

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica



“ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN INDICADORES
A LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA DE LA EMPRESA ORICA
MINING SERVICE PERU S.A. EN OPERACIONES EN SOCIEDAD MINERA CERRO
VERDE EN EL AÑO 2018”

Tesis presentada por el Bachiller:
Fernández Chávez, Patricio Renato
para optar Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico
Asesor:
Ing. Valencia Salas, Mario José

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**“ESTRATEGIAS DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN
INDICADORES A LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE
VOLADURA DE LA EMPRESA ORICA MINING SERVICE PERU S.A.
EN OPERACIONES EN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE EN EL
AÑO 2018”**

Presentado por el Bachiller:

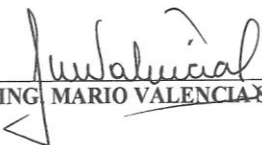
FERNANDEZ CHAVEZ PATRICIO RENATO

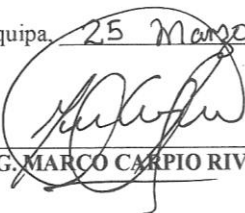
Nuestro **DICTAMEN** es:

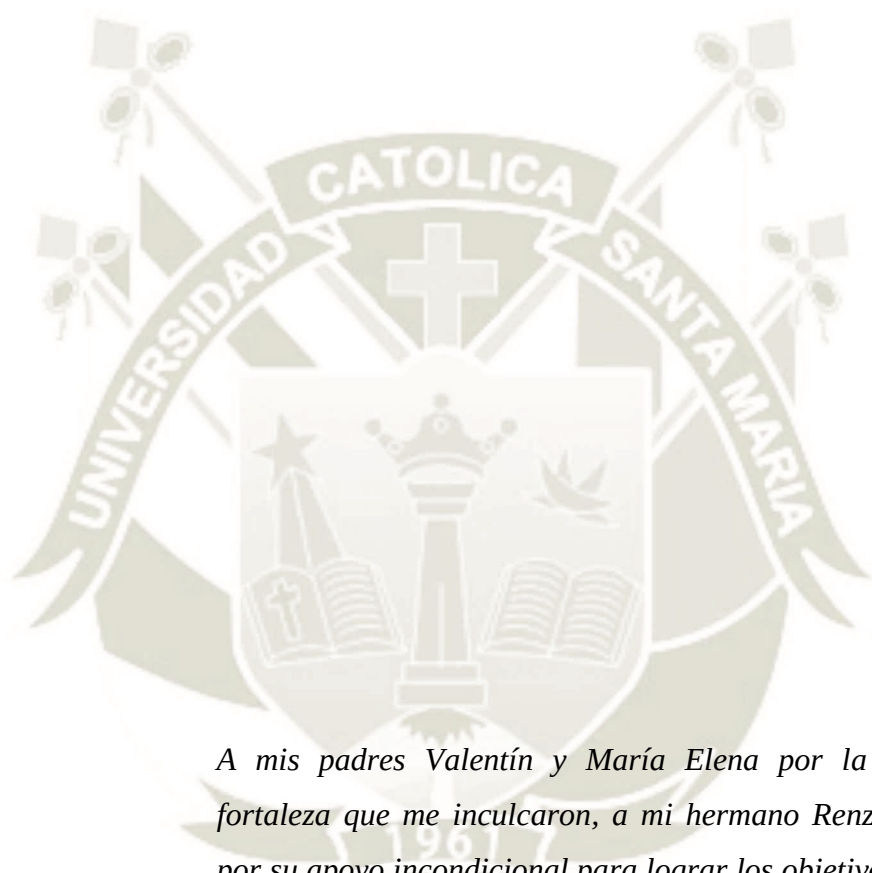
“APROBADO”

OBSERVACIONES:

