la sincronización de la chispa y de los inyectores. Este sensor está ubicado al frente del motor, detrás de la tapa de tiempos.



Figura 3.28. Sensor CMP³²

3.9.2.7. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Este sensor reporta el número y secuencias de las ranuras hechas en el plato del convertidor de torsión para que junto con el dato del sensor del árbol de levas, la computadora ubique la posición del cilindro número 1, y la generación del pulso de inyección pueda ser sincronizada con el motor. Este sensor está localizado atrás del motor. El sensor CKP es un dispositivo de efecto Hall que registra la velocidad del motor y la posición del cigüeñal. (Ver figura 3.29)

³¹ <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores7.htm>

³² http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/sensor4.pdf

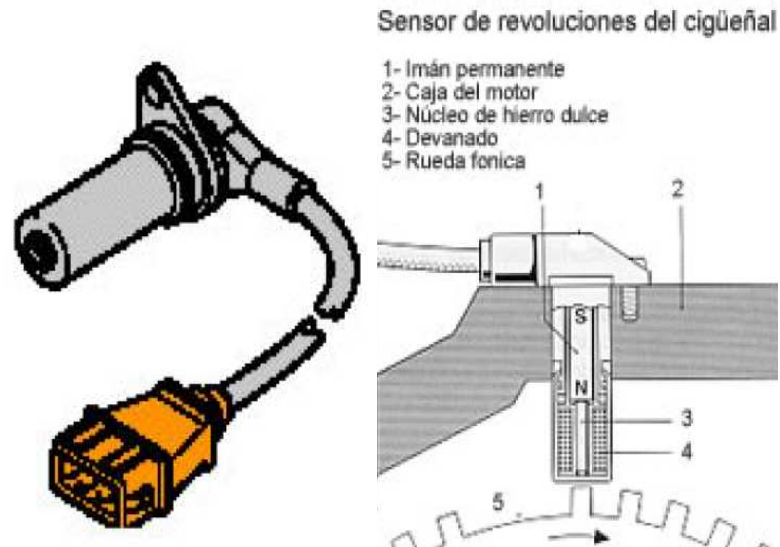


Figura 3.29. Sensor CKP

3.9.2.8. Sensor de flujo de masa de aire

El sensor de flujo de masa de aire (MAF) mide el volumen de aire que entra al motor. Su señal es interpretada en gramos por segundo de caudal. Al entrar un mayor flujo de aire al motor se aumentan las RPM.

El esquema del sensor de flujo de masa de aire se indica en la Figura 3.30.



Figura 3.30. Sensor de flujo de masa de aire³³

3.9.2.9. Sensor de presión barométrica

El sensor de presión barométrica (MAP) reporta el nivel de voltaje de acuerdo al nivel de vacío del motor, el cual varía dependiendo de la abertura del estrangulador. La computadora usa este dato con el dato de las RPM para calcular el nivel de carga del motor y así poder activar los inyectores en el

³³ <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?codigoDoc=359>

momento adecuado. Para el cálculo intervienen otros datos tales como el nivel de oxígeno en los gases de escape y la temperatura del motor.

El sensor MAP monitorea la presión dentro del múltiple de admisión y se utiliza para calcular la masa de aire entrante al motor. La computadora utiliza este cálculo para determinar la cantidad de gasolina que se requiere para la combustión completa.

3.9.2.10. Sonda Lambda

Actualmente todos los vehículos cuentan con un convertidor catalítico para reducir los gases nocivos en sustancias que no dañan el medio ambiente.

En la Figura 3.31 se indica al sensor de oxígeno, el cual determina la composición de los gases de escape, enviando una señal a la computadora para que realice los ajustes necesarios y se obtenga la relación óptima de aire combustible.



Figura 3.31. Sonda Lambda

3.9.2.11. Sensor de presión de sobrealimentación

El sensor mide la presión absoluta reinante en el tubo de admisión entre el compresor y el motor respecto a un vacío de referencia y no respecto a la presión ambiente. De este modo es posible determinar la masa de aire con toda exactitud y regular la presión de sobrealimentación con arreglo a la necesidad del motor.

3.9.2.12. Sensor de presión de aceite

Los sensores montados en el filtro de aceite miden la presión absoluta de éste a fin de poder averiguar la carga del motor para la indicación de servicio de mantenimiento.

3.9.2.13. Sensor de presión de combustible en el riel

Este sensor, mostrado en la Figura 3.32, se encuentra montado en filtro de combustible en la parte de baja presión. Con su señal se controla el grado de ensuciamiento del filtro. Al igual que el sensor de presión de aceite, se puede tener una indicación del mantenimiento.

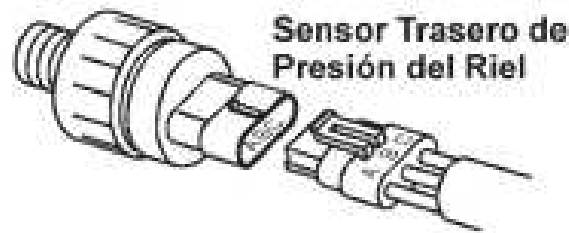


Figura 3.32. Sensor de presión de combustible en el riel³⁴

3.9.3. ACTUADORES:

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la nueva orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Dentro del motor diesel se tienen varios actuadores como la válvula reguladora de presión, circuito para las bujías de caldeo, los inyectores, estos dos últimos tratados en sistemas anteriores.

3.9.3.1. Válvula reguladora de presión del riel

La misión de esta válvula corresponde a la de una válvula de sobrepresión. La válvula limitadora de presión limita la presión en el riel dejando libre una abertura de salida en caso de un aumento demasiado grande. La válvula admite en el Rail una presión máxima de 1500 bar brevemente.

³⁴ <http://es.scribd.com/doc/50122489/32/Circuito-del-Sensor-Trasero-de-Presion-del-Riel>

CAPÍTULO IV

4. UTILIZACIÓN DEL MÉTODO ANÁLISIS MODAL DE FALLA – EFECTO (AMFE)

El método AMFE es una herramienta que permite identificar, evaluar y prevenir los posibles fallos y efectos que podrían producirse en las unidades de transporte.

Mediante la aplicación del método AMFE se pretende implementar la filosofía de prevención dentro de la Compañía de Transporte Intercantonal Condorvall S.A.

Algunos otros objetivos proyectados son:

- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a criterios como: disponibilidad, seguridad, etc.
- Señalar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de averías en los buses.

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Una tabla AMFE documenta el conocimiento existente y las acciones sobre riesgos o fallos que deben ser utilizadas para alcanzar la mejora continua.

Las características principales de este método son:

- **Carácter Preventivo:** Permite anticiparse a la ocurrencia del fallo.
- **Sistematización:** El enfoque estructurado que exige la realización de las AMFE, asegura que se consideren todas las posibilidades de fallo.
- **Participación:** Se requiere de la participación de todas las áreas.

Las etapas para la implementación de las AMFE en cualquier empresa, incluida Condorvall S.A, son las siguientes:

- a) Crear y formar el equipo AMFE
- b) Identificar el servicio
- c) Elaborar diagrama de bloques funcionales
- d) Recoger datos de fallos y clasificarlos

- e) Preparar las AMFE
- f) Implantar las acciones correctivas
- g) Revisar y seguir las AMFE

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indica de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con la correspondiente información a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema obedece a los intereses de la Compañía de Transportes Condorvall S.A, en función de las necesidades de sus automotores.

4.1.1.1. Identificar los componentes y codificación

Se debe realizar un listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando.

La codificación de cada elemento es muy importante, ya que ayuda a evitar confusiones a la hora de definir los componentes.

4.1.1.2. Aclarar las funciones de la parte o componente analizado

En este punto se tienen que expresar todas y cada una de las funciones del componente en análisis para poder identificar, posteriormente, los modos potenciales de fallo.

4.1.1.3. Determinar los modos potenciales de fallo

El siguiente paso consiste en anotar los posibles modos de fallo del componente en estudio.

Para la identificación de todos los modos de fallo se tienen que utilizar todos los datos que puedan ayudar, tales como:

- AMFE anteriormente realizados para productos/servicios similares.
- Estudios de fiabilidad.
- Datos y análisis sobre reclamaciones de clientes tanto internos como externos.
- Los conocimientos de los expertos mediante la realización de Tormentas de Ideas o procesos lógicos de deducción.

Es importante citar también los modos de fallo que se han presentado como consecuencia del mal manejo de los buses.

Típicamente las fallas pueden ser, pero no están limitadas a:

- Doblado
- Sucio
- Corto circuito
- Daño de manejo
- Desajustado
- Fisurado
- Polveado
- Deformado
- Circuito Abierto

4.1.1.4. Enumerar los efectos potenciales de fallo

A continuación de la columna anterior se anotan los efectos que producen cada uno de los modos de fallo analizados.

Cada modo de fallo puede tener diversos efectos potenciales, por lo que se identificarán todas las posibles consecuencias que éstos pueden acarrear.

Se deben describir los efectos de la falla en los términos de lo que el cliente experimenta. Para el usuario final, los efectos deben ser siempre establecidos en términos de desempeño del sistema, como:

- Ruido
- Desplazado
- Mala operación
- Inoperante
- Inestable
- Operación intermitente
- Apariencia pobre
- Control del vehículo inconstante

Si el cliente es la siguiente operación u operaciones / instalaciones subsecuentes el efecto debe ser establecido en términos de desempeño de producto o sistema, como:

- No acelera
- No tiene forma
- No se conecta
- No monta
- No ensambla
- Daña el equipo
- Arriesga al operador

4.1.1.5. Identificar las causas potenciales de fallo

Al igual que en el caso anterior, las causas potenciales deben ser identificadas para cada modo de fallo, ya sean éstas directas o indirectas.

Para el desarrollo de este paso se recomienda la utilización de alguna herramienta de análisis de relaciones de causalidad.

Causas de falla típicas pueden incluir, por ejemplo:

- Torque inapropiado – Arriba, abajo
- Soldadura inapropiada – Actual, tiempo, presión
- Tratamiento térmico inapropiado – Tiempo, temperatura
- Lubricación inadecuada
- Falta de lubricación
- Sobrecarga
- Operación abusiva del vehículo
- Intervalos de mantenimiento inadecuados
- Falta de inspección, etc.

Sólo deben ser listados errores específicos o malas funciones (por ejemplo, el operador falla al instalar el sello); no deben ser usadas frases ambiguas (por ejemplo, error del operador, mal funcionamiento de la máquina).

4.1.1.6. Determinar índices de evaluación para cada modo de fallo

Los índices de evaluación son tres:

- Índice de Gravedad (G)
- Índice de Frecuencia (F) / Probabilidad de Ocurrencia
- Índice de Detección de la Falla (D)

4.1.1.6.1. Índice de Gravedad (G)

Determina la gravedad o seriedad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo en el sistema analizado.

El índice de gravedad es independiente de la frecuencia y de la detección y su valor crece en función de: la insatisfacción del usuario final, la degradación de las prestaciones y el coste de reparación.

La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10, tal como se muestra en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Clasificación de la gravedad del modo de falla

VALOR	GRAVEDAD	CRITERIO
1	Ninguna	Este fallo de pequeña importancia no originará efectos sobre el rendimiento del sistema.
2	Muy leve	Perturbación menor del funcionamiento del sistema. Posible acción correctiva.
3	Leve	Perturbación menor del funcionamiento de sistema, pero con una acción correctiva un poco más duradera.
4	Entre leve y moderado	Alteración moderada del funcionamiento del sistema. Una parte de la operación necesita ser reelaborada.
5	Moderado	Alteración moderada del funcionamiento del sistema. El 100% de la operación necesita ser reelaborada.
6	Entre moderado y alto	Alteración moderada del funcionamiento del sistema. Una parte de la operación se ha perdido. Retraso moderado en la restauración de la función. El usuario final experimenta inconformidad.
7	Alto	Gran alteración del funcionamiento del sistema. Una parte de la operación se ha perdido. Retraso significativo en la restauración de la función. El usuario final está insatisfecho.
8	Muy alto	Gran alteración del funcionamiento del sistema. Toda la operación se ha perdido. Retraso significativo en la restauración de la función.
9	Riesgoso con advertencia	Potenciales consecuencias para la seguridad, salud y medio ambiente. La falla ocurrirá con advertencia.
10	Riesgoso sin advertencia	Potenciales consecuencias para la seguridad, salud y medio ambiente. La falla ocurrirá sin previo aviso.

Fuente: [www.hq.nasagov/oficina/codej/codejx/Asets/Docs/RCM Guía Mar2000.pdf](http://www.hq.nasagov/oficina/codej/codejx/Asets/Docs/RCM_Guía_Mar2000.pdf)
 Elaboración: Propia

4.1.1.6.2. Índice de Frecuencia (F)

Es la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales. Dicha probabilidad se mide en una escala del 1 al 10, tal como se muestra en la Tabla 4.2.

Esta es una evaluación de tipo subjetivo, por lo que se recomienda que se tenga en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa potencial del fallo.

La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida.

Tabla 4.2: Clasificación de la probabilidad del modo de falla

VALOR	PROBABILIDAD	CRITERIO
1	1/10000	Probabilidad remota de ocurrencia. No es razonable esperar que se produzca la falla.
2	1/5000	Baja probabilidad de fallo.
3	1/2000	Baja probabilidad de fallo.
4	1/1000	Probabilidad ocasional de fallo.
5	1/500	Probabilidad moderada de fallo.
6	1/200	Riesgo de falla de moderado a alto.
7	1/100	Alto riesgo de falla.
8	1/50	Alto riesgo de falla.
9	1/20	Muy alto riesgo de falla.
10	1/10+	Muy alto riesgo de falla.

Fuente: [www.hq.nasagov/oficina/codej/codejx/Asets/Docs/RCM Guía Mar2000.pdf](http://www.hq.nasagov/oficina/codej/codejx/Asets/Docs/RCM_Guía_Mar2000.pdf)
Elaboración: Propia

4.1.1.6.3. Índice de Detección (D)

Evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectarla y el modo de fallo resultante antes de llegar al usuario, en una escala del 1 al 10, tal como se puede apreciar en la Tabla 4.3.

Para determinar el índice D se supondrá que la causa de fallo ha ocurrido.

Tabla 4.3: Clasificación de la facilidad de detección del modo de falla

VALOR	DETECTABILIDAD	CRITERIO
1	Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.
2	Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control.
3	Moderadamente alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a los primeros controles.
4-6	Moderada	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al usuario. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.
7	Baja	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.
8	Remota	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos rediseñados.
9-10	Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.

Fuente: <http://www.valoryempresa.com/archives/amfefmea.pdf>
 Elaboración: Propia

4.1.1.7. Calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Para obtener el valor del índice de prioridad de riesgo se multiplican los índices de Gravedad (G), de Frecuencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$IPR = G * F * D \quad [4.1]$$

El valor resultante podrá oscilar entre 1 y 1.000, correspondiendo a 1.000 el mayor riesgo. Según el valor que arroje este indicador, se adoptaran o no medidas, según lo dicta la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Valores sobresalientes del IPR

IPR	ACCIONES
<100	No requiere intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuyera a mejorar aspectos de calidad del trabajo.
>100	Establecer acciones de mejora para reducir el IPR.

Fuente: <http://www.valoryempresa.com/archives/amfefmea.pdf>
 Elaboración: Propia

Es de suma importancia determinar cuáles son los puntos críticos del proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza mediante la aplicación de técnicas generales de análisis desde la lluvia de ideas hasta los diagramas causa-efecto de Ishikawa, entre otros.

4.1.1.8. Proponer acciones de mejora

Cuando se obtengan IPR elevados, deben proponerse y llevarse a cabo acciones de mejora para reducirlos.

Con carácter general, se sigue el principio de prevención para eliminar las causas de los fallos en su origen (Acciones Correctoras). En su defecto, se propondrán medidas tendentes a reducir la gravedad del efecto (Acciones Contingentes).

4.1.1.9. Definir responsables

Se debe indicar el nombre del o los responsables asignados para las diferentes acciones propuestas.

De ser necesario, también pueden incluirse fechas indicativas del plazo entregado para cumplir con las acciones correctoras.

4.1.1.10. Determinar el nuevo valor del IPR

Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores de la frecuencia (F), la gravedad (G), y/o la probabilidad de no detección (D) habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).

Si a pesar de la implantación de las acciones correctoras, no se cumplen los objetivos definidos, es necesario investigar y proponer la implantación de nuevas

acciones correctoras, hasta conseguir que el IPR sea menor que el definido en los objetivos.

El o las AMFE se dan por concluidas una vez conseguido que los IPR de todos los modos de fallo estén por debajo de 100.

4.1.1.11. Acciones implantadas (opcional)

La tabla AMFE puede o no contener este apartado, pero puede ser de gran utilidad ubicarlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones realmente adoptadas. Únicamente las acciones verdaderamente implantadas serán reflejadas en este ítem y en algunos casos pueden o no coincidir con las recomendaciones iniciales.

Para el caso en que las acciones implantadas y las recomendadas no coincidan se deberá calcular nuevamente el IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

En resumen: los pasos a seguir para la elaboración y aplicación exitosa del método AMFE, como parte del plan de mantenimiento para la flota de buses de Condorvall S.A., se muestran en la Figura 4.1.

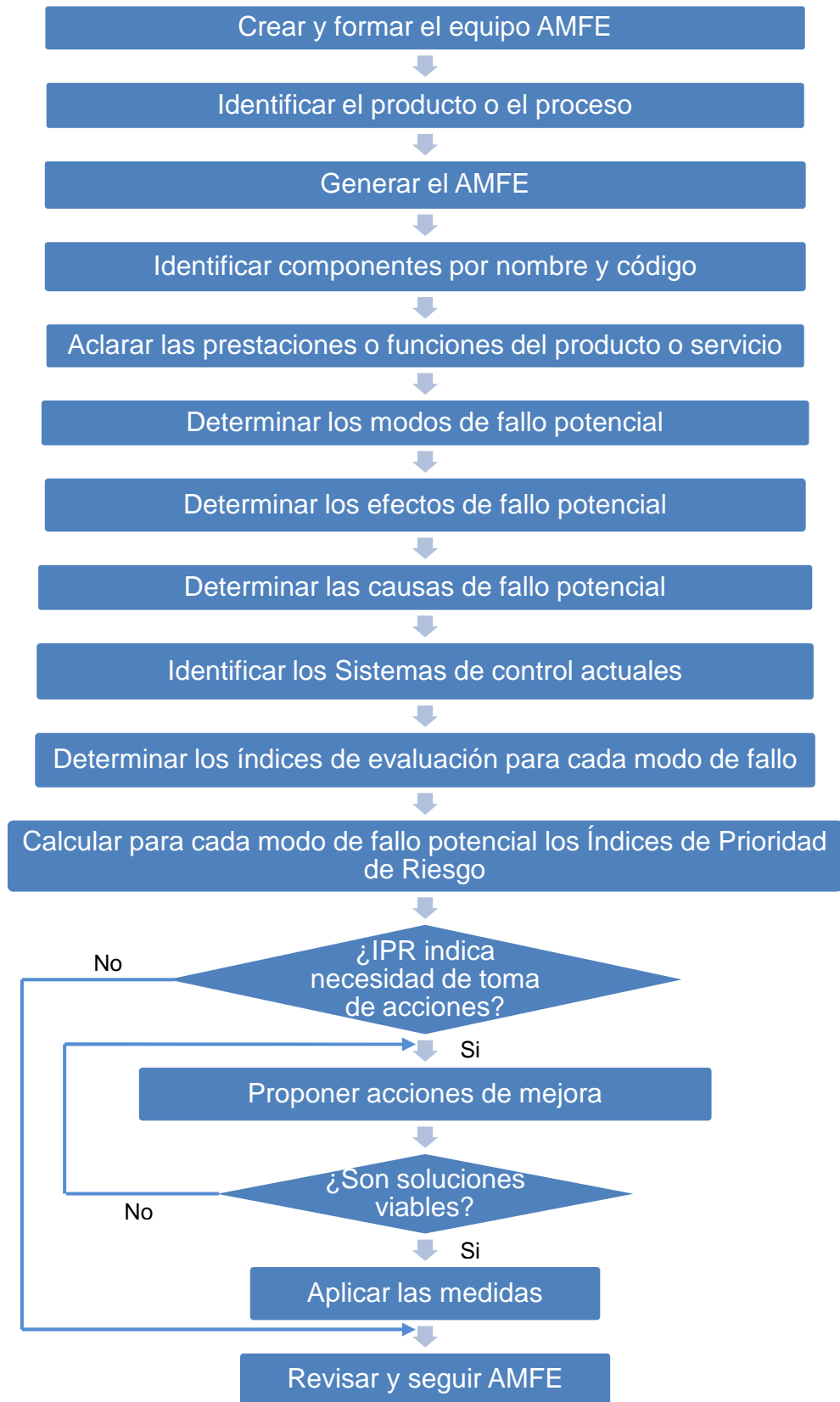


Figura 4.1: Gráfico de situación de AMFE

4.2. PRIORIZACIÓN DEL SISTEMA Y SUBSISTEMA PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO AMFE

En primer lugar hay que puntualizar que existen 42 unidades operativas, de las cuales ninguna posee un registro histórico de fallas, ya que cada uno de los dueños le ha brindado tanto mantenimiento preventivo como mantenimiento correctivo a sus autobuses respectivos en los talleres automotrices de su confianza.

Al no contar con un registro de fallos se procedió con el levantamiento de la información mediante la aplicación de una encuesta a los propietarios de los buses, la cual tiene como objetivo la determinación del sistema y sub-sistema vehicular que tiende a fallar con más frecuencia, además de la investigación del comportamiento de los miembros de Condorvall S. A. frente a la posibilidad de que la Compañía implemente su propio taller automotriz. (El formato de la encuesta aplicada consta en el Anexo 4.1).

El tamaño de de la población fue de 37, ya que los cinco propietarios restantes, opusieron resistencia para llenar la encuesta.

4.2.1. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA

Como se mencionó anteriormente, el tamaño de la encuesta fue de 37, cuyas marcas vehiculares se distribuyen en: Hino, Mercedes Benz y Volkswagen.

En la Tabla 4.5 se aprecia claramente que 35 de los 37 propietarios de los buses que forman parte de la Compañía Condorvall S.A., respondieron que sus vehículos son de marca HINO, al igual que los otros buses, cuyos propietarios no constan en la muestra.

Tabla 4.5: Flota vehicular de Condorvall distribuida por marcas

No. BUSES HINO	No. BUSES MERCEDES BENZ	No. BUSES VOLKSWAGEN	TOTAL
35	1	1	37

Fuente: Investigación de campo (Encuesta)
Elaboración: Propia

Por lo tanto, 39 de los 42 buses registrados en la Compañía Condorvall S.A. son de marca HINO, lo que constituye el 93% del total de su población vehicular. Esto a su vez permite deducir que la mayor cantidad de fallas acumuladas corresponderán a los vehículos de esta marca.

En conclusión, el sistema prioritario a ser analizado, en forma general (sin distinción de modelo), mediante el método AMFE es el BUS HINO.

4.2.2. DETERMINACIÓN DEL SUB-SISTEMA

Una vez identificado el sistema que será analizado posteriormente, se procede con la determinación del sub-sistema que más molestias les acarrea a los propietarios de los 35 buses HINO, respectivamente.

Para cumplimentar con este paso, y bajo el antecedente de no contar con un historial de fallas, se procede con la tabulación de la pregunta 10 del anexo 4.1., cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6: Identificación del sub-sistema que más ha causado problemas en los buses HINO en los dos últimos meses

Sub-sistema	No. fallas
ELÉCTRICO	5
MOTOR	31
SUSPENSIÓN	7
DIRECCIÓN	18
FRENOS	24
TRANSMISIÓN	5
OTROS	4
TOTAL	94

Fuente: Investigación de campo (Encuesta)
Elaboración: Propia

Con la información proporcionada en la tabla anterior se puede proceder a la priorización del 20% de los sub-sistemas que causan el 80% de las fallas, gracias a la utilización del Diagrama de Pareto.

4.2.2.1.1. Diagrama de Pareto

El **diagrama de Pareto** es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras,

para de esta manera asignar un orden de prioridades, identificando así, gráficamente, los “pocos vitales” y los “muchos triviales”.

El principio de Pareto, expone que: “el 80% de los problemas es ocasionado por el 20% de los sistemas”. Ese 20% está constituido por los pocos vitales, sobre los cuales hay que actuar.

El diagrama de Pareto se construye siguiendo los pasos a continuación:

- Preparar los datos.
- Ordenar los elementos o factores incluidos en el análisis y calcular el total de las contribuciones.
- Calcular el porcentaje y porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada.
- Trazar y rotular los ejes del diagrama: el eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado, el eje horizontal contiene a los elementos en estudio y el eje vertical derecho representa la magnitud de los porcentajes acumulados.
- Dibujar un gráfico de barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes.
- Trazar un gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la tabla de Pareto.
- Señalar los elementos “pocos vitales” y los “muchos triviales”.
- Finalmente se debe realizar la interpretación pertinente de los resultados obtenidos en la gráfica.

DIAGRAMA DE PARETO PARA SELECCIONAR LOS SUB-SISTEMAS CRÍTICOS

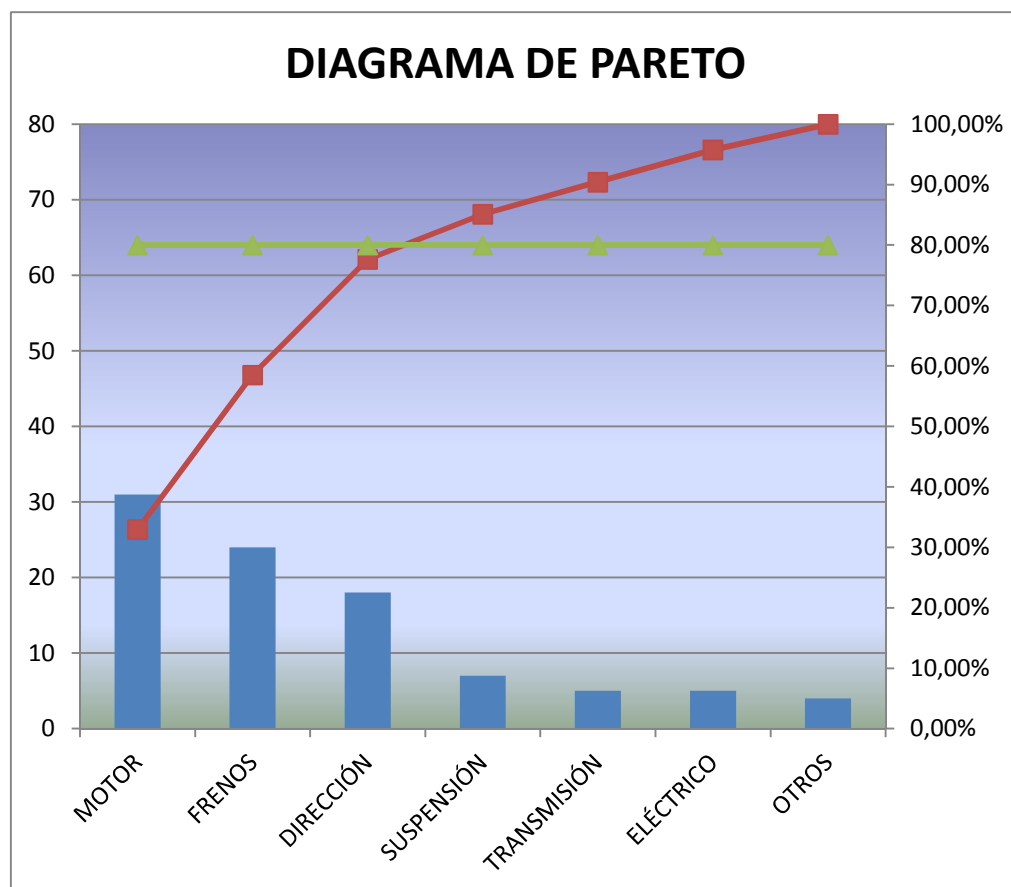
Como punto de partida se realiza la tabla de Pareto (Tabla 4.7).

Tabla 4.7: Tabla de Pareto para fallas de los Buses HINO

Sub-sistema	No. Fallas	Fallas Acum.	Porcentaje	Porcentaje acumulado
MOTOR	31	31	32,98%	32,98%
FRENOS	24	55	25,53%	58,51%
DIRECCIÓN	18	73	19,15%	77,66%
SUSPENSIÓN	7	80	7,45%	85,11%
TRANSMISIÓN	5	85	5,32%	90,43%
ELÉCTRICO	5	90	5,32%	95,74%
OTROS	4	94	4,26%	100,00%
TOTAL	94	508	100,00%	

Fuente: Investigación de campo (Encuesta)
Elaboración: Propia

Una vez obtenida la tabla con los datos de fallas ordenados y sus respectivos porcentajes individuales y acumulados, se procede con el trazo del Diagrama de Pareto, el cual se aprecia en la Figura 4.2.

**Figura 4.2:** Diagrama de Pareto para Sub-sistemas de buses HINO

Gracias a los datos obtenidos en la Tabla 4.7 y a la información proporcionada por la Figura 4.2, se deduce finalmente que el 20% de los sub-sistemas que requieren de actuación inmediata están constituidos por:

- Motor
- Frenos
- Dirección

Cabe resaltar también que en las encuestas los componentes mencionados, como objeto principal de fallo dentro del Sub-sistema Motor, son: el cigüeñal, el pistón y el sub-sistema de refrigeración.

4.2.2.1.2. Determinación de causas de fallo

Continuando con la investigación realizada en Condorvall S.A., mediante la pregunta número 12 de la encuesta, se pudo determinar también cuáles son las causas más comunes por las que el bus es presa de fallo, las cuales están identificadas en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8: Identificación de las principales causas que ocasionan fallos

Causa de fallo	Conteo total	Porcentaje
Desgaste y envejecimiento	10	28.6 %
Falta de lubricación	8	22.9 %
Repuestos de mala calidad	6	17.1 %
Exceso de vibraciones	5	14.3 %
Mala operación del chofer	4	11.4 %
Montaje inadecuado	2	5.7 %
TOTAL	35	100 %

Fuente: Investigación de campo (Encuesta)
Elaboración: Propia

En la Figura 4.3 se observan gráficamente las principales causas de fallas en función de las respuestas de los miembros de la Compañía.

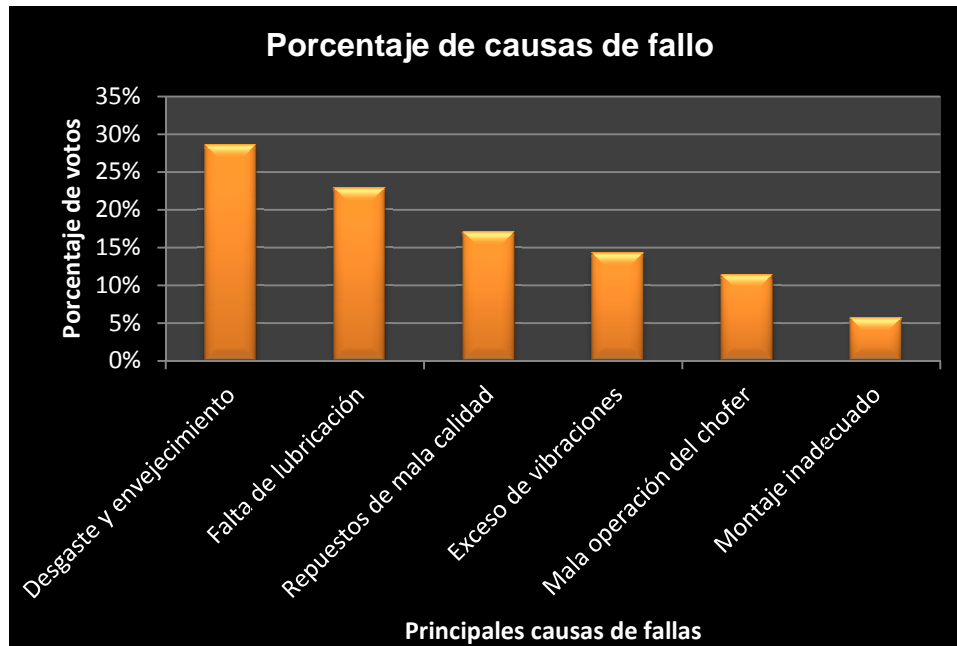


Figura 4.3: Determinación de principales causas de fallas

Con la información proporcionada en la Figura 4.3 se determina que la principal causa de fallo de los componentes de los buses es el desgaste y envejecimiento.

4.3. CODIFICACIÓN UTILIZADA

La utilización de códigos de identificación tanto de máquinas, sistemas, sub-sistemas, componentes, como de modos de fallo, permite optimizar el tiempo de ubicación de cada uno de ellos, además de facilitar su manipulación.

4.3.1. CODIFICACIÓN DEL SISTEMA

El sistema identificado como objeto prioritario de análisis constituye el BUS HINO, para el cual se trata de determinar la mayor cantidad de fallos potenciales, de tal manera que el presente trabajo sea de óptima aplicación para este tipo de buses, sin importar el MODELO.

La codificación correspondiente al sistema obedece al siguiente formato:

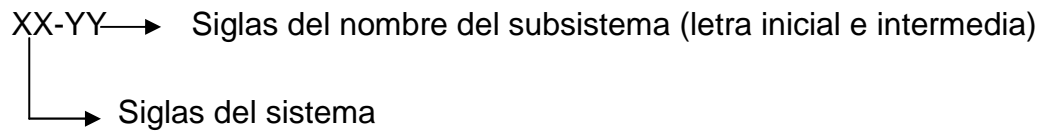
XX: Siglas de las primeras letras del nombre del Sistema.

Por lo tanto las letras que identifican al sistema serán:

BH: Bus HINO

4.3.2. CODIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA

Los subsistemas identificados dentro del bus se codifican de la manera anotada a continuación:



Por ejemplo: para el caso del motor el código es: BH-MT

4.3.2.1. Codificación de subsistemas del Motor

Para el caso particular del motor se utiliza una codificación especial para sus subsistemas, la cual se estructura así:

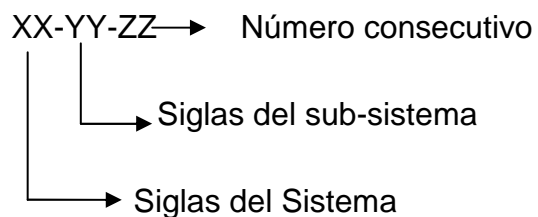
BH-MT£; donde: £ = a la inicial del nombre del subsistema del motor.

De este modo, la codificación para el sub-sistema de refrigeración, por ejemplo, queda de la siguiente forma:

BH-MTR

4.3.3. CODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

En el caso de los componentes, la comunicación se estructura así:



A modo de ejemplo se cita la codificación del block del motor:

BH-MT-01

Para la situación específica de los componentes del sub-sistema motor, se cuenta con siete caracteres en total. Por ejemplo, la cámara de agua se codifica de la siguiente manera:

BH-MTR-01

4.3.4. CODIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO

La codificación de los modos de fallo corresponde a:

Tabla 4.9: Codificación utilizada para modos de fallo

Modos de falla	Código	Estructura del código	Significado ##
Falla Mecánica	FM	FM - ##	Consecutivo
Falla Eléctrica	FE	FE - ##	Consecutivo
Falla Electrónica	FN	FN - ##	Consecutivo

Fuente: Condorvall

Elaboración: Propia

En general los modos de fallo suelen ser repetitivos, dependiendo del componente y de sus condiciones de trabajo.

Para establecer un cuadro con códigos de falla mecánicas, que son las más comunes, se hace indispensable utilizar una herramienta de diagnóstico de fallos.

Dicho diagnóstico se establece mediante el Diagrama Causa-Efecto.

4.3.4.1. Diagnóstico de Fallos Mecánicos: Diagrama Causa-Efecto

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de "Ishikawa" porque fue creado por Kaoru Ishikawa. También es conocido como "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez.

Este diagrama ayuda a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no se limita a las más obvias.

Por ser una ordenación de relaciones lógicas, el Diagrama de Causa-Efecto es una herramienta frecuentemente utilizada para: obtener teorías sobre relaciones de causa-efecto en un proceso lógico paso a paso y para obtener una estructuración lógica de muchas ideas "dispersas".

Los pasos a seguir para su construcción son:

Identificar el problema: Se debe definir con exactitud el problema que se quiere analizar. Éste debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se oriente correctamente. Una vez delimitado el problema,

debe escribirse con una frase corta y sencilla, en el recuadro principal o cabeza del pescado.

Identificar las principales categorías dentro de las cuales pueden clasificarse las causas del problema: Definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación o problema que se quiere analizar. Cada categoría que se identifique debe ubicarse independientemente en una de las espinas principales del pescado.

Identificar las causas: Teniendo en cuenta las categorías encontradas, se pueden identificar las causas del problema mediante preguntas sucesivas de ¿Por qué puede ocurrir? Las causas que se identifiquen se deben ubicar en las **espinas**, que confluyen en las espinas principales del pescado.

Análisis del Diagrama: El análisis debe estar dirigido a identificar la(s) causa(s) más probable(s), y a generar sus posibles soluciones.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA FALLOS DEL MOTOR

Con el conocimiento previo de que el Motor es el Sub-sistema que más molestias les causa a los Choferes de la Flota de Unidades de Condorvall, se procede a realizar el análisis, mediante el Diagrama de Ishikawa, para establecer la causa raíz de los fallos. Este análisis se observa en la Figura 4.4.

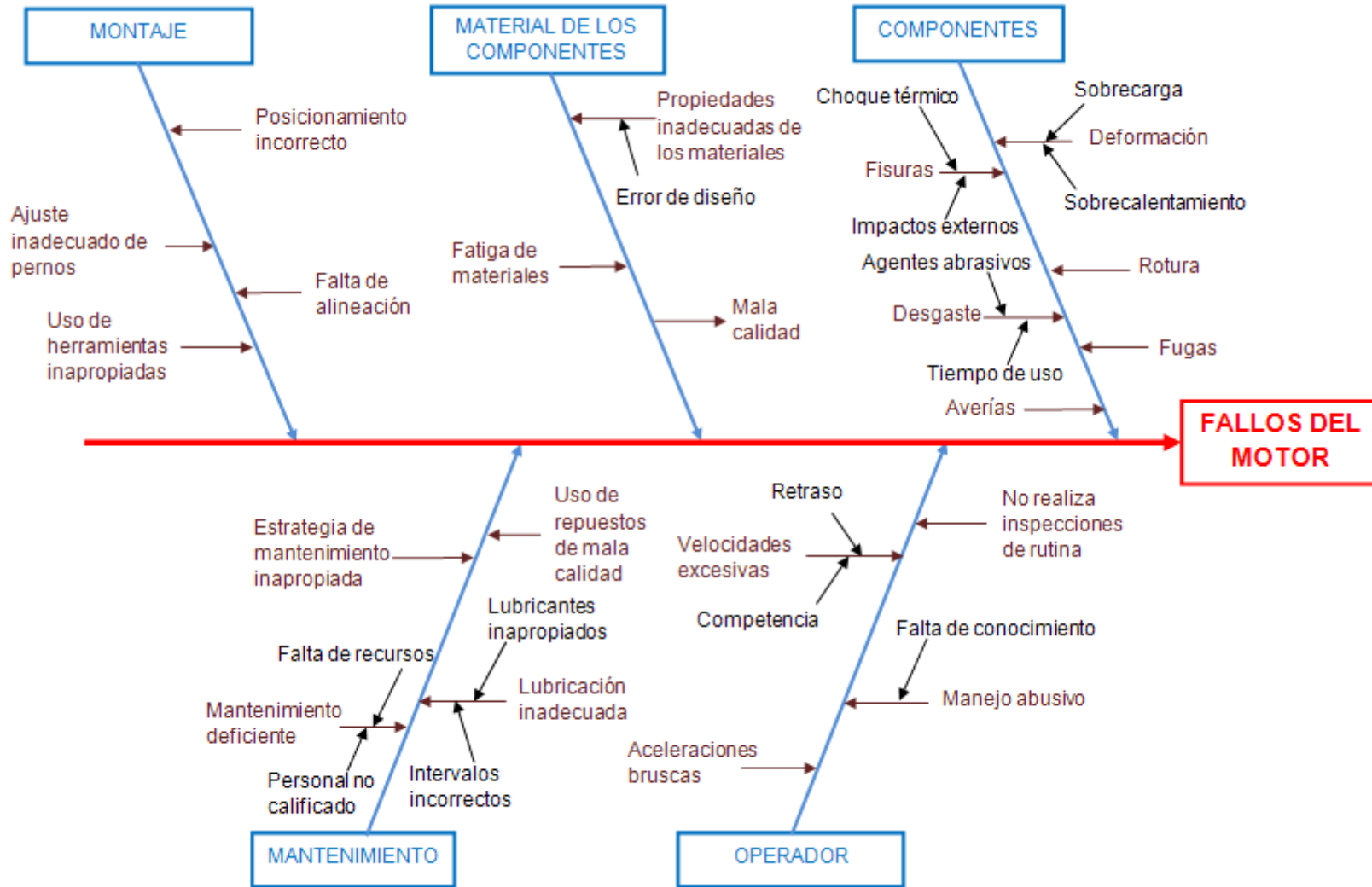


Figura 4.4: Diagrama de Ishikawa para identificar causas de fallo del Motor

4.3.4.2. Cuadro de Fallos Mecánicos

A continuación se codifican los tipos de fallas más comunes.

Tabla 4.10: Codificación de los modos de fallo mecánico del Motor

Modo de Fallo	Código de Fallo
Desgaste del componente o de los elementos del componente	FM1
Fisuras/Grietas	FM2
Deformación	FM3
Rotura del componente /elementos del componente	FM4
Fractura	FM5
Desalineación /Alineación incorrecta	FM6
Fugas (de todo tipo)	FM7
Obstrucción / Taponamiento	FM8
Avería del componente	FM9
Descalibración	FM10
Agarrotamiento del componente / elementos del componente	FM11
Cavitación	FM12
Juego excesivo	FM13
Ajuste excesivo	FM14
Atascamiento	FM15
Otros tipos de falla	FM## ; donde ##: consecutivo

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

4.4. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLA – EFECTO

A continuación se muestran las tablas AMFE desarrolladas para el MOTOR, el cual fue identificado como el subsistema más crítico.

Cabe resaltar que todos los demás sub-sistemas de buses HINO también han sido analizados, tal como se puede apreciar en el anexo 4.2.

4.4.1. IDENTIFICACIÓN DE SUB-SISTEMAS, COMPONENTES Y FUNCIONES

Las funciones de cada componente del bus se aprecian en las Tablas 4.11 a 4.15

FUNCIONES DEL SUB-SISTEMA MOTOR:

- Transformar el calor (energía térmica) en trabajo (energía mecánica) de modo continuo.
- Convertir el movimiento alternativo en movimiento rotatorio.

Tabla 4.11: Funciones de los componentes del Motor

Componente	Código	Funciones específicas
Block del motor	BH-MT-01	Aloja al cigüeñal y a las camisas de los cilindros.
Block del motor	BH-MT-01	Proporciona espacios estancos al agua y al aceite para el accionamiento y el medio de refrigeración.
Camisas	BH-MT-02	Sirve de guía para el movimiento del pistón.
Pistón	BH-MT-03	Transmitir la fuerza de los gases de combustión a la biela.
		Sostener contra la camisa del cilindro la fuerza normal que aparece al convertirse, en la presión axial del cilindro, en fuerza sobre la biela.
		Ceder al medio refrigerante el calor que recibe.
Anillos del pistón	BH-MT-04	Formar un sello a prueba de gas entre el pistón y el cilindro.
		Ayudar a enfriar el pistón por la transferencia de calor.
Biela	BH-MT-05	Transmite el movimiento del pistón al cigüeñal.
Volante de Inercia	BH-MT-06	Absorbe vibraciones torsionales del motor.
		Reduce el nivel de ruidos del tren motriz.
Cigüeñal	BH-MT-07	Transforma el movimiento alternativo del pistón, en movimiento rotatorio útil.
Cojinetes de muñones	BH-MT-08	Permiten el giro de la biela sobre el cigüeñal y del cigüeñal sobre la bancada del bloque.
Culata	BH-MT-09	Cierra el bloque, o sea, los orificios de los cilindros, por arriba y lleva los órganos de intercambio de gas, así como las válvulas de inyección.
Junta de culata	BH-MT-10	Asegura la estanqueidad entre la culata y el bloque motor.
Cárter	BH-MT-11	Contiene el aceite de lubricación del motor.
		Disipa el calor.
		Cierra el motor por la parte inferior.
Junta del Cárter	BH-MT-12	Evita fugas de aceite de lubricación.

FUNCIONES DEL SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL MOTOR:

- Llevan la mezcla de aire y combustible hasta el motor y dan salida a los gases quemados.
- El sistema de admisión suministra al motor aire limpio en la cantidad y a la temperatura apropiada para una buena combustión.
- El sistema de escape recoge los gases quemados y los manda a la atmosfera. Además amortigua el ruido de las explosiones y disipa el calor.

Tabla 4.12: Funciones de los componentes del Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Funciones específicas
Filtro para el aire	BH-MTD-01	Retiene el polvo y la suciedad al ser atravesado por el aire aspirado por el motor.
Turbo-compresor	BH-MTD-02	Aumenta la potencia del motor al llenar la cámara de combustión con mayor cantidad de mezcla de aire y combustible de la que normalmente aspira el motor.
Colector de admisión	BH-MTD-03	Lleva el aire puro a todos los cilindros del motor.
Válvulas de admisión	BH-MTD-04	Dejan que entre el aire en el cilindro correspondiente del motor diesel.
Balancines	BH-MTD-05	Transmiten el movimiento de la leva a la válvula.
Árbol de levas	BH-MTD-06	Acciona el mecanismo de apertura y cierre de las válvulas, siendo comandado por el cigüeñal.
Taqués	BH-MTD-07	Aumentan la superficie de contacto entre la leva y los elementos que ésta acciona.
Elementos de mando	BH-MTD-08	Transmiten el giro del eje cigüeñal al árbol de levas en forma coordinada.
Válvulas de escape	BH-MTD-09	Se abren para dejar salir a los gases quemados.
Colector de escape	BH-MTD-10	Recibe los gases quemados y los lleva al silenciador
Silenciador del escape	BH-MTD-11	Amortigua el ruido producido por las explosiones de la mezcla.
Catalizador de dos vías	BH-MTD-12	Oxida las emisiones de monóxido de carbono a dióxido de carbono e hidrocarburos no quemados o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE:

- Suministrar el combustible limpio y en la cantidad correcta a la admisión.
- Almacenar el combustible y estar dotado de dispositivos que aseguren la alimentación del motor con combustible.

Tabla 4.13: Funciones del Subsistema de Inyección de Combustible del Motor

Componente	Código	Funciones específicas
Depósito de combustible	BH-MTI-01	Almacenar el combustible del vehículo
Bomba de alimentación	BH-MTI-02	Extraer el combustible del depósito y enviarlo a la bomba de inyección.
Filtros para combustible	BH-MTI-03	Retener las impurezas que pueda contener el combustible
Bomba de inyección	BH-MTI-04	Dosificar e inyectar el combustible en el momento preciso
Inyectores	BH-MTI-05	Pulverizar el combustible dentro del cilindro

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR:

- Reduce la fricción entre las piezas en movimiento y las lava.
- Absorbe y disipa el calor.
- Hace más hermético el cierre de los anillos contra la pared de los cilindros.
- Hace menos ruidoso el funcionamiento del motor.

Tabla 4.14: Funciones del Subsistema de Lubricación del Motor

Componente	Código	Funciones específicas
Cárter	BH-MT-11	Contener el aceite de lubricación del motor.
		Disipar el calor.
		Cerrar el motor por la parte inferior.
Filtros de aceite	BH-MTL-01	Retener las impurezas que puede recoger el aceite a través de su paso por el motor.
Bomba de aceite	BH-MTL-02	Impulsar el aceite proveniente del cárter a través de los canales de lubricación.
Enfriador de aceite	BH-MTL-03	Mantiene la temperatura adecuada del aceite suministrado a las piezas del motor.
Cañerías y mangueras	BH-MTL-04	Transporta el lubricante.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR:

- Mantener los componentes del sistema motor en un rango de temperatura óptimo para el desarrollo de sus respectivas funciones y para evitar su desgaste y deformación.
- Mantener estanqueidad entre pistón y cilindro.

Tabla 4.15: Funciones de los componentes del Subsistema de Refrigeración del Motor

Componente	Código	Funciones específicas
Cámara de agua	BH-MTR-01	Actuar como conducto para el paso de agua de refrigeración
Radiador	BH-MTR-02	Enfriar el agua caliente procedente del motor.
Bomba de agua	BH-MTR-03	Activar la circulación del líquido refrigerante a través del circuito.
Filtro de agua	BH-MTR-04	Atrapar las impurezas presentes en el líquido refrigerante.
Ventilador	BH-MTR-05	Proporciona un flujo de aire que enfría el líquido refrigerante además de algunos otros componentes externos.
Termostato	BH-MTR-06	Permite la refrigeración completa o parcial del agua, dependiendo de la temperatura del motor.
		Mantiene la temperatura del motor en la de óptimo rendimiento.

Fuente: Manual de Servicio HINO FG
Elaboración: Propia

4.4.2. TABLAS AMFE PARA LOS SUBSISTEMAS DEL MOTOR

Como segundo paso se muestra el análisis modal de falla-efecto aplicado a los subsistemas del Motor, con gran detalle por ser éste el subsistema más crítico del bus. Este análisis está detallado en las Tablas 4.16 a 4.20.

Tabla 4.16: AMFE para el Subsistema Motor del Bus HINO

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	MOTOR	Código:	BH-MT
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	1

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Block del motor	BH-MT-01	Deformación	FM3	Desalineación de los elementos móviles del motor.	1	Choque térmico	7	2	5	70	Normal
					2	Impacto externo	10	2	2	40	Normal
					3	Sobrecalentamiento	10	4	3	120	Alto Riesgo
		Fisuras	FM2	Filtración de liquido refrigerante al aceite	1	Choque térmico	8	2	6	96	Normal
					2	Impacto externo	10	1	3	30	Normal
Camisas	BH-MT-02	Desgaste del componente	FM1	Consumo elevado del aceite	1	Presencia de polvo entre el forro y los aros de los pistones	6	3	5	90	Normal
		Deformación	FM3	Agarrotamiento del pistón	1	Irregularidad en el montaje del block	6	2	6	72	Normal
					2	Dilatación de las gaseras de sellado, durante el funcionamiento del motor	4	4	6	96	Normal
					3	Apriete excesivo de la culata	7	2	5	70	Normal
					4	Deficiencia en la rectificación del cilindro	7	3	4	84	Normal
		Cavitación	FM12	Fuga de compresión y aceite	1	Funcionamiento del motor en frío	7	5	4	140	Alto Riesgo
					2	Presencia de impurezas	6	4	5	120	Alto Riesgo
					3	Falta de inhibidores apropiados de herrumbre en el refrigerante	6	3	5	90	Normal

Tabla 4.16A: AMFE para el Subsistema Motor del Bus

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Pistón	BH-MT-03	Desgaste del componente	FM1	Proceso irregular de combustión	1	Fugas del refrigerante	9	4	3	108	Alto Riesgo
					2	Operación del motor cuando está frío	7	4	4	112	Alto Riesgo
					3	Aceite de lubricación incorrecto	8	3	5	120	Alto Riesgo
					4	Ácidos resultantes de la combustión	6	4	4	96	Normal
		Rotura del componente	FM4	Falta de compresión	1	Fluctuaciones extremadas de carga	6	2	5	60	Normal
					2	Sobredosificación de éter	7	1	6	42	Normal
					3	Sincronización avanzada	8	3	4	96	Normal
					4	Exceso de combustible	8	3	4	96	Normal
		Agarrotamiento del componente	FM11	Excesiva presión de aceite	1	Lubricación escasa en el arranque del motor	7	3	4	84	Normal
					2	Sobrecalentamiento del motor	10	4	3	120	Alto Riesgo
		Daño físico	FM16	Proceso irregular de combustión	1	Biela desalineada	8	3	3	72	Normal
					2	Demasiado juego longitudinal del cigüeñal	8	3	4	96	Normal
					3	Muñón del cigüeñal con demasiado ahusamiento	7	3	4	84	Normal
					4	Cavidad del cilindro fuera de alineamiento	7	2	5	70	Normal
					5	Cierres de pernos de pistón instalados incorrectamente	7	2	4	56	Normal

Tabla 4.16B: AMFE para el Subsistema Motor del Bus

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Anillos del pistón	BH-MT-04	Desgaste del componente	FM1	Detonación en los cilindros	1	Presencia de abrasivos	8	4	4	128	Alto Riesgo
					2	Falta de mantenimiento	7	2	4	56	Normal
		Rotura del componente	FM4	Consumo elevado de aceite	1	Mal montaje	7	2	6	84	Normal
					2	Ranura del aro llena de carbón	7	2	5	70	Normal
					3	Uso del expandidor incorrecto	6	2	7	84	Normal
		Pegamiento	FM17	Exceso de humo azul o blanco en el escape	1	Obstrucción del limpiador de aire	9	3	4	108	Alto Riesgo
					2	Operación excesiva en vacío	8	3	3	72	Normal
					3	Falla de la ranura superior	6	2	7	84	Normal
					4	Deformación del forro del cilindro	9	4	3	108	Alto Riesgo
					5	Sobrecarga	8	5	2	80	Normal
					6	Falla del sistema de enfriamiento	10	3	2	60	Normal
					7	Aceite incorrecto de lubricación	6	3	5	90	Normal
					8	Operación del motor frío	7	3	4	84	Normal
			9	Exceso de combustible	8	3	3	72	Normal		
Biela	BH-MT-05	Desalineación	FM6	Daño físico al pistón	1	Mal montaje	9	2	3	54	Normal
					2	Ajuste deficiente del perno en el bulón	8	3	3	72	Normal
					3	Falta de mantenimiento	8	4	3	96	Normal
		Pandeo	FM18	Proceso irregular de combustión	1	Sobrecarga	7	4	5	140	Alto Riesgo
					2	Ingreso indebido de agua a la cámara de combustión	9	3	3	81	Normal

Tabla 4.16C: AMFE para el Subsistema Motor del Bus

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Biela	BH-MT-05	Rotura del componente	FM4	Daño físico del block	1	Falta de lubricación	10	2	3	60	Normal
					2	Ajuste excesivo de la biela con el cigüeñal	8	3	6	144	Alto Riesgo
		Ovalamiento del componente	FM19	Proceso irregular de combustión	1	Aceleraciones bruscas	7	4	5	140	Alto Riesgo
					2	Mal montaje	7	2	6	84	Normal
					3	Mala operación	5	4	4	80	Normal
Volante de Inercia	BH-MT-06	Deformación	FM1	Desalineación del sistema de embrague	1	Trabajo a temperaturas elevadas	6	2	6	72	Normal
					2	Desgaste del componente	7	2	5	70	Normal
Cigüeñal	BH-MT-07	Rotura del componente	FM4	Golpeteo mecánico	1	Sobrecarga	8	4	3	96	Normal
					2	Compresión excesiva	8	2	5	80	Normal
					3	Engrase insuficiente	7	3	4	84	Normal
					4	Tiempo de uso	7	2	6	84	Normal
		Demasiado juego longitudinal	FM13	Daño físico al pistón	1	Montaje incorrecto	8	3	4	96	Normal
					2	Pernos flojos	7	4	5	140	Alto Riesgo
					3	Muñequillas ovaladas	6	3	4	72	Normal
Cojinetes de muñones	BH-MT-08	Desgaste del componente	FM1	Aumento de la presión y calor localizados	1	Presencia de partículas grandes de polvo	6	3	5	90	Normal
					2	Falta de lubricación	8	3	3	72	Normal
					3	Aceite inadecuado	7	3	4	84	Normal
		Alineación incorrecta	FM6	Desgaste concentrado del cigüeñal	1	Abuso operacional	6	5	3	90	Normal
					2	Instalación incorrecta de bielas	7	2	4	56	Normal

Tabla 4.16D: AMFE para el Subsistema Motor del Bus

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL							
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado			
Culata	BH-MT-09	Grietas o sopladuras	FM2	Mezcla del agua con el aceite	1	Estados anormales de solicitaciones internas del material	8	3	4	96	Normal		
					2	Malas características de la aleación utilizada para su fabricación	8	1	5	40	Normal		
		Deformación	FM3	Quemadura de la junta de culata	1	Apriete insuficiente de las tuercas	8	2	5	80	Normal		
					2	Sobrecalentamiento debido a la ausencia de agua	7	3	4	84	Normal		
					3	Funcionamiento defectuoso del termostato	9	2	3	54	Normal		
					4	Rotura de la bomba de agua, del ventilador, etc.	10	2	3	60	Normal		
		Junta de culata	BH-MT-10	Fuga de gases	FM7	Presencia de burbujas de gas que ascienden en el radiador	1	Ajuste deficiente de los tornillos.	8	2	5	80	Normal
							2	Carga térmica intensa	8	3	4	96	Normal
Pérdida del refrigerante	1					Compresión insuficiente de la junta	9	3	3	81	Normal		
Dstrucción del aro del pistón	1					Solicitaciones extraordinariamente elevadas del motor durante su servicio	9	1	4	36	Normal		

Tabla 4.16E: AMFE para el Subsistema Motor del Bus

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Junta de culata	BH-MT-10	Falla por picado	FM20	El aro del cilindro y el material blando se han fundido	1	Proceso de combustión irregular	7	3	4	84	Normal
					2	Calidad inferior del combustible	8	4	3	96	Normal
					3	Boquilla con pérdidas	6	4	4	96	Normal
					4	Relación de compresión demasiado elevada	9	2	5	90	Normal
		Fuga de aceite y refrigerante	FM7	Sobrecalentamiento del motor y agarrotamiento	1	Montaje inadecuado de la junta	8	2	5	80	Normal
					2	Quemadura de la junta	8	3	4	96	Normal
3	Dstrucción del elemento sellador				8	3	4	96	Normal		
Cárter	BH-MT-11	Fuga de aceite	FM7	Agarrotamiento del motor	1	Rotura por impacto externo	10	1	2	20	Normal
					2	Deficiente ajuste del tapón	7	3	2	42	Normal
		Deformación	FM3	Cojinetes se exponen a cargas excesivas	1	Sobrecarga	8	5	3	120	Alto Riesgo
					2	Aceleraciones intempestivas	8	4	4	128	Alto Riesgo
					3	Ajuste incorrecto de pernos de culata	7	2	4	56	Normal
Junta del Cárter	BH-MT-12	Fuga de aceite	FM7	Agarrotamiento del motor	1	Deficiente ajuste de los tornillos	10	2	2	40	Normal
					2	Desgaste de la junta	10	2	2	40	Normal

Tabla 4.17: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	MOTOR (DISTRIBUCIÓN)	Código:	BH-MTD
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	1A

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Filtro para el aire	BH-MTD-01	Obstrucción	FM8	Pérdida de potencia del motor Consumo excesivo de aceite del motor	1	Falta de mantenimiento	8	4	4	128	Alto Riesgo
					2	Tiempo de uso	7	3	4	84	Normal
					3	Mala calidad del filtro	7	2	5	70	Normal
Turbocompresor	BH-MTD-02	Rotura del componente	FM4	Para del motor en caliente	1	Operación inadecuada	8	5	2	80	Normal
		Avería del componente	FM9	Pasaje de aire por la turbina y el compresor Falta de potencia del motor	1	Daño de los caracoles	6	2	6	72	Normal
					2	Falta de lubricación de los cojinetes	8	4	5	160	Alto Riesgo
					3	Sobrepresión	7	2	6	84	Normal
					4	Altas temperaturas de gases de escape	7	3	4	84	Normal
		Obstrucción en la turbina de entrada de aire	FM8	Pasaje de aceite por el compresor	1	Suciedad en el aceite	7	4	4	112	Alto Riesgo
					2	Introducción de partículas extrañas	7	3	4	84	Normal
					3	Desequilibrio del conjunto giratorio	6	2	6	72	Normal
		Fuga de aire entre el filtro y el turbo	FM7	Ruido extraño del turbocompresor	1	Desgaste por fricción de la turbina de accionamiento o del compresor	7	3	2	42	Normal

Tabla 4.17A: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Turbocompresor	BH-MTD-02	Fuga de aceite	FM7	Humo azul en el escape	1	Conducto de retorno de aceite taponado	8	3	3	72	Normal
					2	Apoyos del turbocompresor agrietados	6	3	4	72	Normal
					3	Guarniciones de estanqueidad del lado de la turbina o del compresor en mal estado	6	3	5	90	Normal
Colector de admisión	BH-MTD-03	Fisuras	FM2	Pérdida de potencia del motor	1	Tiempo de uso	6	2	6	72	Normal
					2	Desgaste	6	4	4	96	Normal
					3	Vibraciones excesivas	7	4	3	84	Normal
		Fuga de aire	FM7	Pérdida de presión de alimentación	1	Ductos en mal estado	7	3	4	84	Normal
					2	Abrazaderas dañadas	6	2	4	48	Normal
					Ralentí irregular	1	Grietas en los ductos	7	3	4	84
2	Tornillos del colector desajustados	6	2	3		36	Normal				
Válvulas de admisión	BH-MTD-04	Desgaste de los empaques	FM1	Fuga de aire	1	Tiempo de uso	8	2	6	96	Normal
				Pérdida de compresión	2	Mala calidad de los empaques	7	2	7	98	Normal
		Válvula combada	FM21	Desincronización de los balancines	1	Asentamiento inadecuado	6	3	5	90	Normal
					2	Restricción en la admisión de aire	7	2	6	84	Normal
					3	Ajuste excesivo	7	2	5	70	Normal
					4	Falla del muelle	6	3	4	72	Normal
					5	Exceso de rpms del motor	7	5	5	175	Alto Riesgo

Tabla 4.17B: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL						
						Gravedad	Frecuencia	Detección	IPR inicial	Estado		
Válvulas de admisión	BH-MTD-04	Rotura del componente	FM7	Pérdida de potencia del motor	1	Distorsión del asiento o excentricidad	6	3	5	90	Normal	
					2	Asiento rajado o flojo	6	3	6	108	Alto Riesgo	
					3	Balancín desgastado	7	3	4	84	Normal	
					4	Muelle de válvulas fuera de escuadra	5	3	6	90	Normal	
					5	Desalineación del asiento y la guía	5	2	7	70	Normal	
					6	Excesiva holgura entre el vástago y la guía	6	2	6	72	Normal	
		Regulación inadecuada	FM22	Golpeteo de balancines	1	Falta de mantenimiento	7	4	4	112	Alto Riesgo	
Balancines	BH-MTD-05	Descalibración	FM10	Golpeteo de balancines	1	Tiempo de uso	6	4	4	96	Normal	
					2	Vibraciones excesivas	7	4	3	84	Normal	
		Deformación	FM3	Marcha irregular del motor	1	Mala calibración de válvulas	8	4	2	64	Normal	
					2	Muelles de válvulas rotos	7	4	3	84	Normal	
					3	Falta de aceite	7	2	6	84	Normal	
Árbol de levas	BH-MTD-06	Sincronización incorrecta	FM23	Pérdida de potencia del motor	1	Mal montaje	8	1	4	32	Normal	
					2	Juego axial excesivo	6	3	5	90	Normal	
					3	Tiempo de uso	7	3	4	84	Normal	
		Desgaste del componente	FM1	Pérdida de potencia del motor	Aumento en el consumo del combustible	1	Incompatibilidad de los materiales	6	1	9	54	Normal
						2	Presión entre las superficies	7	1	8	56	Normal
						3	Viscosidad inadecuada del aceite y aditivos	8	4	4	128	Alto Riesgo
						4	Falta de lubricación	9	4	4	144	Alto Riesgo
						5	Rugosidad superficial	6	2	7	84	Normal
				Vibración en el tren de balancines	1							
					2							

Tabla 4.17C: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Taqués	BH-MTD-07	Desgaste del componente	FM1	Golpeteo	1	Tiempo de uso	5	2	8	80	Normal
					2	Viscosidad inadecuada del aceite y aditivos	8	4	3	96	Normal
					3	Presión entre las superficies	7	1	8	56	Normal
					4	Falta de lubricación	7	3	4	84	Normal
		Atascamiento	FM15	Pérdida de su función	1	Restos de barniz entre el émbolo y el cuerpo del taqué	5	1	9	45	Normal
					2	Falta de aditivo en el aceite	4	3	4	48	Normal
Elementos de mando	BH-MTD-08	Rotura de la correa	FM4	Daño grave a los pistones	1	Tiempo de uso	9	2	2	36	Normal
					2	Depósitos en el rodillo tensor	6	2	7	84	Normal
					3	Desalineación de los piñones	8	2	5	80	Normal
		Daño del tensor	FM24	Traqueteo y ruido del motor al arrancar	1	Tiempo de uso	7	2	5	70	Normal
					2	Mal montaje	6	2	6	72	Normal
					3	Temperaturas elevadas de trabajo	5	3	6	90	Normal
Válvulas de escape	BH-MTD-09	Desgaste en el asiento, guía o en la cabeza	FM1	Exceso de humo azul o blanco en el escape. El motor falla	1	Alineación inadecuada	6	3	5	90	Normal
					2	Corrosión debida a los gases de escape	5	4	4	80	Normal
		Quemaduras	FM25	Baja compresión en los cilindros	1	Insuficiente holgura entre vástago - guía	6	2	8	96	Normal
					2	Relación de compresión inadecuada	7	2	7	98	Normal
					3	Circulación restringida de refrigerante	8	3	8	192	Alto Riesgo
					4	Luz de válvula insuficiente	5	2	9	90	Normal

Tabla 4.17D: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Taqués	BH-MTD-07	Desgaste del componente	FM1	Golpeteo	1	Tiempo de uso	5	2	8	80	Normal
					2	Viscosidad inadecuada del aceite y aditivos	8	4	3	96	Normal
					3	Presión entre las superficies	7	1	8	56	Normal
					4	Falta de lubricación	7	3	4	84	Normal
		Atascamiento	FM15	Pérdida de su función	1	Restos de barniz entre el émbolo y el cuerpo del taqué	5	1	9	45	Normal
					2	Falta de aditivo en el aceite	4	3	4	48	Normal
Elementos de mando	BH-MTD-08	Rotura de la correa	FM4	Daño grave a los pistones	1	Tiempo de uso	9	2	2	36	Normal
					2	Depósitos en el rodillo tensor	6	2	7	84	Normal
					3	Desalineación de los piñones	8	2	5	80	Normal
		Daño del tensor	FM24	Traqueteo y ruido del motor al arrancar	1	Tiempo de uso	7	2	5	70	Normal
					2	Mal montaje	6	2	6	72	Normal
					3	Temperaturas elevadas de trabajo	5	3	6	90	Normal
Válvulas de escape	BH-MTD-09	Desgaste en el asiento, guía o en la cabeza	FM1	Exceso de humo azul o blanco en el escape. El motor falla	1	Alineación inadecuada	6	3	5	90	Normal
					2	Corrosión debida a los gases de escape	5	4	4	80	Normal
		Quemaduras	FM25	Baja compresión en los cilindros	1	Insuficiente holgura entre vástago - guía	6	2	8	96	Normal
					2	Relación de compresión inadecuada	7	2	7	98	Normal
					3	Circulación restringida de refrigerante	8	3	8	192	Alto Riesgo
					4	Luz de válvula insuficiente	5	2	9	90	Normal

Tabla 4.17E: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Válvulas de escape	BH-MTD-09	Quemaduras	FM25	Baja compresión en los cilindros	5	Depósitos carbonosos en vástago y guía	6	4	5	120	Alto Riesgo
					6	Mezcla pobre, combustible incorrecto	7	2	5	70	Normal
		Válvula pegada en la guía	FM26	Incrustación del material de la guía en el vástago de la válvula	1	Enfriamiento insuficiente	7	3	4	84	Normal
					2	Acumulación de laca	6	1	9	54	Normal
					3	Lubricación insuficiente	7	3	5	105	Alto Riesgo
					4	Aceite sucio	6	3	6	108	Alto Riesgo
					5	Óxido en la guía	5	2	7	70	Normal
					6	Poca distancia entre el asiento y la guía	4	2	8	64	Normal
					7	Ambiente húmedo por fuga de agua	3	2	7	42	Normal
		Desgaste en el vástago	FM1	Baja compresión en los cilindros	1	Lubricación insuficiente del vástago	6	3	5	90	Normal
					2	Suciedad o material extraño	4	3	7	84	Normal
					3	Juego excesivo o insuficiente entre el vástago y la guía	4	4	6	96	Normal
		Válvula combada	FM21	Descalibración recurrente	1	Enfriamiento inadecuado	6	4	4	96	Normal
					2	Alta temperatura del escape	5	4	4	80	Normal
					3	Acumulación de carbón	5	3	6	90	Normal
					4	Acumulación de depósitos gomosos	4	2	7	56	Normal
					5	Falla del muelle	6	3	4	72	Normal
					6	Exceso de rpms del motor	7	5	5	175	Alto Riesgo

Tabla 4.17F: AMFE para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Colector de escape	BH-MTD-10	Fisuras	FM2	Deficiente expulsión de los gases de escape	1	Vibraciones excesivas	5	4	4	80	Normal
					2	Impactos externos	7	4	3	84	Normal
					3	Tiempo de uso	4	1	8	32	Normal
		Fuga de gases	FM7	Temperaturas elevadas	1	Presencia de carbonilla	6	3	5	90	Normal
					2	Ductos en mal estado	5	4	6	120	Alto Riesgo
					3	Abrazaderas flojas o dañadas	6	4	4	96	Normal
Silenciador del escape	BH-MTD-11	Rotura de soportes	FM4	Golpeteos	1	Contra-explosiones	5	3	5	75	Normal
		Corrosión interna	FM27	Ruidos por fuga de gases	1	Condensación de ácido	4	3	5	60	Normal
		Corrosión externa	FM28	Ruidos por fuga de gases	1	Productos químicos utilizados en carreteras heladas	2	1	7	14	Normal
		Taponamiento	FM8	Calentamiento del motor	1	Obstrucción en la salida de los gases de escape.	7	3	5	105	Alto Riesgo
Catalizador de dos vías	BH-MTD-12	Falla térmica	FM29	Desactivación del catalizador Bloquea el flujo de gases de escape a través de la unidad	1	Mezclas de combustible demasiado ricas	4	3	8	96	Normal
					2	Introducción de combustible crudo	6	2	8	96	Normal
		Taponamiento	FM8	Calentamiento del motor	1	Obstrucción en la salida de los gases de escape.	7	3	5	105	Alto Riesgo
		Contracción del sustrato de cerámica	FM30	Desintegración del componente	1	Choque térmico	3	3	6	54	Normal
					2	Vibración normal del escape	4	4	6	96	Normal
		Avería del componente	FM9	Desactivación del catalizador	1	Contaminación	3	4	7	84	Normal
					2	Derretimiento grave	5	1	5	25	Normal

Tabla 4.18: AMFE para el Subsistema de Inyección de Combustible

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	MOTOR (INYECCIÓN)	Código:	BH-MTI
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	1B

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Depósito de combustible	BH-MTI-01	Presencia de agua	FM31	Pérdida de potencia del motor	1	Condensación	5	3	6	90	Normal
					2	Combustible de mala calidad	4	5	5	100	Alto Riesgo
		Fugas	FM7	El motor no arranca	1	Fisuras	7	2	6	84	Normal
					2	Juntas en mal estado	6	2	6	72	Normal
Bomba de alimentación	BH-MTI-02	Avería del componente	FM9	El motor no arranca	1	Baja presión en vacío	7	3	4	84	Normal
		Fugas	FM7	El motor no arranca	1	Conductos taponados	6	3	4	72	Normal
					2	Empaques desgastados o rotos	6	3	5	90	Normal
Filtros para combustible	BH-MTI-03	Obstrucción	FM8	No llega combustible al motor	1	Acumulación de impurezas	6	4	4	96	Normal
					2	Tiempo de uso	6	4	4	96	Normal
				Funcionamiento irregular del motor	3	Intervalo inadecuado de cambio	7	2	5	70	Normal
					4	Mala calidad del combustible	5	6	3	90	Normal
Bomba de inyección	BH-MTI-04	Rotura de retenedores	FM4	Fuga de combustible	1	Tiempo de uso	6	2	6	72	Normal
					2	Sobre-presión	7	4	5	140	Alto Riesgo
		Suministro irregular de combustible	FM32	El motor no arranca o se "cala"	1	Aire en la bomba	5	3	6	90	Normal
					2	Muelle de la válvula de salida roto	5	2	8	80	Normal
					3	Resorte roto	6	2	7	84	Normal
					4	Pistón roto	7	3	7	147	Alto Riesgo

Tabla 4.18A: AMFE para el Subsistema de Inyección de Combustible

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Bomba de inyección	BH-MTI-04	Descalibración	FM10	El motor tiene baja potencia, consume mucho y arroja humo negro	1	Mal montaje	6	2	8	96	Normal
					2	Falta de mantenimiento	6	3	5	90	Normal
		Piñón de arrastre flojo	FM33	Motor desincronizado	1	Mal montaje	6	2	6	72	Normal
					2	Falta de mantenimiento	4	4	6	96	Normal
Inyectores	BH-MTI-05	Desgaste	FM1	Emisión de humo negro en el escape	1	Tiempo de uso	5	2	4	40	Normal
					2	Mala calidad del combustible	6	5	3	90	Normal
		Obstrucción	FM8	El motor no arranca Marcha irregular del motor en ralentí	1	Mala calidad del combustible	7	5	3	105	Alto Riesgo
					2	Presencia de partículas de carbonilla	6	3	5	90	Normal
					3	Exceso de suciedad en el asiento de la aguja	7	2	7	98	Normal
		Aguja de inyector agarrotada	FM11	Ruido en el motor en marcha	1	Combustible de mala calidad	6	4	4	96	Normal
					2	Recalentamiento del motor	8	2	5	80	Normal
					3	Excesivo ajuste de la tuerca del inyector a la culata	6	3	5	90	Normal
		Fugas	FM7	Aumento del consumo de combustible	1	Tuerca fisurada o floja	4	2	7	56	Normal
					2	Ralladura o cuerpos extraños en la cara de asentamiento	5	3	6	90	Normal

Tabla 4.19: AMFE para el Subsistema de Lubricación del Motor

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	MOTOR (LUBRICACIÓN)	Código:	BH-MTL
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	1C

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Cárter	BH-MT-11	Fuga de aceite	FM7	Agarrotamiento del motor	1	Rotura por impacto externo	10	1	2	20	Normal
					2	Deficiente ajuste del tapón	7	3	2	42	Normal
		Deformación	FM3	Cojinetes se exponen a cargas excesivas	1	Sobrecarga	8	5	3	120	Alto Riesgo
					2	Aceleraciones intempestivas	8	4	4	128	Alto Riesgo
					3	Ajuste incorrecto de pernos de culata	7	2	4	56	Normal
Filtros de aceite	BH-MTL-01	Obstrucción	FM8	Baja presión del aceite Sobrecalentamiento del motor	1	Mala calidad del aceite	8	4	5	160	Alto Riesgo
					2	Acumulación de impurezas	7	3	2	42	Normal
					3	Tiempo de uso	7	3	3	63	Normal
					4	Intervalo inadecuado de cambio	8	3	4	96	Normal
		Fuga de aceite	FM7	Consumo elevado del aceite	1	Mal ajuste	8	3	3	72	Normal
Bomba de aceite	BH-MTL-02	Desgaste	FM1	Baja presión del aceite	1	Tiempo de uso	7	3	4	84	Normal
					2	Aceite contaminado	7	3	3	63	Normal
					3	Aceite muy viscoso	6	2	4	48	Normal
					4	Nivel inadecuado de aceite	7	3	4	84	Normal
		Válvula de alivio defectuosa	FM34	Presión errática	1	Presencia de materiales extraños en la bomba	7	3	5	105	Alto Riesgo

Tabla 4.19A: AMFE para el Subsistema de Lubricación del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Bomba de aceite	BH-MTL-02	Fallo del engranaje loco	FM35	Para del componente	1	Desgaste severo de los dientes	8	2	5	80	Normal
					2	Lubricación inadecuada	8	3	6	144	Alto Riesgo
					3	Fatiga	7	4	5	140	Alto Riesgo
		Fugas (Goteo)	FM7	Consumo elevado del aceite	1	Ajuste insuficiente de tornillos	6	2	3	36	Normal
					2	Mal montaje	6	2	5	60	Normal
					3	Rotura de empaques	8	4	4	128	Alto Riesgo
Enfriador de aceite	BH-MTL-03	Rotura del componente	FM4	Aceite en el refrigerante	1	Golpes externos	7	3	4	84	Normal
					2	Arranque en frío	6	4	5	120	Alto Riesgo
		Taponamiento	FM8	Baja presión del aceite	1	Filtro obstruido	8	4	2	64	Normal
					2	Presencia de partículas extrañas	7	3	4	84	Normal
Cañerías y mangueras	BH-MTL-04	Obstrucción	FM8	Desgaste prematuro del motor	1	Lubricante de mala calidad	8	4	5	160	Alto Riesgo
					2	Presencia de carbonilla	7	3	4	84	Normal

Tabla 4.20: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	MOTOR (REFRIGERACIÓN)	Código:	BH-MTR
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	1D

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Cámara de agua	BH-MTR-01	Grietas	FM2	Aceite en el refrigerante	1	Choque térmico	8	2	6	96	Normal
					2	Impacto externo	10	1	3	30	Normal
		Cavitación	FM12	Aceite en el refrigerante	1	Utilización solo de agua como refrigerante	7	4	5	140	Alto Riesgo
					2	Concentración inadecuada de refrigerante	6	2	8	96	Normal
		Obstrucción	FM8	Calentamiento anormal del motor	1	Refrigerante de mala calidad	8	4	7	224	Alto Riesgo
Radiador	BH-MTR-02	Desgaste	FM1	Transferencia de calor deficiente	1	Tipo de refrigerante usado	6	3	5	90	Normal
					2	Corrosión	6	3	4	72	Normal
		Obstrucción	FM8	Sobrecalentamiento del motor	1	Disolución de sal de metales y precipitación de la misma	6	1	9	54	Normal
					2	Refrigerante de mala calidad	7	3	4	84	Normal
		Aletas dobladas	FM36	Pérdida de su eficiencia	1	Mantenimiento inadecuado	6	5	4	120	Alto Riesgo
					2	Barro acumulado	7	3	3	63	Normal
		Fugas	FM7	Sobrecalentamiento del motor	1	Agujeros en la base del radiador	7	2	5	70	Normal
					2	Tapa de radiador débil o agujereada	8	2	6	96	Normal

Tabla 4.20A: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Bomba de agua	BH-MTR-03	Cavitación	FM12	Reducción del flujo del líquido	1	Cambios bruscos de presión	6	2	6	72	Normal
					2	Refrigerante de mala calidad	7	2	6	84	Normal
		Fugas	FM7	Sobrecalentamiento del motor	1	Desgaste del sello por impurezas	7	3	5	105	Alto Riesgo
					2	Sello dañado por choque térmico	8	2	5	80	Normal
		Eje roto	FM4	Pérdida de la función del componente	1	Sobrecarga del balero	7	2	6	84	Normal
					2	Desbalanceo	7	2	5	70	Normal
Filtro de agua	BH-MTR-04	Obstrucción	FM8	Sobrecalentamiento del motor	1	Refrigerante sucio	7	4	3	84	Normal
					2	Uso de aditivos inadecuados	5	4	4	80	Normal
					3	Intervalo inadecuado de cambio	6	3	5	90	Normal
					4	Tiempo de uso	5	3	2	30	Normal
Ventilador	BH-MTR-05	Aspas dobladas o rotas	FM37	Ruidos y vibraciones	1	Mal montaje	5	2	7	70	Normal
					2	Componentes o partes sueltas	4	2	4	32	Normal
					3	Impacto externo	5	4	3	60	Normal
		Rotura prematura de las bandas del ventilador	FM4	Velocidad de giro del ventilador inadecuada, lo que disminuye la eficiencia del radiador	1	Presencia de partículas extrañas	5	4	4	80	Normal
					2	Mal montaje	6	2	5	60	Normal
					3	Tensión localizada	7	2	6	84	Normal
					4	Poleas desalineadas	4	4	6	96	Normal
					5	Poleas rayadas o ásperas	5	3	4	60	Normal
6	Tolva en mal estado	6	3	5	90	Normal					
Termostato	BH-MTR-06	Desgaste	FM1	Funcionamiento ineficiente del componente	1	Corrosión	5	6	3	90	Normal
					2	Tiempo de vida útil sobrepasada	4	3	6	72	Normal
					3	Mala calidad del refrigerante	6	4	4	96	Normal

Tabla 4.20B: AMFE para el Subsistema de Refrigeración del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Termostato	BH-MTR-06	Exceso de presión dentro del componente	FM38	Sobrecalentamiento del motor	1	Juntas sopladas	5	4	5	100	Alto Riesgo
					2	Temperatura anormal del anticongelante	4	4	5	80	Normal
		Bloqueo en posición abierta	FM39	Aumenta consumo de combustible	1	Tiempo de uso	3	4	3	36	Normal
		Bloqueo en posición cerrada	FM40	Sobrecalentamiento del motor	1	Óxido	5	3	6	90	Normal
					2	Tiempo de uso	7	4	3	84	Normal

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

4.4.3. ACCIONES CORRECTIVAS

Como último paso se definen las acciones correctivas para aquellos componentes que presentan un alto riesgo de fallo potencial, además de asignar a los responsables de llevarlas a cabo.

Estas acciones correctivas están detalladas en las Tablas: 4.21 a 4.25.