Arequipa, 25 Mayo 2019


ING. MARIO VALENCIA SALAS


ING. MARCO CARPIO RIVERA



A mis padres Valentín y María Elena por la confianza y la fortaleza que me inculcaron, a mi hermano Renzo y mis abuelos por su apoyo incondicional para lograr los objetivos trazados, a mi novia Tatiana por alentarme a no renunciar a mis sueños ni metas, a mis amigos Pierre, Esteban, Guillermo, Mauricio, Sergio y Francisco por la predisposición de apoyar en todo lo necesario a lo largo de estos años.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	III
INTRODUCCIÓN	V
CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4. JUSTIFICACION	3
1.5. ALCANCES	4
1.6. LIMITACIONES	4
CAPITULO II FUNDAMENTOS TEORICOS.....	5
2.1. INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE MANTENIMIENTO	5
2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5
2.2.1. CARACTERISTICAS.....	6
2.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	7
2.3.1. CARACTERISTICAS.....	7
2.4. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO.....	7
2.4.1. CONFIABILIDAD.....	7
2.4.2. DISPONIBILIDAD.....	8
2.4.3. MANTENIBILIDAD	9
CAPITULO III INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO	10
3.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO	11
3.1.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	11
3.1.1.1. DEFINICION	11
3.1.1.2. FORMULA	11
3.1.1.3. BENCHMARK	11
3.1.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR).....	12
3.1.2.1. DEFINICION	12

3.1.2.2. FORMULA	12
3.1.2.3. BENCHMARK	13
3.1.3. PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO.....	13
3.1.3.1. DEFINICION	13
3.1.3.2. FORMULA	13
3.1.3.3. BENCHMARK	14
3.1.4. INDICE DE DISPONIBILIDAD	14
3.1.4.1. DEFINICION	14
3.1.4.2. FORMULA	15
3.1.4.3. BENCHMARK	15
3.1.5. INDICE DE MANTENIMIENTO.....	15
3.1.5.1. DEFINICION	15
3.1.5.2. FORMULA	16
3.1.5.3. BENCHMARK	17
3.1.6. UTILIZACIÓN DE ACTIVOS	17
3.1.6.1. DEFINICION	17
3.1.6.2. FORMULA	18
CAPITULO IV CARACTERISTICAS TECNICAS DE CAMIÓN FÁBRICA DE VOLADURA	19
4.1. DESCRIPCIÓN DEL CAMIÓN FÁBRICA DE VOLADURA	19
4.2. SISTEMAS DE CAMIÓN MACK.....	20
4.2.1. SISTEMA DE UNIDAD DE POTENCIA.....	21
4.2.1.1. SUBSISTEMAS DE SISTEMA DE UNIDAD DE POTENCIA	21
4.2.1.1.1. MOTOR.....	22
4.2.1.1.2. SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL.....	29
4.2.1.1.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	30
4.2.1.1.4. SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	31
4.2.1.1.5. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	33
4.2.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	34
4.2.2.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	34
4.2.2.1.1. EMBRAGUE.....	35
4.2.2.1.2. CAJA DE VELOCIDADES	36
4.2.2.1.3. ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	38
4.2.2.1.4. DIFERENCIAL	38
4.2.2.1.5. JUNTAS DE TRANSMISIÓN	39
4.2.2.1.6. SEMIARBOLES DE TRANSMISIÓN	39
4.2.3. SISTEMA DE DIRECCIÓN	39
4.2.3.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	40
4.2.3.1.1. COLUMNA DE DIRECCIÓN	41