Tabla 4.21: Cuadro de correctivos para el Subsistema Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D defección	IPR final	Estado
Block del motor	BH-MT-01	Deformación	3	Sobrecalentamiento	Asegurar buen funcionamiento del sistema de refrigeración	Taller Automotriz	10	2	3	60	Normal
Camisas	BH-MT-02	Cavitación	1	Funcionamiento del motor en frío	Calentar el motor antes de su operación	Chofer	7	3	4	84	Normal
Pistón	BH-MT-03	Desgaste del componente	2	Operación del motor cuando está frío	Calentar el motor antes de su operación	Chofer	7	2	4	56	Normal
			3	Aceite de lubricación incorrecto	Seleccionar aceite recomendado por el fabricante	Propietario	8	2	5	80	Normal
		Agarrotamiento del componente	2	Sobrecalentamiento del motor	Reemplazar el componente	Taller Automotriz	10	1	3	30	Normal
Anillos del pistón	BH-MT-04	Desgaste del componente	1	Presencia de abrasivos	Elevar frecuencia de limpieza del componente	Taller Automotriz	8	2	4	64	Normal
		Pegamiento	1	Obstrucción del limpiador de aire	Limpieza o reemplazo del limpiador de aire	Taller Automotriz	9	2	4	72	Normal
			4	Deformación del forro del cilindro	Rectificar camisas de los cilindros	Taller Automotriz	9	1	3	27	Normal
Biela	BH-MT-05	Pandeo	1	Sobrecarga	No exceder el límite de carga especificada por el fabricante	Chofer	7	2	5	70	Normal
		Rotura del componente	2	Ajuste excesivo de la biela con el cigüeñal	Verificar torque especificado por el fabricante	Taller Automotriz	8	1	6	48	Normal
		Ovalamiento del componente	1	Aceleraciones bruscas	Evitar acelerar bruscamente	Chofer	7	2	5	70	Normal
Cigüeñal	BH-MT-07	Demasiado juego longitudinal	2	Pernos flojos	Verificación trimestral de ajuste de pernos	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Cárter	BH-MT-11	Deformación	1	Sobrecarga	No exceder el límite de carga especificada por el fabricante	Chofer	8	2	3	48	Normal
			2	Aceleraciones intempestivas	Evitar acelerar bruscamente	Chofer	8	2	4	64	Normal

Tabla 4.22: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Filtro para el aire	BH-MTD-01	Obstrucción	1	Falta de mantenimiento	Cambio de filtro	Taller Automotriz	8	1	4	32	Normal
Turbocompresor	BH-MTD-02	Avería del componente	2	Falta de lubricación de los cojinetes	Elevar frecuencia de lubricación	Taller Automotriz	8	2	5	80	Normal
		Obstrucción en la turbina de entrada de aire	1	Suciedad en el aceite	Realizar análisis de aceite	Taller Automotriz	7	2	4	56	Normal
Válvulas de admisión	BH-MTD-04	Válvula combada	5	Exceso de rpms del motor	Evitar velocidades excesivas	Chofer	7	2	5	70	Normal
		Rotura del componente	2	Asiento rajado o flojo	Verificar estado de componente. Reemplazar si amerita	Taller Automotriz	6	2	6	72	Normal
		Regulación inadecuada	1	Falta de mantenimiento	Regular válvulas periódicamente	Taller Automotriz	7	2	4	56	Normal
Árbol de levas	BH-MTD-06	Desgaste del componente	3	Viscosidad inadecuada del aceite y aditivos	Seleccionar aceite recomendado por el fabricante	Propietario	8	1	4	32	Normal
			4	Falta de lubricación	Adoptar intervalos de lubricación recomendados	Propietario	9	2	4	72	Normal
Válvulas de escape	BH-MTD-09	Quemaduras	3	Circulación restringida de refrigerante	Verificar estado de componente. Reemplazar si amerita	Taller Automotriz	8	1	8	64	Normal
			5	Depósitos carbonosos en vástago y guía	Elevar frecuencia de inspección y limpieza de válvulas	Taller Automotriz	6	3	5	90	Normal
		Válvula pegada en la guía	3	Lubricación insuficiente	Adoptar intervalos de lubricación recomendados	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
			4	Aceite sucio	Realizar análisis de aceite	Taller Automotriz	6	2	5	60	Normal
		6	Exceso de rpms del motor	Evitar velocidades excesivas	Chofer	7	2	5	70	Normal	
Colector de escape	BH-MTD-10	Fuga de gases	2	Ductos en mal estado	Verificar estado de ductos frecuentemente y cambiar si es necesario	Taller Automotriz	5	3	6	90	Normal

Tabla 4.22A: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Distribución del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Silenciador del escape	BH-MTD-11	Taponamiento	1	Obstrucción en la salida de los gases de escape.	Limpieza periódica del silenciador	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Catalizador de dos vías	BH-MTD-12	Taponamiento	1	Obstrucción en la salida de los gases de escape.	Limpieza periódica del silenciador y cambiar de ser necesario	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal

Tabla 4.23: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Inyección de Combustible

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Depósito de combustible	BH-MTI-01	Presencia de agua	2	Combustible de mala calidad	Llenar el tanque de combustible en una estación confiable	Chofer / Propietario	4	4	5	80	Normal
Bomba de inyección	BH-MTI-04	Rotura de retenedores	2	Sobre-presión	Reemplazo del retenedor	Taller Automotriz	6	3	5	90	Normal
		Suministro irregular de combustible	4	Pistón roto	Verificar estado de componentes de la bomba frecuentemente	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Inyectores	BH-MTI-05	Obstrucción	1	Mala calidad del combustible	Inspección y limpieza periódica de inyectores	Taller Automotriz	7	3	3	63	Normal

Tabla 4.24: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Lubricación del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Cárter	BH-MT-11	Deformación	1	Sobrecarga	No exceder el límite de carga especificada por el fabricante	Chofer	8	2	3	48	Normal
			2	Aceleraciones intempestivas	Evitar acelerar bruscamente	Chofer	8	2	4	64	Normal
Filtros de aceite	BH-MTL-01	Obstrucción	1	Mala calidad del aceite	Realizar análisis de aceite	Taller Automotriz	8	2	5	80	Normal
Bomba de aceite	BH-MTL-02	Válvula de alivio defectuosa	1	Presencia de materiales extraños en la bomba	Elevar frecuencia de inspección del estado de válvula de alivio	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
		Fallo del engranaje loco	2	Lubricación inadecuada	Adoptar intervalos de mantenimiento recomendados	Taller Automotriz	8	1	6	48	Normal
			3	Fatiga	Verificar constantemente la deformación del engranaje loco y cambiarlo si es necesario	Taller Automotriz	7	3	4	84	Normal
		Fugas (Goteo)	3	Rotura de empaques	Cambio de empaques de la bomba de aceite	Taller Automotriz	8	2	4	64	Normal
Enfriador de aceite	BH-MTL-03	Rotura del componente	2	Arranque en frío	Calentar el motor antes de su operación	Chofer	6	3	5	90	Normal
Cañerías y mangueras	BH-MTL-04	Obstrucción	1	Lubricante de mala calidad	Realizar análisis de aceite	Taller Automotriz	8	2	5	80	Normal

Tabla 4.25: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Refrigeración del Motor

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Cámara de agua	BH-MTR-01	Cavitación	1	Utilización solo de agua como refrigerante	Selección del refrigerante recomendado por el fabricante	Propietario	7	3	4	84	Normal
		Obstrucción	1	Refrigerante de mala calidad	Selección de refrigerante recomendado por el fabricante	Propietario	8	3	4	96	Normal
Radiador	BH-MTR-02	Aletas dobladas	1	Mantenimiento inadecuado	Verificación frecuente del estado del radiador y cambiar de ser necesario	Taller Automotriz	6	3	4	72	Normal
Bomba de agua	BH-MTR-03	Fugas	1	Desgaste del sello por impurezas	Reemplazar sellos desgastados	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Termostato	BH-MTR-06	Exceso de presión dentro del componente	1	Juntas sopladas	Verificar estado de las juntas del termostato y repararlas si es necesario	Taller Automotriz	5	3	5	75	Normal

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

4.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las tablas de análisis modal de fallo y efecto mostradas en las páginas anteriores, se puede observar claramente que existe una gran variedad de modos de fallo, de acuerdo a la complejidad de cada uno de los componentes que forman parte del Motor y de sus Subsistemas.

En la Figura 4.5 se evidencia la cantidad de modos de fallo, citados en la Tabla 4.10, que provocan disfunción en el motor.

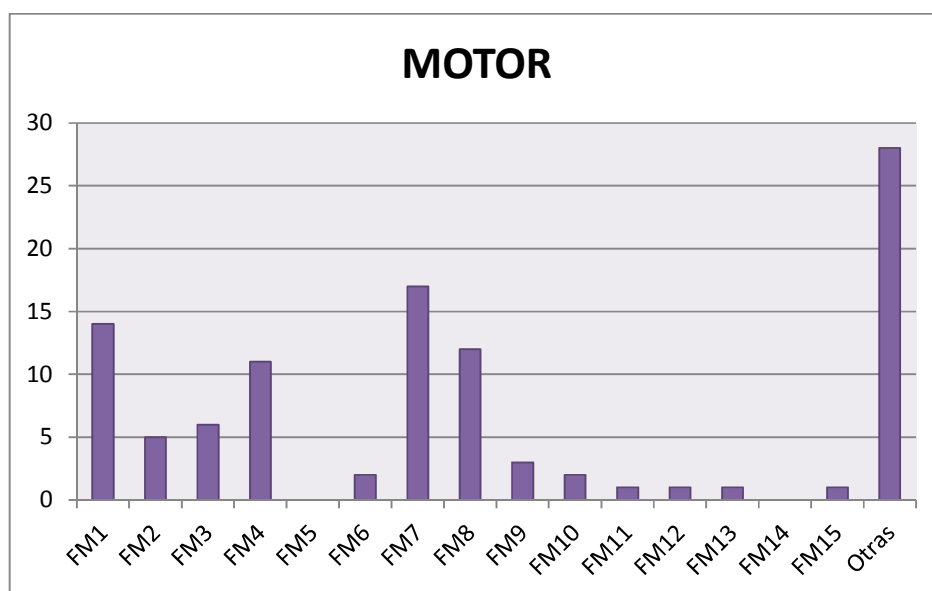


Figura 4.5: Modos de Fallo del Motor

La figura anterior permite notar que la mayor cantidad de modos de fallo son indistintos, es decir que son únicos para cada componente o elemento.

Por otra parte, se aprecia que dentro de los modos de falla más comunes, sobresalen: el modo de fallo por fugas (FM7), seguido por el modo de fallo por desgaste (FM1) y luego por el modo de fallo por obstrucción (FM8).

El modo de fallo por desgaste es uno de los que más problemas causa, no solo al motor sino a la gran mayoría de componentes de los demás subsistemas del bus.

CAPÍTULO V

5. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS UNIDADES DE TRANSPORTE

5.1. GENERALIDADES

La responsabilidad del mantenimiento de los autobuses está a cargo del chofer o propietario de cada unidad.

Debe ser realizado en un taller adecuado para la necesidad, con piezas y repuestos recomendados por el fabricante o que su calidad sea equivalente, el mantenimiento debe realizarse al cumplirse el intervalo de recorrido o de trabajo recomendado.

También al empezar la jornada de trabajo se deben realizar las siguientes acciones:

- Revisión de nivel del aceite de motor.
- Revisión de luces exteriores.
- Revisión ocular del estado de los neumáticos.
- Revisión del nivel de refrigerante del motor.
- Revisión visual de todos los elementos de seguridad martillos, puertas de emergencia.
- Revisión de niveles de líquido de dirección.
- Revisión de las mangueras del radiador y la correa del ventilador.

5.2. INTERVALOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO³⁵

En la tabla presente en el Anexo 5.1., se encuentran los intervalos de mantenimiento recomendados para las unidades de transporte de la Compañía.

³⁵ HINO, Manual del propietario AK

El mantenimiento del chasis y sus partes se lo realiza al engrasar y lubricar las partes donde puede haber desgaste por fricción.

En la Figura 5.1 se muestran los lugares de acceso de grasa a ser lubricados cada 5000 km.



Figura 5.1: Puntos de engrase en el chasis

5.2.1. MANTENIMIENTO DEL MOTOR Y SUS SUBSISTEMAS

5.2.1.1. Mantenimiento del sistema de lubricación

El deber del lubricante es alargar la vida del motor, soportando el calor, la oxidación y los cambios de viscosidad debido a la temperatura, ésta función se adjudicó desde la aparición de los automóviles.

Junto con el lubricante se recomienda reemplazar el filtro de aceite, éste filtro es un cuerpo poroso por el cual debe pasar el fluido, para retener las impurezas que están en suspensión, las partículas con un espesor de 10 a 40 micras serán retenidas fácilmente por un filtro en buen estado.

En la Figura 5.2 se detallan las partes del filtro y en la Figura 5.3 se observan los elementos dedicados al cambio y control del aceite del motor

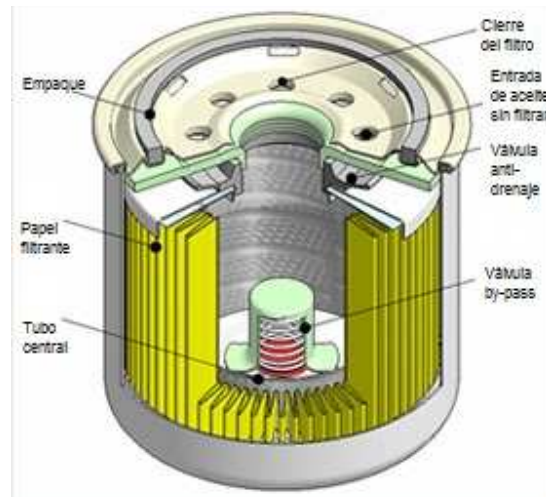


Figura 5.2. Partes del filtro de aceite

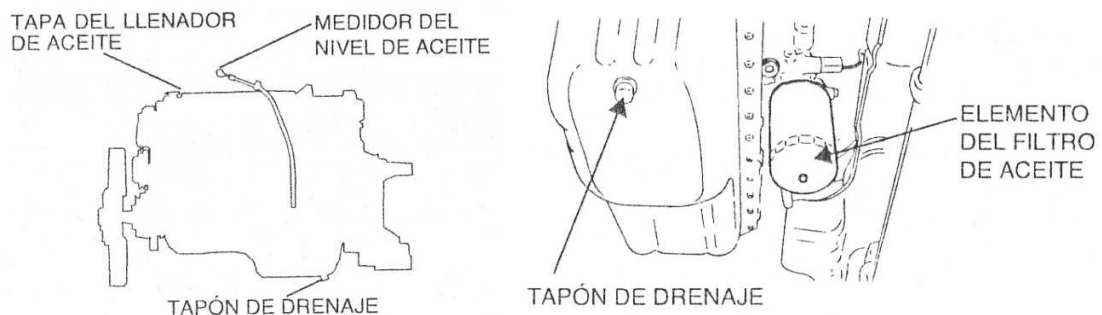


Figura 5.3. Elementos dedicados al cambio y control del aceite del motor

5.2.1.1.1. Procedimiento de cambio de aceite:

- Remover la tapa del llenador de aceite, el tapón de drenaje y el filtro de aceite.
- Luego de que se haya drenado todo el aceite ajustar firmemente el tapón de drenaje.
- Llenar el aceite a través del llenador.
- Diez minutos después de haber llenado el aceite, chequear el nivel con el medidor.
- Encender el motor y dejarlo en ralentí.

- Detener el motor. Esperar 30 minutos y volver a revisar el nivel de aceite. En caso de existir déficit, reponerlo.

5.2.1.1.2. Procedimiento de cambio de filtro

- Colocar un recipiente para el aceite de desperdicio debajo del filtro y luego drenar el aceite aflojando el tapón ubicado en la parte baja del filtro.
- Remover el elemento girándolo hacia la izquierda, utilizando la herramienta especial para este caso.
- Chequear que el o-ring para la superficie de acoplamiento haya quedado para el lado del enfriador de aceite.
- Aplique aceite en el o-ring del nuevo elemento de filtro e instálelo girando suavemente a la derecha, con la mano hasta hacer contacto con la superficie de sellado del cuerpo principal.
- A partir de ese instante, girar el filtro de aceite de $\frac{3}{4}$ a 1 vuelta, utilizando la llave para filtro de aceite.

En la Figura 5.4 se demuestra la forma que se realiza la remoción e instalación del filtro de aceite.

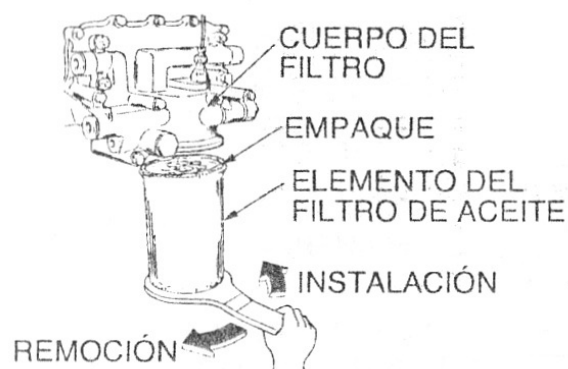


Figura 5.4. Remoción e instalación del filtro de aceite

5.2.1.1.3. Recomendaciones:

- Limpiar las zonas alrededor del tapón de drenaje y filtro antes de extraerlos.

- Tomar precauciones en caso que el motor esté caliente. Hay riesgo de sufrir quemaduras.
- Utilizar siempre un nuevo empaque para el tapón de drenaje.
- No exceder la cantidad máxima de aceite.

5.2.1.2. Mantenimiento del sistema de admisión

Para el mantenimiento del sistema de admisión, hay que prestar atención a dos elementos específicos que son el filtro de aire y el interenfriador.

El filtro de aire es elaborado de papel plegado, evita que materias abrasivas pasen al cilindro del motor a generar desgaste o contaminación del aceite.

Hay dos tipos de depuradores: de tipo sencillo y de tipo doble.

Para el caso del tipo doble, hay que limpiar solamente el filtro primario (externo).

5.2.1.2.1. Procedimiento para el mantenimiento o reemplazo del filtro de aire.

- Retirar las tuercas mariposas que aseguran la cubierta y el elemento y retire el elemento.
- Limpiar la cubierta y dentro de la caja con un paño limpio y seco. No permitir el ingreso de agua dentro del depurador al limpiar el filtro.
- Limpiar la válvula descargadora de polvo, asegurarse que no se encuentre rota o perdida.
- Chequear posibles roturas en el sello de caucho y mangueras, el ajuste de las tuercas mariposa y de las abrazaderas.
- Limpiar o cambiar el elemento filtrante.
- Reinstalar el elemento en orden inverso a la secuencia de remoción, asegurando correctamente la tuerca mariposa.

El procedimiento de las actividades mencionadas, se describe gráficamente en la Figura 5.5.

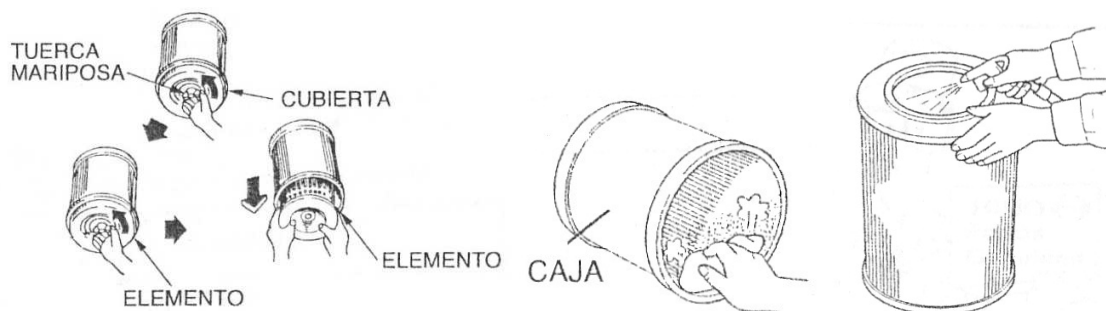


Figura 5.5. Procedimiento de extracción y limpieza del filtro y su compartimento

5.2.1.2.2. Recomendaciones

- Evitar el ingreso de agua a los conductos del depurador y al filtro.
- Al limpiar el filtro de aire con aire comprimido, utilizar una presión menor a 690 kPa (7 bar), siempre soplar el aire desde el interior hacia el exterior
- No retire el polvo del filtro sacudiéndolo o golpeándolo, puede causarse una deformación y perjudicará al rendimiento del motor.

5.2.1.2.3. Procedimiento de inspección y mantenimiento para el interenfriador

- Limpiar con agua, el lodo o polvo presentes en la cara frontal del interenfriador (Figura 5.6), al hacerlo se evitará la oxidación del elemento y la pérdida de eficiencia de transferencia de calor. Tener cuidado de no dañar las láminas.
- Examinar que no existan roturas o fisuras en las mangueras del interenfriador, en caso de haberlas reemplazarlas.
- Si se reemplaza la manguera del interenfriador, limpiar el interior del interenfriador con agua, soplando aire comprimido por su interior. No utilizar agua.

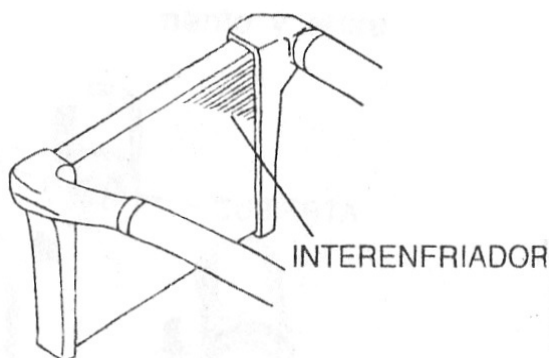


Figura 5.6. Interenfriador (*Intercooler*)

5.2.1.3. Mantenimiento del sistema de alimentación de combustible.

A continuación se describen los procedimientos de mantenimiento para diferentes elementos del sistema de combustible como el filtro de combustible, el colador de combustible, el tanque de combustible y sus cañerías. (Ver figura 5.7)

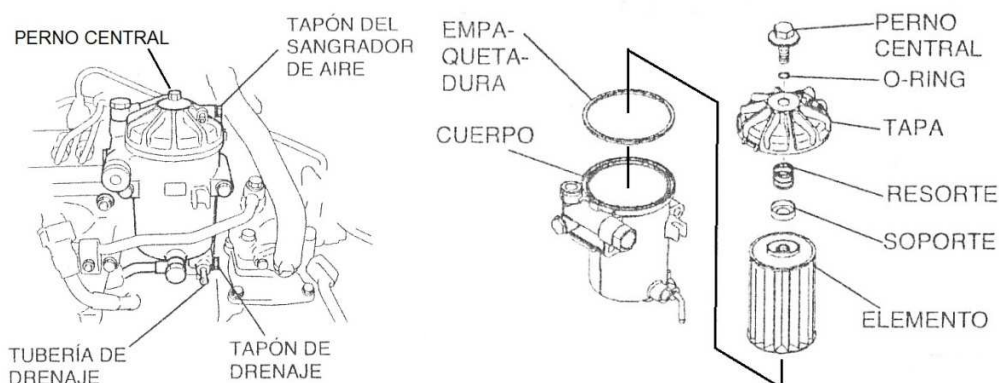


Figura 5.7: Despiece de las partes del filtro de combustible

5.2.1.3.1. Procedimiento de reemplazo del filtro de combustible

- Colocar un recipiente para recibir el aceite dañado que se encuentra en el filtro.
- Aflojar el tapón de drenaje antes de aflojar el tapón del sangrador de aire para llenar de combustible desde la tubería de drenaje.
- Después de dejar drenar todo el combustible por la tubería de drenaje, ajustar el tapón de drenaje.
- Aflojar el perno central y retirar la tapa para retirar el filtro.

- Reemplazar el elemento por uno nuevo y seguir la secuencia inversa.
- Después de instalado el nuevo elemento, drenar el aire desde el sistema de combustible.

5.2.1.3.2. Recomendaciones

- Antes de manipular el filtro de combustible, limpiar toda la zona de alrededor para evitar la entrada de polvo en el filtro.
- Drenar totalmente el combustible del filtro, al quedar combustible no filtrado dentro del cuerpo, éste puede ir al motor y causar una avería.
- Si se enciende el testigo de agua en el combustible mientras el vehículo está en funcionamiento

5.2.1.3.3. Procedimiento de reemplazo de filtro de combustible previo

- Limpiar la parte reusable del conjunto y la superficie del empaque del cuerpo del filtro.
- Lubricar el o-ring con combustible limpio y colocarlo en la ranura de la taza de drenaje.
- Gire la taza contra el filtro nuevo para un buen ajuste.
- Lubricar la junta tórica de la taza de drenaje con combustible limpio y girar el cabezal con el lado cónico del sello hacia arriba. Apretar de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de vuelta.
- Encender el motor y verificar que no existan fugas.

En la Figura 5.8 se muestra la forma en que se debe realizar correctamente el despiece de las partes del filtro de combustible previo.

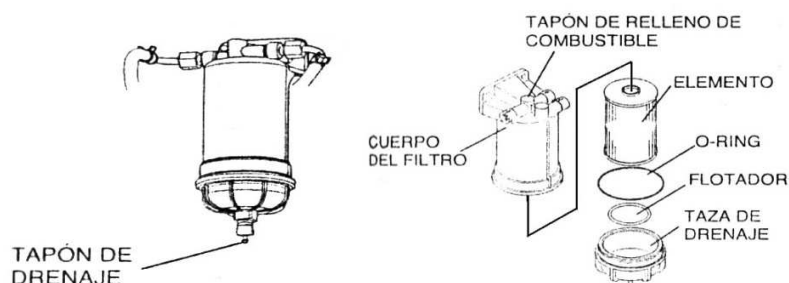


Figura 5.8. Despiece de las partes del filtro de combustible previo.

5.2.1.3.4. Recomendaciones:

- No ajustar excesivamente el conjunto, tal como se muestra en la Figura 5.9.

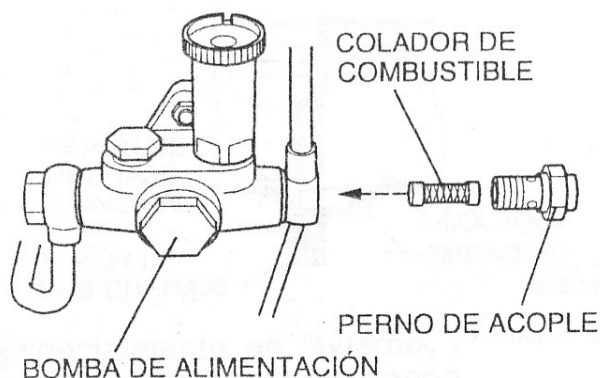


Figura 5.9. Colador de combustible

5.2.1.3.5. Procedimiento para el mantenimiento del colador de combustible

- Hay que retirar el colador de combustible, luego de remover el perno de acople de la cañería de combustible de la bomba de alimentación y limpiar el colador con combustible. La Figura 5.10 indica las partes del tanque de combustible.
- Reemplazar siempre el empaque por uno nuevo.

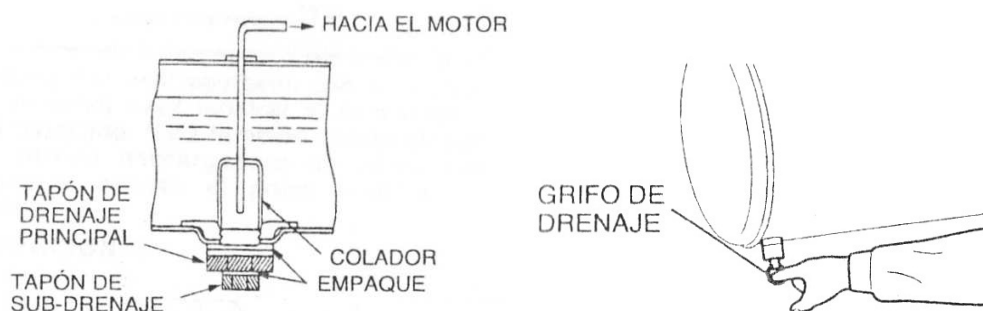


Figura 5.10. Partes del tanque de combustible

5.2.1.3.6. Procedimiento de mantenimiento del tanque de combustible.

- Drenar el combustible removiendo el tapón de subdrenaje.

- Remover el tapón de drenaje principal y permitir que el combustible, agua y sedimentos se drenen desde el tanque.

5.2.1.3.7. Recomendaciones

- Reemplazar siempre los empaques por unos nuevos.
- Llenar el tanque de combustible al final del día para evitar la condensación del agua.
- Drenar el agua y sedimentos de los tanques de combustible al comienzo del día, o de 5 a 10 minutos después de llenarlo y dejarlo reposar.

5.2.1.3.8. Procedimiento de inspección de las mangueras y cañerías de combustible.

- Verificar que las conexiones y vinchas se encuentren bien ajustadas.
- Revisar posibles raspaduras, herrumbre, desgaste y deterioro de las mangueras. Si es necesario reemplazarlas.

5.2.1.4. Mantenimiento del sistema de refrigeración

Para el cambio de refrigerante se debe abrir el tapón inferior del tanque de reserva o del radiador o también quitar la manguera inferior que está conectada al radiador y rellenar por la abertura superior del mismo, tal como se detalla en la Figura 5.11.

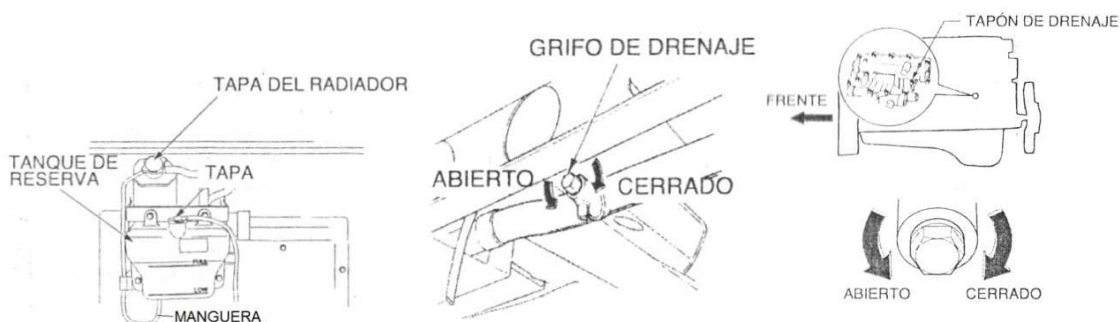


Figura 5.11. Partes del sistema de refrigeración

5.2.1.4.1. Procedimiento de cambio de refrigerante

- Retirar la tapa del tanque de reserva.
- Abrir la válvula de drenaje del radiador y drenar el refrigerante.
- Abrir el tapón de drenaje del motor y drenar el refrigerante.

- Remover la manguera al fondo del tanque de reserva y drenar el refrigerante del tanque de reserva. Después de drenar, conecte bien la manguera.
- Después de drenar completamente el refrigerante, cerrar la válvula de drenaje del radiador y el tapón de drenaje.
- Verter el refrigerante lentamente (para no mezclarlo con aire) en la abertura del llenador del radiador hasta llenarlo por completo.
- Ajustar bien la tapa del radiador.
- Llenar el refrigerante hasta la línea "FULL" (lleno) del tanque de reserva.
- Para sangrar apropiadamente el aire del sistema, encender el motor durante 10 minutos, a una velocidad mayor a la de ralentí, poniendo a funcionar el motor a un rango de temperatura normal, luego de eso apagar el motor y esperar a que este se enfríe. Volver a revisar los niveles del refrigerante en el radiador y en el tanque de reserva.
- Asegurarse de que no existan fugas y que todas los tapones y válvulas estén correctamente cerrados. En la Figura 5.12 se indica la forma en que se debe llenar el tanque de reserva del refrigerante.

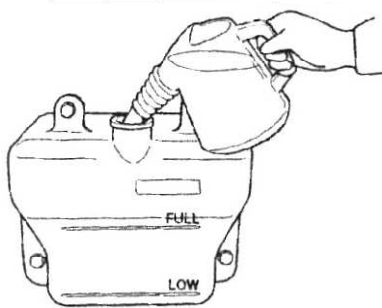


Figura 5.12. Llenado del tanque de reserva de refrigerante

5.2.1.4.2. Recomendaciones

- Hay que tomar en cuenta las indicaciones del fabricante en cuanto al tipo y dilución del refrigerante del motor.
- Hay que tomar los cuidados necesarios al cambiar el refrigerante en un motor caliente, debido a la alta posibilidad de quemaduras.

- Lavar el radiador ocasionalmente con agua. La eficiencia del radiador se ve afectada con la presencia de polvo o lodo, además pudiendo sufrir oxidación.
- No poner a funcionar el motor en ausencia de refrigerante. El motor puede dañarse o quemarse.
- No utilizar solamente agua para reponer el líquido refrigerante, la concentración de este se puede ver afectada.

5.2.2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para el diferencial y caja de cambios, existen lubricantes especiales, los cuales cuentan con aditivo anti-desgaste de extrema presión, que ayuda a la lubricación de los engranajes y a formar una capa para protegerlos.

Tanto en la caja de cambios como en el diferencial existen dos tapones, uno de llenado (superior) y uno de drenaje (inferior), como se indica en la Figura 5.13.

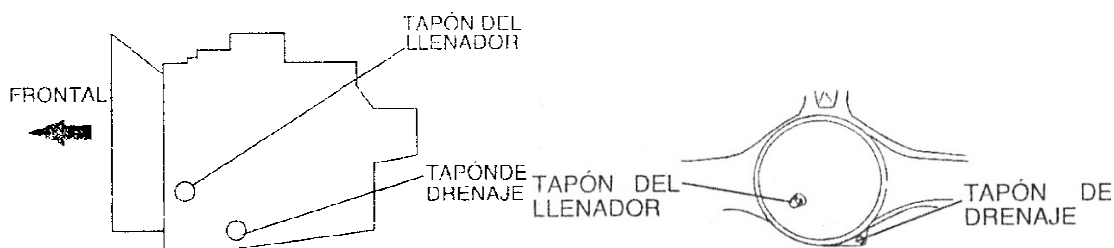


Figura 5.13. Ubicación de los tapones en la caja de transmisión y en el diferencial

5.2.2.1.1. Procedimiento de inspección:

- Estacionar el vehículo en una superficie plana.
- Limpiar la zona alrededor del tapón de llenado.
- Retirar el tapón de llenado de la caja de transmisión.
- Chequear que el nivel de aceite esté al filo del orificio roscado del tapón.
- Si el nivel de aceite es bajo, añadir aceite a través del orificio.

En la Figura 5.14 se muestra cómo ejecutar el procedimiento de inspección del nivel de aceite en la caja y diferencial.

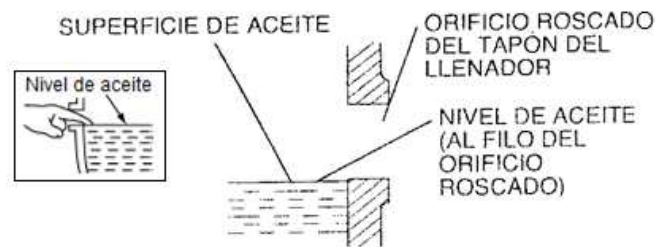


Figura 5.14. Procedimiento de inspección del nivel de aceite en la caja y diferencial

5.2.2.1.2. Procedimiento cambio de aceite:

- Remover los tapones de drenaje y llenado.
- El tapón de drenaje suele ser magnetizado, limpiar cualquier partícula de hierro adherido a este.
- Ajuste bien el tapón de drenaje luego de que haya salido todo el aceite usado.
- Llene con nuevo aceite hasta alcanzar el filo del orificio del tapón llenador.

5.2.2.1.3. Recomendaciones

- Realizar el cambio y revisión del nivel de aceite de la transmisión y caja de cambios cuando el vehículo se encuentre en una superficie plana.
- Se recomienda limpiar la parte exterior de la carcasa de la caja de cambios y diferencial antes de realizar el cambio de aceite.

5.2.2.1.4. Mantenimiento del líquido de embrague

- Chequear si el nivel de líquido en el tanque de reserva está dentro de los parámetros normales.
- Si el nivel de líquido de embrague es bajo, cerciorarse primero que no existan fugas en las cañerías y reponer el líquido hasta el nivel máximo.
- Si al añadir líquido, partículas se adhirieran al colador del tanque de reserva, lavar el colador con líquido de embrague.

En la Figura 5.15 se observa la estructura del tanque de reserva del líquido de embrague.

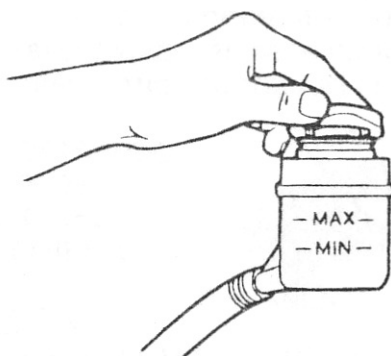


Figura 5.15. Tanque de reserva del líquido de embrague

5.2.2.1.5. *Recomendaciones*

- Después de revisar el nivel de líquido, asegurarse de cerrar correctamente el depósito.
- Utilizar siempre líquido de embrague de la misma clase, al mezclarse dos clases diferentes de líquido de embrague puede ocurrir una caída en la temperatura de ebullición, causando corrosión y desgaste en las partes del sistema.
- Evitar el ingreso de agua, ya que el líquido de embrague absorbe fácilmente la humedad.

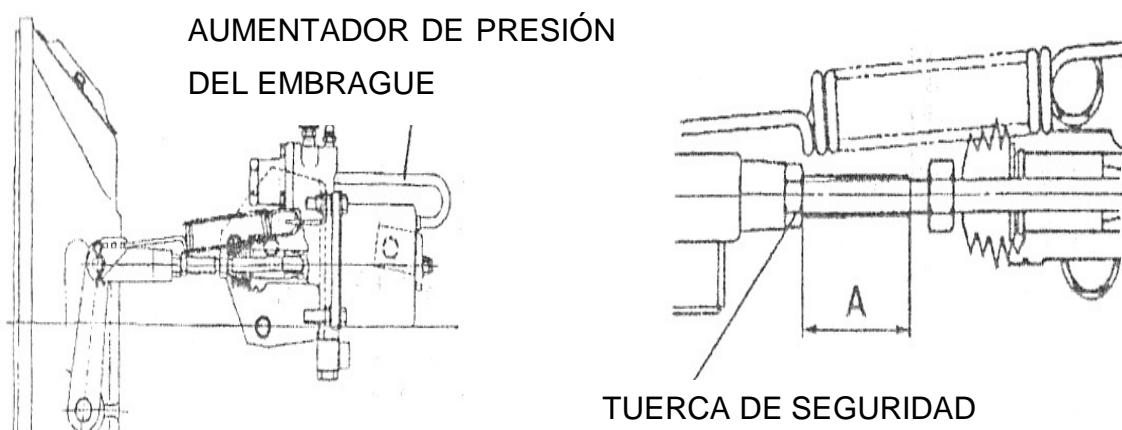


Figura 5.16. Revisión del disco de embrague

5.2.2.1.6. *Chequeo del disco y pedal del embrague*

- Revisar periódicamente el espesor del disco de embrague, esto se lo hace al revisar la longitud del aumentador de presión del embrague, tal como se observa en la Figura 5.16 (Página anterior)
- Chequear el juego del pedal del embrague y en caso de no estar en los límites correctos, llevar el vehículo al taller.

5.2.2.2. **Mantenimiento del sistema de dirección**

La bomba de aceite hidráulico puede durar toda la vida útil del vehículo, para cerciorarse que así sea, hay que revisar periódicamente que no existan impurezas en el fluido de dirección, así como se muestra en la Figura 5.17.

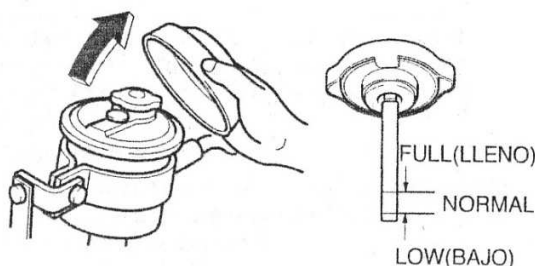


Figura 5.17: Inspección del nivel de líquido de la dirección hidráulica.

El fluido del aceite hidráulico generalmente es el mismo que se utiliza en cajas de cambio automáticas, es decir un aceite de norma ATF.

5.2.2.2.1. *Inspección del sistema de dirección.*

- Hay que chequear cada sección del sistema de dirección.
- Realizar una revisión visual de cada sección del acoplamiento para encontrar aflojamientos, roturas, desgastes o deformaciones.
- Revisar si existe desgaste o desprendimientos en el guardapolvo de la barra de dirección.
- Chequear la presencia de fugas en las tuberías del sistema de dirección hidráulica.
- Revisar si el nivel de líquido en el tanque de reserva es el adecuado.

- Revisar si el fluido está sucio, reemplazarlo si es necesario.
- Chequear que el juego del volante no sea excesivo. Hacerlo con el motor encendido.
- Al conducir el vehículo fijarse que no haya vibraciones en el volante, ni que la dirección tire hacia la derecha o izquierda.

En la Figura 5.18 se describen en forma gráfica los pasos a seguir para la inspección del sistema de dirección.

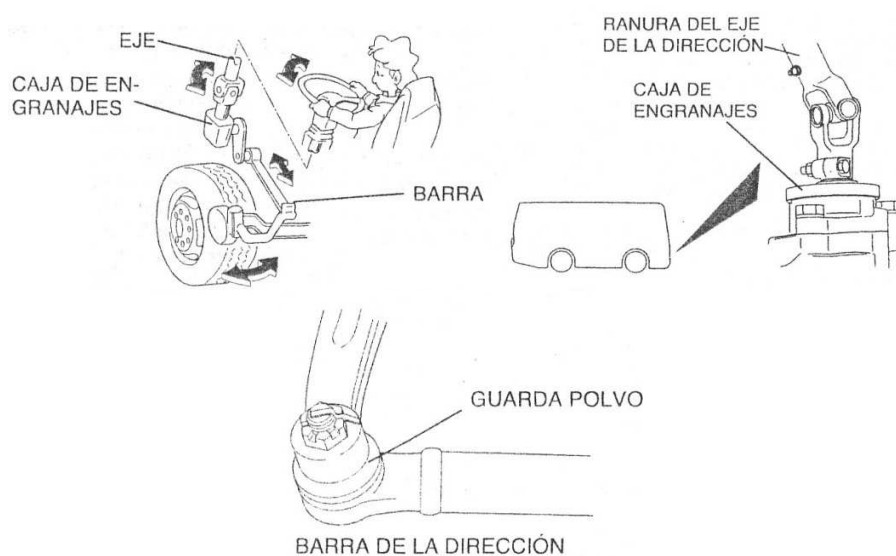


Figura 5.18: Partes a ser inspeccionadas en el sistema de dirección

5.2.2.3. Mantenimiento del sistema de frenos

El mantenimiento del sistema de frenado es muy importante, ya que cualquier falla en este sistema puede provocar graves accidentes.

5.2.2.3.1. Procedimiento de inspección del revestimiento de las zapatas

- Para revisar el estado de los revestimientos de las zapatas, en primer lugar hay que retirar los tapones de caucho de los orificios de inspección en el disco posterior.

- Al costado del revestimiento existe una ceja, observar si la ceja permanece o no. Si el revestimiento se ha desgastado hasta llegar a ver la ceja, hay que dirigirse inmediatamente al taller a realizar el cambio respectivo.
- Después de revisar, cerrar bien el tapón de caucho.

En la Figura 5.19 se indica el procedimiento de inspección del revestimiento de las zapatas.

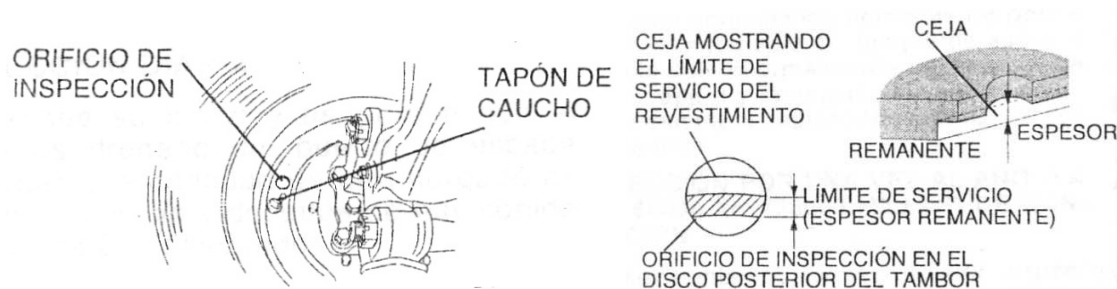


Figura 5.19: Procedimiento de inspección del revestimiento de las zapatas

En la Tabla 5.1 se especifica el espesor del revestimiento de freno.

Tabla 5.1. Espesor del revestimiento de freno

Descripción	Espesor
ESTÁNDAR	15,5 mm (0,610 pulg.)
LÍMITE	5,5 mm (0.217 pulg.)

Fuente: Manual del Propietario Hino AK.
Elaboración: Propia

5.2.2.3.2. Inspección de mangueras, cañerías y tubos

- Revisar que no exista ninguna interferencia en las mangueras y cañerías con otras partes del vehículo. Revisar las vinchas, los aflojamientos y la instalación de todas las conexiones, en busca de fugas de aire.

5.2.2.3.3. Inspección del secador de aire

- A diario arrancar el motor y asegurarse que el aire es drenado del puerto de escape (Purga- Ver Figura 5.20).

- Cada 3 meses revisar que no sale agua ni aceite del tanque de aire. Además revisar si es necesario reemplazar los o-rings.

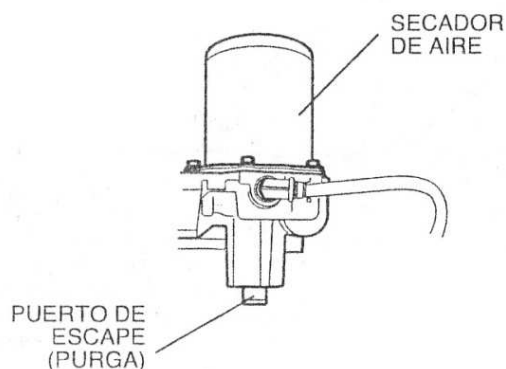


Figura 5.20: Secador de aire

5.2.2.3.4. Inspección en el pedal de freno

- Chequear si el pedal de freno funciona sin trabarse y que su juego esté dentro de los parámetros.
- El funcionamiento normal del pedal del freno se da cuando al aplastarlo se escucha un sonido de aire en el escape y el pedal retorna suavemente a su posición inicial.

El procedimiento anterior se explica gráficamente en la Figura 5.21.

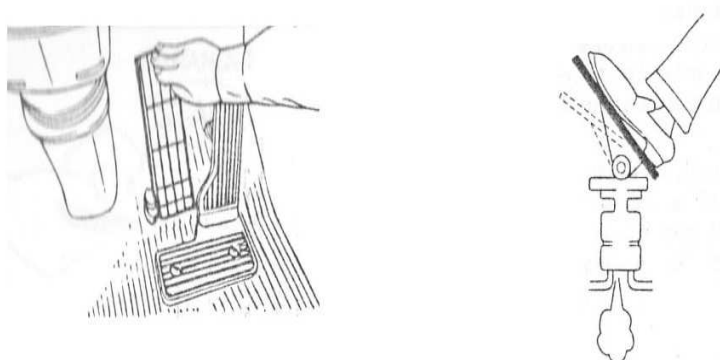


Figura 5.21: Inspección del pedal del freno.

5.2.2.4. Mantenimiento de los neumáticos

Para asegurar el correcto desempeño de los neumáticos del automotor periódicamente hay que revisar la presión, alinear, balancear y rotar los neumáticos. (Ver Figura 5.22).

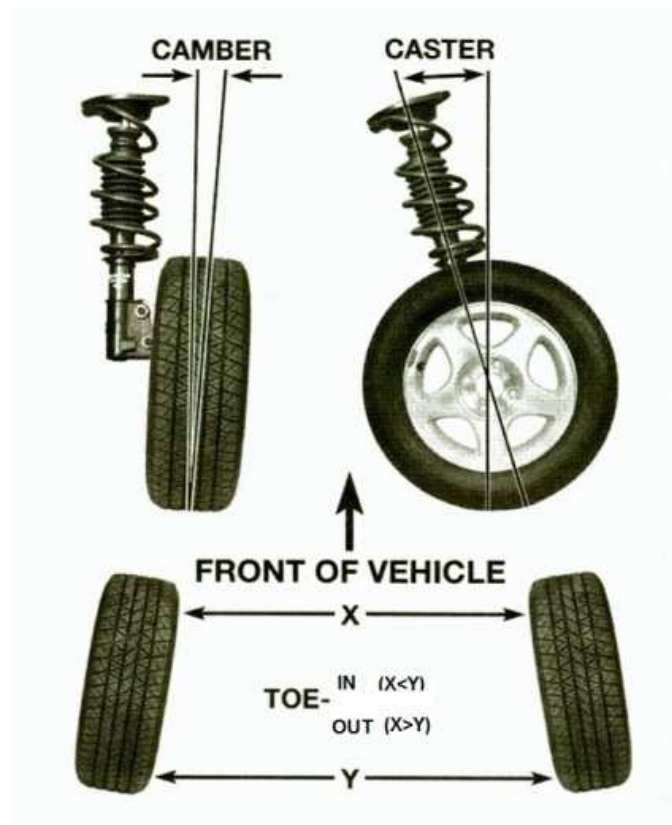


Figura 5.22: Parámetros que influyen en la alineación del vehículo

5.2.2.4.1. Presión correcta de los neumáticos

El neumático es construido para que sus elementos soporten ciertas cargas de manera correcta a cierta presión; al tener una presión más alta o baja de la presión óptima de inflado, las cargas se modifican causando la destrucción prematura del neumático. Se recomienda una revisión semanal de la presión de los neumáticos con el fin de prolongar su vida útil.

5.2.2.4.2. Rotación de los neumáticos

El desgaste de los neumáticos no sólo depende de la superficie donde esté circulando el vehículo, sino también de su posición dentro de éste. Es así que los neumáticos de la dirección, además de soportar la carga también deben resistir los esfuerzos de las maniobras y giros que realizan, es así que se nivelará el desgaste a través de la rotación la cual deberá ser realizada cada 10.000km.

Los tipos de rotación recomendados para autobuses son los siguientes:

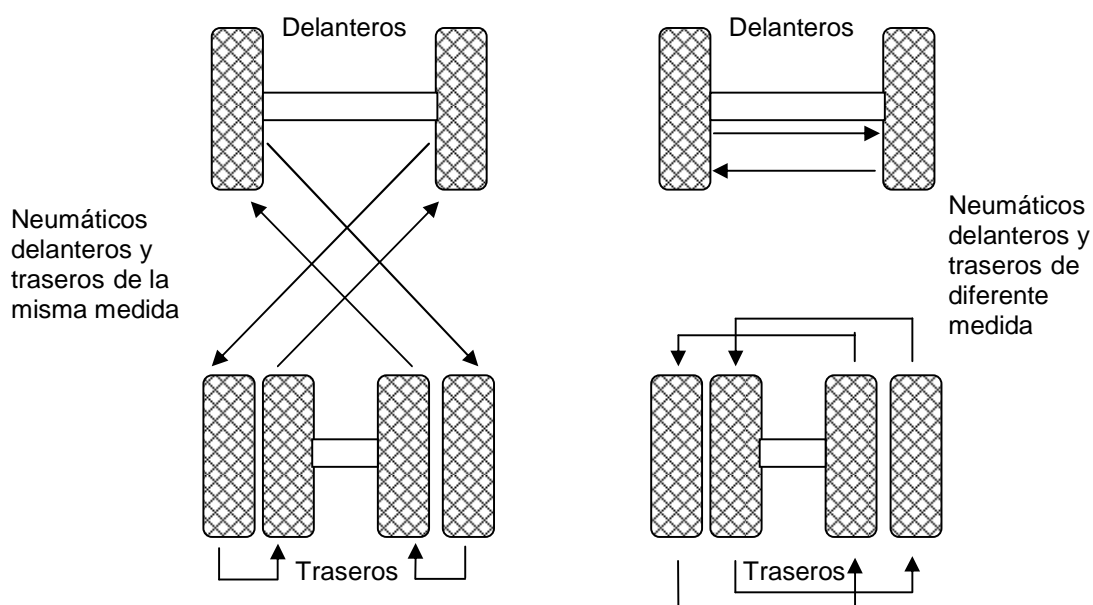


Figura 5.23. Rotación de neumáticos recomendadas para los autobuses

5.2.2.4.3. Alineación

La alineación de los neumáticos se centra en las ruedas de la dirección, teniendo que mantenerlas paralelas para asegurar una conducción en línea recta y que estos permanezcan bien apoyados sobre el suelo.

Los parámetros que afectan al paralelismo de los neumáticos delanteros son los siguientes:

- Camber, que es el ángulo de inclinación de los neumáticos, respecto al plano vertical.
- Caster, es el ángulo formado por la inclinación longitudinal del pivote de la dirección o de la línea imaginaria que pasa por los pivotes en relación al plano vertical
- Convergencia o Toe In, Las ruedas quedan más cerradas en la parte delantera que en la trasera.
- Divergencia o Toe Out, las ruedas quedan más abiertas en la parte delantera que en la trasera.

5.2.2.4.4. *Balanceo*

Con el balanceo se distribuye la masa del neumático de tal manera que se reduzcan las vibraciones y los esfuerzos en los elementos de suspensión y dirección, los cuales ocasionan anomalías en los neumáticos (Figuras 5.24).



Figura 5.24. Anomalías en los neumáticos

5.2.2.4.5. *Revisión visual de los neumáticos*

- Revisar las bandas y los costados de los neumáticos por cualquier daño o rotura.
- Chequear que no estén presentes clavos o pedazos de metal incrustados en el neumático. Revisar además que no estén presentes piedras en los neumáticos dobles.
- Fijarse si en la banda de los neumáticos existe un desgaste anormal. Revisar si la profundidad del labrado de los neumáticos no ha llegado hasta el indicador de 1,6 mm. de profundidad (Ver figura 5.25).

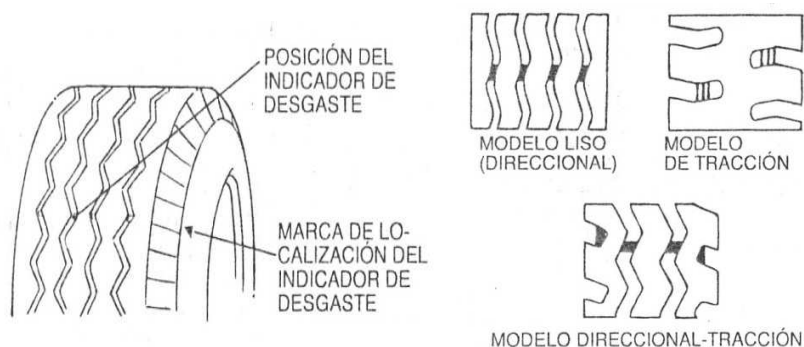


Figura 5.25. Indicador de desgaste del neumático y su posición

5.2.2.4.6. Recomendaciones

- Revisar si el ajuste de las tuercas de los neumáticos es el correcto.
- Lubricar las roscas de los pernos con aceite de motor, no hacerlo con grasa de molibdeno, puede causar adelgazamiento del perno.

5.2.2.5. Mantenimiento del sistema eléctrico

5.2.2.5.1. Mantenimiento de las Baterías y cableado

En la Figura 5.26 se aprecia el procedimiento gráfico de mantenimiento de la batería y cableado.

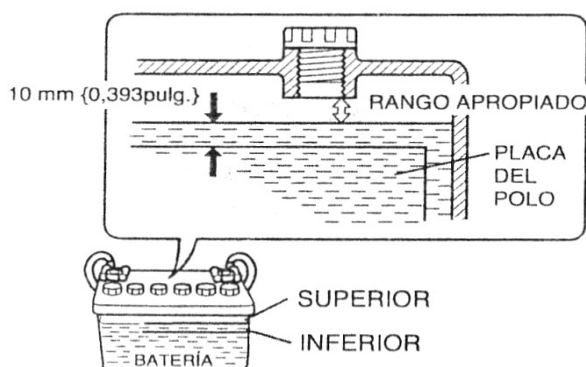


Figura 5.26. Mantenimiento de la batería y cableado

- Para el correcto mantenimiento de las baterías se necesita mantener en el nivel correcto el electrolito, y también de limpieza en caso de existir sulfatación y suciedad en los polos.

- En las baterías que tengan líneas indicadoras de nivel como UPPER (máximo) y LOWER (mínimo) al costado de la batería, se debe mantener el nivel de electrolito entre ambas líneas.
- De no existir la indicación anterior, llene de líquido la batería 10 mm. por encima de la placa del polo. Si llena por encima de lo mencionado.
- Revisar los sujetadores de cables, evitar doblado, daño o pellizcos en los cables.

5.2.2.5.2. Revisión de luces

- Accionar y verificar el funcionamiento de las luces.
Para las luces de parada verificar su funcionamiento aplastando el pedal del freno. Si se encuentra suciedad en los reflectores, limpiarla.

5.2.2.5.3. Revisión de las bandas

Chequear la tensión de las bandas, aplicando presión con un dedo o con una herramienta especial en la mitad de la banda, como se muestra en la Figura 5.27.

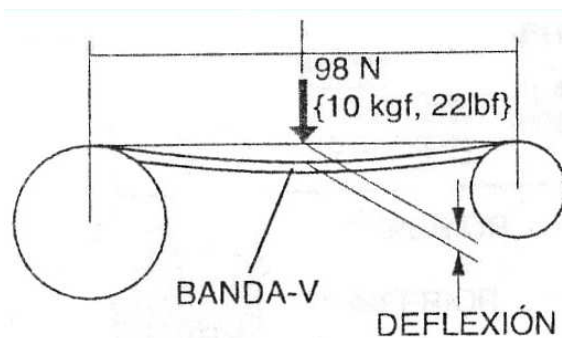


Figura 5.27. Inspección de la tensión en la banda

5.2.2.6. Mantenimiento del sistema electrónico

Para el correcto mantenimiento del sistema electrónico de sensores y de actuadores, periódicamente se recomienda realizar las siguientes acciones.

5.2.2.6.1. Inspección de elementos electrónicos

Revisar que los pines y contactos no estén oxidados, que el arnés no esté quebrado, ni quemado y que se ajuste correctamente, utilizar spray dieléctrico para su limpieza.

La estructura del arnés del sensor se muestra en la Figura 5.28.



Figura 5.28. Revisión del estado del arnés del sensor.³⁶

Revisar que los cables que van desde el sensor a la computadora no estén quemados, cortados o que el aislante no se encuentre dañado, reemplazarlos de ser necesario.

Para el sensor de oxígeno, se recomienda:

- Dejarlo enfriar y retirarlo.
- Colocar el sensor de tal manera que a éste no ingrese suciedad.
- Lavarlo con limpiador de carburadores, dejarlo secar y nuevamente ubicarlo en su sitio, tal como se observa en la Figura 5.29.



Figura 5.29: Limpieza de la sonda lambda con espray dieléctrico.³⁷

Para la limpieza de los sensores de presión de aire en el múltiple (MAP), de flujo de masa de aire (MAF) y de temperatura de aire (IAT).

³⁶ http://www.conevyt.org.mx/educchamba/guias_emprendizaje/sensor5.pdf

³⁷ http://www.conevyt.org.mx/educchamba/guias_emprendizaje/sensor5.pdf

- Extraer el sensor cuidadosamente, y retirar los anillos de caucho que sirven para sellar el ducto de entrada de aire.
- Limpiar los sensores con espray dieléctrico, teniendo cuidado de no tocarlos, ya que pueden dañarse.
- Dejarlos secar, o en caso de utilizar aire comprimido, colocar la salida de aire entre 30 y 40 cm. de distancia del sensor.

En la figura 5.30 se indica la forma correcta para realizar la limpieza del IAT y MAF.



Figura 5.30. Limpieza del IAT y MAF con espray dieléctrico³⁸

5.3. DOCUMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es de vital importancia que se anexe documentación al plan de mantenimiento, la cual es de utilidad para recopilar información acerca de fallas más frecuentes, de procesos de trabajo y de cantidad y costos de repuestos, entre otros.

Estos documentos son la base de sistematización del mantenimiento, ya que permiten priorizar sistemas, establecer frecuencias y optimizar recursos en la consecución de las tareas, además de asignar responsables, es decir, llevar el control sobre todos los factores que intervienen en el mantenimiento.

³⁸ <http://yarisclubpanama.freeforums.org/limpieza-de-maf-intake-throttle-t348.html>

En este punto se diseñan dos de los documentos sobresalientes para la ejecución y control de las tareas de mantenimiento, los cuales son: la orden de trabajo (OT) y el registro diario de mantenimiento (Bitácora).

5.3.1. ORDEN DE TRABAJO

Es un documento solicitado por el conductor o el encargado de turno y emitido por el Jefe de Mantenimiento, en el cual se ordena la ejecución de alguna actividad de mantenimiento sujeta a condiciones específicas.

Depende del plan estratégico en el que se especifican los cambios, reparaciones, emergencias, etc., que serán atendidos por el equipo.

Debe tenerse en cuenta que ningún trabajo podrá iniciarse sin la respectiva orden y sin que las condiciones requeridas para dicha labor hayan sido verificadas personalmente por el encargado.

Para la apertura de la orden de trabajo se debe tener en cuenta la siguiente jerarquía:

Emergencia: Son aquellos trabajos que conciernen a la seguridad, averías que significan grandes pérdidas de dinero o que pueden ocasionar grandes daños. Estos trabajos deben iniciarse de forma inmediata y ser ejecutados de forma continua hasta su completa finalización. Pueden tomar horas extra.

Urgente. Son trabajos en los que debe intervenir lo antes posible, en el plazo de 24 a 48 horas después de solicitada la orden. Este tipo de trabajos sigue el procedimiento normal de programación.

Normal. Son trabajos rutinarios cuya iniciación es tres días después de solicitada la orden de trabajo, pero pueden iniciarse antes, siempre que exista la disponibilidad de recursos. Sigue un procedimiento normal de programación.

Permanente. Son trabajos que pueden esperar un buen tiempo, sin dar lugar a convertirse en críticos. Su límite de iniciación es dos semanas después de haberse solicitado la orden de trabajo

Además de esto, la orden debe contener la información requerida por la empresa, con los siguientes parámetros mínimos:

- Identificación de la orden, por medio de un código y fecha de solicitud.
- Identificación del vehículo.
- Identificación del que emite la orden.
- Descripción del trabajo.
- Motivo de la revisión.
- Descripción de repuestos y costos.
- Fecha de entrega

Dentro del motivo de la revisión se encuentran

- Mantenimiento Preventivo
- Fallo Mecánico
- Fallo Eléctrico
- Fallo Electrónico
- Accidente
- Inspección para viaje.

Una vez terminadas las tareas de mantenimiento, se debe realizar el cierre de la orden de trabajo. Para esto se deben llenar las casillas correspondientes a fecha y hora de entrega, además de la firma del responsable de la ejecución de los trabajos.

En la Tabla 5.2 se aprecia un formato de orden de trabajo para Condorvall S.A.

Tabla 5.2: Formato de Orden de Trabajo

CONDORVALL S.A.		Orden de trabajo No.:		Solicitada por:	
				Aprobada por:	
Fecha de recepción:	Hora:	Fecha prevista de entrega:	Hora:		
Datos del Cliente		Nombre del Cliente:		Telf.:	
		Dirección:		RUC:	
Datos del vehículo		Modelo:	Año:	Color:	
		VIN:	No. Motor:	Placa:	
		Kilometraje:			
Prioridad: Emergente <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/>					
Naturaleza: Mecánica <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Electrónica <input type="checkbox"/> Auxiliar <input type="checkbox"/>					
TAREAS A EJECUTAR					
Descripción de la Tarea	Tiempo		Repuestos		
	Estimado	Real	Estimados	Reales	
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS					
Cargo/Nombre	Hrs. requeridas	Hrs. normales	Hrs. extras	Hrs. festivos	Hrs. nocturnas
Observaciones:			Recomendaciones:		
..... Firma Jefe de Mantenimiento		 Firma Encargado		

5.3.2. REGISTRO DIARIO DE MANTENIMIENTO (BITÁCORA)

Es otro de los documentos vitales dentro de la gestión del mantenimiento.

Sirve para registrar los servicios efectuados durante el día y llevar un mejor control de los trabajos de prevención y la optimización de los recursos empleados.

En la Tabla 5.3 se muestra un ejemplo de la ficha “Registro Diario de mantenimiento”, donde se debe anotar la fecha, el código del equipo, el número de orden, el trabajo que se realizó, los materiales y las herramientas.

Tabla 5.3: Registro Diario de Mantenimiento

CONDORVALL S.A.		Registro No.:	Solicitado por:	
Fecha de inicio:	Hora:	Fecha de finalización:	Hora:	
Datos del vehículo	Modelo:	Año:	Código:	
Descripción de la falla	Descripción de los trabajos realizados	Materiales/Repuestos	Herramientas	Responsables
Observaciones:.....				
.....				
.....				
.....				

CAPITULO VI

6. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE CONDORVALL

6.1. DIAGRAMA DE RELACIONES PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE

El programa de mantenimiento está automatizado en el programa Visual Basic 6.0, sobre una base de datos elaborado en Microsoft Access 2007. El objetivo del presente programa es ayudar a cumplir con todas las actividades de mantenimiento requeridas para el correcto funcionamiento de las unidades de transporte.

En la Figura 6.1 se puede visualizar la interrelación entre los diferentes formularios realizados.

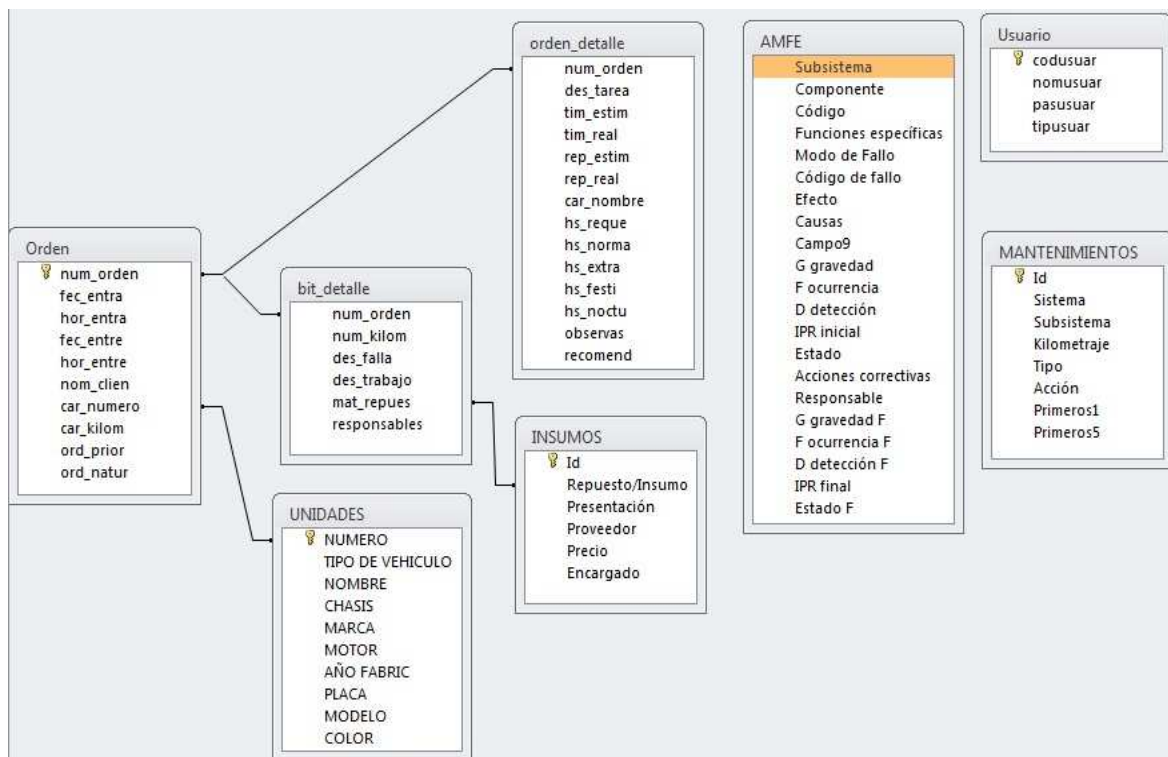


Figura 6.1: Diagrama de relaciones de los datos del programa de mantenimiento

6.2. INICIO DE SESIÓN

Desde la pantalla de inicio de sesión (Figura 6.2) se puede acceder al sistema mediante un nombre de usuario y contraseña previamente registrados en la base de datos, a la cual únicamente podrán tener acceso las personas autorizadas.

A screenshot of a login window titled "INICIO DE SESION". The window has a title bar with standard OS window controls (minimize, maximize, close). Below the title, the text "INICIO DE SESION" is displayed in a large, bold font. There are two input fields: "USUARIO:" followed by a text box, and "PASSWORD:" followed by a text box. At the bottom of the window, there are two buttons: "Aceptar" and "Salir".

Figura 6.2: Pantalla de inicio de sesión

6.3. INICIO DEL PROGRAMA

Una vez que se ingresa al Sistema, se observa claramente la pantalla de menú del programa (Figura 6.3), desde la cual se puede acceder a:

- AMFE: Comando que permite mostrar todas las tablas AMFE realizadas para cada uno de los componentes del bus HINO.
- Taller: Permite mostrar los formularios que tienen relación con el taller, como son: bitácora, órdenes de trabajo, listas de empleados y repuestos.

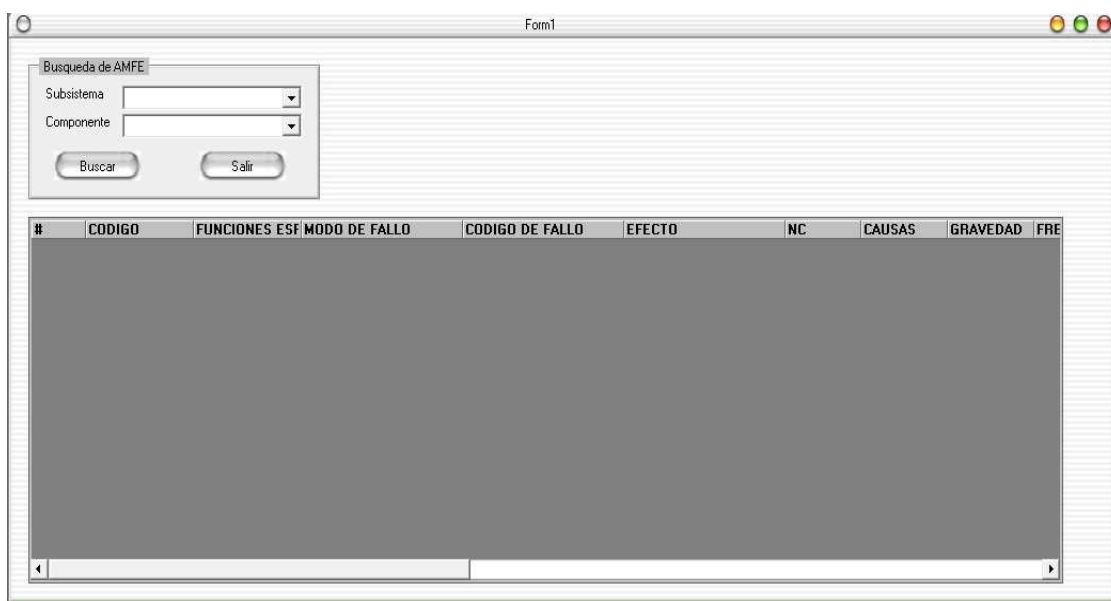


Figura 6.3: Pantalla de inicio del sistema

6.3.1. FORMULARIO DE TABLAS AMFE

Dentro de este formulario (Figura 6.4), se puede observar detalladamente la información de las tablas AMFE, de todos los subsistemas del vehículo.

La selección de las tablas AMFE se realiza por subsistema y componente, de esta manera la visualización será más fácil y rápida.



#	CODIGO	FUNCIONES ESF	MODO DE FALLO	CODIGO DE FALLO	EFECTO	NC	CAUSAS	GRAVEDAD	FRE
---	--------	---------------	---------------	-----------------	--------	----	--------	----------	-----

Figura 6.4: Formulario para visualizar Tablas AMFE

Una vez que se ingresa el nombre del Subsistema que se desea visualizar, así como también el componente específico, inmediatamente se despliega, en la parte inferior, una pantalla en la que se aprecia la siguiente información:

- Código del componente
- Funciones Específicas
- Modo de Fallo
- Código de Fallo
- Efecto
- Causas de Fallo
- Valores para la obtención del IPR
- Acciones propuestas

- Nuevo valor del IPR

6.3.2. FORMULARIO DE ÓRDEN DE TRABAJO

Por otro lado, se tiene también la orden de trabajo en la cual se puede registrar, para cada unidad, las tareas de mantenimiento requeridas para cada intervalo, los tiempos estimados de mantenimiento y los repuestos que se requerirán para cada acción.

Además el asesor de servicio puede imprimir la orden de trabajo, tanto para las unidades de Condorvall como para vehículos externos.

Cabe destacar que las tareas de mantenimiento se despliegan automáticamente al seleccionar el kilometraje, tal como se muestra en la Figura 6.5.

The form contains the following fields and sections:

- Order Details:** CODIGO ORDEN (5), FECHA ORDEN (04/03/2012), HORA INGRESO (18:12:38), FECHA ORDEN, HORA SALIDA, CLIENTE (dropdown with 'Nuevo' button), DIRECCION, RUC, TELEFAX.
- Datos del auto (Vehicle Data):** UNIDAD (dropdown), MODELO, AÑO, COLOR, CHASIS, MOTOR, PLACA, PRIORIDAD (dropdown), NATURALEZA (dropdown).
- KILOMETRAJE:** Input field.
- Table:**

#	TAREA	T. ESTIMADO	T. REAL	REPUESTOS ESTIMADOS	REPUESTOS REALES	CARGO	Hs. REQUERIDAS	Hs. NORMALES	Hs. EXT
- Operaciones (Operations):** Guardar, Imprimir, Salir, Eliminar Fila, REPUESTOS, AGREGAR A FILA, Agregar Repuesto.

Figura 6.5: Formulario de orden de trabajo

6.3.3. FORMULARIO DE BITÁCORA

Directamente ligada a la orden de trabajo está la bitácora (Figura 6.6), en la cual se registran todas las operaciones de mantenimiento realizadas en cada unidad de transporte, la cual permite el control de las actividades diarias realizadas en el taller.



num_orden	num_kilom	des_falla	des_trabajo	mat_repues	responsabl
1	Inspecciona	Inspecciona			3
	Aceite de	Aceite de			1
	Nivel del	Nivel del			2
4	5000	Aceite de	Aceite de		1
		Nivel del	Nivel del		1

Figura 6.6: Formulario de Bitácora

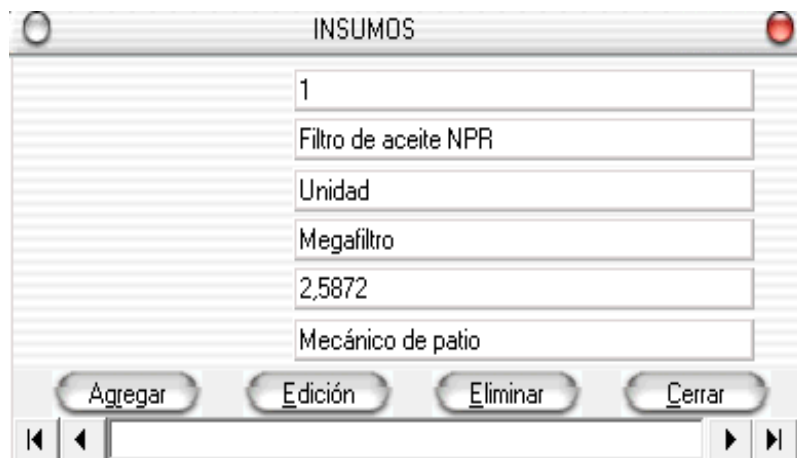
6.3.4. FORMULARIO DE INSUMOS

Finalmente se tiene la tabla de insumos, en la cual se puede visualizar el precio de cada uno de los repuestos e insumos más comúnmente utilizados, además de que proporciona información, en algunos casos, de la marca recomendada y del encargado de ejecutar la operación en la que intervienen estos.

Esta ventana presenta las siguientes opciones:

- Agregar: Si se desea incrementar el inventario existente en la base de datos.
- Edición: Permite realizar modificaciones sobre todo en el precio, de acuerdo con la inflación anual.
- Eliminar: Deja abierta la posibilidad de deshacerse de alguno de los ítems que no se considere necesario.

En la Figura 6.7 se puede apreciar claramente el formulario descrito.



1
Filtro de aceite NPR
Unidad
Megafiltro
2,5872
Mecánico de patio

Buttons: Agregar, Edición, Eliminar, Cerrar

Figura 6.7: Formulario de Insumos

Gracias a los formularios anteriormente expuestos se pueden realizar las operaciones de mantenimiento partiendo del análisis AMFE, con información de costos y mano de obra por repuesto.

6.4. REPORTE

Este software servirá no solo para el mantenimiento de las unidades pertenecientes a Condorvall, sino también para llevar el control diario de las actividades que se realicen en el taller automotriz, mediante la generación de los siguientes reportes:

- Número de órdenes de trabajo generadas al día
- Número de bitácoras diarias

Con estos reportes se tendrá acceso directo a la información de las tareas diarias que el personal ha ejecutado.

CAPITULO VII

7. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER AUTOMOTRIZ DE CONDORVALL S.A

7.1. GENERALIDADES

Como primer punto, antes de pasar al diseño de la distribución de planta, se hace indispensable mencionar ciertos aspectos fundamentales que deben ser tomados en cuenta para determinar la distribución de planta óptima.

7.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO

La Compañía de Transporte Intercantonal Condorvall S.A., en su afán por continuar brindando un excelente servicio, pretende implementar un taller de mantenimiento automotriz, tanto para sus unidades como para vehículos ajenos a la Compañía, lo que le permitirá garantizar el buen funcionamiento de cada uno de los buses encargados de trasladar a los usuarios a sus distintos lugares de destino, además de lograr la expansión de la Compañía.

7.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

El presente proyecto pretende poner en marcha a un taller de mantenimiento multimarca, el cual se enfocará en brindar mantenimiento preventivo a todas y cada una de las unidades de transportes pertenecientes a Condorvall, actividad que será realizada durante las noches, con el objeto de no interrumpir el normal funcionamiento de estos vehículos de transporte durante su rutina diaria de trabajo. Mientras que las horas del día podrán ser aprovechadas para realizar mantenimiento tanto preventivo como correctivo a vehículos con motores diesel, ya sean livianos o pesados.

El taller estará ubicado en la ciudad de Sangolquí, cuya localización exacta se definirá más adelante mediante la selección de la alternativa idónea, por lo que el mercado potencial al que se apunta en los inicios del taller está constituido por el parque automotor del Cantón Rumiñahui.

Para cumplir con los objetivos planteados, la infraestructura del taller cumplirá con las normas establecidas por los organismos estatales pertinentes, también contará con el equipo tecnológico y herramientas necesarias para así poder ofrecer soluciones efectivas a precios competitivos. Además estará dotado de personal altamente capacitado, apto para realizar los trabajos de mantenimiento a satisfacción de los clientes.

Este taller de mantenimiento automotriz, a lo largo de su vida de servicio, estará caracterizado mayormente por:

- Tecnología
- Personal Capacitado
- Precios Competitivos
- Capacidad de Servicio
- Infraestructura Moderna

Tecnología: Las máquinas y herramientas con las que estará equipado el taller corresponderán a las exigencias tecnológicas de los vehículos actuales.

Personal Capacitado: El personal que se encargará de atender a los clientes y dar solución a sus requerimientos deberá estar calificado, es decir, que se contratarán mecánicos especializados y poli-funcionales, los cuales estarán bajo el mando de un Ingeniero Mecánico que presente la aptitud para el cargo.

Precios Competitivos: Con el objeto de acaparar la mayor cantidad de clientes, pertenecientes al mercado potencial, los precios no pueden desentonar con los ofertados por la competencia.

Capacidad de Servicio: El equipamiento del taller le permitirá brindar mantenimiento preventivo o correctivo, según sea el caso, a la gran variedad de vehículos pertenecientes al parque automotor del Cantón Rumiñahui, sin importar la marca fabricante, priorizando la atención nocturna a los buses y busetas que forman parte de Condorvall.

Infraestructura Moderna: Las instalaciones del taller presentaran una distribución de planta adecuada, la cual permitirá optimizar el espacio designado para las distintas áreas, lo que a su vez reduce el tiempo y la distancia para los movimientos.

Dentro de los servicios que ofrecerá el taller, por su frecuencia de demanda, destacan:

- Cambio de aceite y filtros
- ABC del motor
- Mantenimiento y reparación de sistemas mecánicos en general
- Mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos
- Enderezada y pintura

7.1.3. CLASIFICACIÓN POR SU USO/EFEECTO

Los talleres de mantenimiento automotriz se encuentran dentro del sector terciario, ya que no generan ningún tipo de producto, más bien ayudan a alargar la vida útil de los vehículos mediante procesos de mantenimiento y reparación, tomando en cuenta que el servicio que brindan no es duradero pero que constituye un respaldo para las empresas dedicadas a la fabricación de vehículos.

“En la cuarta revisión del CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas) se establecen categorías separadas correspondientes a la reparación de todo tipo de bienes. Sin embargo, no existe ninguna categoría agregada que abarque todas las actividades de reparación. Según el objeto de la reparación, las actividades se clasifican como sigue:

- La reparación de vehículos automotores y motocicletas se clasifica en las clases 4520 y 4540, respectivamente”.

La clasificación general del CIIU divide a las actividades económicas en categorías individuales, las cuales están organizadas dentro de 21 secciones, en donde las actividades de reparación y mantenimiento se encuentran de la sección G, tal como se muestra en la Tabla 7.1:

Tabla 7.1: Estructura General de Clasificación de Servicios según la CIIU

SECCIÓN	DIVISIONES	DESCRIPCIÓN
A	01-03	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
B	05-09	Explotación de minas y canteras
C	10-33	Industrias manufactureras
D	35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E	36-39	Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación
F	41-43	Construcción
G	45-47	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
H	49-53	Transporte y almacenamiento
I	55-56	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
J	58-63	Información y comunicaciones
K	64-66	Actividades financieras y de seguros
L	68	Actividades inmobiliarias
M	69-75	Actividades profesionales, científicas y técnicas
N	77-82	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O	84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
P	85	Enseñanza
Q	86-88	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
R	90-93	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas
S	94-96	Otras actividades de servicios
T	97-98	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio
U	99	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales

Fuente: NACIONES UNIDAS, Clasificación Internacional de Industrias Unificadas, New York, 2009.
Elaboración: Propia

Dentro de la estructura detallada de la sección G, se observa que la actividad de mantenimiento y reparación de vehículos se encuentra dentro del grupo 452, clase 4520, lo cual se aprecia en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2: Estructura Detallada de Clasificación de Servicios según la CIU³⁹

División	Grupo	Clase	Descripción
45			Comercio al por mayor y al por menor y reparación de vehículos automotores y motocicletas
	451	4510	Venta de vehículos automotores
	452	4520	Mantenimiento y reparación de vehículos automotores
	453	4530	Venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores
	454	4540	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y sus partes, piezas y accesorios
46			Comercio al por mayor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas
	461	4610	Venta al por mayor a cambio de una retribución o por contrata
	462	4620	Venta al por mayor de materias primas agropecuarias y animales vivos
	463	4630	Venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco
	464		Venta al por mayor de enseres domésticos
		4641	Venta al por mayor de productos textiles, prendas de vestir y calzado
		4649	Venta al por mayor de otros enseres domésticos
	465		Venta al por mayor de maquinaria, equipo y materiales
		4651	Venta al por mayor de ordenadores, equipo periférico y programas de informática
		4652	Venta al por mayor de equipo, partes y piezas electrónicos y de telecomunicaciones
		4653	Venta al por mayor de maquinaria, equipo y materiales agropecuarios
		4659	Venta al por mayor de otros tipos de maquinaria y equipo
	466		Otras actividades de venta al por mayor especializada
		4661	Venta al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y productos conexos
		4662	Venta al por mayor de metales y minerales metalíferos
		4663	Venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería y equipo y materiales de fontanería y calefacción
		4669	Venta al por mayor de desperdicios, desechos y chatarra y otros productos n.c.p.
	469	4690	Venta al por mayor no especializada

³⁹ NACIONES UNIDAS, Clasificación Internacional de Industrias Unificadas, New York, 2009.

Las actividades que comprende la clase 4520, según la CIIU, son:

1. Mantenimiento y reparación de vehículos automotores:
 - Reparaciones mecánicas
 - Reparaciones eléctricas
 - Reparación de sistemas de inyección electrónicos
 - Reparación de carrocerías
 - Reparación de partes de vehículos automotores
 - Reparación de pantallas y ventanas
 - Reparación de asientos
 - Servicio ordinario
 - Lavado, pulido, etcétera
 - Pintura con pistola o brocha
2. Reparación, colocación o sustitución de cubiertas y cámaras
3. Tratamiento anti-óxido
4. Instalación de partes, piezas y accesorios que no se realiza como parte del proceso de fabricación.

7.1.4. SERVICIOS COMPLEMENTARIOS/SUSTITUTOS

Como punto de partida resulta primordial hacer una distinción entre la definición de los servicios complementarios y la definición de servicios sustitutos.