4.2.3.1.2. REDUCCIÓN ANGULAR	41
4.2.3.1.3. CAJA DE DIRECCIÓN	41
4.2.3.1.4. BARRA DE ACOPLAMIENTO	42
4.2.3.1.5. SERVOBOMBA	42
4.2.4. SISTEMA DE FRENOS	43
4.2.4.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE FRENOS	44
4.2.4.1.1. FRENO NEUMATICO	44
4.2.4.1.2. SISTEMA DE FRENO ABS	44
4.2.4.1.3. FRENO DE MOTOR	45
4.2.5. SISTEMA ELECTRICO	46
4.2.5.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA ELECTRICO	46
4.2.5.1.1. ALTERNADOR	47
4.2.5.1.2. MOTOR DE ARRANQUE	48
4.2.5.1.3. LUCES DE CAMION	49
4.2.6. SISTEMA DE CHASIS, SUSPENSIÓN Y RUEDAS	51
4.2.6.1. SUBSISTEMA DE SISTEMA DE CHASIS, SUSPENSIÓN Y RUEDAS	51
4.2.6.1.1. BASTIDOR	52
4.2.6.1.2. SUSPENSIÓN TIPO MUELLE	53
4.2.6.1.3. SUSPENSIÓN NEUMATICA	53
4.2.6.1.4. NEUMATICOS	55
4.2.7. SISTEMA DE CABINA Y CONFORT	56
4.2.7.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE CABINA Y CONFORT	57
4.2.7.1.1. PANELES DE INSTRUMENTOS	57
4.2.7.1.2. PANEL DE CONTROL DE CLIMA DE CABINA	60
4.2.7.1.3. PEDALES	61
4.3. SISTEMAS DE FABRICA DE VOLADURA	62
4.3.1. FUNCIONAMIENTO DE FABRICA DE VOLADURA	62
4.3.1.1. SISTEMA VACIABLE	64
4.3.1.1.1. PTO BOMBA HIDRAULICA PRINCIPAL	64
4.3.1.1.2. MANDOS SISTEMA VACIABLE	65
4.3.1.1.3. ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO	67
4.3.1.1.4. PROGRAMACIÓN DE DISPARO	69
4.3.1.1.5. SIN FIN PRINCIPAL	70
4.3.1.1.6. SIN FIN VERTICAL Y TUBO DE ALOJAMIENTO	71
4.3.1.1.7. SIN FIN DE DESCARGA Y TUBO DE ALOJAMIENTO	73
4.3.2. SISTEMA BOMBEABLE	75
4.3.2.1. MANDOS DE SISTEMA BOMBEABLE	76
4.3.2.2. BOMBAS AUXILIARES	77
4.3.2.2.1. BOMBA DE EMULSIÓN DE DOBLE SUCCIÓN	79
4.3.2.2.2. BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	81

4.3.2.2.3. CARRETE DE MAGUERA	83
4.3.2.2.4. AGUILON Y MANGUERA ROYAL FLEX	84
CAPITULO V INDICES DE RENDIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES	
FABRICA DE VOLADURA.....	86
5.1.TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	86
5.1.1. APLICACION DEL INDICADOR	86
5.1.1.1. HORAS OPERATIVAS DE LAS FLOTA DE CAMIONES	86
5.1.1.2. NUMERO DE PARADA DE FLOTA DE CAMIONES	88
5.1.2. RESULTADOS	89
5.2. TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	104
5.2.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR	104
5.1.1.1. HORAS DE INACTIVIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES	105
5.1.1.2. NUMERO DE PARADAS	106
5.2.2. RESULTADOS	106
5.3. PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO	121
5.3.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR	121
5.3.1.1. HORAS PROGRAMADAS DE INACTVIDAD	121
5.3.1.2. TOTAL DE HORAS DE INACTVIDAD	122
5.3.2. RESULTADOS	122
5.4. DISPONIBILIDAD	137
5.4.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR	137
5.4.1.1. TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS	137
5.4.1.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES	137
5.4.2. RESULTADOS	138
5.5. INDICE DE MANTENIMIENTO.....	153
5.5.1.APLICACIÓN DE INDICADOR	153
5.5.1.1. HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO.....	154
5.5.1.2. HORAS DE OPERACIÓN.....	155
5.5.2. RESULTADOS	155
5.6. UTILIZACIÓN DE ACTIVOS	170
5.6.1. APLICACIÓN DE INDICADOR	170
5.6.1.1. HORAS DE OPERACIÓN.....	170
5.6.1.2. TOTAL DE HORAS CALENDARIO.....	170
5.6.2. RESULTADOS	171
CAPITULO VI RESULTADOS DE ANALISIS DE INDICADORES	172

6.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA.....	172
6.1.1. DESVIACIÓN DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	173
6.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	174
6.2.1. DESVIACIÓN DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	175
6.3. PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	176
6.3.1. DESVIACIÓN DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADA DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	177
6.4. DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	178
6.4.1. DESVIACIÓN DE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	179
6.5. INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	180
6.5.1. DESVIACIÓN DE INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	181
6.6. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FÁBRICA DE VOLADURA	182
6.6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	182
6.6.2. FORMATO DE BACKLOGS.....	183
6.6.3. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	184
6.6.3.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 250 HORAS.....	185
6.6.3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 500 HORAS.....	186
6.6.3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1000 HORAS.....	187
CONCLUSIONES.....	188
RECOMENDACIONES	190
BIBLIOGRAFIA.....	191
ANEXOS.....	192