- Los *servicios complementarios* son aquellos que suelen utilizarse de manera conjunta y si uno de ellos se ve afectado por algún factor positivo o negativo, consecuentemente el otro también sufrirá la misma afectación.
- Los servicios sustitutos, en cambio, son aquellos que compiten entre sí, ya que satisfacen la misma necesidad del usuario. En cuanto la demanda de uno de ellos baje, por algún factor de mercado, entonces el otro podrá sacar ventaja, ya que su demanda aumentará debido a la necesidad del cliente.

a) Servicios Complementarios

En concordancia con su definición, se deduce que los servicios complementarios al taller de mantenimiento automotriz pueden ser brindados por lavadoras y pulidoras de autos, almacenes de autopartes y auto lujos.

- **Lavadoras y pulidoras de autos:** Aunque no es estrictamente necesario, la gran mayoría de usuarios, complementan el mantenimiento de su vehículo con lavado y pulido.
- **Almacenes de autopartes:** Estos almacenes son los proveedores directos de los repuestos que se utilizan en los talleres de mantenimiento automotriz, por lo que se encuentran en relación directa de dependencia, es decir, estos almacenes sufrirían bajas considerables en su demanda si uno de los talleres de mantenimiento automotriz, constituido como cliente fijo, llegara a quebrar.
- Condorvall S.A., cuenta con un almacén de autopartes, por lo que los réditos de este servicio complementario quedarían dentro de la misma empresa.
- **Auto-lujos:** Los almacenes de auto-lujos también tienen cierta relación de dependencia con los talleres automotrices, no muy significativa, pero en ocasiones también proveen de repuestos menores a dichos talleres.

b) Servicios Sustitutos

Este taller podría ser sustituido por: Centros Múltiples, Centros Especializados de Mantenimiento Automotriz y Talleres Concesionarios.

- **Centros Especializados de Mantenimiento Automotriz:** Se caracterizan por su tecnología de punta, ya que cuentan con equipos innovadores, por lo que pueden ofrecer mantenimiento predictivo (gracias a los equipos de detección), a más de mantenimiento preventivo y correctivo.
- **Talleres Concesionarios:** Al adquirir un vehículo nuevo, las concesionarias ponen a disposición del cliente sus talleres de mantenimiento, como un soporte para cumplir con la garantía. A pesar de que ofrecen repuestos originales, son muy pocos los usuarios que, terminado el tiempo de garantía,

continúan visitando estas talleres, debido a los excesivos precios que manejan.

Cabe resaltar que todos los Talleres de Mantenimiento Automotriz, ubicados en el Valle de los Chillos, son potenciales competidores, los mismos que se constituyen en precedente para que el taller perteneciente a Condovall adopte como estrategia procesos de mejora continua, con lo que garantizará la satisfacción de los usuarios y se convertirá en la primera alternativa para ellos.

7.1.5. NORMATIVA TÉCNICA Y COMERCIAL

El taller automotriz debe verse como una empresa, constituida por factores económicos, materiales, técnicos y humanos, cuya proyección es el mejoramiento continuo de sus niveles de calidad, mediante su manejo dentro de las normas técnicas pertinentes y estándares de calidad internacionales.

La mayor parte de talleres automotrices, existentes en el Ecuador, presentan las siguientes limitantes:

- No existe orden y limpieza en el espacio físico de trabajo.
- Ineficiente distribución de planta, es decir, existe aglomeración de herramientas, materiales y equipos.
- No están bien delimitadas las áreas de trabajo.
- No existen prácticas de normas de seguridad.
- Los empleados no usan la ropa adecuada para los distintos trabajos.

Con el propósito de que las condiciones de trabajo sean las óptimas y permitan el desarrollo del taller, se debe poner en práctica la normativa concerniente a seguridad e higiene industrial.

En el Ecuador rige el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente, de donde se han tomado las normas que deben ser consideradas dentro del taller de mantenimiento automotriz, resumidas en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3: Resumen de Normas a Observarse en el Taller Automotriz

Código	Elementos	Disposición
Capítulo III Art. 39	Agua potable	1. "En todo establecimiento o lugar de trabajo, deberá proveerse en forma suficiente, de agua fresca y potable para consumo de los trabajadores"
Capítulo III Art. 39	Aseo	6. "Los aparatos, máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza"
Título III Capítulo II Art. 76	De los dispositivos de Seguridad	"Todas las partes fijas o móviles de motores, órganos de transmisión y máquinas, agresivos por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva y proyectiva en que resulte técnica y funcionalmente posible, serán eficazmente protegidos mediante resguardos u otros dispositivos de seguridad"
Capítulo V Art. 67	Disposición de basura y desechos industriales	"La eliminación de desechos sólidos, líquidos o gaseosos se efectuará con estricto cumplimiento de lo dispuesto en la legislación sobre contaminación del medio ambiente"
Título III Capítulo IV Art. 92	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	2."Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas"
Capítulo V Art. 56	Iluminación	1." Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos"
Título III Capítulo IV Art. 91	Operación de Maquinaria y Dotación de Equipo	2. "Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar"
Título II Art. 34	Limpieza	5. " Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización ofrezca mayor peligro"
Título V Capítulo II Art. 154	Prevención, protección y combate de incendios	"En los locales de alta concurrencia o peligrosidad se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuente de suministro"
Capítulo IV Art.64	Señalización	2. "La señalización de seguridad no sustituirá en ningún caso a la adopción obligatoria de las medidas preventivas, colectivas o personales necesarias para la eliminación de los riesgos existentes, sino que serán complementarias a las mismas"

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente
Elaboración: Propia

7.2. ESTUDIO TÉCNICO

Previo la selección y diseño de la distribución de planta más adecuada, de acuerdo con las necesidades de Condorvall S.A., se deben definir factores como: el tamaño del proyecto, la localización, los procesos a realizarse dentro de éste y los requerimientos de equipos, herramientas y mano de obra.

7.2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO

Mediante la selección adecuada del tamaño del proyecto, se puede deducir la cantidad de trabajadores, maquinaria y material, necesarios para cumplir con las expectativas de mercado.

7.2.1.1. Factores Determinantes del Proyecto

7.2.1.1.1. El Mercado

Para establecer el tamaño del proyecto, es decir, la cantidad de clientes a los que se apunta, se realizó una encuesta, la misma que consta en el anexo 4.1., de donde se obtuvo como respuesta principal que: el 100% de los socios encuestados de Condorvall acogieron positivamente la idea de la creación de su propio Taller Automotriz.

Por lo tanto, se cuenta con un mercado de 39 cliente fijos, los cuales serán atendidos en un promedio de tres por noche, para evitar la interrupción de sus actividades cotidianas. Según los directivos de Condorvall, en pocos meses se adquirirán 13 nuevas unidades, las cuales serán también consideradas como potenciales clientes.

Una vez ejecutado el proyecto, mediante la adopción de estrategias de marketing, y alianzas estratégicas con otras Cooperativas de Transporte del Sector, se pretende acaparar un buen porcentaje del parque automotor del cantón Rumiñahui.

Gracias a la información proporcionada por el Gerente de Condorvall, se obtienen datos acerca de la cantidad de buses pertenecientes a Compañías similares, lo cual se observa en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4: Capacidad instalada de las Cooperativas de Transporte pertenecientes al Cantón Rumiñahui

Cooperativas	No. Unidades
Amaguaña	72
Antisana	17
Azblan	18
Capelo	16
Calsig	35
Los Chillos	68
Marcopolo	43
Pintag	17
Termasturis	44
Turismo	24
Vingala	40
Total	394

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

Estas cooperativas se constituyen en potenciales clientes, tomando en cuenta que existe más mercado al que se puede apuntar.

Según estudios realizados por la CORPAIRE, se ha determinado que en Quito existe un vehículo por cada cinco habitantes, cifra que se hace extensiva al Cantón Rumiñahui, por estar dentro de la provincia de Pichincha.

Por otra parte, datos arrojados por el INEC en el censo del 2010, permiten conocer la población del Cantón Rumiñahui, detallada en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5: Población del Cantón Rumiñahui⁴⁰

Población del Cantón Rumiñahui por: Grandes grupos de edad	Hombre	Mujer	Total
Población del Cantón Rumiñahui por: De 0 a 14 años	11613	11162	22775
Población del Cantón Rumiñahui por: De 15 a 64 años	27708	29655	57363
Población del Cantón Rumiñahui por: De 65 años y más	2596	3118	5714
Población del Cantón Rumiñahui por: Total	41917	43935	85852

⁴⁰ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC): Censo de Población y Vivienda 2010.

Por lo tanto, el cantón Rumiñahui cuenta con una población vehicular de aproximadamente 17171 vehículos, de los cuales, según la Subjefatura de Tránsito de dicho cantón, el 30% son pesados y el resto livianos.

Entonces, existen 5151 vehículos pesados en el Cantón Rumiñahui (aproximadamente). Este parque vehicular constituye un panorama alentador para la puesta en marcha del proyecto. De este valor, Condorvall pretende acaparar el 20% anual, lo que se traduce en 1030 vehículos pesados atendidos anualmente.

Del total de vehículos livianos, que es de 10020, se pretende acaparar un 30% anual, lo que se traduce en 3606 vehículos livianos atendidos anualmente.

En resumen: se pretende atender a aproximadamente 4609 vehículos durante el primer año. De esta manera se espera que el taller llegue a contar con un promedio mínimo de 15-16 clientes durante el día y 3 durante la noche.

7.2.1.1.2. Disponibilidad de Recursos Financieros

Anualmente Condorvall maneja un promedio de medio millón de dólares, aproximadamente. Una parte de este dinero será dispuesto para la construcción del Taller de Mantenimiento Automotriz, es decir que, este proyecto será financiado en un porcentaje por la misma Compañía y el resto provendrá de un crédito proporcionado por la CFN (Corporación Financiera Nacional).

El dinero aportado por Condorvall provendrá de las contribuciones diarias (\$12,00) de los accionistas de la mencionada Compañía, además de los ingresos que se generarán de la inclusión de 4 nuevos accionistas (\$22 000,00 c/u). Por lo tanto, el dinero líquido que posee Condorvall para poner en marcha el proyecto es de aproximadamente 300 000 dólares.

7.2.1.1.3. Disponibilidad de Mano de Obra

La mano de obra es el pilar fundamental para la puesta en marcha del taller, ya que constituye la fuerza de trabajo encargada de dar solución a las necesidades

inmediatas que presenten los vehículos que lleguen hasta el taller de mantenimiento, ya sean éstas de prevención o de corrección.

El presente proyecto pretende reclutar a personal altamente capacitado para el cumplimiento cabal de las tareas que se le asignen, tanto en el área técnica como en el área operativa, por lo que a sus hojas de vida deberán adjuntar los certificados que abalen una experiencia mínima de 3 años en trabajos similares.

Una de las cualidades ineludibles del personal operativo es la polifuncionalidad, con lo que garantizan un desenvolvimiento eficiente en más de un área de trabajo.

El reclutamiento del personal no es tarea difícil, puesto que existe un mercado extenso de profesionales perteneciente no sólo a la ciudad de Sangolquí sino también a Quito y que manejan con excelencia sus conocimientos adquiridos en el área automotriz.

7.2.1.1.4. Disponibilidad de Tecnología

En la actualidad se cuenta con muchas empresas ubicadas en la ciudad de Quito en las cuales se pueden adquirir equipos con tecnología de punta, los cuales son necesarios para llevar a cabo cada uno de los trabajos que se requieran dentro del Taller. Dentro de estos equipos están: Banco de Pruebas para Sistemas de Inyección Diesel, Rectificadora de Tambores de Freno, Scanners de Diagnóstico Diesel, Analizador de Gases Contaminantes, entre otros.

Como proveedor potencial de la mayor cantidad de equipos está: TECNOVA.

7.2.1.1.5. Disponibilidad de Materiales e Insumos

Para la adquisición de materiales e insumos se cuenta igualmente con empresas situadas al norte de la ciudad de Quito, ya que en Sangolquí únicamente se encuentran pequeñas distribuidoras. En la tabla 7.6 se pueden apreciar algunas de las empresas recomendadas para la compras al por mayor, sin que sea necesario la limitación exclusiva a éstas.

Tabla 7.6: Proveedores de Materiales e Insumos

Proveedor	Dirección	Teléfono
CONAUTO	Av. 10 de Agosto N40-12	2269208
GARNER ESPINOSA C.A	Av. Eloy Alfaro N73-22 y Calle 40	2808408
RAMHS Cía. Ltda.	Av. 10 de Agosto N67-19 y los Ciruelos	2484346
RODO Truck S.A.	Av. 10 de Agosto N66-321 y los Cerezos	2807370

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

Cabe resaltar que los repuestos serán adquiridos en MAVESA, con quienes se tiene contacto permanente.

7.2.1.1.6. *Tamaño Óptimo del Proyecto*

El análisis de los parámetros limitantes del tamaño del proyecto mostró que se tiene buena disponibilidad de recursos para el taller.

En base al análisis del mercado, se concluyó que se atenderán de 18 a 19 vehículos diarios. Para cumplir con este cometido se vuelve absolutamente necesario que se ofrezca una alta gama de servicios.

Las áreas en las que se desenvolverá el trabajo son 4, en cada una de las cuales se realizarán distintas tareas diarias, según el requerimiento de cada cliente.

Los servicios, por áreas, ofertados por el Taller Automotriz Condorvall, son:

Área 1: Mecánica de Patio

MOTOR

- a) Servicio Express que incluye:
 - Cambio de aceite y filtro motor
 - Revisión de niveles y filtros
 - Lavado (opcional)
 - ABC Motor incluye:

- Limpieza de inyectores
- Cambio de aceite y filtro motor
- Cambio Filtro de Aire
- Cambio Filtro y Pre-filtro de combustible
- Lavado del tanque de combustible
- Revisión de niveles
- Revisión de bandas
- Lavado del cuerpo de aceleración

b) Refrigeración

- Revisión/Cambio de refrigerante
- Revisión de fugas del sistema de refrigeración

c) Distribución

- Revisión de la cadena/correa de transmisión
- Revisión de la holgura de las válvulas

FRENOS

a) Inspección y calibración de frenos

b) ABC Frenos incluye:

- Revisión y limpieza de tambores
- Revisión y mantenimiento de válvulas de freno
- Revisión de compresores
- Revisión visual de tuberías y cañerías
- Revisión de banda accesoria
- Remachado de zapatas
- Rectificado de tambores
- Calibración de frenos
- Lubricación y revisión de rodamientos
- Revisión del secador de aire

TRANSMISIÓN

a) Embrague

- Chequeo/Cambio del nivel y estado de líquido de embrague
- Revisión del estado del disco de embrague
- Revisión de fugas de líquido de embrague

b) Caja y diferencial

- Cambio de aceite de caja
- Revisar estado de cardanes
- Engrase de crucetas y uniones
- Cambio de aceite del diferencial

DIRECCIÓN

a) Dirección hidráulica

- Revisión y engrase de cada sección del sistema de dirección
- Cambio de líquido de dirección
- Revisión de juego en el volante
- Revisión y cambio de homocinéticas

CARROCERÍA

- Revisión del estado de la carrocería
- Engrasar uniones
- Ajuste de pernos

SUSPENSIÓN

a) Amortiguadores

- Cambio de amortiguadores

b) Ballestas

- Revisión del estado de los elementos de las ballestas

c) Engrase de partes de la suspensión

NEUMÁTICOS

- Rotación de neumáticos
- Balanceo de neumáticos
- Alineación de neumáticos
- Reparación de neumáticos
- Inflado con nitrógeno

Área 2: Mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos

- Revisión de luces y accesorios eléctricos (bocina, limpiaparabrisas, etc)
- Check-up System (Diagnostico de fallas)
- Revisión de nivel de electrolito de la batería y limpieza.
- Revisión/cambio de sensores.

Área 3: Enderezado y Pintura

Área 4: Lavado

7.2.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La localización del Talle Automotriz Condorvall ha sido seleccionada tomando en cuenta las repercusiones económicas que se producirán a largo plazo.

7.2.2.1. Macro-localización

En cuanto a la macro-localización: Las instalaciones del Taller de Mantenimiento Automotriz Condorvall serán ubicadas en la Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, ya que es esta la macro-localización de la Sede actual de Condorvall y el sitio donde viven la mayor cantidad de propietarios de las unidades de transporte, lo que los favorece en caso de presentarse algún fallo que requiera ser atendido con suma urgencia.

7.2.2.2. Micro-localización

Para la micro-localización se procede al estudio para determinar la ubicación más adecuada del Taller. Los lugares a considerarse son principalmente:

- Terreno de 1000 m², ubicado en la Sede de Condorvall, barrio Mushuñán.

- Terreno de 10000 m², ubicado en el barrio San Vicente (1 Km al sur de la Sede de Condorvall).

Estos lugares se consideran debido a la disponibilidad del terreno y la cercanía del Centro de Operaciones de Condorvall.

Se procede a la selección de la alternativa más adecuada mediante el Método Cuantitativo por Puntos, el cual consiste en cuantificar a los factores influyentes en la selección, dándoles cierto peso (en la escala de 0 a 1), dependiendo de su importancia. Se realizará un análisis de cada uno de estos factores para cada una de las alternativas planteadas “a” Terreno ubicado en el barrio Mushuñán y “b” Terreno ubicado en el barrio San Vicente.

Los factores a ser analizados para las distintas alternativas, con su peso respectivo, son los siguientes:

- Oferta de mano de obra

Se debe tomar en cuenta que si no fuera por la fuerza de trabajo (factor humano), no se podría poner en marcha al Taller, por lo tanto a este factor se le asigna un peso de 0.15.

- Espacio para expansión

Siempre pensando en el crecimiento, debido a las demandas de la competitividad se debe seleccionar un terreno que a futuro presente facilidades para agrandar al Taller. Por este motivo se le asigna un peso de 0.12 a este factor.

- Actitud de la comunidad

Este tipo de servicio no involucra niveles altos de ruido ni excesiva contaminación, por esto no se espera oposición de la comunidad ni problemas con vecinos. A este factor se le asigna un peso de 0.06.

- Cercanía al mercado

Gracias al mercado es que se obtiene el flujo de ingresos, lo que permite la continuidad y crecimiento de la empresa, por lo que su peso es de 0.11.

- Topografía del lugar

De preferencia se necesita un lugar plano, para evitar costos propios de adecuación. Sin embargo este no es un factor que afecte de sobremanera la economía del Taller, por lo tanto se le ha asignado un peso de 0.08.

- Costo del terreno

El costo del terreno es la inversión inicial y una de las más fuertes, por lo que tiene un peso de 0.11.

- Costo de la infraestructura

Se debe tener en consideración el costo de la infraestructura a largo plazo, tomando en cuenta que la idea latente de expansión traerá consigo también un costo no solo de la adquisición del terreno sino de la infraestructura nueva. Por este motivo a este factor se le asigna un peso de 0.1.

- Disponibilidad de servicios básicos

Debido a la presencia de personas en el Taller, ya sean clientes o trabajadores, se debe contar con todos los servicios básicos, por lo que a este factor se le asigna un peso de 0.12.

- Posibilidad de eliminación de desechos

Si bien es cierto los desechos generados no son excesivos, no se puede ocultar que existen y que contribuyen con el calentamiento global, por lo que la posibilidad de su gestión es indispensable. Este factor tiene un peso de 0.15.

Una vez identificados los factores relevantes y su peso respectivo se procede con la calificación de las alternativas tal como se muestra en la tabla 7.7.

Finalmente se multiplica cada peso por el puntaje asignado a cada alternativa para obtener valores ponderados, los cuales permiten distinguir a la mejor alternativa.

Tabla 7.7: Matriz locacional

Factores	Peso	Alternativas		Ponderación	
		a	b	P(a)	P(b)
Oferta Mano de Obra	0,15	7	7	1,05	1,05
Espacio Para Expansión	0,12	9	3	1,08	0,36
Actitud de la Comunidad	0,06	6	6	0,36	0,36
Cercanía al Mercado	0,11	7	7	0,77	0,77
Topografía del lugar	0,08	9	4	0,72	0,32
Costo del terreno	0,11	6	10	0,66	1,1
Costo de la infraestructura	0,1	8	3	0,8	0,3
Disponibilidad de servicios básicos	0,12	3	10	0,36	1,2
Posibilidad de eliminación de desechos	0,15	8	7	1,2	1,05
SUMA	1	63	57	7	6,51

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

De acuerdo a la tabla anterior el terreno idóneo para la construcción del Taller Automotriz de Condorvall es el de 10000m² (opción a), ubicado en el barrio San Vicente – Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha.

7.2.2.2.1. Plano de Microlocalización

En la Figura 7.1 se aprecia la ubicación del terreno seleccionado.



Figura 7.1: Plano de micro-localización del Taller Automotriz Condorvall

7.2.3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

La ingeniería del proyecto se constituye en el paso primordial para la determinación de los procesos del servicio. Cada proceso deberá ser detallado exhaustivamente tomando en cuenta los equipos a adquirir, la mano de obra y los materiales e insumos indispensables para el funcionamiento del Taller.

7.2.3.1. Procesos del Servicio



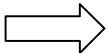
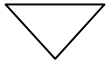
Independientemente del servicio que se ofrecerá, el proceso comprenderá las actividades propias de la recepción del vehículo, el diagnóstico de fallas, el desarrollo del mantenimiento/repación requerido, el control de calidad y el despacho de la unidad atendida. Estas actividades se evidencian en el diagrama de procesos.

7.2.3.2. Diagrama de Procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza

Para su mejor desarrollo incluye, además, información necesaria para el análisis, tal como: distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Los símbolos utilizados son los siguientes:

-  Operación
-  Inspección
-  Transporte
- **D** Demora
-  Almacenamiento

Por lo tanto, el diagrama general de procesos para el taller es el que se muestra en la Tabla 7.8 y la estimación de tiempos y distancias se indica en la Tabla 7.8 A.

Tabla 7.8: Diagrama de Procesos del Taller

Actividad	Op.	Tran.	Insp.	Dem.	Alm.
1. Comprar insumos y repuestos	1. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
2. Transportar insumos y repuestos	<input type="radio"/>	1. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
3. Almacenar insumos y repuestos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	1. <input type="checkbox"/>
4. Inspeccionar insumos y repuestos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	1. <input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
5. Recibir vehículos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. D	<input type="checkbox"/>
6. Realizar pre-diagnóstico al vehículo	2. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
7. Emitir orden de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. D	<input type="checkbox"/>
8. Ingreso del vehículo al área de trabajo	<input type="radio"/>	2. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
9. Desmontaje de partes (de ser necesario)	3. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
10. Determinar tareas: (mantenimiento preventivo, correctivo)	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
11. Traslado de repuestos e insumos al área de trabajo	<input type="radio"/>	3. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
12. Ejecutar tareas	4. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
13. Control de calidad de las tareas ejecutadas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
14. Montaje de partes desmontadas	5. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
15. Traslado del vehículo al área de lavado	<input type="radio"/>	4. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
16. Lavado y pulido del vehículo	6. <input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
17. Traslado del vehículo al área de control de calidad general	<input type="radio"/>	5. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
18. Control de calidad antes de la entrega	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>
19. Cierre de la orden de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. D	<input type="checkbox"/>
20. Entrega del vehículo al cliente	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. D	<input type="checkbox"/>

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Propia

Tabla 7.8A: Especificación de tiempos y distancias de los Procesos del Taller

Actividad	Dist.	Tiempo	Encarg.
1. Comprar insumos y repuestos		3 días	Bodeguero
2. Transportar insumos y repuestos	45 Km	5 horas	Chofer
3. Almacenar insumos y repuestos		5 horas	Bodeguero
4. Inspeccionar insumos y repuestos		3 horas	Jefe de taller
5. Recibir vehículos		5 min.	Jefe de taller
6. Realizar pre-diagnóstico al vehículo		10 min.	Jefe de taller
7. Emitir orden de trabajo		5 min.	Jefe de taller
8. Ingreso del vehículo al área de trabajo	20 - 48 m.	1 min.	Mecánico de patio
9. Desmontaje de partes (de ser necesario)		1 mín.	Mecánico de patio
10. Determinar tareas: (mantenimiento preventivo, correctivo)		5 min.	Mecánico de patio
11. Traslado de repuestos e insumos al área de trabajo	4,5 – 44 m.	5-7 min.	Ayudante del Mecánico
12. Ejecutar tareas		0.5 – 4 horas	Mecánico + Ayudante
13. Control de calidad de las tareas ejecutadas		10 min.	Jefe de Taller
14. Montaje de partes desmontadas		1 hora	Mecánico + Ayudante
15. Transporte del vehículo al área de lavado		5 min.	Ayudante
16. Lavado y pulido del vehículo	4 – 25 m.	15 min.	Ayudante
17. Traslado del vehículo al área de control de calidad general	4 – 35 m.	2 min.	Ayudante
18. Control de calidad		2 min.	Jefe de Taller
19. Cierre de la orden de trabajo		5 min.	Jefe de Taller
20. Entrega del vehículo al cliente	4 – 16 m.	1-3 min.	Jefe de Taller

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Propia

7.2.3.3. Requerimiento de Mano de Obra

La cuantificación de la mano de obra directa se realiza en base a la cantidad de vehículos a atender, tomando en cuenta que se trabajarán 16 horas al día, lo que genera el requerimiento de dos turnos rotativos de 8 horas cada uno (de 9:00 a 18:00 y de 21:00 a 6:00), teniendo presente que si la demanda aumenta se trabajarían horas extras legalmente remuneradas y de ser necesario se contrataría más gente para cubrir dicha demanda.

Se trabajarán también los días sábados, reconociendo el monto por horas extras.

Según las respuestas a la pregunta 8 de la encuesta mostrada en el anexo 4.1, se investigó que los propietarios de las unidades de Condorvall llevan a sus automotores al taller, en promedio dos veces por mes, lo que garantiza el trabajo nocturno mensual.

Por tanto: En el día se atenderán de 15 a 16 vehículos (cantidad determinada en el tamaño del proyecto), y en la noche 3.

De acuerdo a las actividades a realizar, los tiempos estimados para cada tarea se muestran en las Figuras 7.2 y 7.3.

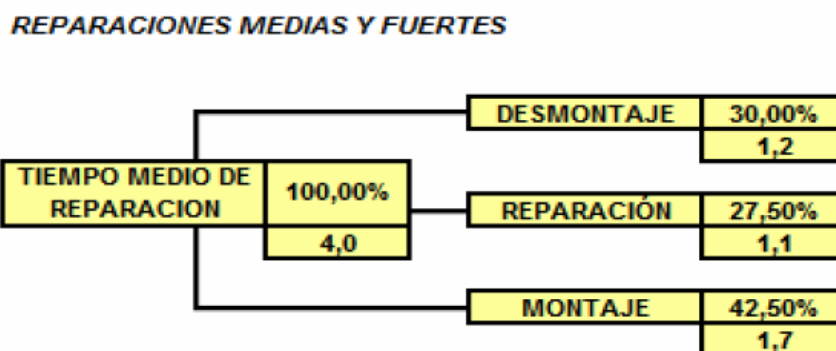


Figura 7.2: Tiempos medios estimados para reparaciones mecánicas⁴¹

⁴¹ VARGAS, M. Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros. EPN. Quito, 2007

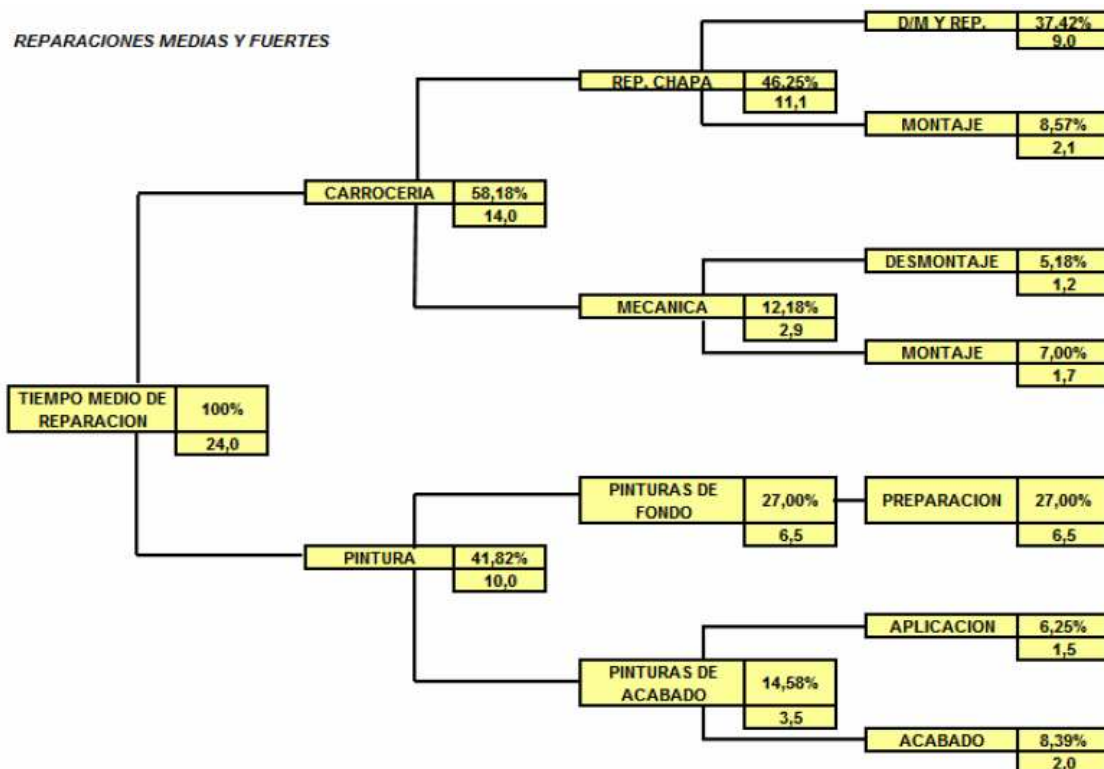


Figura 7.3: Tiempos medios estimados para reparaciones de colisión⁴²

Tomando en cuenta que la eficiencia de los trabajadores se reduce en la noche, únicamente se atenderán 3 vehículos pertenecientes a Condorvall, para lo cual se requiere un mecánico y un auxiliar.

Según la Figura 7.2 el tiempo medio de reparaciones mecánicas es de 4 horas diarias, por lo que contratando personal eficiente, que incluye: 4 mecánicos, 2 auxiliares y 1 electricista, se atenderían 10 vehículos por día

Al mismo tiempo que se realizan reparaciones, en otros puestos de trabajo se puede realizar mantenimiento preventivo, el cual toma un promedio de 2 horas por vehículo, Las colisiones no son muy frecuentes, por lo que se estima que para cubrir la

⁴² VARGAS, M. Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros. EPN. Quito, 2007

demanda que pueda suscitarse en esta área (1 a 2 vehículos por día), y tomando en cuenta que el tiempo promedio estimado para las reparaciones de colisiones, según la Figura 7.3, es de 24 horas, se trabajará únicamente el turno del día para lo que se requiere 2 enderezadores (que tengan conocimientos en pintura) y 1 auxiliar.

En la Tabla 7.9 se resume que: se requieren 6 mecánicos más 4 auxiliares y 1 electricista, para mecánica de reparación y mecánica de mantenimiento y 2 enderezadores más 1 auxiliar para el área de colisiones.

Tabla 7.9: Requerimiento de Mano de Obra Directa

Cargo	Número	Requerimientos
Jefe de taller	1	Estudios superiores en Mecánica Automotriz, con conocimientos en vehículos pesados. Capacidad de liderar un grupo de trabajo y buenas relaciones humanas.
Mecánico Integral	6	Bachiller técnico en mecánica automotriz. Experiencia mínima de 2 años en trabajos similares.
Auxiliar Mecánico	4	Conocimientos básicos de mecánica automotriz. Experiencia mínima de 6 meses en trabajos similares.
Enderezador	2	Conocimientos en enderezada y pintura Experiencia mínima de 3 años en trabajos similares.
Auxiliar de enderezador	1	Conocimientos básicos de enderezada y pintura. Experiencia mínima de 6 meses en trabajos similares.

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

Por otra parte, ninguna organización puede prestar servicios de calidad sin el auxilio de la mano de obra indirecta, cuyos requerimientos se encuentran detallados en la Tabla 7.10.

Tabla 7.10: Requerimiento de Mano de Obra Indirecta

Cargo	Número	Requerimientos
Asesor Técnico	1	Estudios superiores en Mecánica Automotriz y con conocimientos comerciales. Cursos de atención al cliente.
Administrador de empresas	1	Conocimiento de administración de empresas, finanzas. Experiencia mínima 2 años. De preferencia con vehículo propio.
Contador	1	Bachiller en contabilidad. Experiencia mínima 2 años.
Secretaria	1	Secretariado y Relaciones Humanas. Experiencia 1 año.
Chofer	1	Licencia tipo B o E, con experiencia mínima de 2 años.
Guardia	1	Guardianía. Perteneciente a una empresa de seguridad reconocida.
Conserje	1	Persona encargada de la limpieza, con buenas referencias personales.

Fuente: Condorvall
Elaboración: Propia

7.2.3.4. Requerimiento de Equipos y Herramientas

Para dar inicio a los trabajos dentro del taller se debe contar con los equipos y herramientas adecuadas, los cuales han sido seleccionados por puestos de trabajo:

- Mecánica de Patio
- Lavado
- Enderezada y Pintura
- Eléctrica y Electrónica
- Alineación y Balanceo

7.2.3.4.1. Requerimiento de Equipos

- Mecánica de Patio

Para el área de mecánica de patio se requieren los equipos especificados en la Tabla 7.11.

Tabla 7.11: Equipos requeridos para Mecánica de Patio

Cantidad	Equipo
5	Medidor de presión de neumáticos digital
5	Elevador hidráulico
5	Inflador de neumáticos con manómetro
5	Pistola de impacto 1/2"

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

- Lavado

En la Tabla 7.12 se muestran los requerimientos de equipos para el área de Lavado

Tabla 7.12: Equipos requeridos para el área de Lavado

Cantidad	Equipo
1	Máquina lavadora 4 HP 13 lts/min 220V/60 hz.
1	Aspiradora 2.72HP 110V 70 lts

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

- Enderezada y Pintura

En la Tabla 7.13 se detallan los requerimientos de equipos para el área de Enderezada y Pintura.

Tabla 7.13: Equipos requeridos para enderezada y pintura

Cantidad	Equipo
1	Horno de pintura
2	Pistola de pintura (soplete)
2	Compresor 2HP
2	Pulidora DW849
2	Lijadora
2	Equipo de suelda eléctrica
2	Equipo de suelda autógena
2	Remachadora
2	Máquina quita adhesivos
2	Cortador de tubos de escape

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

- Eléctrica y Electrónica

Los equipos requeridos para el área de eléctrica y electrónica están especificados en la Tabla 7.14.

Tabla 7.14: Equipos requeridos para el área de Eléctrica y Electrónica

Cantidad	Equipo
1	Scanner para motores diesel
2	Multímetro automotriz
2	Opacímetro
2	Probador de baterías digital
1	Banco de pruebas para inyectores y bombas diesel

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

- Alineación y Balanceo

Los requerimientos de equipos para alineación y balanceo se observan en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15: Equipos requeridos para el área de Alineación y Balanceo

Cantidad	Equipo
1	Balancadora 215 rpm, partida automática, 220V
1	Alineadora
1	Desmontadora de neumáticos
1	Vulcanizadora de neumáticos
1	Medidor de presión de neumáticos digital

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

- Equipos Complementarios

Para el buen funcionamiento del taller, se requiere de equipos auxiliares en diversas áreas, los cuales se detallan en la Tabla 7.16.

Tabla 7.16: Equipos complementarios requeridos para el taller

Cantidad	Equipo
2	Compresor 5HP
2	Manómetros de presión de combustible
2	Manómetros de compresión (diesel)
1	Equipo para medir estanqueidad en cilindros
2	Manómetros de presión de aceite
2	Prensa hidráulica de 15 ton
2	Comprobador hidrométrico de batería
2	Medidor de densidad de líquido de frenos
2	Medidor de densidad de líquido refrigerante
1	Grúa hidráulica 2 Ton
1	Taladro de pedestal
1	Gato hidráulico para transmisión 1.5 Ton
1	Estetoscopio
1	Leds para testear pulso e IAC
2	Comprimidore de resortes
1	Remachadora de zapatas
2	Lubricadoras manuales
1	Rectificadora de discos tambores
1	Comprobador de fugas radiador

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

7.2.3.4.2. *Requerimiento de Herramientas*

- **Mecánica de Patio**

Para el área de mecánica de patio se necesitan las herramientas mostradas en la Tabla 7.17.

Tabla 7.17: Herramientas requeridas para Mecánica de Patio

Cantidad	Herramienta
5	Alicate de corte 7"
5	Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs
5	Calibrador pie de rey digital
5	Juego dados 3/8" 40 pcs
5	Juego de destornilladores x 20 pcs
5	Embudo plástico de 6 lt
5	Probador de corriente (tipo destornillador)
5	Cautín 30W
5	Playo y llave de pico
5	Sujetador y juego de dados mando 3/8" 8-15mm
5	Mango articulado 3/8" x 8"
5	Mango berbiquí 1/2" x 16"
5	Mango articulado 1/2" x 15"
5	Par de cables elevadores de corriente
5	Destornillador plano grande
5	Destornillador estrella grande
5	Juego de llaves mixtas (boca-corona) 10-32mm
5	Llave hexagonal 12 Pcs Tipo Allen
5	Juego de llaves torx 9 pcs
5	Juego de copas 1/4" Stanley
5	Caddy portaherramientas
5	Playo de presión 10"
5	Extensión mando 1/2" x 5"
5	Extensión mando 1/2" x 10"
5	Palanca de fuerza articulada 1/2" x 17"
5	Trinquete 3/8" mango antideslizante
5	Trinquete 1/2" mango antideslizante
12	Caballetes 12 Ton para camiones y buses para área de frenos

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

- Lavado

En la Tabla 7.18 se observa claramente que la cantidad de herramientas para el área de lavado no es significativa.

Tabla 7.18: Herramientas requeridas para el área de Lavado

Cantidad	Herramienta
4	Balde
1	Manguera 30.48m x 15.9 mm
2	Escalera de aluminio

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

- Enderezada y Pintura

En la Tabla 7.19 se aprecian las herramientas requeridas para el buen funcionamiento del área de enderezada y pintura

Tabla 7.19: Herramientas requeridas para enderezada y pintura

Cantidad	Herramienta
4	Juego de dados mando 1/2" 8-34mm (28 piezas)
3	Chispero

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

- Eléctrica y Electrónica

Las herramientas necesarias para el área de eléctrica y electrónica están especificadas en la Tabla 7.20.

Tabla 7.20: Herramientas requeridas para el área de Eléctrica y Electrónica

Cantidad	Herramienta
2	Cautín
5	Cuchilla
2	Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs
5	Alicate de corte 7"

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

- Alineación y Balanceo

En la Tabla 7.21 se indican las herramientas útiles en el área de alineación y

balanceo.

Tabla 7.21: Herramientas requeridas para el área de Alineación y Balanceo

Cantidad	Equipo
3	Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs
2	Pinza para pesas

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares

Elaboración: Propia

- Herramientas Complementarias

Las herramientas complementarias, necesarias para la realización de cada uno de los trabajos, están detalladas en la Tabla 7.22.

Tabla 7.22: Herramientas complementarias requeridas para el taller

Cantidad	Equipo
3	Asiento mecánico con ruedas
1	Juego de llaves de cañería 6 pcs 8x9-17x19
1	Teclé 2 Ton
1	Soporte de motor 1250 lb
1	Juego de dados hexagonales macho/hembra 27 pcs.
2	Juego de dados profundos 1/2" 10-24 11 pzs
1	Cautín
3	Lámparas con extensión
1	Juego de dados de mando 3/4" 27 pcs 7/8" a 2"
1	Torcómetro de clic 1/2" 70-350
1	Torcómetro de clic 3/8" 20-100
1	Micrómetro 75-125
2	Micrómetro 50-100
4	Graseros Manual/neumático 6 pcs
2	Martillos de bola
1	Llave de tubo 18"
1	Llave de tubo 12"
1	Juego de machuelos
2	Pinza para anillos (rines)
2	Imanes
1	Multiplicador de torque 1/2" 3/4"
1	Multiplicador de torque 1"
2	Flexómetro 5m.
3	Cepillos de alambre

Tabla 7.22: Continuación

Cantidad	Equipo
1	Extractor 6" 2 brazos (Santiago)
1	Extractor 3" 3 brazos (Santiago)
1	Extractor 16" 3 patas (Santiago)
1	Extractor 24" 20 Ton hidráulico

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
Elaboración: Propia

7.2.3.5. Requerimiento de Insumos y Materiales

Tanto los equipos como las herramientas son de vital importancia para el inicio de las operaciones en el taller, pero estas operaciones no pueden llevarse a cabo sin un stock de insumos y materiales.

Los materiales e insumos que deben ser ingresados a bodega para que cubran la demanda del primer mes de funcionamiento están detallados en la tabla 7.23.

Cabe destacar que en la tabla 7.23 se muestran únicamente los insumos y materiales más comunes (en cantidad estimada) ya que todos los requerimientos se harán evidentes conforme se identifiquen las distintas necesidades de los usuarios.

Tabla 7.23: Insumos y Materiales requeridos para las actividades en el taller

Equipo	Cantidad
Aceite de motor	5 galones 15W40 Chevron (caneca)
Guaype	1 lb.
Líquido limpiador de parabrisas	10 lt.
Limpiacarbador	3 m
Líquido de frenos DOT3	355 ml Wagner
Lavador de manos Abro	1 galón
Cepillo de alambre	15 u
Refrigerante Delo vehículos diesel	5 galones
Aceite transmisión 75W85	litro Multigear
Aceite transmisión 80W90	10 lt.
Baterías 12V	30 u
Baterías 24V	30 u
Fusibles 10A	30 u
Fusibles 20A	30 u

Tabla 7.23: Continuación

Equipo	Cantidad
Fusibles 30A	30 u
Arandelas de cobre para cárter	10 juegos
Aceite para dirección hidráulica Dexron III	5 lt.
Pintura automotriz color naranja	10 lt
Pintura automotriz color verde	10 lt
Lijas de hierro	30 u
Remaches	Según se requiera
Tanque de oxígeno	1 u
Tanque de acetileno	1 u
Electrodo 6011	Según se requiera
Electrodo 7018	Según se requiera
Limpiaparabrisas	Según se requiera
Detergente	20 kg
Shampoo para auto	Según se requiera
Líquido penetrante	Según se requiera
Limpiador dieléctrico de contactos	Según se requiera
Spray para bornes de batería	4 u
Spray limpiador de frenos	6 u.
Desodorante	1 galón
Cera para piso	Según se requiera
Cepillo para lavado	1 u
Neumáticos	240 u
Bombillas	Según se requiera
Focos 24V un contacto	Según se requiera
Focos 24V dos contactos	Según se requiera
Escobas	3 u
Trapeadores	3 u
Mascarillas	Según se requiera
Filtros de aire	25 u
Filtros de combustible con trampa	25 u
Filtros de aceite	300 u
Zapatas de freno	Según se requiera
Grasa sintética a base de Litio de alta temperatura	Según se requiera
Cauchos para cilindro de freno	Según se requiera
Bujías de precalentamiento	Según se requiera

Fuente: Investigación realizada en establecimientos similares
 Elaboración: Propia

7.2.4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Por definición la distribución de planta es:

“La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller”.

El objetivo principal de la búsqueda de una distribución de planta óptima es obtener la máxima eficiencia en los procesos del taller, implantando los sistemas de la forma más productiva posible.

7.2.4.1. Aspectos Generales

7.2.4.1.1. *Objetivos Específicos de la Distribución de Planta*

- Disminución de la congestión
- Supresión de las áreas ocupadas innecesariamente
- Disminución de riesgo para el material o su calidad
- Disminución de retrasos y del tiempo de fabricación
- Reducción del riesgo para los trabajadores
- Mejorar la supervisión y el control

7.2.4.1.2. *Principios Básicos de la Distribución de Planta*

Para conseguir la meta de optimización económica de la explotación se deben tener en cuenta los siguientes principios de diseño:

- Integración:

La maquinaria, materiales, mano de obra directa, actividades auxiliares y demás factores que influyen en los procesos del taller, deben quedar integrados en una distribución que funcione como una sola máquina. De esta manera se evitan desplazamientos que conllevan a pérdida de tiempo.

- Mínima distancia recorrida

Es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.

- Flujo de materiales

La organización física de los procesos según el orden en el que se deben realizar complementa al principio anterior, tratando de eliminar los retrocesos o movimientos transversales.

- Volumen ocupado

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.

- Recursos Humanos

La salud y seguridad del personal debe ponerse siempre por encima de todo. La mejora de condiciones de trabajo es un principio que facilita la optimización del coste total de instalación y explotación, ya que si se reduce el esfuerzo necesario para realizar una tarea, es posible lograr una mayor producción por jornada.

- Flexibilidad

Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes. Dicha reordenación puede surgir como producto de la evolución continua para adaptarse al mercado, la evolución de la tecnología, los nuevos clientes, etc.

7.2.4.1.3. Tipos de Distribución de Planta

La distribución de planta se clasifica en base a tres criterios: según el flujo de trabajo, la función del sistema productivo y el flujo de materiales.

- **Según el flujo de trabajo**

a) Distribución por posición fija:

Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en un lugar fijo desde el inicio del proceso. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

b) Distribución por proceso o por Fusión:

En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. Este tipo de distribución presenta ventajas de flexibilidad y adaptabilidad, por lo que es recomendable para tareas no repetitivas: taller de mantenimiento, fabricación de moldes, etc.

c) Distribución por producto:

La distribución en planta por producto reduce al mínimo los movimientos de las personas y de las máquinas, ya que las operaciones están en secuencia. El material está en movimiento.

d) Distribución por grupo o por células de fabricación.

La distribución por células de fabricación consiste en la agrupación de las distintas máquinas dentro de diferentes centros de trabajo, denominadas celdas o células, donde se realizan operaciones sobre múltiples productos con formas y procesos similares. Se busca la maximización de la utilización de la mano de obra.

Haciendo una comparación entre las ventajas que presenta cada uno de los tipos de distribución de planta descritos anteriormente se tiene la Tabla 7.24.

Tabla 7.24: Comparación de los beneficios de las distribuciones de planta según el flujo de trabajo⁴³

Característica	Por Producto	Por Proceso	Grupo	Posición Fija
Tiempo de producción	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO
Trabajo en proceso	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO
Nivel de habilidad	A ELECCIÓN	ALTO	MEDIO-ALTO	VARIADO
Flexibilidad del producto	BAJO	ALTO	MEDIO-ALTO	ALTO
Flexibilidad de la demanda	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO
Utilización de la maquinaria	ALTO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	MEDIO
Utilización de la mano de obra	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
Costo unitario de producción	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO

- Según la función del sistema productivo
 - a) Almacenamiento: Colocación relativa de diversos componentes en un almacén.
 - b) Mercadeo: Ordenamiento de los componentes en función de la facilidad de su venta o publicidad.
 - c) Proyecto: Ordenamiento de los componentes para proyectos especiales.

- Según el flujo de los materiales, los más importantes son:
 - a) En línea
 - b) En U
 - c) En L
 - d) En O
 - e) En S

⁴³ <http://www.slideshare.net/fcubillosa/distribucin-en-planta>

7.2.4.1.4. Factores que Influyen en la Selección de la Distribución de Planta

Al realizar una buena distribución, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones.

- **Los materiales**

La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja.

- **La maquinaria**

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos.

- **La mano de obra**

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares.

- **El movimiento**

Hay que intentar que las mantenencias sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

- **Las esperas**

Se debe lograr que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene, siempre que sea procedente.

- **Los servicios auxiliares**

Facilitan la actividad principal que se desarrolla en la planta. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

- **La infraestructura**

La consideración de infraestructura es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia de la misma será determinante si ésta ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción.

- **Los cambios**

Es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo.

7.2.4.1.5. Selección del Tipo de Distribución de Planta Óptima

Los criterios para la selección del tipo de distribución de planta óptima para el taller automotriz Condorvall son:

- Flexibilidad Máxima
- Coordinación Máxima
- Utilización Máxima del Volumen
- Visibilidad Máxima
- Accesibilidad Máxima
- Distancia Mínima
- Manejo Mínimo
- Incomodidad Mínima
- Seguridad Inherente
- Seguridad Máxima

- Flujo Unidireccional
- Rutas Visibles
- Satisfacción del Cliente

Por tratarse de un servicio, se pondrá especial énfasis en la satisfacción y comodidad del cliente, más que en el propio desarrollo de las operaciones del proceso.

En base a los criterios enumerados anteriormente, al análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de distribución de planta, mostradas en la tabla 7.24, a la necesidad de circulación de los vehículos a ser atendidos y a las operaciones a desarrollarse en el taller, se ha llegado a la conclusión, en primera instancia, de que el tipo más adecuado para el diseño del taller es la distribución de planta por Proceso, con un flujo de materiales en U.

El flujo productivo en U, a su vez, permitirá que se facilite el traslado de las unidades a los distintos puestos de trabajo.

Para lograr una distribución más exacta se procederá al análisis con el método SLP (Systematic Layout Planning).

7.2.4.2. Aplicación del Método SLP (Planificación Sistemática de la Distribución en Planta)

La metodología SLP ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes.

Este método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

Las etapas sobresalientes del método SLP incluyen:

- Cuantificar el flujo de materiales entre departamentos (Ver diagrama de procesos)
- Construir el chart de relaciones
- Construir el diagrama de relaciones
- Determinar necesidades de espacio
- Construir layouts alternativos

7.2.4.2.1. Chart de Relaciones

Para el diseño de planta se toman en consideración las áreas necesarias en la producción. Resumiendo éstas en la Tabla 7.25, se tiene

Tabla 7.25: Identificación de Áreas de Trabajo

Número	Área
1	Mecánica de Patio
2	Trabajos Electrónicos y Eléctricos
3	Alineación y balanceo
4	Inflado con nitrógeno
5	Frenos
6	Fosa para lubricación
7	Lavado
8	Aspirado
9	Enderezada
10	Horno de pintura
11	Cuarto de máquinas
12	Pasillos
13	Inspección y control de calidad
14	Bodega
15	Recepción y despacho
16	Parqueaderos exclusivos Condorvall
17	Oficinas Área Administrativa-Contable
18	Baños

Fuente: Tamaño del Proyecto
Elaboración: Propia

Como paso siguiente se deben identificar las relaciones de grado de cercanía y de razón de cercanía.

La razón de cercanía se basa en los siguientes criterios:

1. Por secuencia de proceso
2. Por movimiento de equipos y suministros
3. Por control
4. Por recepción de clientes
5. Por ruido
6. No conviene

Se relaciona entonces cada actividad y se colocan éstas en la Tabla 7.26:

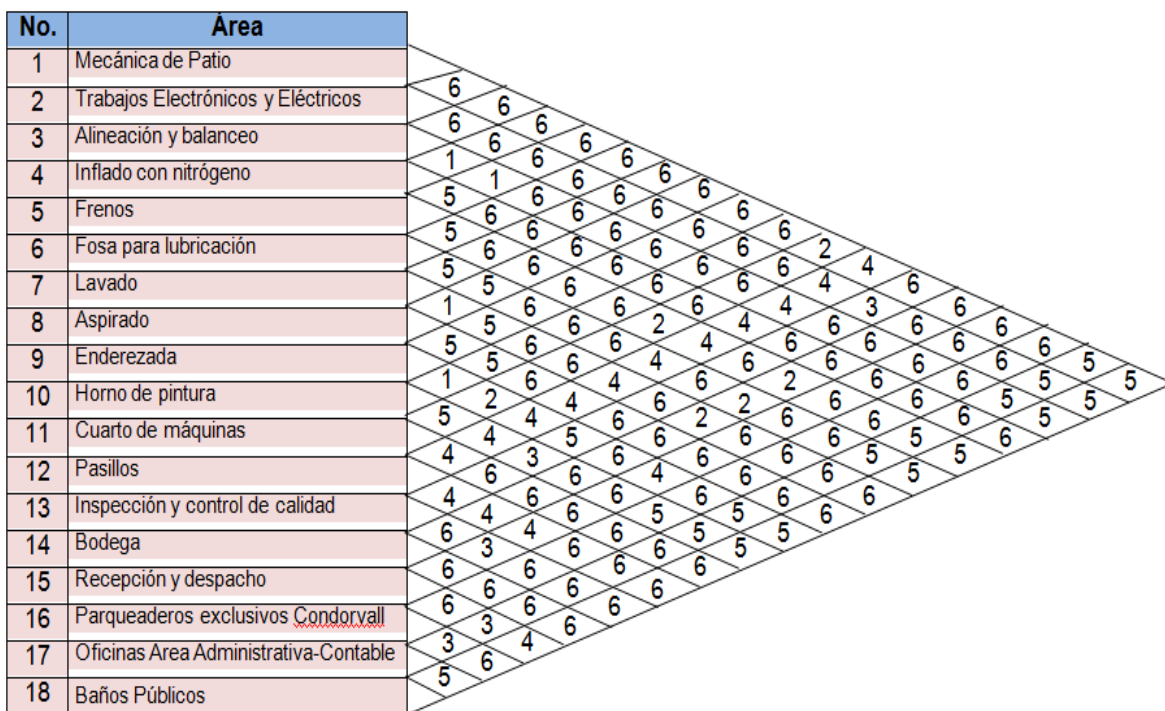
Tabla 7.26: Chart de relaciones en función del grado de cercanía

No.	Area
1	Mecánica de Patio
2	Trabajos Electrónicos y Eléctricos
3	Alineación y balanceo
4	Inflado con nitrógeno
5	Frenos
6	Fosa para lubricación
7	Lavado
8	Aspirado
9	Enderezada
10	Horno de pintura
11	Cuarto de máquinas
12	Pasillos
13	Inspección y control de calidad
14	Bodega
15	Recepción y despacho
16	Parqueaderos exclusivos Condorvall
17	Oficinas Área Administrativa-Contable
18	Baños Públicos

Fuente: Tamaño del Proyecto
 Elaboración: Propia

Utilizando el mismo criterio, se califica cada grado de cercanía en función a su razón de cercanía, con lo que se obtiene la Tabla 7.26A.

Tabla 7.26A: Chart de relaciones en función de la razón de cercanía



Fuente: Tamaño del Proyecto
 Elaboración: Propia

7.2.4.2.2. Diagrama de Relaciones

Una vez identificado el grado de importancia que tiene la cercanía de cada una de las áreas entre sí, se realiza el diagrama de relaciones, con líneas de colores, utilizando la codificación mostrada en la figura 7.4.



Figura 7.4: Codificación de líneas de colores

De esta manera, el diagrama de relaciones obedece al esquema de la Figura 7.5.

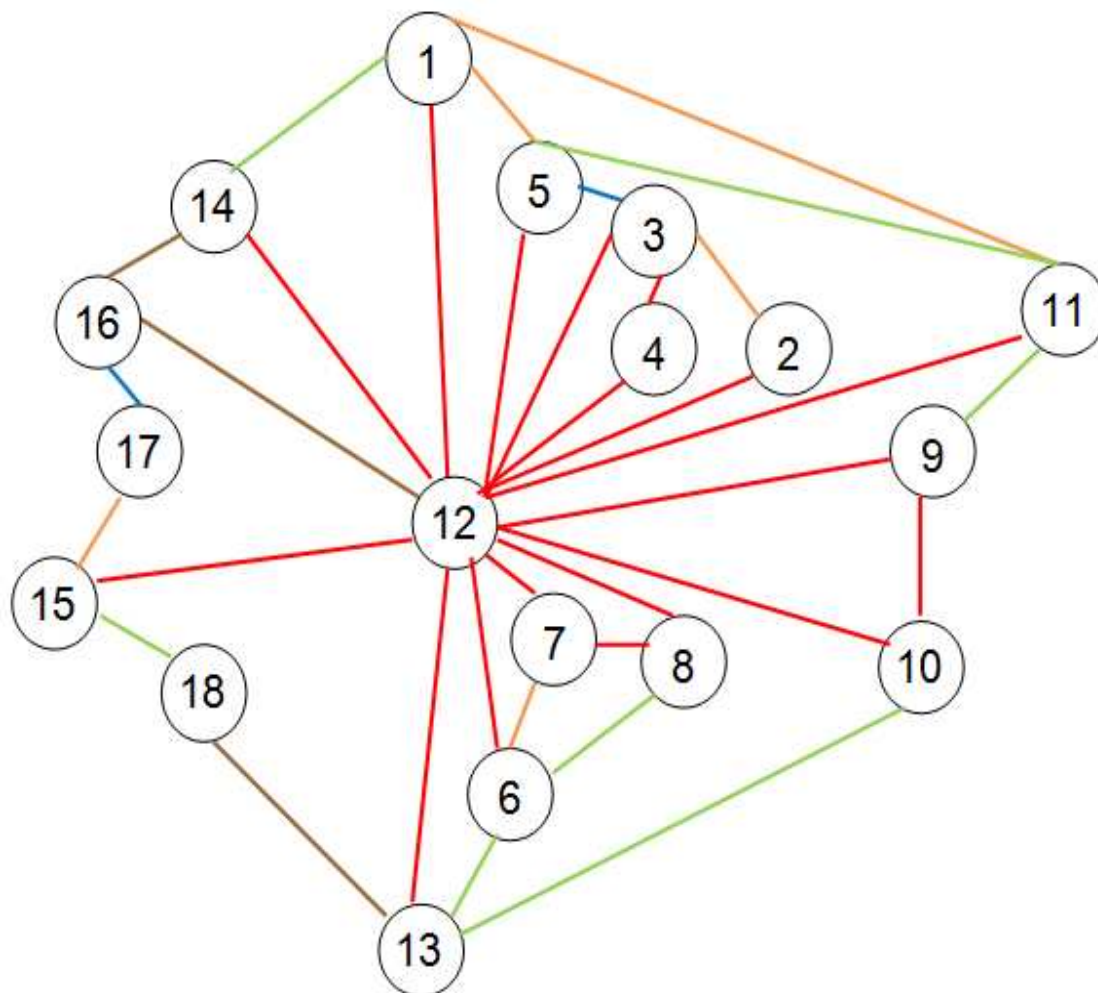


Figura 7.5: Diagrama de Relaciones

7.2.4.2.3. Distribución Final

En base al Chart de relaciones y al diagrama de relaciones se obtuvo la disposición más idónea para la distribución de Planta del Taller Automotriz Condorvall. En el anexo 7.1 se observa el plano que muestra esta distribución con las medidas correspondientes a cada área, y con la respectiva señalización de las vías seguras de circulación.

7.2.5. ANÁLISIS FINANCIERO

7.2.5.1. Presupuesto de Inversión

El presupuesto de inversión es un plan numérico que se anticipa a las operaciones que se pretenden llevar a cabo. Se refiere al empleo de un capital en algún tipo de actividad o negocio con el objetivo de incrementarlo.

Se pueden agrupar en tres tipos:

- Activos fijos
- Activos intangibles
- Capital de trabajo

7.2.5.1.1. Activos fijos

Representan todos aquellos activos tangibles adquiridos, construidos o en proceso de construcción con la finalidad de usarlos en forma permanente por el ente económico para la producción de servicios, en este caso.

Se trata básicamente de recursos naturales, terrenos, obras civiles, equipos e instalaciones, infraestructura de servicios de apoyo, etc. (Ver tabla 7.27)

Tabla 7.27: Costos por concepto de infraestructura y terreno

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Terreno	10 000 m ²	10 \$/m ²	\$ 100 000
Construcción neta de las instalaciones con hormigón armado y estructura metálica, acabados internos y externos	(2500) m ² sin cubierta en pasillos y parqueaderos	(272 \$/m ²)*	\$ 680 000
Instalaciones eléctricas	Aprox.	Aprox.	\$ 3 850
Tuberías de aire	350 m	14,44 \$/m	\$ 5 540
		TOTAL	\$ 789 390

Fuente: Investigación de campo (Asesoría de arquitectos)
Elaboración: Propia

En las tablas 7.28 a 7.34 se desglosan las inversiones necesarias para el equipamiento de todas y cada una de las áreas del taller.

Tabla 7.28: Costos por concepto de equipos y herramientas para Mecánica de Patio

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Alicate de corte 7"	5	11,4	57
Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs	5	100,24	501,2
Calibrador pie de rey digital	5	26,99	134,95
Juego dados 3/8" 40 pcs	5	71,46	357,3
Juego de destornilladores x 20 pcs	5	20	100
Embudo plástico 6 lt	5	9,99	49,95
Probador de corriente (tipo destornillador)	5	2	10
Pistola de impacto 1/2"	5	339,36	1696,8
Cautín 30W	5	3,49	17,45
Medidor de presión de neumáticos digital	5	28	140
Elevador hidráulico	5	30000	150000
Playo y llave de pico	5	12,99	64,95
Sujetador y juego de dados mando 3/8" 8-15mm	5	6,99	34,95
Mango articulado 3/8" x 8"	5	7,99	39,95
Mango berbiquí 1/2" x 16"	5	12,99	64,95
Mango articulado 1/2" x 15"	5	12,99	64,95
Par de cables elevadores de corriente	5	40,66	203,3
Destornillador plano grande	5	4,69	23,45
Destornillador estrella grande	5	4,69	23,45
Juego de llaves mixtas (boca-corona) 10-32mm	5	69,99	349,95
Llave hexagonal 12 Pcs Tipo Allen	5	11,98	59,9
Juego de llaves torx 9 pcs	5	13,61	68,05
Juego de copas 1/4" Stanley	5	34,99	174,95
Caddy portaherramientas	5	9,99	49,95
Playo de presión 10"	5	11,47	57,35
Extensión mando 1/2" x 5"	5	2,59	12,95
Extensión mando 1/2" x 10"	5	5,49	27,45
Palanca de fuerza articulada 1/2" x 17"	5	21,29	106,45
Trinquete 3/8" mango antideslizante	5	17,4	87
Trinquete 1/2" mango antideslizante	5	23,74	118,7
Caballetes 12 Ton.	12	317,46	3809,52
		TOTAL	158506,82

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.29: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Lavado

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Hidrolavadora 2500W	1	249	249
Maquina lavadora 4 HP 13 lts/min 220V/60 hz.	1	1571,04	1571,04
Balde	4	5	20
Manguera 30.48m x 15.9 mm	1	32,98	32,98
Escalera de aluminio	2	56,99	113,98
Aspiradora 2.72HP 110V 70 lits	1	474,88	474,88
Pares de Botas	10	7,99	79,9
		TOTAL	2541,78

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.30: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Enderezada y Pintura

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Horno de pintura	1	90000	90000
Pistola de pintura (soplete)	2	18,98	37,96
Compresor 2HP	2	1081,84	2163,68
Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs	4	100,24	400,96
Pulidora DW849	2	384,16	768,32
Lijadora	2	36,9	73,8
Guantes de soldadura	10	4,98	49,8
Chispero	3	1,59	4,77
Orejeras	10	3,49	34,9
Equipo de suelda eléctrica	2	1143,52	2287,04
Equipo de suelda autógena	2	1250	2500
Remachadora	2	12,13	24,26
Máquina quita adhesivos	2	83,23	166,46
Cortador de tubos de escape	2	34,8	69,6
		TOTAL	98581,55

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.31: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de trabajos de Eléctrica y Electrónica

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Scanner para motores diesel	1	9600,00	9600
Multímetro automotriz	2	246,4	492,8
Opacímetro	2	3599,88	7199,76
Cautín	2	19,99	39,98
Probador de baterías digital	2	155,68	311,36
Probador de baterías digital	2	140	280
Cuchilla	5	2	10
Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs	2	100,24	200,48
Banco de pruebas para inyectores y bombas diesel	1	22354,08	22354,08
Alicate de corte 7"	5	11,14	55,7
		TOTAL	40544,16

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.32: Costos por concepto de equipos y herramientas para el área de Alineación y Balanceo

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Balanceadora 215 rpm, partida automática, 220V	1	5162,08	5162,08
Alineadora	1	9000	9000,00
Juego de dados mando 1/2" 8-34mm 28 pzs	3	100,24	300,72
Desmontadora de neumáticos	1	8974,56	8974,56
Vulcanizadora de neumáticos	1	4803,68	4803,68
Pinza para pesas	2	33,04	66,08
Medidor de presión de neumáticos digital	1	28	28,00
		TOTAL	28335,12

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.33: Costos por concepto de equipos y herramientas Complementarias

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Asiento mecánico con ruedas	3	47,04	141,12
Compresor 5HP	2	4101,3	8202,6
Juego de llaves de cañería 6 pcs 8x9-17x19	1	31,93	31,93
Teclé 2 Ton	1	380,8	380,8
Soporte de motor 1250 lb	1	179,2	179,2
Juego de dados hexagonales macho/hembra 27 pcs.	1	107,72	107,72
Juego de dados profundos 1/2" 10-24 11 pzs.	2	49,56	99,12
Cautín	1	19,99	19,99
Lámparas con extensión	3	6,15	18,45
Juego de dados de mando 3/4" 27 pcs 7/8" a 2"	1	251,29	251,29
Manómetros de presión de combustible	2	499,9	999,8
Manómetros de compresión (diesel)	2	175,8	351,6
Equipo para medir estanqueidad en cilindros	1	179,2	179,2
Manómetros de presión de aceite	2	133,41	266,82
Torcómetro de clic 1/2" 70-350	1	139,31	139,31
Torcómetro de clic 3/8" 20-100	1	158	158
Micrómetro 75-125	1	85,4	85,4
Múltímetros 50-100	2	283,15	566,3
Graseros Manual/neumático 6 pcs	4	111,9	447,6
Prensa hidráulica de 15 ton	2	881,37	1762,74
Martillos de bola	2	12,38	24,76
Llave de tubo 18"	1	15,99	15,99
Llave de tubo 12"	1	27,1	27,1
Juego de machuelos	1	70	70
Comprobador hidrométrico de batería	2	7,11	14,22
Medidor de densidad de líquido de frenos	2	12,4	24,8
Medidor de densidad de líquido refrigerante	2	12,4	24,8
Grúa hidráulica 2 Ton	1	1683,8	1683,8
Taladro de pedestal: de 3/4 mandril 36 mm	1	1500	1500
Pinza para anillos (rines)	2	9,4	18,8
Gato hidráulico para transmisión 1.5 Ton	1	604,8	604,8
Estetoscopio	1	25,92	25,92
Leds para testear pulso e IAC	1	61,6	61,6
Imanes	2	10	20

Tabla 7.33: Continuación

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Comprimidor de resortes	2	33,57	67,14
Multiplicador de torque 1/2" 3/4"	1	316,28	316,28
Multiplicador de torque 1"	1	380,8	380,8
Remachadora de zapatas	1	2500	2500
Lubricadoras manuales	2	219,07	438,14
Rectificadora de discos tambores	1	8500	8500
Comprobador de fugas radiador	1	422,69	422,69
Flexómetro 5m.	2	6,71	13,42
Cepillos de alambre	3	7,84	23,52
Extractor 6" 2 brazos (Santiago)	1	36,5	36,5
Extractor 3" 3 brazos (Santiago)	1	89,4	89,4
Extractor 16" 3 patas (Santiago)	1	1140,28	1140,28
Extractor 24" 20 Ton hidraulico	1	986,5	986,5
		TOTAL	33420,25

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

Tabla 7.34: Costos por concepto de aplicaciones informáticas, equipos y muebles de oficina

DESCRIPCIÓN	Cant.	Costo unitario [\$]	Costo Total [\$]
Software licenciados para automatización de procesos	2	14000	28000
Computador Intel Core I5 Gamer +8gb+lcd de 2"	5	850	4250
Teléfonos de escritorio	5	19,99	99,95
Escritorios	5	209	1045
Sillas ergonómicas	5	81,73	408,65
Sillas para el auditorio	50	25	1250
Sofá para oficina 3 puestos	1	230	230
		TOTAL	35283,6

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

En el anexo 7.1 se pueden apreciar las proformas y especificaciones de algunos de los equipos y herramientas mencionadas dentro de los activos fijos.

Además de los valores ya especificados se deberá tomar en cuenta el valor de una camioneta LUV DMAX (2010), la cual cuesta aproximadamente \$ 20 000.

7.2.5.1.2. Resumen de inversiones por concepto de activos fijos

En la Tabla 7.35 se presenta un resumen de las inversiones en activos fijos.

Tabla 7.35: Cuadro de inversiones en activos fijos

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL [\$]
Costos por infraestructura y terreno	789 390,00
Costos por equipo y herramientas	353 429,68
Costos de quipos y muebles de oficina	35 283,60
Camioneta	20 000,00
TOTAL	1 198 103,28

Fuente: Anexo 7.1 e Investigación de Campo

Elaboración: Propia

7.2.5.1.3. Depreciación de activos fijos

A continuación se muestra el cálculo de la depreciación de los activos fijos, en función de su tiempo de vida útil.

Tabla 7.36: Cuadro de depreciación de activos fijos

DESCRIPCIÓN	Costo Total [\$]	Vida útil [años]	Valor Residual [\$]	Valor Depreciación [\$]
Costos por infraestructura	680 000	10	280000	40000,00
Costos por equipo y herramientas	353429,68	10	50000	30342,97
Costos de quipos de oficina	32349,95	3	0	10783,32
Costos de muebles de oficina	2933,65	10	0	293,37
Costo camioneta	20000	5	7000	2600,00

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Propia

7.2.5.1.4. Activos intangibles

Son las inversiones realizadas sobre activos constituidos por servicios o derechos adquiridos. Se encuentran comprendidos los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, capacitación, etc., los cuales están detallados en la Tabla 7.37

Tabla 7.37: Descripción de la inversión intangible*

DESCRIPCIÓN	VALOR USD
Gastos de Constitución (Abogado, notario, registro mercantil, municipio, SRI, afiliaciones, varios)	2500
Patente, Licencias	600
Capacitación de personal (Profesor, insumos) Anuales	1200
TOTAL	\$ 4300

*Los valores descritos en la tabla 7.37 son estimados, ya que el valor total variará de acuerdo al ente encargado de realizar los trámites.

Fuente: Investigación en establecimientos similares

Elaboración: Propia

7.2.5.1.5. *Capital de Trabajo*

Se trata del conjunto de recursos utilizados para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, el cual inicia con el primer desembolso para cancelar el valor de los insumos y termina cuando se venden los insumos.

Existe una gran cantidad de repuestos e insumos necesarios para dar inicio a las operaciones en el Taller, parte de los cuales están descritos en la tabla 7.23.

La mayor inversión que realizarán los directivos de Condorvall, por concepto de adquisición de repuestos, es en la importación de llantas, para lo cual se invertirá un valor mínimo aproximado de \$ 36 000.

Por otra parte, debido a la gran cantidad de insumos y repuestos que se requieren para la operación del Taller Automotriz Condorvall, únicamente se ha asignado una cantidad adecuada para su adquisición, la cual es de \$ 10 000.

Por lo tanto, se requiere de aproximadamente **\$ 46 000**, por concepto de capital de trabajo.

7.2.5.1.6. *Cuadro de inversión total*

La inversión total requerida para la implementación del taller se encuentra resumida en la Tabla 7.38

Tabla 7.38: Resumen de la inversión total

DESCRIPCIÓN	VALOR [USD]
Activos fijos	1 198 103,28
Activos intangibles	4 300,00
Capital de trabajo	46 000,00
TOTAL	\$ 1 248 403,28

Fuente: Anexo 7.1
Elaboración: Propia

7.2.5.2. Presupuesto de Ingresos

El presupuesto de ingresos está basado en la cantidad de actividades diarias a realizar y a la información respecto a los precios por actividad. Esta información está detallada en la Tabla 7.39

Tabla 7.39: Descripción del ingreso anual bruto

ACTIVIDADES	PRECIOS [€]	CANTIDAD	Ingreso Diario [€]	Ingreso anual [€]*
Cambio de aceite y filtro motor	77,80	10	778,00	231066,00
Cambio de aceite de caja de cambio	52,44	4	209,76	62298,72
Cambio de aceite de diferenciales (filtro)	52,44	4	209,76	62298,72
Cambio de filtro primario de combustible	19,84	10	198,40	58924,80
Cambio de filtro secundario de combustible	12,54	10	125,40	37243,80
Limpieza de colador de bomba de alimentación de combustible	6,30	10	63,00	18711,00
Inspección de presión de la boquilla de inyección de combustible	0,00	10	0,00	0,00
Limpieza de inyectores	48,00	15	720,00	213840,00
Inspección de tensión de correas de transmisión	0,94	5	4,70	1395,90
Cambio de aceite de dirección hidráulica	16,44	3	49,32	14648,04
Cambio grasa puntas de eje	126,97	3	380,91	113130,27
Regulación de frenos	8,50	3	25,50	7573,50
Regulación freno de mano	6,30	3	18,90	5613,30
Chequear funcionamiento del ABS	14,00	2	28,00	8316,00
Regulación de embrague	2,85	5	14,25	4232,25
CHEQUEO DE NIVELES				
Nivel líquido de embrague	0,24	19	4,56	1354,32
Nivel de agua de recipiente de plumas	0,24	19	4,56	1354,32
Cambio de filtro de aire	86,02	10	860,20	255479,40

Tabla 7.39: Continuación

ACTIVIDADES	PRECIOS [\$]	CANTIDAD	Ingreso Diario [\$]	Ingreso anual [\$]*
Cambio de refrigerante	74,00	3	222,00	65934,00
Recorrido de pedales (freno y embrague)	1,35	4	5,40	1603,80
Revisión de tanques de aire	1,50	2	3,00	891,00
Revisión frenos de parqueo	6,00	2	12,00	3564,00
Funcionamiento freno de escape o máquina	0,60	2	1,20	356,40
Fijación amortiguadores y ballestas (funcionamiento)	2,55	3	7,65	2272,05
Engrasado chasis	16,20	3	48,60	14434,20
Chequeo de luces	1,02	19	19,38	5755,86
Mantenimiento de baterías y Rotación	8,25	3	24,75	7350,75
Ajuste de conectores y cableado	4,50	6	27,00	8019,00
Revisión de bandas de ventilador	3,53	5	17,65	5242,05
Ajuste de holgura de válvulas	34,00	1	34,00	10098,00
Chequear tiempo de inyección	3,15	2	6,30	1871,10
Ajuste de partes de admisión y escape	7,50	5	37,50	11137,50
Revisión funcionamiento de tapa de radiador	1,04	5	5,20	1544,40
Revisión de mangueras de caucho para radiador y calefacción	1,20	5	6,00	1782,00
Revisión de mangueras de caucho para líneas neumáticas e hidráulicas	1,62	3	4,86	1443,42
Operación del rotor del turbocargador	5,11	2	10,22	3035,34
Chequear funcionamiento del silenciador	3,00	5	15,00	4455,00
Funcionamiento del secador de aire	0,48	5	2,40	712,80
Diagnóstico del sistema electrónico	20,00	3	60,00	17820,00
Rotación y Balanceo	42,00	2	84,00	24948,00
Alineación	20,00	2	40,00	11880,00
Lavado completo	15,00	19	285,00	84645,00
Escáner	30,00	2	60,00	17820,00
Enderezada y pintura	300,00	1	300,00	89100,00
TOTAL	1135,46	259	5034,33	1495196,01

*El ingreso anual se ha calculado para 297 días laborables.

Fuente: Talleres Hino (Ing. Giovanni Proaño)

Elaboración: Propia

7.2.5.3. Presupuesto de Egresos

Se realiza para determinar la salida de dinero de las arcas de la empresa, necesaria para el normal funcionamiento del taller. En la Tabla 7.40 se desglosa este presupuesto.

Tabla 7.40: Resumen del presupuesto de egresos

Detalle	Costo Fijo [\$]	Costo Variable [\$]
COSTOS DEL SERVICIO	142691,04	729806,59
*Salarios del personal operativo		136935,26
Repuestos e insumos		552000,00
Mantenimiento (1% del costo de equipos y herramientas)		40871,33
Depreciación de activos fijos	130165,29	
**Consumo de energía eléctrica	12525,75	
COSTOS DE ADMINISTRAR	84537,15	0,00
Sueldos del Personal Administrativo	51404,88	
Suministros de oficina	1432,30	
Consumo de energía eléctrica	16758,00	
Consumo de agua potable	665,28	
Consumo telefónico	600,00	
Depreciación de equipos de oficina	10783,32	
Depreciación de muebles de oficina	293,37	
Depreciación del vehículo del taller	2600,00	
COSTOS DE VENDER	12420,00	0,00
Publicidad	12420,00	
COSTOS FINANCIEROS	266656,72	0,00
Cuota anual de pago de deuda	266656,72	
TOTAL	506304,91	729806,59

*El salario del personal operativo corresponde al 30% de las ganancias que éste genera.

** El cálculo del costo de energía fue realizado en base a la potencia de consumo de todas las máquinas (en KW-h) por el costo de la tarifa industrial (0,75 USD/kW-h).

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Propia

Por tanto el costo total anual es de \$ 1236111,50.

7.2.5.4. Fuentes de Financiamiento

Como se determinó en el estudio técnico, el capital propio de Condorvall para poner en marcha el proyecto es de 300 000 dólares, lo cual constituye apenas el 24% de la inversión total requerida, por lo que el 76% restante, correspondiente a 948 403,28, deberá ser conseguido mediante la solicitud de un préstamo.

El préstamo será realizado en el Banco Nacional de Fomento, por concepto de Crédito de Producción, para el cual la tasa porcentual anual es de 11%, y el cual será saldado en su totalidad dentro de diez años.

De esta manera, para el préstamo con las características especificadas, las cuotas anuales a pagar son de \$ 161040,23.

En la Tabla 7.41 se muestra el detalle de la amortización del préstamo.

Tabla 7.41: Tabla de amortización del préstamo

PRESTAMO	948403,28				
INTERES	11%				
PLAZO	10				
PERIODO	SALDO	INTERES	AMORTIZACION	PAGO	SALDO
0					948403,28
1	948403,28	104324,36	56715,87	161040,23	891687,41
2	891687,41	98085,62	62954,62	161040,23	828732,80
3	828732,80	91160,61	69879,62	161040,23	758853,17
4	758853,17	83473,85	77566,38	161040,23	681286,79
5	681286,79	74941,55	86098,68	161040,23	595188,11
6	595188,11	65470,69	95569,54	161040,23	499618,57
7	499618,57	54958,04	106082,19	161040,23	393536,38
8	393536,38	43289,00	117751,23	161040,23	275785,15
9	275785,15	30336,37	130703,86	161040,23	145081,29
10	145081,29	15958,94	145081,29	161040,23	0,00

Fuente: Corporación Financiera Nacional
Elaboración: Propia

7.2.5.5. Punto de Equilibrio

El análisis del punto de equilibrio estudia la relación que existe entre los costos fijos, y los costos variables. Determina un nivel de producción y ventas para la empresa (taller automotriz) para lograr cubrir los costos y gastos con sus ingresos obtenidos.

Gracias al análisis del Punto de Equilibrio se puede determinar el punto en el que la empresa no pierde ni gana, es decir que los ingresos son iguales a los costos.

Para el efecto de este proyecto se calculará únicamente el punto de equilibrio en ventas para el primer año de operación, aplicando la siguiente fórmula:

$$PE (Ventas) = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}} \quad [7.1]$$

Donde:

CF: Costos Fijos

CV: Costos Variables

V: Ingresos por Ventas

Por lo tanto, aplicando la fórmula se tiene:

$$PE (Ventas) = \frac{506304,91}{1 - \frac{729806,59}{1495196,01}}$$

$$PE (Ventas) = 989\,071,79 \text{ USD}$$

Se obtiene entonces que el Punto de Equilibrio en Ventas, para el primer año, es de 989071,79 USD, para no incurrir en pérdidas.

Este valor corresponde al 66% de la capacidad instalada por lo que el 44% restante constituye utilidad para la empresa.

7.2.5.6. Evaluación Financiera

Proporciona información de los estados financieros de la empresa, lo cual se constituye en la base para la toma de decisiones de carácter económico.

Los criterios para la evaluación financiera son:

1) Relación Beneficio/Costo > 1

2) VAN > 0; donde

VAN: Valor Actual Neto

3) TIR > TMAR; donde

TIR: Tasa Interna de Retorno

TMAR: Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

7.2.5.6.1. Análisis Costo/Beneficio

Es un indicador de la ganancia que producirá cada dólar invertido, en base a los ingresos y egresos actuales.

El cálculo del Beneficio/Costo de este proyecto es igual a:

$$\frac{B}{C} = \frac{VP (\text{Beneficios})}{VP (\text{Costos})} \quad [7.2]$$

$$\frac{B}{C} = \frac{1495196,01}{1236111,50}$$

$$\frac{B}{C} = 1,21$$

La respuesta obtenida evidencia que por cada dólar invertido se obtienen 0,21 ctvs. de ganancia, lo cual indica que el proyecto es rentable.

7.2.5.6.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

a) El primer paso es determinar la TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento) para el taller.

Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

La pregunta sería ¿En qué debe basarse un individuo para fijar su propia TMAR?

El costo de capital o TMAR es la tasa de descuento que debe utilizarse para actualizar los flujos de caja del proyecto, tasa que corresponderá a la rentabilidad mínima que el inversionista exige a la inversión por renunciar a un uso alternativo de esos recursos en proyectos con niveles de riesgos similares.

Puesto que el financiamiento de nuestro proyecto se efectuará en un 76% con recursos ajenos y en un 24 % con recursos propios de los accionistas, la TMAR debe calcularse como el promedio ponderado de las aportaciones porcentuales y el TMAR exigido en forma individual, como se muestra a continuación:

Fórmula para el cálculo de la Tasa Mínima de Rentabilidad exigida por el inversionista TMAR:

$$i = \text{Costo Recursos Propios (CRP)} + \text{Costos Ajenos (CRA)} + \text{Tasa Libre de Riesgo (CTR)} \quad [7.3]$$

Los datos necesarios para el cálculo de la TMAR se especifican en la Tabla 7.42.

Tabla 7.42: Datos para el cálculo de la TMAR

Tasa Pasiva	0,0483
Tasa Préstamo	0,11
% recursos propios	0,24
% recursos ajenos	0,76
t (escudo fiscal)	0,30

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración: Propia

Asimismo, los datos de las variables requeridas para el cálculo de la TMAR están desglosados en la Tabla 7.43.

Tabla 7.43: Variables para el cálculo de la TMAR

CRP=	Tasa pasiva* porcentaje recursos propios =	0,01159
CRA=	Tasa préstamo* (1-t)*(porcentaje de recursos ajenos)=	0,05852
CTR=	Tasa libre de riesgo =	0,0650
i=	0,1351	

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración: Propia

La TMAR ponderada del proyecto es del 13,51%.

b) El segundo paso, previo el cálculo del valor actual neto (VAN), es el cálculo del flujo de fondos totalmente neto (FFTN).

Para el cálculo del FFTN, se considera un incremento en la producción del 6% respecto al año anterior, tomando en cuenta las variaciones propias de la economía ecuatoriana.

Este incremento implica además el alza en las inversiones que se deberán hacer para la compra de repuestos e insumos, y para el pago de salarios de la mano de obra directa, el cual se verá afectado por la inflación anual que se presenta en el Ecuador, la cual está alrededor del 5,53%.

En la Tabla 7.44 se puede apreciar el cálculo del Flujo de Fondos Totalmente Neto, en función de la economía Ecuatoriana.