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	HORAS OPERATIVAS DE LA FLOTA.....	87
TABLA 2	NÚMERO DE PARADAS DE FLOTA DE CAMIONES	88
TABLA 3	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS.....	89
TABLA 4	HORAS DE INACTIVIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES.....	105
TABLA 5	TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES.....	106
TABLA 6	PREMISAS DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADA	121
TABLA 7	HORAS PROGRAMADAS DE INACTIVIDAD DE FLOTA DE CAMIONES ..	121
TABLA 8	PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO	122
TABLA 9	ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES	138
TABLA 10	PREMISAS DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO	153
TABLA 11	HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES .	154
TABLA 12	ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES	155
TABLA 13	TOTAL HORAS CALENDARIO	170
TABLA 14	ÍNDICE DE UTILIZACIÓN DE ACTIVOS LA FLOTA DE CAMIONES (%) ..	171
TABLA 15	DESVIACIÓN ENTRE MTBF DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK	173
TABLA 16	DESVIACIÓN ENTRE MTTR DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK	175
TABLA 17	DESVIACIÓN ENTRE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADA DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK.....	177
TABLA 18	DESVIACIÓN ENTRE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK	179
TABLA 19	DESVIACIÓN ENTRE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK	181

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 CAMIÓN FABRICA DE VOLADURA	20
IMAGEN 2 MOTOR MP8 EXPORT 440C	22
IMAGEN 3 PARTES DE MOTOR MP8 - FRONTAL Y LATERAL DERECHA	22
IMAGEN 4 PARTES DEL MOTOR MP8 - VISTA POSTERIOR Y LATERAL.....	23
IMAGEN 5 BLOQUE DE MOTOR O MONOBLOCK	25
IMAGEN 6 TAPA DE BLOQUE DE MOTOR O CULATA.....	26
IMAGEN 7 PISTÓN, CAMISA Y BIELA	27
IMAGEN 8 CIGÜEÑAL	28
IMAGEN 9 SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE MOTOR.....	29
IMAGEN 10 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE MOTOR	30
IMAGEN 11 SISTEMA DE LUBRICACIÓN	32
IMAGEN 12 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE MOTOR	33
IMAGEN 13 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOTOR	35
IMAGEN 14 COMPONENTES DEL EMBRAGUE	36
IMAGEN 15 CAJA DE VELOCIDADES DE CAMIÓN MACK.....	37
IMAGEN 16 ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	38
IMAGEN 17 SISTEMA DE TRANSMISIÓN POSTERIOR DE CAMIÓN	39
IMAGEN 18 SISTEMA DE DIRECCIÓN	40
IMAGEN 19 CAJA DE DIRECCIÓN.....	42
IMAGEN 20 BARRA DE ACCIONAMIENTO POSTERIOR	42
IMAGEN 21 SERVOBOMBA DE DIRECCIÓN.....	43
IMAGEN 22 FRENO DE MOTOR.....	45
IMAGEN 23 POSICIÓN DE ALTERNADOR EN CAMIÓN	48
IMAGEN 24 POSICIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE EN EL CAMIÓN	49
IMAGEN 25 BASTIDOR C	52
IMAGEN 26 SUSPENSIÓN TIPO BALLESTA	53
IMAGEN 27 SUSPENSIÓN NEUMÁTICA DELANTERA	54
IMAGEN 28 SUSPENSIÓN NEUMÁTICA POSTERIOR.....	55
IMAGEN 29 NEUMÁTICOS DE CAMIÓN	56