Tabla 7.44: Flujo de Fondos Totalmente Neto (Economía Ecuatoriana)

INVERSIÓN	1248403,28		
Ingreso Anual Operativo	1495196,01	DELTA	1,06
Egreso Anual Operativo	1236111,5	DELTA	1,053
Valor de Salvamento	337000		
TMAR	14%		
Vida Útil	10		
Préstamo	948403,28		
Tasa de interés del Prest.	11%		
Plazo Préstamo	10		

DESCRIPCIÓN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	1248403,28										
Préstamo	948403,28										
I.A.O.		1495196,01	1584907,77	1680002,24	1780802,37	1887650,51	2000909,54	2120964,117	2248221,96	2383115,28	2526102,2
E.A.O.		1236111,5	1301625,41	1370611,56	1443253,97	1519746,43	1600292,99	1685108,518	1774419,27	1868463,49	1967492,06
Depreciación		84019,66	84019,66	84019,66	73236,34	119675,34	70636,34	70636,34	70636,34	70636,34	70636,34
Interés		104324,36	98085,62	91160,61	83473,85	74941,55	65470,69	54958,04	43289,00	30336,37	15958,94
V. venta activos											337000
V. libros											450250,92
RADIYP		70740,49	101177,09	134210,41	180838,21	173287,20	264509,52	310261,22	359877,35	413679,08	358763,94
15%		10611,07	15176,56	20131,56	27125,73	25993,08	39676,43	46539,18	53981,60	62051,86	53814,59
RADI		60129,42	86000,52	114078,85	153712,48	147294,12	224833,09	263722,03	305895,75	351627,22	304949,35
25%		15032,35	21500,13	28519,71	38428,12	36823,53	56208,27	65930,51	76473,94	87906,81	76237,34
RDDI		45097,06	64500,39	85559,14	115284,36	110470,59	168624,82	197791,53	229421,81	263720,42	228712,01
Depreciación		84019,66	84019,66	84019,66	73236,34	119675,34	70636,34	70636,34	70636,34	70636,34	70636,34
V. libros		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450250,92
Amort. Préstamo		56715,87	62954,62	69879,62	77566,38	86098,68	95569,54	106082,19	117751,23	130703,86	145081,29
Inversión	-1248403,28										
Préstamo	948403,28										
FFTN	-300000	72400,85	85565,44	99699,18	110954,32	144047,24	143691,62	162345,68	182306,92	203652,89	604517,98

Fuente: http://www.ub.edu.ar/catedras/economicas/proyectos/clases/determinacion_de_flujos_de_fondos.pdf

Elaboración: Propia

Con estos datos se obtiene el Valor Presente (VP), el cual, a su vez, permitirá el cálculo del VAN:

$$VP = -Y + \sum_{i=1}^N (I_j - E_j) \left(\frac{P}{F} i, j \right) \quad [7.3]$$

$$\mathbf{VP = \$ 477 176,83}$$

Por lo tanto:
$$VAN = VP \left(\frac{A}{P} i, j \right) \quad [7.4]$$

$$\mathbf{VAN = \$ 89 738,46 > 0}$$

El resultado del VAN obtenido, mayor a cero, nos permite comprobar la factibilidad del proyecto y recomendar la inversión en el mismo.

7.2.5.6.3. Tasa interna de rendimiento (TIR)

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero e iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Se llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir se trata de una tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Se determina por medio de tanteos (prueba y error) esto es partiendo de una tasa menor que de cómo resultado un VAN Positivo y una tasa mayor que de cómo resultado un VAN negativo, y luego por interpolación se puede obtener la tasa que haga igual la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, es decir se hace variar la "i" hasta que satisfaga la igualdad de ésta. Tal denominación permitirá conocer el rendimiento real de la inversión. Para el proyecto en análisis el cálculo de la TIR es el que se muestra a continuación:

$$\mathbf{TIR = 36,04 \%}$$

El criterio de aceptación que emplea el método del TIR es que si es mayor que la TMAR se acepta la inversión. En base a este criterio podemos decir que la inversión es económicamente rentable debido a que:

$$\text{TMAR} = 13,74\%$$

$$\text{TIR} = 36,04\%$$

Por lo tanto $\text{TIR} > \text{TMAR}$

En conclusión: los tres métodos empleados anteriormente han permitido demostrar que el proyecto si es factible, por lo que se procederá inmediatamente con su implantación.

CAPÍTULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- En la actualidad, para garantizar el buen funcionamiento de los buses, es indispensable adoptar un sistema de mantenimiento escalonado, es decir, incluir los tres tipos principales de mantenimiento: Predictivo, Preventivo y Correctivo.
- Mediante encuestas, realizadas a los integrantes de la Compañía Condorvall, se determina que el subsistema que más problemas les acarrea es el motor, y más específicamente el subsistema de refrigeración, en donde se enfoca mayormente las tareas de mantenimiento y el diagnóstico de fallas.
- El análisis modal de falla y efecto (AMFE) permite identificar a los componentes que presentan un mayor grado de riesgo de falla, sobre los cuales se proponen acciones que normalizan su condición.
- El taller de mantenimiento automotriz es adecuado para recibir vehículos a diesel de todo tamaño, ya sean estos de la compañía o externos.
- Mediante el análisis de los parámetros determinantes del proyecto como son: el mercado, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, tecnológicos), se determina que el tamaño óptimo del proyecto incluye la atención de 19 vehículos diarios, tres de los cuales pertenecen a Condorvall y serán atendidos en la noche para no interrumpir su normal servicio diario.
- Gracias al estudio técnico se establece que la ubicación óptima del proyecto es en el barrio San Vicente, en el Cantón Rumiñahui, debido, sobre todo, a lo económicos que resultan los terrenos en esta área y a la posibilidad de expansión que existe en este lugar.
- La distribución de planta por proceso, con flujo de materiales en U, es la seleccionada para el taller, puesto que las actividades dentro de éste no son repetitivas, además de que se necesita un gran espacio para evitar dificultades al momento de ingresar los buses a los puestos de trabajo requeridos.

- El punto de equilibrio para el primer año de funcionamiento del taller es de \$ 989 071,79, valor que está por debajo del presupuesto de ingresos (\$1495196,01), lo que permite percibir un margen de utilidad apreciable.
- El Flujo de Fondos Total Neto es la evaluación que se efectúa a partir de la determinación de los Egresos e Ingresos del proyecto, con un cálculo basado en el valor del dinero en el tiempo, en este caso los 10 años que corresponden al tiempo de vida útil del proyecto.
- Puesto que el VAN es mayor que cero (\$ 89738,46), que la relación Beneficio/Costo es mayor que uno (1,21) y que la TIR (36,04) es mayor que la TMAR, se concluye que el establecimiento del Taller Automotriz Condorvall es un proyecto plenamente factible y atractivo para los inversionistas.

8.2. RECOMENDACIONES

- Poner atención inmediata sobre los componentes que, mediante el análisis modal de falla y efecto (AMFE), fueron catalogados como componentes en alto riesgo, tomando en cuenta las acciones correctivas propuestas en el mismo análisis.
- Todas las mañanas drenar el agua del depósito de combustible o del filtro separador.
- Revisar periódicamente las condiciones de los filtros y los niveles de agua y aceite; y de los neumáticos para asegurar un correcto funcionamiento del vehículo y una mayor vida útil de todos los elementos.
- No sobrepasar los intervalos de mantenimiento recomendados, puede resultar en daños para el vehículo.
- Es recomendable aprovechar las bondades del software automatizado de mantenimiento dentro del taller, para llevar el control diario tanto de las actividades como de los recursos, por medio de los reportes generados en base a la emisión de órdenes de compra.
- Puesto que se concluyó que el proyecto es viable, se recomienda que los inversionistas lo pongan en marcha a la brevedad posible, ya que a más de ser una fuente potencial de ingresos es una forma eficaz de garantizar la calidad del servicio de la Compañía de Transportes Condorvall.
- Toda la estructura de financiación proporciona la información necesaria e indispensable para conseguir un Taller de alta calidad, por lo que los medios y recursos disponibles deben ser confiables y que garanticen un desenvolvimiento adecuado de las actividades dentro del taller.
- Una vez que se arranque el proyecto, se recomienda que se seleccione convenientemente al personal que formará parte del taller, ya que de su capacidad y experiencia depende en gran parte la imagen que proyecte el taller en sus inicios.
- Los directivos de Condorvall deben, por cualquier medio, tratar de formar alianzas con las Cooperativas de Transporte pertenecientes al Cantón Rumiñahui, para de esta manera asegurar los ingresos necesarios para

el desarrollo del taller, sobre todo en sus inicios.

- Se debe explotar la utilización del banco de inyectores, ya que en la actualidad no existen muchos establecimientos que cuenten con este servicio, por lo que se debe apuntar a cubrir la demanda de esta actividad.
- Con el fin de que el Taller de Servicio Condorvall, desde sus comienzos, siga la línea de la mejora continua, se recomienda implantar políticas que le permitan identificar sus no conformidades y retroalimentarse a partir de ellas. Además, se recomienda también que se implementen, en el taller, procedimientos que garanticen la salud y seguridad de sus trabajadores y el respeto al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

1. AGUINAGA Álvaro. Ingeniería del Mantenimiento. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador, 2005
2. BESTRATÉN M., NTP 679. Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. España, 2001
3. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA. Análisis Modal de Fallos y Efectos. Librería HorDago. España, 2002
4. JÁCOME Fernando. Ingeniería de Mantenimiento. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2007
5. MOUBRAY John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Asheville North Carolina, 2000
6. NAVARRETE T. Gestión y Calidad del Mantenimiento. Impreso en Cuba, 1995
7. TAVARES A. Administración Moderna de Mantenimiento. Editorial Novo Polo Publicaciones. Brasil, 1992
8. TORRES D. Mantenimiento y su Implementación y Gestión. 2da. Edición. Argentina, 2005
9. TORRES Manuel. SERAUTO'S SERVICIOS AUTOMOTRICES. 1996
10. BACA, G. Evaluación de Proyectos. Editorial McGraw-Hill. México, 2003
11. DEERE, Jhon; Fundamentos de servicio Motores, USA, 1979
12. HINO MOTORS; Manual del Propietario Hino AK, Japón, 2012

TESIS:

1. VARGAS, M. Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de pasajeros. Quito, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.
2. LLUMIQUINGA, C., TAPIA H. Elaboración de un programa de mantenimiento para el equipo caminero y vehicular del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui. Quito, 2011. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.
3. SILVA, C. Diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre. Pereira, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica.
4. CALAHORRANO C., CÁRDENAS D., Estudio para la implementación de un centro de mantenimiento y reparación para automotores diesel. Quito, 2010. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). EPN. Facultad de Ingeniería Mecánica.

DOCUMENTOS VIRTUALES:

1. RODRÍGUEZ, J., Gestión del Mantenimiento, Disponible en: [<http://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>], [Rev. 12-10-2011].
2. E-AUTO, Localización de Fallas en Motores Diesel, Disponible en: [http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=216&tipo=S], [Rev. 13-10-2011].
3. DUARTE, Juan C., Mantenimiento Centrado en Confiabilidad usando métodos de simulación del ciclo de vida, Disponible en:

- [<http://www.noria.com/sp/rwla/conferencias/ppt/RWLA06-AMSGroup-RCMJuanCarlosDuarte.pdf>], [Rev. el 28-10-2011]
4. WOLFF; Manual del automóvil; Disponible en: [http://issuu.com/ruttesmasdeborras/docs/wolff_-_manual_del_automovil]; [Rev. 20-11-2011]
 5. MAYZ, E; Conocimientos básicos del automóvil; Disponible en: [<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-07.html>]; [Rev. 25-11-2011]
 6. ESTADO DE NUEVA YORK; Manual del Conductor Comercial Frenos de Aire; Disponible en: [<http://www.dmv.ny.gov/broch/cdl/cdl10Ssec05.pdf>]; Estado de Nueva York, [Rev. 25-11-2011]
 7. DANI, M; Árboles de transmisión y juntas, homocinéticas; Disponible en: [<http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>]; [Rev. 25-11-2011]

PÁGINAS WEB:

- <http://www.samar.es/flota.php?id=6> [Rev. 18-10-2011].
- http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total [Rev. 26-10-2011].
- www.renovetec.com [Rev. 26-10-2011]
- <http://www.slideshare.net/blacksaturn/mantenimiento-preventivo-1819125> [Rev. 28-10-2011]
- <http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo.shtml> [Rev. 29-10-2011]
- <http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/Conceptos-de-la-Cadena-de-Suministros-Supply-Chain/Mantenimiento-Productivo-Total-TPM.html> [Rev. 29-10-2011]

- <http://www.noria.com/> [Rev. 28-10-2011].
- http://www.dinatrans.com.co/vehiculos/25-30pasajeros_CA6700.html [Rev. 20-11-2011]
- <http://www.microcaos.net/ocio/motor/sistemas-o-conjuntos-que-forman-el-automovil/> [Rev. 20-11-2011]
- <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html> [Rev. el 22-11-2011]
- <http://colbuses.wordpress.com/2008/04/05/nueva-caja-de-cambios-volvo-i-shift/> [Rev. el 22-11-2011]
- <http://automecanico.com/auto2000/diferencial1.html> [Rev. 25-11-2011]
- <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm> [Rev. 26-11-2011]
- <http://www.flickr.com/photos/nortebuses/page9/> [Rev. el 30-11-2011]
- <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/suspension.asp?sw12=1> [Rev. 30-11-2011]
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/zhongtong-bus-parts-shock-spring-for-zhongtong-bus-312007886.html> [Rev. el 07-12- 2011]
- http://www.mhaintelect.com/case_auto.htm [Rev. el 07-12-2011]
- <http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-de-sensores-de-temperatura/> [Rev. 07-12-2011]
- <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?codigoDoc=359> [Rev. 16-12-2011]
- <http://es.scribd.com/doc/50122489/32/Circuito-del-Sensor-Trasero-de-Presion-del-Riel> [Rev.16-12-2011]
- <http://es.scribd.com/doc/36652292/Diagnostico-y-Analisis-de-Fallas> [Rev.16-12-2011]
- <http://www.automotriz.net/tecnica/fallas-valvulas.htm> [Rev.16-12-2011]
- <http://www.fiat128club.com.ar/forums/index.php?topic=3718.0> [Rev.16-12-2011]
- http://www.automotrizmiga.com.mx/page_1176400369875.html [Rev.16-12-2011]
- <http://es.scribd.com/doc/52845829/68/Calculo-de-la-tasa-descuento-TMAR> [Rev.18-02-2012]

- http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais
[Rev.18-02-2012]
- http://antiguo.itson.mx/dii/mconant/materias/ingeco/cap31_33.htm
[Rev.18-02-2012]
- http://www.ub.edu.ar/catedras/economicas/proyectos/clases/determinacion_de_flujos_de_fondos.pdf [Rev.26-02-2012]

ANEXOS

ANEXO 3.1
NOMENCLATURA DE LOS NEUMÁTICOS

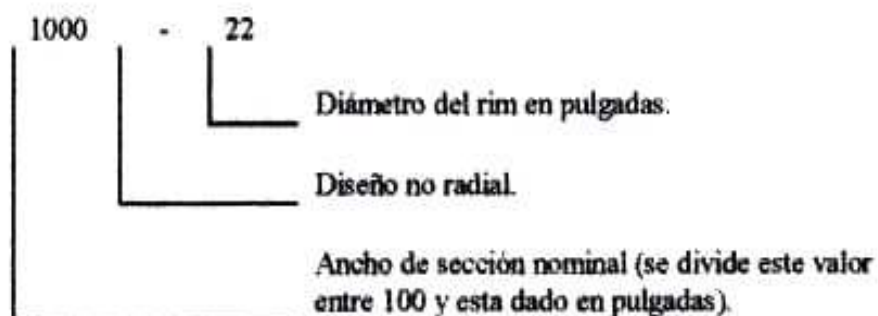
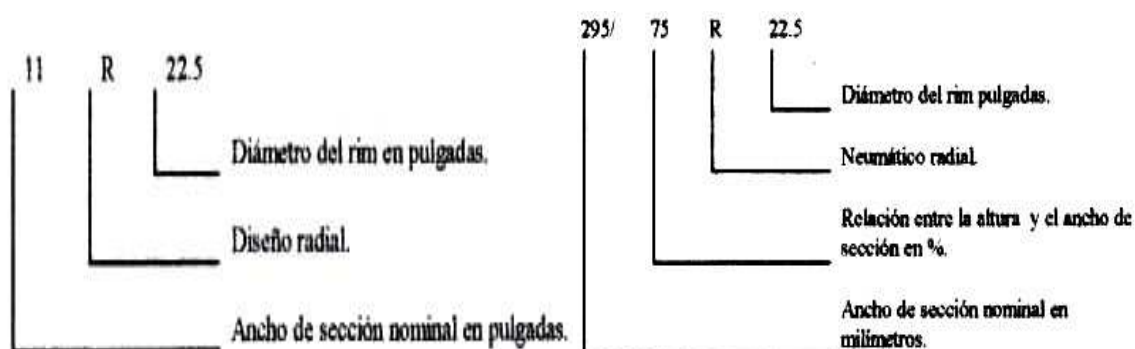
ELECCIÓN DEL NEUMÁTICO:

Se debe elegir el tipo ideal de neumático y su presión de inflado en función de:

- El vehículo.
- La utilización.
- La velocidad.
- Época de rodaje.

NOMENCLATURA:

A continuación se muestran algunos modelos de nomenclatura de los neumáticos para servicio pesado y autobuses.



ANEXO 4.1
FORMULARIO DE ENCUESTA

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ENCUESTA

No. Unidad:..... Marca:.....
 Modelo:..... Cilindrada:.....
 Fecha:..... Telf:.....

La presente encuesta servirá para realizar un programa de mantenimiento para la Compañía Condorvall S. A., por lo que le solicitamos que responda a todos los ítems con la mayor seriedad posible.

1. ¿En qué lugar realiza el mantenimiento de su unidad de transporte?

.....

2. ¿Cuál es la ubicación exacta del lugar donde realiza el mantenimiento de su unidad de transporte?

.....

.....

3. ¿Se siente satisfecho con el servicio que le brindan en este lugar?

Si No A veces

4. ¿Cómo calificaría los precios que debe pagar por los servicios que le brindan?

Altos Medios Bajos

5. ¿Cuánto tiempo se tardan, en el taller, en darle un servicio completo de mantenimiento a su vehículo?

1-2 horas

2-4 horas

4-6 horas

6-8 horas

Más de 8 horas

Especifique:.....

6. Si le especifican el tiempo exacto que les tomará realizar los trabajos de mantenimiento: ¿Son puntuales con la entrega de su vehículo?

Siempre A veces Nunca

7. En general: ¿Cómo cataloga los servicios brindados por el taller al que suele acudir?

Excelentes Muy Buenos Buenos

Regulares Malos

8. ¿Con qué frecuencia lleva a su auto al taller de mantenimiento automotriz?

Una vez al año

Dos veces al año

Tres veces al año

Cuatro veces al año

Más de cuatro veces al año Especifique:.....

9. ¿Qué tipo de mantenimiento aplica a su vehículo en mayor proporción?

Predictivo

Preventivo

Correctivo

Para responder las preguntas 10 a 12: remítase a los últimos dos meses.

10. Coloque una x en el sistema que más le ha causado problemas e identifique el número de fallas de cada uno de sus componentes.

A. Chasis y Carrocería

B. Motor:

a) Pistón.....

b) Biela.....

c) Cigüeñal.....

d) Volante de Inercia.....

e) Camisas.....

f) Bloque.....

g) Cáster.....

h) Junta del cárter.....

i) Culata.....

j) Sist. Distribución.....

k) Sist. Escape.....

l) Sist. Refrigeración.....

m) Sist. Lubricación.....

n) Otros.....

C. Frenos

a) Compresor de aire.....

b) Gobernador.....

c) Válvula de seguridad....

d) Pedal de resorte.....

e) Frenos de base....

f) Frenos de excéntrica.....

g) Frenos de resorte.....

h) Frenos de estacionamiento.....

i) Frenos ABS.....

j) Otros.....

D. Transmisión

a) Embrague.....

b) Caja de velocidades.....

c) Árbol de transmisión.....

e) Juntas de transmisión.....

f) Semiárboles de transmisión...

g) Otros.....

d) Mecanismo par-cónico diferencial.....

E. Dirección:

- a) Volante y árbol de la dirección.....
- b) Caja de engranajes de la dirección.....
- c) Palancas y barras de la dirección.....
- d) Otros.....

F. Suspensión

- a) Ballestas.....
- b) Amortiguadores.....
- c) Barras estabilizadoras.....
- d) Otros.....

G. Eléctrico

- a) Batería.....
- b) Circuitos eléctricos.....

H. Ruedas

I. Otros Especifique:.....

•

11. ¿Cuál de los sub-sistemas anteriores le ocasiona mayores costos, por concepto de repuestos?

.....

12. Ordene el siguiente grupo de causas de fallo para su automotor, según su reincidencia. Coloque un número del 1 al 7, a la derecha de cada ítem, correspondiendo el 1 a la causa más reincidente y el 7 a la menos reincidente.

- a) Desgaste y envejecimiento.....
- b) Falta de lubricación.....
- c) Mala operación del chofer.....
- d) Repuestos de mala calidad.....
- e) Vibraciones excesivas.....
- f) Montaje inadecuado.....

13. ¿Estaría usted interesado en que la Compañía de Transporte Intercantonal Condorvall S.A., a la cual pertenece su vehículo, instaure su propio taller de mantenimiento?

•

Si

No

14. Los servicios que ofrecerá el taller de Condorvall serán confiables, eficientes y a precios accesibles. Entonces: ¿estaría dispuesto a asistir al taller de Condorvall en lugar de acudir al taller al que acostumbra?

Si

No

15. ¿Estaría de acuerdo en que se realice a su vehículo una inspección general de niveles y filtros en cada chequeo?

Si

No

ANEXO 4.2
TABLAS AMFE

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE FRENADO:

- Crea una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para mantenerlo estacionado.

Tabla A - 4.1: Funciones del Subsistema de frenado

Componente	Código	Funciones específicas
Pedal de freno	BH-FN-01	Aplica presión de aire a los frenos.
Tambores	BH-FN-02	Permiten que, en su interior, se generen las fuerzas necesarias para detener el vehículo.
Zapatas	BH-FN-03	Ejercen presión sobre los discos para poder frenar
Revestimiento del freno	BH-FN-04	Genera una fuerza de fricción en el interior del tambor, lo que provoca que el vehículo se detenga.
Mecanismo de accionamiento de zapatas	BH-FN-05	Mueve las zapatas contra el tambor para generar fuerza de fricción.
Resorte de retorno de las zapatas	BH-FN-06	Vuelve a la posición inicial a las zapatas.
Cámara de freno	BH-FN-07	Accionan los frenos debido a la presión neumática a la que son sometidos dando movimiento a las zapatas.
Resorte de la cámara de freno	BH-FN-08	Vuelve a la posición inicial al diafragma de la cámara de freno.
Sistema de frenos anti-bloqueo ABS	BH-FN-09	Mediante un sistema electrónico, evita que las ruedas se bloqueen cuando se aplica bruscamente el freno.
Medidor de suministro de presión	BH-FN-10	Mide la presión del aire de frenado.
Medidor de la presión aplicada	BH-FN-11	Muestra cuánta presión de aire se está ejerciendo sobre los frenos
Compresor de aire	BH-FN-12	Bombea aire a los tanques de almacenamiento.
Gobernador del compresor	BH-FN-13	Controla el funcionamiento del compresor de aire cuando éste bombea aire a los tanques de almacenamiento.
Tanques de almacenamiento de aire	BH-FN-14	Almacenan el aire comprimido.
Válvula de drenaje	BH-FN-15	Descarga el aire del circuito, después de la acción de frenado.
Evaporador de alcohol	BH-FN-16	Ayuda a disminuir el riesgo de que se forme hielo en las válvulas de freno y en otras piezas del sistema en temporada fría.
Válvula de pedal	BH-FN-17	Envía la presión neumática hacia las cámaras de servicio.
Válvula de seguridad	BH-FN-18	Evita que el tanque y el resto del sistema acumulen demasiada presión.
Tuberías y cañerías	BH-FN-19	Distribuyen el aire comprimido a todo el circuito neumático.

Tabla A – 4.1A: Funciones del Subsistema de Frenado

Componente	Código	Funciones específicas
Válvula de estacionamiento	BH-FN-20	Envía presión de aire a la cámara de estacionamiento para accionar los frenos de estacionamiento.
Diafragma de la cámara de estacionamiento	BH-FN-21	Es movido por la acción de la presión de aire, y a su vez da movimiento al mecanismo de frenado
Resorte de la cámara de estacionamiento	BH-FN-22	Devuelve a la posición inicial al diafragma de la cámara de estacionamiento
Diafragma de la cámara de freno	BH-FN-23	Es movido por la acción de la presión de aire, y a su vez da movimiento al mecanismo de frenado
Ajustadores automáticos	BH-FN-24	Ajustan la regulación de las zapatas con respecto al tambor de freno

FUNCIONES DEL SUB-SISTEMA DE TRANSMISIÓN

- Hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices.

Tabla A – 4.2: Funciones del Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Funciones específicas
Embrague	BH-TM-01	Acopla o desacopla, a voluntad del conductor, el movimiento del motor al resto del sistema de transmisión.
Caja de velocidades	BH-TM-02	Se encarga de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas
Árbol de transmisión	BH-TM-03	Transmite el movimiento de la caja de velocidades al mecanismo par cónico diferencial.
Par cónico diferencial	BH-TM-04	Mantiene constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar la curva.
		Desmultiplica constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices.
Juntas de transmisión	BH-TM-05	Unen elementos de transmisión y permiten variaciones de longitud y posición.
Semi-árboles de transmisión	BH-TM-06	Transmiten el movimiento del grupo cónico diferencial hasta las ruedas motrices, cuando el sistema carece de árbol de transmisión.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE DIRECCIÓN:

- Orientar las ruedas directrices y adaptarlas al trazado de la vía por la que circulan para realizar las distintas maniobras que su conducción exige.

Tabla A – 4.3: Funciones del Subsistema de Dirección

Componente	Código	Funciones específicas
Volante	BH-DC-01	Controla el movimiento de la dirección.
Árbol de dirección	BH-DC-02	Lleva el movimiento del volante a la caja de la dirección.
Caja de engranajes de la dirección	BH-DC-03	Protegen del polvo y la suciedad al conjunto de engranajes.
		Contiene el aceite en el que se hallan sumergidos los engranajes.
		Sirve de soporte al mecanismo de la dirección, al volante y al brazo.
Palanca y barras de la dirección	BH-DC-04	Transmiten a las ruedas el movimiento obtenido en la caja de engranaje de la dirección.
Cilindro hidráulico	BH-DC-05	Genera una fuerza auxiliar que actúa sobre la biela de mando de la dirección.
Válvula de distribución	BH-DC-06	Regula el paso del aceite al cilindro hidráulico
Bomba de dirección	BH-DC-07	Proporciona la presión necesaria, al fluido hidráulico, para accionar la dirección.
Depósito	BH-DC-08	Almacena y filtra el fluido hidráulico.
Mangueras	BH-DC-09	Transportan el fluido hidráulico.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA DE SUSPENSIÓN:

- Absorbe las irregularidades del terreno evitando que éstas lleguen a la carrocería del vehículo o que lleguen de manera suave.

Tabla A – 4.4: Funciones del Subsistema de Dirección

Componente	Código	Funciones específicas
Ballestas	BH-SP-01	Recogen directamente las irregularidades del terreno, absorbiéndolas en forma de deformación.
Amortiguadores	BH-SP-02	Transforman la energía mecánica del muelle en energía calorífica
Barras estabilizadoras	BH-SP-03	Proporcionan al autobús una mejor estabilidad en curvas, lo cual se traduce en estabilidad de marcha y confort mejorados

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA RUEDAS Y NEUMÁTICOS:

- Constituyen el lazo de unión entre el suelo y la máquina.

Tabla A – 4.5: Funciones del Subsistema Ruedas y Neumáticos

Componente	Código	Funciones específicas
Parte metálica	BH-RN-01	Soporta al neumático.
		Permite la unión del neumático con el buje del bus, a través del disco.
Parte neumática	BH-RN-02	Soporta la masa del bus.
		Proporciona la adherencia necesaria para asegurar la buena función de la transmisión del vehículo y el frenado correctos.
		Absorbe las irregularidades del terreno.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA BASTIDOR Y CARROCERÍA:

- Soportar los grandes esfuerzos a los que está sometido el vehículo durante su desempeño.

Tabla A – 4.6: Funciones del Subsistema Bastidor y Carrocería

Componente	Código	Funciones específicas
Bastidor	BH-BC-01	Sirve de soporte para los órganos mecánicos.
Carrocería	BH-BC-02	Aloja y protege a los pasajeros del bus.
		Alberga a los elementos y sistemas del bus.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

- Disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos de alumbrado y señalización que correspondan, y de otros, que siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad.

Tabla A – 4.7: Funciones del Subsistema Eléctrico

Componente	Código	Funciones específicas
Batería	BH-ET-01	Almacena energía eléctrica que permite el arranque, el encendido del motor, el alumbrado y el accionamiento de los distintos accesorios.
Alternador	BH-ET-02	Convierte el torque entregado por el cigüeñal en corriente eléctrica.
Motor de arranque	BH-ET-03	Entrega un torque inicial al motor que ayuda a empezar la combustión.
Circuito de carga de la batería	BH-ET-04	Genera la corriente eléctrica suficiente para alimentar a los receptores o consumos que estén funcionando y mantiene la batería cargada.
Circuito de arranque del motor eléctrico	BH-ET-05	Imprime al motor un giro inicial para que pueda comenzar el ciclo de funcionamiento.
Circuito electrónico para el sistema de inyección diesel	BH-ET-06	Inyecta diesel en la parte correspondiente del motor, según el sistema empleado de inyección, y según las condiciones y necesidades de cada momento.
Circuito de bujías de caldeo para motores diesel	BH-ET-07	Facilita el arranque del motor en frío, calentando previamente el aire que llega a los cilindros.
Circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios	BH-ET-08	Ponen en funcionamiento el sistema de alumbrado y señalización, de acuerdo con lo estipulado en la normativa.

FUNCIONES DEL SUBSISTEMA ELECTRÓNICO:

- Controlar y lograr el correcto funcionamiento del motor.

Tabla A – 4.8: Funciones del Subsistema Electrónico

Componente	Código	Funciones específicas
ECU	BH-EX-01	Recibe información de los sensores y, en base en programa alojado en la memoria, distribuirla entre los actuadores.
Sensor de presión del múltiple	BH-EX-02	Mide la presión barométrica del aire en el múltiple de admisión
Sensor de flujo de masa de aire	BH-EX-03	Mide la masa de aire que pasa al múltiple de admisión
Sensor de posición del cigüeñal	BH-EX-04	Mide las revoluciones y la posición del cigüeñal
Sensor de posición del árbol de levas	BH-EX-05	Mide las revoluciones y posición del árbol de levas.
Sensor de temperatura de agua	BH-EX-06	Mide la temperatura de agua del refrigerante
Sensor de temperatura de aire	BH-EX-07	Mide la temperatura de aire que entra al motor
Sensor de posición de acelerador	BH-EX-08	Mide la posición del acelerador
Sensor de velocidad del vehículo	BH-EX-09	Mide la velocidad a la que circula el vehículo
Sonda Lambda	BH-EX-10	Mide la concentración de oxígeno en los gases de escape
Sensor de presión de sobrealimentación	BH-EX-11	Mide la presión manométrica del turbo
Sensor de presión del riel de combustible	BH-EX-12	Mide la presión de combustible en el riel
Sensor de presión de aceite	BH-EX-13	Mide la presión de aceite que circula por el motor
Válvula reguladora de presión del riel	BH-EX-14	Regula la presión del riel, para asegurar un correcto funcionamiento del sistema

Fuente: Manual de Servicio HINO FG

Elaboración: Propia

TABLAS AMFE PARA LOS SUBSISTEMAS DEL BUS

En la parte inferior se presentan tanto las tablas AMFE para los dos subsistemas críticos restantes como para los subsistemas identificados como no críticos. (Desde la Tabla A-4.9 hasta la Tabla A-4-23)

Tabla A – 4.9: AMFE para el Subsistema de Frenado

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	FRENADO	Código:	BH-FN
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	2

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Pedal de freno	BH-FN-01	Juego excesivo	FM13	El vehículo no frena como el conductor indica	1	Falta de mantenimiento	4	2	5	40	Normal
					2	Calibración incorrecta.	5	2	5	50	Normal
		Deformación	FM3	No se pueden aplicar los frenos	1	Golpe externo	8	1	7	56	Normal
Tambores	BH-FN-02	Desgaste	FM1	Baja eficiencia de frenado	1	Diámetro del tambor superior a lo especificado	7	2	7	98	Normal
					2	Falta de mantenimiento	7	2	7	98	Normal
		Tambores fisurados o deformados	FM2	Baja eficiencia de frenado	1	Impacto externo	8	1	6	48	Normal
					2	Choque térmico	8	2	5	80	Normal
					1	Choque térmico	6	3	6	108	Alto Riesgo
		Tambores cristalizados	FM41	Frenos no se aplican	1	Uso incorrecto del freno.	9	3	5	135	Alto Riesgo
		Rayaduras o cejas	FM42	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	3	6	5	90	Normal
					1	Dificultad para extraer los tambores	4	4	6	96	Normal
					1	Dificultad para extraer los tambores	5	4	4	80	Normal

Tabla A – 4.9A: AMFE para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Zapatras	BH-FN-03	Elección incorrecta	FM43	Desbalanceo en la frenada	1	Las zapatas utilizadas no son iguales para ambos lados del eje	8	2	9	144	Alto Riesgo
		Deformación	FM3	Frenos no se aplican	1	Impacto externo	7	1	7	49	Normal
					2	Incorrecta instalación	6	3	5	90	Normal
Revestimiento del freno	BH-FN-04	Desgaste	FM1	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	4	4	6	96	Normal
					2	Tiempo de uso	4	4	5	80	Normal
		Cristalización	FM41	Frenos no se aplican	1	Sobrecalentamiento	9	2	8	144	Alto Riesgo
		Deformación del revestimiento	FM3	Frenos no se aplican o son insuficientes	1	Sobrecalentamiento	9	2	5	90	Normal
					2	Incorrecta instalación	9	2	5	90	Normal
		Asimetría en la fuerza de frenado	FM44	Frenada desigual	1	Desgaste desigual	4	5	4	80	Normal
					2	Calibración incorrecta	3	5	4	60	Normal
					3	Grasa en el revestimiento	8	2	5	80	Normal
Mecanismo de accionamiento de zapatas	BH-FN-05	Avería	FM9	Baja eficiencia de frenado	1	Mala calibración	8	2	5	80	Normal
					2	Tiempo de uso	8	1	5	40	Normal
Resorte de retorno de las zapatas	BH-FN-06	Desgaste	FM1	Freno se queda aplicado	1	Tiempo de uso	4	2	7	56	Normal
		Rotura	FM4	Freno se queda aplicado	1	Utilización de productos alcalinos en la limpieza	4	3	6	72	Normal
					2	Instalación incorrecta	5	3	6	90	Normal
Cámara de freno	BH-FN-07	Desgaste	FM1	Baja eficiencia de frenado	1	Tiempo de uso	5	2	4	40	Normal
					2	Falta de mantenimiento	4	3	4	48	Normal
					3	Frenos no se desaplican	5	3	4	60	Normal
		Contaminación	FM45	Frenos no se desaplican	1	Sellos en mal estado	5	1	6	30	Normal
					2	Falta de mantenimiento	5	3	6	90	Normal

Tabla A – 4.9B: AMFE para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Resorte de la cámara de freno	BH-FN-08	Rotura	FM4	Freno no se desaplica	1	Tiempo de uso	4	2	6	48	Normal
					2	Falta de mantenimiento	4	2	6	48	Normal
		Desgaste	FM1	Freno no se desaplica	1	Tiempo de uso	3	2	7	42	Normal
Sistema de frenos anti-bloqueo ABS	BH-FN-09	Disfunción del sistema	FM46	Freno ABS deja de funcionar	1	Fusible del sistema quemado	3	2	2	12	Normal
					2	Avería en sensor de velocidad de las ruedas	2	2	2	8	Normal
Medidor de suministro de presión	BH-FN-10	Avería	FM9	Lectura incorrecta	1	Falta de mantenimiento	3	2	8	48	Normal
					2	Tiempo de uso	3	2	7	42	Normal
Medidor de la presión aplicada	BH-FN-11	Avería	FM9	Lectura incorrecta	1	Falta de mantenimiento	3	2	8	48	Normal
					2	Tiempo de uso	3	2	7	42	Normal
Compresor de aire	BH-FN-12	Avería	FM9	Baja Eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	8	2	5	80	Normal
					2	Sellos dañados	6	2	5	60	Normal
		Desgaste	FM1	Concentración de aceite en el aire muy elevada	1	Anillos del pistón dañados	7	2	4	56	Normal
Gobernador del compresor	BH-FN-13	Avería	FM9	Funcionamiento del sistema de frenado irregular	1	Falta de mantenimiento	6	2	6	72	Normal
					2	Tiempo de uso	6	2	7	84	Normal
Tanques de almacenamiento de aire	BH-FN-14	Fuga de aire	FM7	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	5	5	5	125	Alto Riesgo
					2	Impacto externo	5	3	4	60	Normal
		Obstrucción	FM8	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	5	3	5	75	Normal
					2	Objeto extraño	6	3	5	90	Normal

Tabla A – 4.9C: AMFE para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Válvula de drenaje	BH-FN-15	Obstrucción	FM8	Frenos se quedan aplicados	1	Falta de mantenimiento	4	2	4	32	Normal
					2	Objeto extraño	4	2	4	32	Normal
		Avería	FM9	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	5	2	6	60	Normal
					2	Tiempo de uso	4	2	7	56	Normal
Evaporador de alcohol	BH-FN-16	Fuga del evaporador	FM7	Disfunción del sistema de frenado	1	Tiempo de uso	8	2	5	80	Normal
					2	Ajuste insuficiente	8	2	4	64	Normal
Válvula de pedal	BH-FN-17	Avería	FM9	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	6	3	5	90	Normal
					2	Tiempo de uso	5	2	6	60	Normal
		Obstrucción	FM8	Frenos se quedan aplicados	1	Falta de mantenimiento	5	1	7	35	Normal
					2	Objeto extraño	7	1	5	35	Normal
		Fuga de aire	FM7	Baja eficiencia de frenado	1	Tiempo de uso	5	2	6	60	Normal
					2	Falta de mantenimiento	5	2	7	70	Normal
Válvula de seguridad	BH-FN-18	Avería	FM9	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	6	2	7	84	Normal
					2	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
		Obstrucción	FM8	Frenos se quedan aplicados	1	Falta de mantenimiento	6	2	6	72	Normal
					2	Objeto extraño	5	1	5	25	Normal
Tuberías y cañerías	BH-FN-19	Obstrucción	FM8	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	7	2	5	70	Normal
					2	Objeto extraño	6	2	5	60	Normal
		Fuga de aire	FM7	Baja eficiencia de frenado	1	Falta de mantenimiento	6	4	8	192	Alto Riesgo
					2	Impacto externo	6	2	8	96	Normal
					3	Tiempo de uso	5	2	8	80	Normal

Tabla A – 4.9D: AMFE para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Válvula de estacionamiento	BH-FN-20	Avería	FM9	El freno de estacionamiento se aplica y desaplica lentamente	1	Falta de mantenimiento	5	4	4	80	Normal
		Obstrucción	FM8		1	Falta de mantenimiento	6	4	4	96	Normal
					2	Presencia de algún objeto extraño	6	3	5	90	Normal
Diaphragma de la cámara de estacionamiento	BH-FN-21	Avería	FM9	Freno de estacionamiento se queda aplicado o se desaplica lentamente	1	Desgaste	4	6	4	96	Normal
Resorte de la cámara de estacionamiento	BH-FN-22	Rotura	FM4	Freno no se desaplica	1	Tiempo de uso	4	4	5	80	Normal
		Desgaste	FM1	Freno no se desaplica	2	Falta de mantenimiento	4	3	6	72	Normal
						Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
Diafragma de la cámara de freno	BH-FN-23	Avería	FM9	Frenada desigual	1	Desgaste	6	3	4	72	Normal
					2	Tiempo de uso	6	3	4	72	Normal
Ajustadores automáticos	BH-FN-24	Avería	FM9	No ocurre el ajuste, o el curso es muy largo	1	Tiempo de uso	5	3	4	60	Normal
					2	Perno de traba desgastado	5	4	4	80	Normal
					3	Horquilla instalada incorrecta para la aplicación	5	3	4	60	Normal
					4	Contratuerca de horquilla suelta	5	4	4	80	Normal
					5	Grasa contaminada	5	3	4	60	Normal
					6	Torque de ajuste excesivo	6	5	4	120	Alto Riesgo
					7	Resorte de la cámara de freno dañado	6	4	4	96	Normal
					8	Ajustador inadecuado	6	3	4	72	Normal

Tabla A – 4.9E: AMFE para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Ajustadores automáticos	BH-FN-24	Avería	FM9	Los bloques arrastran o el curso es muy corto	1	Horquilla instalada incorrecta para la aplicación	6	3	5	90	Normal
					2	Contratuera de horquilla suelta	5	3	5	75	Normal
					3	Ajustador inadecuado	6	3	5	90	Normal
					4	Ajuste inicial incorrecto	4	3	4	48	Normal

Tabla A – 4.10: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	TRANSMISIÓN	Código:	BH-TM
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	3

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Embrague	BH-TM-01	El embrague patina	FM47	El motor acelera pero el vehículo no avanza	1	Asentamiento irregular del disco al volante	4	3	4	48	Normal
					2	Disco desgastado	5	4	4	80	Normal
					3	Varillaje en mal estado	5	3	5	75	Normal
					4	Juego incorrecto de la horquilla	4	3	7	84	Normal
					5	Soporte del motor dañado	6	4	4	96	Normal