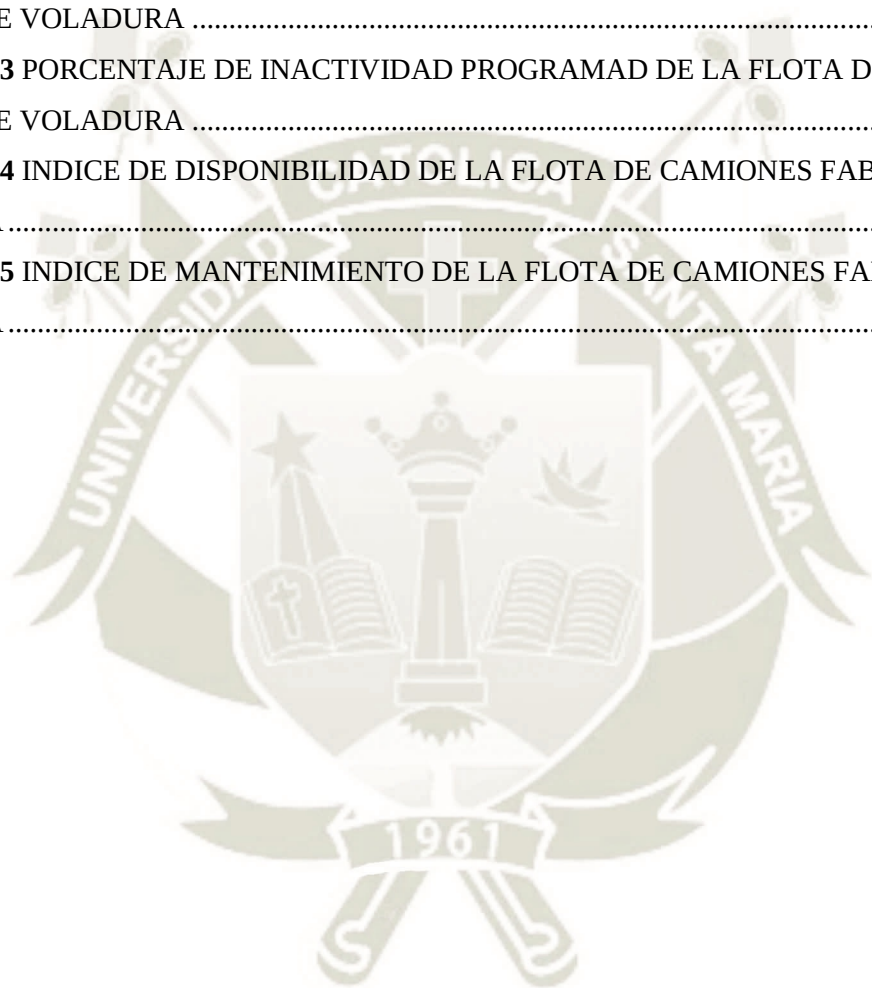
IMAGEN 30	PANEL PRINCIPAL DE CABINA	57
IMAGEN 31	PANEL A DE TABLERO PRINCIPAL	57
IMAGEN 32	PANEL B DE TABLERO PRINCIPAL.....	58
IMAGEN 33	PANEL C DEL TABLERO PRINCIPAL	59
IMAGEN 34	PANEL DE CONTROL DE CLIMA DE CABINA.....	60
IMAGEN 35	PEDALES DEL MANEJO DEL CAMIÓN	61
IMAGEN 36	PANTALLAS Y MANDOS DEL SISTEMA PROBLAST	63
IMAGEN 37	CARDAN PTO Y BOMBA HIDRÁULICA.....	65
IMAGEN 38	MANDOS DE SISTEMA VACIABLE.....	66
IMAGEN 39	TANQUES DE ALMACENAMIENTO - PROBLAST.....	68
IMAGEN 40	TANQUES DE ALMACENAMIENTOS - DCC+	68
IMAGEN 41	INTERIOR DEL ESTANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	69
IMAGEN 42	PROGRAMACIÓN DE DISPARO.....	70
IMAGEN 43	SIN FIN PRINCIPAL	71
IMAGEN 44	SIN FIN VERTICAL	72
IMAGEN 45	SIN FIN DE DESCARGA.....	74
IMAGEN 46	POSICIÓN DE DISPARO DE SISTEMA VACIABLE	75
IMAGEN 47	MANDOS DE SISTEMA BOMBEABLE	76
IMAGEN 48	BOMBA DE PETRÓLEO	78
IMAGEN 49	BOMBA DE AGUA	78
IMAGEN 50	BOMBA DE GASIFICADO	79
IMAGEN 51	BOMBA DE EMULSIÓN DE DOBLE SUCCIÓN.....	80
IMAGEN 52	BOMBA DE EMULSIÓN CON RETENES VENCIDOS.....	81
IMAGEN 53	BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	82
IMAGEN 54	SELLO ROTO DE LA BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA	83
IMAGEN 55	CARRETE DE MANGUERA ROYAL FLEX	84
IMAGEN 56	AGUILÓN Y MANGUERA ROYAL FLEX.....	85

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 1 BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-29	90
GRÁFICO 2 BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-30	91
GRÁFICO 3 BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-31	92
GRÁFICO 4 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-32	93
GRÁFICO 5 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-34	94
GRÁFICO 6 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-35	95
GRÁFICO 7 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-36	96
GRÁFICO 8 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-38	97
GRÁFICO 9 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-39	98
GRÁFICO 10 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-40	99
GRÁFICO 11 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-41	100
GRÁFICO 12 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-42	101
GRÁFICO 13 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-43	102
GRÁFICO 14 BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-95	103
GRÁFICO 15 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-29	107
GRÁFICO 16 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-30	108
GRÁFICO 17 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-31	109
GRÁFICO 18 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-32	110
GRÁFICO 19 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-34	111
GRÁFICO 20 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-35	112
GRÁFICO 21 BENCHMARK DE MTTR DE CAMION Q-36	113
GRÁFICO 22 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-38	114
GRÁFICO 23 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-39	115
GRÁFICO 24 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-40	116
GRÁFICO 25 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-41	117
GRÁFICO 26 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-42	118
GRÁFICO 27 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-43	119
GRÁFICO 28 BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-95	120
GRÁFICO 29 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-29	123
GRÁFICO 30 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-30	124
GRÁFICO 31 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-31	125
GRÁFICO 32 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-32	126
GRÁFICO 33 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-34	127

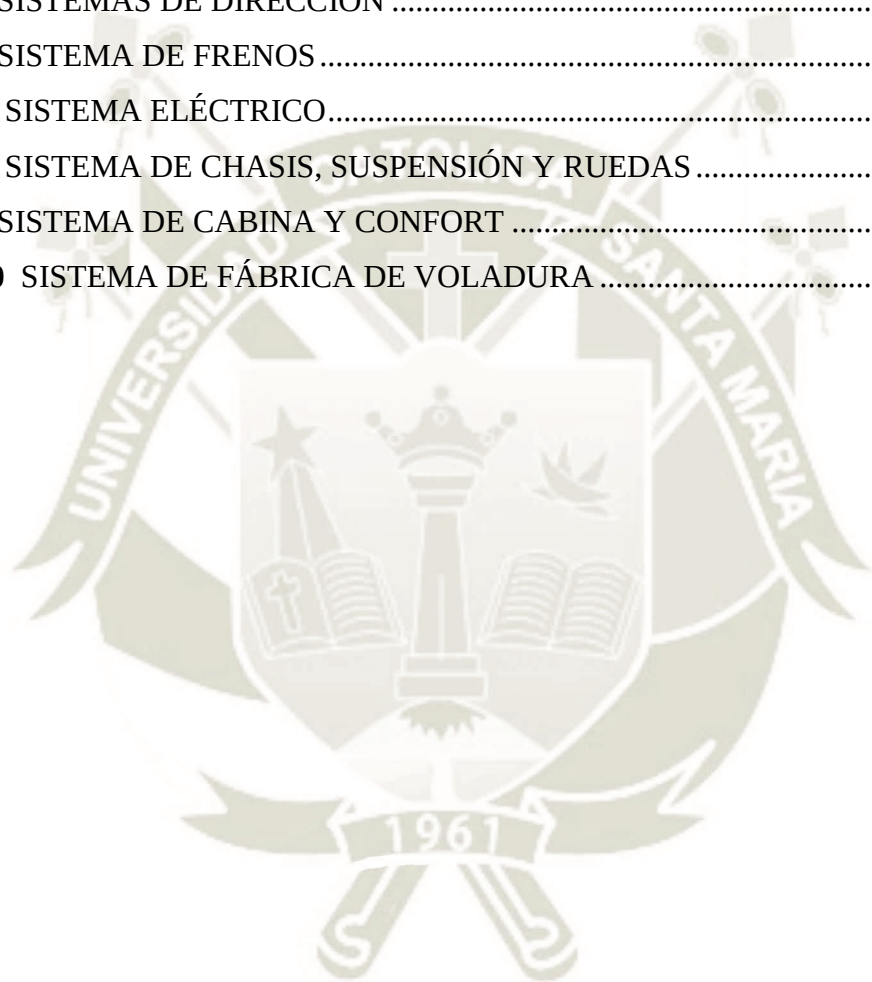
GRÁFICO 34	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-35	128
GRÁFICO 35	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-36	129
GRÁFICO 36	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-38	130
GRÁFICO 37	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-39	131
GRÁFICO 38	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-40	132
GRÁFICO 39	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-41	133
GRÁFICO 40	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-42	134
GRÁFICO 41	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-43	135
GRÁFICO 42	BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-95	136
GRÁFICO 43	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-29	139
GRÁFICO 44	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-30	140
GRÁFICO 45	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-31	141
GRÁFICO 46	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-32	142
GRÁFICO 47	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-34	143
GRÁFICO 48	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-35	144
GRÁFICO 49	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-36	145
GRÁFICO 50	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-38	146
GRÁFICO 51	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-39	147
GRÁFICO 52	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-40	148
GRÁFICO 53	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-41	149
GRÁFICO 54	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-42	150
GRÁFICO 55	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-43	151
GRÁFICO 56	BENCHMARK DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE Q-95	152
GRÁFICO 57	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-29	156
GRÁFICO 58	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-30	157
GRÁFICO 59	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-31	158
GRÁFICO 60	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-32	159
GRÁFICO 61	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-34	160
GRÁFICO 62	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-35	161
GRÁFICO 63	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-36	162
GRÁFICO 64	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-38	163
GRÁFICO 65	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-39	164
GRÁFICO 66	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-40	165
GRÁFICO 67	BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-41	166