Tabla A – 4.10A: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Embrague	BH-TM-01	El embrague patina	FM47	El motor acelera pero el vehículo no avanza	6	Disco contaminado con grasa o aceite	5	5	3	75	Normal
					7	Uñas de la prensa desgastadas	4	4	5	80	Normal
					8	Rodamiento del embrague a tope	5	4	4	80	Normal
					9	Buje o rodamiento del eje piloto en mal estado.	5	3	5	75	Normal
		Problemas de desacople	FM48	Vibración severa o jaloneo al intentar mover al vehículo	1	Fricción del disco, del volante o de la prensa	6	4	3	72	Normal
					2	Aceite o grasa en la superficie del disco	6	4	3	72	Normal
					3	Fricciones recalentadas	5	4	4	80	Normal
					4	Resortes de la prensa dañados	6	4	5	120	Alto Riesgo
					5	Varillaje entrampado	7	2	5	70	Normal
		Componentes en mal estado	FM49	Ruidos extraños	1	Desgaste o falta de lubricación en el mecanismo que mueve el embrague	5	4	4	80	Normal
					2	Desgaste excesivo del disco	6	4	3	72	Normal
					3	Resortes de torsión débiles	5	3	5	75	Normal
					4	Daños en el collarín u horquilla	4	3	6	72	Normal
					5	Balero desgastado	6	3	5	90	Normal
		Pulsación en el pedal	FM50	Daño grave del automotor	1	Desalineación de la transmisión y el motor	9	4	3	108	Alto Riesgo
					2	Volante torcido	7	3	3	63	Normal
					3	Disco torcido	7	3	4	84	Normal
4	Prensa con desajuste en el diafragma				6	3	5	90	Normal		

Tabla A – 4.10B: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Caja de velocidades	BH-TM-02	Suenan las marchas al intentar introducirlas	FM51	Desembrague incompleto al pisar el pedal	1	Mando de embrague desajustado	5	3	5	75	Normal
					2	Desgaste de los conjuntos sincronizadores	6	4	4	96	Normal
					3	Piñón y sinfín del velocímetro dañados	6	3	3	54	Normal
					4	Insuficiente lubricante en la caja	7	3	4	84	Normal
		Dificultad para que entren las velocidades	FM52	Problemas al engranar	1	Mando de embrague desajustado	6	4	4	96	Normal
					2	Varillaje desalineado o falta de lubricación	5	3	5	75	Normal
					3	Engranajes con dientes astillados o rotos	6	3	4	72	Normal
					4	Eje principal con estrías deformadas	6	4	5	120	Alto Riesgo
					5	Ajuste incorrecto de los componentes de la caja	6	3	5	90	Normal
					6	Manguito del sincronizador se traba	5	3	4	60	Normal
					7	Anillos freno del sincronizador, gastados o dañados	5	4	6	120	Alto Riesgo
					8	Buje piloto en el cigüeñal, dañado	6	3	5	90	Normal

Tabla A – 4.10C: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL						
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado		
Caja de velocidades	BH-TM-02	Velocidades no desengranan	FM53	Dificultad para conducir el vehículo	1	Eje principal con sus estrías deformadas, melladas o rotas	4	4	5	80	Normal	
					2	Engranaje desplazable trabado en el eje principal.	5	3	4	60	Normal	
					3	Horquillas de cambios gastadas, rotas a torcidas	4	4	6	96	Normal	
					4	Varillas de mando mal ajustadas	4	3		0	Normal	
					5	Desacople del embrague dificultoso	6	4	2	48	Normal	
	Fugas	FM7	Pérdida de lubricante	1	Fisura o defecto de fundición en la carcasa de la caja	3	2	8	48	Normal		
				2	Bulones flojos o sus roscas dañados	5	4	6	120	Alto Riesgo		
				3	Juntas dañadas, mal instalados a faltantes	4	4	6	96	Normal		
				4	Retenes de aceite dañados o incorrectamente instalados	6	5	5	150	Alto Riesgo		
				5	Retén del cojinete del engranaje de mando roto	6	4	5	120	Alto Riesgo		
Árbol de transmisión	BH-TM-03	Componentes en mal estado	FM49	Ruido	1	Crucetas universales faltas de lubricación o deterioradas	6	3	4	72	Normal	
					2	Eje propulsor desalineado o desequilibrado	6	3	3	54	Normal	
					3	Rodamiento central de apoyo defectuoso	5	3	6	90	Normal	
		Fractura	FM5	Pérdida de tracción		1	Holgura en el conjunto de la transmisión o en el diferencial.	5	2	7	70	Normal
						1	Sobrecarga	8	5	3	120	Alto Riesgo
					2	Impacto externo	10	1	2	20	Normal	

Tabla A – 4.10D: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Par cónico diferencial	BH-TM-04	Rodamiento guía de la punta del piñón se desgasta prematuramente	FM1	Marcha irregular y ruidosa	1	Fatiga en la pista de rodadura	4	7	5	140	Alto Riesgo
					2	Condiciones de servicio	3	7	3	63	Normal
					3	Escasa ventilación	4	3	5	60	Normal
					4	Falta de limpieza de la carcaza	3	4	6	72	Normal
					5	Carga excesiva	3	5	5	75	Normal
					6	Periodo de cambio de aceite muy prolongado	5	4	4	80	Normal
		Planetarios dañados	FM54	Ruidos en curvas	1	Fricción excesiva	6	4	4	96	Normal
					2	Mala calidad del aceite	7	3	4	84	Normal
		Rotura de dientes	FM4	Para del bus	1	Desalineación del piñón - corona	8	3	4	96	Normal
					2	Alta presión del aceite de lubricación	7	3	4	84	Normal
					3	Fatiga estructural del material	6	5	6	180	Alto Riesgo
		Mecanismo autoajustable bloqueado	FM55	Falta de estabilidad	1	Placas de fricción del mecanismo autoblocante con desgaste o daño	6	3	4	72	Normal
		Fugas de aceite	FM7	Desgaste prematuro del piñón	1	Reten correspondiente al piñón desgastado o roto	7	4	5	140	Alto Riesgo
Juntas de transmisión	BH-TM-05	Desgaste	FM1	Holgura en las transmisiones al acelerar o retener	1	Tiempo de uso	3	3	6	54	Normal
					2	Grasa de mala calidad	4	4	5	80	Normal
					3	Fuelles defectuosos	5	3	6	90	Normal
					4	Manejo inapropiado	6	5	4	120	Alto Riesgo
					5	Mal montaje después del mantenimiento	5	3	5	75	Normal
		Fractura	FM5	Holgura en las transmisiones al acelerar o retener	1	Ángulo inadecuado de pivote	5	2	8	80	Normal
					2	Sobrepresión de las bolas contra las paredes	6	3	5	90	Normal

Tabla A – 4.10E: AMFE para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Semi-árboles de transmisión	BH-TM-06	Desgaste	FM1	Chasquidos al rodar con la dirección girada a tope	1	Tiempo de uso	6	4	3	72	Normal
					2	Lubricación inadecuada	5	4	4	80	Normal
					3	Forzar al bus a arrancar	6	5	3	90	Normal
					4	Guardapolvos roto	6	3	4	72	Normal
					5	Abrazadera floja	5	3	6	90	Normal
		Componentes en mal estado	FM49	Pérdida de tracción	1	Desgaste o rotura de los rodamientos de las crucetas o bolas en las juntas homocinéticas	5	4	4	80	Normal
					2	Tuerca de la mangueta floja	4	3	7	84	Normal
					3	Estrías de la mangueta desgastadas	4	3	7	84	Normal
		Fractura	FM5	Para del bus	1	Sobrecarga	8	5	3	120	Alto Riesgo
					2	Impactos o choques	10	1	2	20	Normal

Tabla A – 4.11: AMFE para el Subsistema de Dirección

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	DIRECCIÓN	Código:	BH-DC
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	4

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Caja de engranajes de la dirección	BH-DC-03	Desgaste de los dientes del sector dentado	FM1	Dirección dura	1	Falta de lubricación	6	4	4	96	Normal
					2	Engrane inadecuado de los dientes de los engranajes	6	3	5	90	Normal
					3	Introducción de partículas extrañas	6	4	4	96	Normal
					4	Aceite contaminado o con aditivos inadecuados	6	4	3	72	Normal
					5	Cargas excesivas de operación	6	5	3	90	Normal
	Rodamientos gripados o rotos	FM4	Chirridos en la caja	1	Falta de lubricación	6	4	5	120	Alto Riesgo	
				2	Mal montaje	7	2	6	84	Normal	
				3	Fatiga	6	3	5	90	Normal	
	Tornillo de sujeción flojo	FM58	Vibración en las ruedas delanteras	1	Mal apriete	5	3	5	75	Normal	
				2	Tiempo de uso	4	4	3	48	Normal	
Palanca y barras de la dirección	BH-DC-04	Desgaste de rótulas	FM1	Juego en las ruedas	1	Tiempo de uso	6	5	3	90	Normal
					2	Mala calidad del material	7	2	6	84	Normal
		Rotura de botas	FM4	Acumulamiento de suciedad en la rótula	1	Tiempo de vida útil excedida	4	4	6	96	Normal
					2	Desgaste excesivo	5	3	6	90	Normal

Tabla A – 4.11A: AMFE para el Subsistema de Dirección

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravidad	F ocurrencia	D etección	IPR inicial	Estado	
Palanca y barras de la dirección	BH-DC-04	Rotura de los fuelles de los brazos	FM4	El bus se inclina hacia un lado	1	Mal montaje	6	2	7	84	Normal
					2	Tiempo de uso	6	4	4	96	Normal
		Holgura en la palanca de mando	FM13	Oscilación en las ruedas	1	Apriete inadecuado de las fijaciones	4	4	5	80	Normal
					2	Mal montaje	6	2	6	72	Normal
					3	Falta de mantenimiento	4	5	3	60	Normal
		Excesivo apriete en las articulaciones de mando	FM14	Dureza en las articulaciones de mando	1	Inadecuado torque de apriete	5	4	6	120	Alto Riesgo
					2	Mal montaje	4	3	5	60	Normal
					3	Uso de herramientas inadecuadas	2	4	6	48	Normal
		Cilindro hidráulico	BH-DC-05	Fugas	FM7	Rendimiento ineficiente del cilindro	1	Empaques desgastados o rotos	4	5	4
2	Conexiones en mal estado						5	4	4	80	Normal
3	Presión exagerada						6	4	3	72	Normal
Avería del componente	FM9			No genera la fuerza necesaria para accionar la biela de mando	1	Desgaste del cilindro	6	5	4	120	Alto Riesgo
					2	Deformación del cilindro	7	3	4	84	Normal
					3	Deformación del pistón	7	2	5	70	Normal
Válvula de distribución	BH-DC-06	Ajuste incorrecto	FM14	El vehículo tiende a girar a un lado	1	Error de montaje	5	2	5	50	Normal
					2	Mala calibración	5	4	4	80	Normal
					3	Falta de mantenimiento	4	4	5	80	Normal
		Muelle defectuoso	FM59	Presión inadecuada de fluido hidráulico	1	Desgaste	5	5	3	75	Normal
					2	Rotura	7	5	4	140	Alto Riesgo
					3	Pérdida de elasticidad	5	3	6	90	Normal

Tabla A – 4.11B: AMFE para el Subsistema de Dirección

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Bomba de dirección	BH-DC-07	Falta de aceite	FM60	Dirección dura	1	Nivel de aceite bajo	7	3	4	84	Normal
					2	Aire en el circuito	6	4	6	144	Alto Riesgo
				Chillido en la dirección	3	Obstrucción de las tuberías	6	4	4	96	Normal
					4	Avería en la válvula distribuidora	7	3	5	105	Alto Riesgo
		Fugas	FM7	Baja presión de la bomba	1	Retenedor desgastado o roto	5	3	5	75	Normal
					2	Anillos de estanqueidad dañados	5	3	6	90	Normal
					3	Tubería rota	6	4	4	96	Normal
		Correas de mando desgastadas o flojas	FM61	Bajo rendimiento de la bomba	1	Tiempo de uso	4	3	5	60	Normal
					2	Falta de mantenimiento	3	4	5	60	Normal
		Bomba sucia	FM62	Vibraciones o ruidos extraños en la servodirección	1	Aceite sucio	6	5	3	90	Normal
					2	Aireación del depósito obstruido	6	3	4	72	Normal
		Depósito	BH-DC-08	Obstrucción	FM8	La servodirección no funciona	1	Aceite inadecuado	5	3	4
2	Viscosidad muy alta del aceite						5	2	5	50	Normal
3	Filtro en mal estado						6	4	3	72	Normal
Fugas	FM7			Consumo exagerado de aceite	1	Fisuras	5	3	2	30	Normal
					2	Juntas en mal estado	4	3	3	36	Normal
Mangueras	BH-DC-09	Cuarteadas o quebradas	FM4	Fugas del fluido hidráulico de la dirección	1	Tiempo de uso	5	4	4	80	Normal
					2	Exposición al calor excesivo	6	5	4	120	Alto Riesgo
					3	Mala calidad	3	3	5	45	Normal
		Desgaste externo	FM1	Incendio de la manguera bajo presión	1	Abrasión	4	4	6	96	Normal
					2	Contacto con el metal	4	5	4	80	Normal
		Manguera suave y esponjosa	FM63	Desprendimiento y circulación de partículas de tubo	1	Desgaste interno	3	5	6	90	Normal
2	Acumulación de grasa o aceite				3	6	3	54	Normal		

Tabla A – 4.12: AMFE para el Subsistema de Suspensión

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	SUSPENSIÓN	Código:	BH-SP
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	5

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Ballestas	BH-SP-01	Fractura	FM5	El autobus tira hacia un lado	1	Sobrecarga	6	5	3	90	Normal
					2	Fatiga del material	5	4	6	120	Alto Riesgo
					3	Golpes o impactos externos	7	3	4	84	Normal
					4	Operación inadecuada del vehículo	6	5	3	90	Normal
		Oxidación de hojas	FM64	Suspensión demasiado dura	1	Factores climáticos	2	7	3	42	Normal
					2	Tiempo de vida útil excedida	4	3	5	60	Normal
					3	Falta de lubricación	4	6	4	96	Normal
		Bujes y pernos muy ajustados	FM13	Suspensión rígida	1	Mal montaje	3	3	6	54	Normal
					2	Torque incorrecto	4	4	6	96	Normal
					3	Herramientas de ajuste inadecuadas	4	2	8	64	Normal
Amortiguadores	BH-SP-02	Eje torcido	FM65	El autobus sufre sacudidas	1	Sobrecarga	6	5	3	90	Normal
					2	Operación inadecuada	5	5	2	50	Normal
					3	Rodaje reiterado por carreteras dañadas	4	6	2	48	Normal
		Fugas de aceite	FM7	Pérdida de presión	1	Vástago rayado	3	2	8	48	Normal
					2	Mal montaje del amortiguador	5	3	6	90	Normal
					3	Sello de aceite dañado	5	5	4	100	Alto Riesgo

Tabla A – 4.12A: AMFE para el Subsistema de Suspensión

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Amortiguadores	BH-SP-02	Desgaste	FM1	Suspensión demasiado blanda	1	Fatiga del material	2	6	7	84	Normal
					2	Corrosión extendida	2	7	7	98	Normal
		Rotura	FM4	Suspensión ruidosa y con vibraciones	1	Impacto externo	10	1	1	10	Normal
					2	Montaje erróneo	5	2	7	70	Normal
					3	Presión por el líquido congelado	5	2	6	60	Normal
		Barras estabilizadoras	BH-SP-03	Deformación	FM3	El bus se carga hacia un lado	1	Fatiga del material	6	4	4
2	Sobrecarga						6	5	4	120	Alto Riesgo
3	Ciclo de vida útil sobrepasado						5	4	3	60	Normal
Rotura	FM4			Vibración excesiva del volante de dirección	1	Impacto externo	10	1	1	10	Normal
					2	Sobrecarga	6	5	3	90	Normal
					3	Tiempo de vida útil excedido	5	4	3	60	Normal

Tabla A – 4.13: AMFE para el Subsistema de Ruedas y Neumáticos

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	RUEDAS Y NEUMÁTICOS	Código:	BH-RN
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	6

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D defecación	IPR inicial	Estado	
Parte metálica	BH-RN-01	Desgaste (corrosión u oxidación)	FM1	Pérdida de rigidez de la rueda	1	Material inadecuado de la llanta	6	4	5	120	Alto Riesgo
					2	Factores climáticos	4	5	4	80	Normal
					3	Tiempo de uso	4	5	4	80	Normal
		Deformación	FM3	Desencaje del neumático	1	Golpes externos	4	7	3	84	Normal
					2	Sobrecarga	5	6	3	90	Normal
					3	Uso de herramientas inadecuadas para el desmontaje	3	4	4	48	Normal
		Fisuras	FM2	Daño del disco	1	Golpes externos	4	8	2	64	Normal
					2	Técnicas incorrectas de desmontaje	3	5	4	60	Normal
Parte neumática	BH-RN-02	Desgaste del componente	FM1	Disminuye la adherencia en el pavimento	1	Conducción agresiva	5	6	3	90	Normal
					2	Altas velocidades	5	7	3	105	Alto Riesgo
					3	Sobrecarga	6	6	3	108	Alto Riesgo
					4	Factores climáticos	4	5	4	80	Normal
					5	Presión incorrecta de inflado	7	4	3	84	Normal
					6	Mal reglaje de los frenos	7	5	2	70	Normal
					7	Mal estado de la amortiguación	6	4	3	72	Normal
					8	Mal estado de la dirección	7	4	2	56	Normal
					9	Tiempo de uso	5	9	1	45	Normal

Tabla A – 4.13A: AMFE para el Subsistema de Ruedas y Neumáticos

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Parte neumática	BH-RN-02	Deficiente presión de inflado	FM66	Aumenta el consumo de combustible	1 Falta de inspección	5	4	3	60	Normal	
					2 Tiempo de uso	5	7	2	70	Normal	
				El bus pierde estabilidad	3 Presencia de pequeñas grietas o fisuras	6	5	3	90	Normal	
					4 Válvula en mal estado	7	4	4	112	Alto Riesgo	
		Excesiva presión de inflado	FM67	Disminuye la adherencia	La suspensión se deteriora por sobre-esfuerzo	1 Desconocimiento de presión de inflado recomendada por el fabricante	7	3	4	84	Normal
						2 Falta de inspección	6	4	4	96	Normal

Tabla A – 4.14: AMFE para el Subsistema Bastidor y Carrocería

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	BASTIDOR Y CARROCERÍA	Código:	BH-BC
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	7

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Bastidor	BH-BC-01	Desgaste del componente	FM1	Pérdida de la capacidad de carga.	1	Tiempo de uso	5	2	5	50	Normal
					2	Operación inadecuada	6	3	2	36	Normal
					3	Factores climáticos	3	2	6	36	Normal
					4	Falta de mantenimiento	6	3	4	72	Normal
		Fisuras	FM2	Reducción de la rigidez de la estructura.	1	Sobrecarga	7	2	3	42	Normal
					2	Material inadecuado	6	1	6	36	Normal
					3	Juntas soldadas defectuosas	8	3	5	120	Alto Riesgo
		Deformación	FM3	Pérdida de estabilidad y alineación del bus.	1	Impactos externos	9	2	1	18	Normal
					2	Sobrecarga	8	2	3	48	Normal
					3	Falla del material	6	2	5	60	Normal
					4	Mal estado del camino	7	5	2	70	Normal
		Carrocería	BH-BC-02	Fisuras	FM2	Rotura del material que contiene la fisura	1	Falla del material	5	3	6
2	Esfuerzos alternativos excesivos						5	2	6	60	Normal
3	Juntas mal soldadas						7	4	4	112	Alto Riesgo

Tabla A – 4.14A: AMFE para el Subsistema Bastidor y Carrocería

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Carrocería	BH-BC-02	Deterioro del recubrimiento externo	FM68	Corrosión de la superficie externa	1	Factores ambientales	4	6	2	48	Normal
					2	Impactos externos	6	4	1	24	Normal
					3	Mala calidad de pintura	4	2	4	32	Normal
					4	Rayaduras	3	7	1	21	Normal
		Desajuste de pernos de sujeción	FM69	Ruido y vibraciones	1	Falta de mantenimiento	5	4	6	120	Alto Riesgo
					2	Vías en mal estado	6	5	3	90	Normal
		Deformación	FM3	Pérdida de la estética del vehículo	1	Impactos externos	7	2	5	70	Normal
					2	Tiempo de uso	5	1	7	35	Normal
		Atascamiento de las puertas	FM15	Dificultad para el ingreso y desalojo de la unidad	1	Falta de lubricación de las correderas y bisagras	5	3	2	30	Normal
					2	Disfunción del sistema neumático	5	2	4	40	Normal
					3	Impactos externos	9	2	1	18	Normal
		Rotura de los faros	FM4	Falta de visibilidad del conductor, en condiciones adversas	1	Golpes externos	6	2	2	24	Normal
		Rotura de los cristales (parabrisas, ventanas)	FM4	Pérdida de visibilidad hacia los exteriores	1	Golpes externos	8	2	2	32	Normal
					2	Impacto del brazo del limpia-parabrisas	6	1	2	12	Normal
		Desencaje del tablero	FM70	Ruido y vibraciones	1	Vías en mal estado	3	5	2	30	Normal
					2	Tiempo de uso	2	3	4	24	Normal

Tabla A – 4.15: AMFE para el Subsistema Eléctrico

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	ELÉCTRICO	Código:	BH-ET
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	8

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Batería	BH-ET-01	Descargada	FE1	No se produce encendido del motor	1	Tiempo de uso	5	2	8	80	Normal
					2	Uso de aparatos eléctricos con el motor apagado	3	3	8	72	Normal
		Batería sulfatada	FE2	Fallas eléctricas	1	Nivel muy alto de electrolito, bornes sulfatados.	3	4	8	96	Normal
					1	Nivel muy alto de electrolito	5	4	8	160	Alto Riesgo
		Quemada o dañada	FE3	No se produce encendido del motor	1	Nivel bajo de electrolito	5	4	4	80	Normal
					2	Sobrecarga	7	3	4	84	Normal
Alternador	BH-ET-02	Sobrecarga	FE4	Batería dañada o quemada	1	Falta de calibración	5	3	4	60	Normal
					2	Conexión incorrecta	6	2	4	48	Normal
					3	Bobina en dañada	5	2	5	50	Normal
		Carga Insuficiente o no carga	FE5	Funcionamiento de sistemas eléctricos anormal y batería descargada	1	Escobillas desgastadas	5	4	4	80	Normal
					2	Bobina dañada	5	3	5	75	Normal
					3	Estator Averiado	5	2	5	50	Normal
Motor de arranque	BH-ET-03	Avería del componente	FE6	El motor no enciende, o enciende con dificultad	1	Escobillas desgastadas	4	4	5	80	Normal
					2	Bobina dañada	6	3	4	72	Normal
					3	Regulador dañado	6	3	3	54	Normal
					4	Piñón dañado	7	2	5	70	Normal
					5	Escobillas desgastadas	5	3	5	75	Normal
					6	Bobina dañada	6	3	4	72	Normal
					7	Rotor dañado	6	3	4	72	Normal
					8	Regulador dañado	7	2	5	70	Normal

Tabla A – 4.15A: AMFE para el Subsistema Eléctrico

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto	Causas	ESTADO ACTUAL					
						G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado	
Circuito de carga de la batería	BH-ET-04	Sobrecarga o cortocircuito	FE4	Batería dañada o quemada	1	Falta de regulación del alternador	6	2	6	72	Normal
					2	Alternador Averiado	6	2	5	60	Normal
		Desconexión o conexión incorrecta	FE7	Batería descargada o quemada	1	Cables cortados	6	3	5	90	Normal
					1	Cortocircuito	7	3	5	105	Alto Riesgo
					2	Cableado cortado	6	2	6	72	Normal
Circuito de arranque del motor eléctrico	BH-ET-05	Sobrecarga o cortocircuito	FE4	Motor de arranque Averiado	1	Conexión incorrecta	5	3	4	60	Normal
					2	Motor de arranque no idóneo	5	4	4	80	Normal
		Desconexión o conexión incorrecta	FE7	Motor no arranca	1	Conexión incorrecta	7	3	4	84	Normal
					2	Batería desconectada	4	2	6	48	Normal
Circuito electrónico para el sistema de inyección diesel	BH-ET-06	Sobrecarga o cortocircuito	FE4	Motor no enciende	1	Instalación incorrecta	6	2	5	60	Normal
					2	Elementos desconectados	5	2	5	50	Normal
		Desconexión o conexión incorrecta	FE7	Funcionamiento anormal del motor	1	Instalación incorrecta	6	2	5	60	Normal
					2	Elementos desconectados	5	2	5	50	Normal
					3	Cables cortados	7	2	6	84	Normal
Circuito de bujías de caldeo para motores diesel	BH-ET-07	Desconexión o conexión incorrecta	FE7	Motor no enciende	1	Conexión incorrecta	5	3	5	75	Normal
					2	Bujías desgastadas	4	4	6	96	Normal
					3	Cables cortados	5	3	6	90	Normal
Circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios	BH-ET-08	Cortocircuito	FE4	Elementos eléctricos quemados o inservibles	1	Sobrecarga	6	3	5	90	Normal
					2	Cables mal conectados	6	2	5	60	Normal
					1	Cortocircuito	6	2	5	60	Normal
					2	Cables mal conectados	5	2	5	50	Normal
		No hay energía en el circuito	FE8	No funcionan los elementos eléctricos	1	Cables cortados	7	3	5	105	Alto Riesgo
2	Batería desconectada				4	3	5	60	Normal		

Tabla A – 4.16: AMFE para el Subsistema Electrónico

Nombre del Sistema (Título):	BUS HINO GD	Código:	BH
Nombre del Subsistema:	ELÉCTRONICO	Código:	BH-EX
Responsable de AMFE (persona):	Erazo D.; Martínez L.	No. AMFE:	9

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto		Causas	ESTADO ACTUAL				
							G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado
ECU	BH-EX-01	Avería	FN1	Motor no se enciende	1	Conexión a tierra mal realizada o inexistente	7	2	5	70	Normal
					2	Tiempo de uso	5	3	5	75	Normal
					3	Cortocircuito	6	2	6	72	Normal
				Funcionamiento del motor anormal	1	Pines dañados o sucios	8	2	5	80	Normal
					2	Insumos de limpieza corrosivos	5	3	6	90	Normal
					3	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
					4	Cortocircuito	6	2	5	60	Normal
Sensor de presión del múltiple	BH-EX-02	Avería	FN1	Motor falto de potencia	1	Tiempo de uso	5	3	5	75	Normal
					2	Pines dañados o sucios	7	2	6	84	Normal
				Funcionamiento anormal del motor, no acelera.	1	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
					2	Pines dañados o sucios	6	2	5	60	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Motor falto de potencia	1	Mal conectado	6	2	6	72	Normal
				Funcionamiento anormal del motor, no acelera.	2	Mal conectado	5	2	5	50	Normal

Tabla A – 4.16A: AMFE para el Subsistema Electrónico

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto		Causas	ESTADO ACTUAL				
							G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado
Sensor de flujo de masa de aire	BH-EX-03	Avería	FN1	Motor no enciende	1	Tiempo de uso	6	3	6	108	Alto Riesgo
					2	Conexión a tierra mal realizada o inexistente	6	3	5	90	Normal
					3	Cortocircuito	7	2	5	70	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Motor falto de potencia	1	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
					2	Pines dañados o sucios	6	2	5	60	Normal
					1	Motor no enciende	6	2	5	60	Normal
Sensor de posición del cigüeñal	BH-EX-04	Avería	FN1	Motor no enciende	2	Mal conectado	5	2	5	50	Normal
					2	Mal conectado	5	2	5	50	Normal
Sensor de posición del árbol de levas	BH-EX-05	Avería	FN1	Motor no enciende	1	Tiempo de uso	5	2	6	60	Normal
					2	Cortocircuito	6	2	5	60	Normal
					3	Pines dañados o sucios	6	2	5	60	Normal
Sensor de temperatura de agua	BH-EX-06	Avería	FN1	Motor produce mayores emisiones, ventilador encendido en todo momento	1	Mal conectado	6	2	5	60	Normal
					1	Mal conectado	6	2	5	60	Normal

Tabla A – 4.16B: AMFE para el Subsistema Electrónico

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto		Causas	ESTADO ACTUAL				
							G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado
Sensor de temperatura de aire	BH-EX-07	Avería	FN1	Motor produce mayores emisiones, mayor consumo de combustible	1	Tiempo de uso	5	2	5	50	Normal
					2	Incorrecta instalación o elemento inadecuado	6	2	6	72	Normal
					3	Pines dañados o sucios	6	2	5	60	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Motor produce mayores emisiones, mayor consumo de combustible	1	Mal conectado	6	2	6	72	Normal
Sensor de posición de acelerador	BH-EX-08	Avería	FN1	Motor no acelera o le falta potencia	1	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
					2	Cortocircuito	6	2	5	60	Normal
					3	Pines dañados o sucios	6	2	5	60	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Motor no acelera o le falta potencia	1	Mal conectado	5	2	6	60	Normal
					2	Mecanismo Averiado	6	2	5	60	Normal
Sensor de velocidad del vehículo	BH-EX-09	Avería	FN1	No funciona el odómetro, consumo de combustible elevado.	1	Tiempo de uso	4	4	5	80	Normal
					2	Cortocircuito	5	3	5	75	Normal
					3	Engrane del mecanismo dañado	5	3	6	90	Normal
					4	Pines dañados o sucios	5	3	5	75	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	No funciona el odómetro, consumo de combustible elevado.	1	Mal conectado	4	2	6	48	Normal
Sonda Lambda	BH-EX-10	Avería	FN1	Comportamiento anormal del motor,	1	Tiempo de uso	5	2	5	50	Normal
					2	Combustible de mala calidad	6	2	6	72	Normal
				Motor produce mayores emisiones	1	Tiempo de uso	5	3	6	90	Normal
					2	Combustible de mala calidad	5	3	6	90	Normal

Tabla A – 4.16C: AMFE para el Subsistema Electrónico

Componente	Código	Modo de Fallo	Código de fallo	Efecto		Causas	ESTADO ACTUAL				
							G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR inicial	Estado
Sonda Lambda	BH-EX-10	Señal entrecortada, inexistente o incorrecta.	FN2	Motor produce mayores emisiones	1	Mal conectado	5	3	5	75	Normal
					2	Contaminación por partículas CO en el sensor.	5	3	6	90	Normal
Sensor de presión de sobrealimentación	BH-EX-11	Avería	FN1	Comportamiento anormal del motor	1	Tiempo de uso	5	2	5	50	Normal
					2	Cortocircuito	6	2	4	48	Normal
					3	Pines dañados o sucios	6	3	4	72	Normal
			Señal entrecortada, inexistente o incorrecta.	FN2	Comportamiento anormal del motor	1	Mal conectado	5	2	3	30
Sensor de presión del riel de combustible	BH-EX-12	Avería	FN1	Motor falto de potencia	1	Tiempo de uso	5	2	3	30	Normal
					2	Pines dañados o sucios	6	2	4	48	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Presión excesiva en el riel	1	Conexión a tierra mal realizada o inexistente	6	2	4	48	Normal
				Presión baja en el riel	1	Conexión de alimentación o señal mal realizada o inexistente.	5	2	4	40	Normal
Sensor de presión de aceite	BH-EX-13	Avería	FN1	Sobrecalentamiento	1	Tiempo de uso	6	2	4	48	Normal
					2	Pines dañados o sucios	6	2	4	48	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Sobrecalentamiento	1	Mal conectado	6	2	3	36	Normal
Válvula reguladora de presión del riel	BH-EX-14	Avería	FN1	Sobrepresión en el riel	1	Tiempo de uso	5	2	3	30	Normal
					2	Pines dañados o sucios	4	3	3	36	Normal
		Señal entrecortada o inexistente	FN2	Sobrepresión en el riel	1	Mal conectado	5	2	3	30	Normal

CUADROS DE ACCIONES CORRECTIVAS

Tabla A – 4.17: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Frenado

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Tambores	BH-FN-02	Tambores fisurados o deformados	1	Choque térmico	Evitar el contacto con agua cuando los tambores estén calientes.	Chofer	6	2	6	72	Normal
		Tambores cristalizados	1	Uso incorrecto del freno.	Capacitar a los conductores acerca del uso del freno.	Directivos Condorvall	9	2	5	90	Normal
Zapatas	BH-FN-03	Elección incorrecta	1	Las zapatas utilizadas no son iguales para ambos lados del eje	Revisar que el tipo de zapatas utilizadas sean las adecuadas	Propietario	8	1	9	72	Normal
Revestimiento del freno	BH-FN-04	Cristalización	1	Sobrecalentamiento	Capacitar a los conductores acerca del uso del freno.	Directivos Condorvall	9	1	8	72	Normal
Tanques de almacenamiento de aire	BH-FN-14	Fuga de aire	1	Falta de mantenimiento	Verificar frecuentemente el estado del tanque de almacenamiento	Taller Automotriz	5	3	5	75	Normal
Tuberías y cañerías	BH-FN-19	Fuga de aire	1	Falta de mantenimiento	Revisión visual periódica de las tuberías, con agua jabonosa	Taller Automotriz	6	2	8	96	Normal
Ajustadores automáticos	BH-FN-24	Avería	6	Torque de ajuste excesivo	Aplicar torque de apriete recomendado por el fabricante	Taller Automotriz	6	3	4	72	Normal

Tabla A – 4.18: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo		Causas	Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Embrague	BH-TM-01	Problemas de desacople	4	Resortes de la prensa dañados	Reemplazo del componente	Taller automotriz	6	2	5	60	Normal
		Pulsación en el pedal	1	Desalineación de la transmisión y el motor	Realizar análisis de vibraciones	Taller automotriz	9	2	3	54	Normal
Caja de velocidades	BH-TM-02	Dificultad para que entren las velocidades	4	Eje principal con estrías deformadas	Verificar deformación de estrías de eje y establecer intervalos de lubricación	Taller automotriz	6	3	5	90	Normal
			7	Anillos freno del sincronizador, gastados o dañados	Reemplazo de los anillos gastados	Taller automotriz	5	2	5	50	Normal
		Fugas	2	Bulones flojos o sus roscas dañados	Controlar ajuste de bulones y reparar roscas dañadas	Taller automotriz	5	3	5	75	Normal
			4	Retenes de aceite dañados o incorrectamente instalados	Verificar correcta instalación de retenes y cambiar retenes dañados	Taller automotriz	4	2	6	48	Normal
			5	Retén del cojinete del engranaje de mando roto	Reemplazo del retén del cojinete de engranaje de mando	Taller automotriz	6	2	5	60	Normal
Árbol de transmisión	BH-TM-03	Fractura	1	Sobrecarga	No exceder el límite de carga recomendado por el fabricante	Chofer	8	3	3	72	Normal
Par cónico diferencial	BH-TM-04	Rodamiento guía de la punta del piñón se desgasta prematuramente	1	Fatiga en la pista de rodadura	Controlar adecuada lubricación de los rodamientos	Taller automotriz	4	3	5	60	Normal
		Rotura de dientes	3	Fatiga estructural del material	Verificación continua de estado de engranajes y cambio de ser necesario	Taller automotriz	6	3	4	72	Normal
		Fugas de aceite	1	Reten correspondiente al piñón desgastado o roto	Cambio del retén desgastado o roto	Taller automotriz	7	2	5	70	Normal

Tabla A – 4.18A: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Transmisión

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Juntas de transmisión	BH-TM-05	Desgaste	4	Manejo inapropiado	Conducir según las recomendaciones del fabricante	Chofer	6	2	4	48	Normal
Semiárboles de transmisión	BH-TM-06	Fractura	1	Sobrecarga	No exceder el límite de carga recomendado por el fabricante	Chofer	8	3	3	72	Normal

Tabla A – 4.19: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Dirección

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Árbol de dirección	BH-DC-02	Deformación	2	Fatiga del material	Verificar periódicamente la deformación del árbol de dirección	Taller automotriz	6	2	6	72	Normal
Caja de engranajes de la dirección	BH-DC-03	Rodamientos gripados o rotos	1	Falta de lubricación	Elevar frecuencia de lubricación	Taller automotriz	6	2	5	60	Normal
Palanca y barras de la dirección	BH-DC-04	Excesivo apriete en las articulaciones de mando	1	Inadecuado torque de apriete	Controlar que el torque sea el indicado por el fabricante	Taller automotriz	5	2	6	60	Normal
Cilindro hidráulico	BH-DC-05	Avería del componente	1	Desgaste del cilindro	Verificar desgaste del cilindro	Taller automotriz	6	3	4	72	Normal
Válvula de distribución	BH-DC-06	Muelle defectuoso	2	Rotura	Reemplazo de la válvula	Taller automotriz	7	2	4	56	Normal
Bomba de dirección	BH-DC-07	Falta de aceite	2	Aire en el circuito	Purgar el circuito	Taller automotriz	6	2	6	72	Normal
			4	Avería en la válvula distribuidora	Inspeccionar frecuentemente los componentes de la bomba de dirección	Taller automotriz	7	2	5	70	Normal
Mangueras	BH-DC-09	Cuardeadas o quebradas	2	Exposición al calor excesivo	Verificar estado de las mangueras y de ser necesario cambiarlas	Taller automotriz	6	3	4	72	Normal

Tabla A – 4.20: Cuadro de correctivos para el Subsistema de Suspensión

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Ballestas	BH-SP-01	Fractura	2	Fatiga del material	Verificar constantemente el estado de las ballestas y cambiarlas si es necesario	Taller automotriz	5	3	6	90	Normal
Amortiguadores	BH-SP-07	Fugas de aceite	3	Sello de aceite dañado	Cambiar los sellos dañados	Taller automotriz	5	2	4	40	Normal
Barras estabilizadoras	BH-SP-04	Deformación	2	Sobrecarga	No exceder los límites de carga establecidos por el fabricante	Chofer	6	3	4	72	Normal

Tabla A – 4.21: Cuadro de correctivos para el Subsistema Ruedas y Neumáticos

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Parte metálica	BH-RN-01	Desgaste (corrosión u oxidación)	1	Material inadecuado de la llanta	Colocar llantas de marcas de calidad reconocida	Propietario	6	3	5	90	Normal
Parte neumática	BH-RN-03	Desgaste del componente	2	Altas velocidades	Conducir a velocidades moderadas	Chofer	5	4	3	60	Normal
			3	Sobrecarga	No rebasar el límite de carga	Chofer	6	3	3	54	Normal
		Deficiente presión de inflado	4	Válvula en mal estado	Inspeccionar frecuentemente el estado de la válvula del neumático	Chofer	7	2	4	56	Normal

Tabla A – 4.22: Cuadro de correctivos para el Subsistema Bastidor y Carrocería

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Bastidor	BH-BC-05	Fisuras	3	Juntas soldadas defectuosas	Elevar la frecuencia de inspección de cordones de soldadura	Taller automotriz	8	2	5	80	Normal
Carrocería	BH-BC-02	Fisuras	3	Juntas mal soldadas	Inspección mensual de juntas soldadas	Taller Automotriz	7	2	4	56	Normal
		Desajuste de pernos de sujeción	1	Falta de mantenimiento	Verificación mensual de ajuste de pernos	Taller Automotriz	5	2	6	60	Normal

Tabla A – 4.23: Cuadro de correctivos para el Subsistema Eléctrico y Electrónico

Componente	Código	Modo de Fallo	Causas		Acciones correctivas	Responsable	G gravedad	F ocurrencia	D detección	IPR final	Estado
Batería	BH-ET-01	Batería sulfatada	1	Nivel muy alto de electrolito	Revisar que no exista exceso de electrolito, de haberlo, drenarlo.	Taller Automotriz	5	2	8	80	Normal
Circuito de carga de la batería	BH-ET-04	Desconexión o conexión incorrecta	1	Cortocircuito	Revisar que no existan cables quemados.	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Circuito de alumbrado, señalización, control y accesorios	BH-ET-08	No hay energía en el circuito	1	Cables cortados	Revisar que no existan dobleces en el cableado, ni cables pelados.	Taller Automotriz	7	2	5	70	Normal
Sensor de flujo de masa de aire	BH-EX-03	Avería	1	Tiempo de uso	Revisar y limpiar el sensor, cada que se limpie el filtro de aire.	Taller Automotriz	6	2	6	72	Normal

Fuente: Manual de Servicio HINO
Elaboración: Propia

ANEXO 5.1
CUADRO DE MANTENIMIENTO

Tabla A – 5.1: Continuación

																I: Inspeccione, limpie y corrija o reemplace según sea necesario
																L: Lubrique R: Reemplace T: Ajuste al torque especificado
																A: Chequee y ajuste si es necesario
EMBRAGUE	PRIMER			CADA												
	1	5	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60	90	120	MESES	
Líquido del embrague																R:12
Booster del embrague																R:12
Desgaste del revestimiento del embrague																A:12
TRANSMISIÓN	PRIMER			CADA												
	1	5	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60	90	120	MESES	
Aceite de los engranajes de la transmisión	R							R								R:6
Nivel del aceite de los engranajes de la transmisión			A													-
Colador de aceite de los engranajes de las transmisión	I							I								I:6
Juego del varillaje de control de la transmisión												A				-
Respirador en la transmisión								I								-
Manguera de caucho para el enfriamiento de la transmisión y sistema de lubricación forzada																R:24
EJE PROPULSOR	PRIMER			CADA												
	1	5	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60	90	120	MESES	
Deflexión del eje propulsor								A								12
Juego de la ranura del eje propulsor y de la junta universal								A								12
Soporte del rodamiento central del eje propulsor												A				
Daño del retenedor de la ranura deslizante y el rodamiento central												I				
Ajuste del yugo de la brida del eje propulsor y de los pernos de montaje del rodamiento central								T								
EJE FRONTAL	PRIMER			CADA												
	1	5	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60	90	120	MESES	
Daños, desgaste y apriete de las partes del eje												A				24
Alineación de las ruedas												A				12
Daños de los forros contra el polvo de las juntas de bola la barra de acoplamiento				A												
EJE POSTERIOR	PRIMER			CADA												
	1	5	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60	90	120	MESES	
Aceite de engranajes del diferencial	R							R								A:1 R:6
Nivel de aceite de los engranajes del diferencial			I													
Ajuste de los pernos de montaje del semieje								T								
Torceduras y roturas (grietas) del semieje												I				12
Respiradero de la coraza del eje								I								6
Roturas de la coraza del eje, deformación y daño												I				12

ANEXO 7.1
PROFORMAS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y
HERRAMIENTAS

ANEXO 7.2
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER AUTOMOTRIZ
CONDORVALL