GRÁFICO 68 BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-42.....	167
GRÁFICO 69 BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-43.....	168
GRÁFICO 70 BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-95.....	169
GRÁFICO 71 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	172
GRÁFICO 72 TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	174
GRÁFICO 73 PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	176
GRÁFICO 74 INDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	178
GRÁFICO 75 INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA	180



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 SISTEMAS DE CAMIÓN MACK.....	20
FIGURA 2 SISTEMA DE UNIDAD DE POTENCIA	21
FIGURA 3 CARACTERÍSTICAS DE MOTOS MP8	24
FIGURA 4 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	34
FIGURA 5 SISTEMAS DE DIRECCIÓN	40
FIGURA 6 SISTEMA DE FRENOS	44
FIGURA 7 SISTEMA ELÉCTRICO.....	46
FIGURA 8 SISTEMA DE CHASIS, SUSPENSIÓN Y RUEDAS	51
FIGURA 9 SISTEMA DE CABINA Y CONFORT	57
FIGURA 10 SISTEMA DE FÁBRICA DE VOLADURA	62



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 BENCHMARK DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	193
ANEXO 2 BENCHMARK DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES	193
ANEXO 3 BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO	194
ANEXO 4 BENCHMARK DE INDICE DE DISPONIBILIDAD	194
ANEXO 5 BENCHMARK DE INDICE DE MANTENIMIENTO	195
ANEXO 6 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-29	196
ANEXO 7 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-30	196
ANEXO 8 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-31	196
ANEXO 9 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-32	196
ANEXO 10 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-34	196
ANEXO 11 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-35	196
ANEXO 12 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-36	196
ANEXO 13 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-38	196
ANEXO 14 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-40	196
ANEXO 15 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-41	196
ANEXO 16 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-42	196
ANEXO 17 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-43	196
ANEXO 18 FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-95	196

RESUMEN

La necesidad de implementar correctamente un plan de mantenimiento en los equipos y componentes de las empresas mineras en la actualidad ha ido tomando mayor importancia, más aún por las necesidades de mejorar los resultados, que significa tener equipos más eficientes y por lo tanto tener equipos con una disponibilidad alta en operación.

Los camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE S.A. son equipos que trabajan en la zona de mina y son los encargados de hacer los disparos y voladura de la materia prima del tajo o los cerros aledaños para que puedan continuar con todo su proceso de extracción el cual sería el acarreo de esta materia prima para posteriormente pasar el material por la planta concentradora. Las particularidades de estos camiones fábrica de voladura radican en la dificultad de manejar los diferentes sistemas que tienen ya que al ser complejos los operadores tienden a cometer errores y dañar el equipo, y a su vez el equipo sufre daños por las condiciones en las que es sometido ya sea por los camiones de acarreo dentro de mina o por otros factores preponderantes al momento de operar. La implementación de un análisis de indicadores KPI o indicadores claves de desempeño, estos indicadores surgen con la finalidad de medir distintos tiempos, fallas, y otros de equipos y componentes para poder realizar la gestión adecuada de los equipos.

Por tal motivo los indicadores KPI surgen con la idea de medir el rendimiento de los equipos, y si se puede medir, se puede controlar ya que son métricas que sirven para identificar el rendimiento de una determinada acción, estrategia, componentes entre otros. Estas medidas nos indican el nivel de desempeño en base a objetivo medible de clase mundial el cual tiene la definición de benchmark.

En el levantamiento de información de esta flota de camiones fábrica y posterior análisis de indicadores de mantenimiento con el fin de obtener un estudio de la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la flota se evidencio ciertas desviaciones en los resultados; ya que la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE S.A. que cuenta con trece unidades presenta un porcentaje de disponibilidad de 45.93% la cual realizando una comparativa con el benchmark o punto de referencia de clase mundial con el fabricante que nos manda una disponibilidad de 88.00% es baja y debe de tomarse acción para remontar dicho porcentaje.

De igual manera el índice de mantenibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura de ORICA MINING SERVICE S.A es de 0.67% en el mes de diciembre al finalizar el año de la investigación en comparativa con el benchmark establecido de 0.35%, lo que nos indica que se hace una sobre esfuerzo por realizar el mantenimiento de la unidad y este sobre esfuerzo se ve reflejado en costos elevados para la empresa por sobre tiempo de personal operativo, gastos mayores de insumos y repuestos, gastos administrativos.

Las posibilidades de mejora de la flota se darán planteando estrategias de gestión de mantenimiento con el fin de asegurar una mejora de la disponibilidad de la flota a lo largo del tiempo.

Palabras Clave: Indicadores KPI, Punto de referencia, Disponibilidad, MTBF, MTTR.

ABSTRACT

The need to correctly implement a maintenance plan in the equipment and components of mining companies nowadays has taken on greater importance, especially because of the need to improve results, which means having more efficient equipment and therefore having equipment with high availability in operation.

The blasting plant trucks of the company ORICA MINING SERVICE S.A. They are teams that work in the mine area and are in charge of firing and blasting the primary material of the pit or the surrounding hills so that they can continue with their extraction process, which would be the hauling of this raw material for later pass the material through the concentrator plant. The peculiarities of these blasting factory trucks lie in the difficulty of managing the different systems they have, since being complex, operators tend to make mistakes and damage the equipment, and in turn the equipment suffers damages due to the conditions in which it is subjected. either by haul trucks within the mine or by other factors prevailing at the time of operation. The implementation of an analysis of KPI indicators or key performance indicators, these indicators arise in order to measure different times, failures, and other equipment and components to perform the proper management of equipment.

For this reason the KPI indicators arise with the idea of measuring the performance of the equipment, and if it can be measured, it can be controlled since they are metrics that serve to identify the performance of a certain action, strategy, components, among others. These measures indicate the level of performance based on measurable objective of world class which has the definition of a benchmark.

In the lifting of information of this fleet of trucks manufactures and later analysis of maintenance indicators in order to obtain a study of the availability, maintainability and reliability of the fleet, certain deviations in the results were evidenced; since the fleet of trucks blasting factory of the company ORICA MINING SERVICE S.A. that has thirteen units has an availability percentage of 45.93% which making a comparison with the benchmark or world class benchmark with the manufacturer that sends us an availability of 88.00% is low and action must be taken to overcome said percentage .

Likewise, the maintainability index of the ORICA MINING SERVICE SA blasting plant fleet is 0.67% in the month of December at the end of the year of the comparative research with the benchmark of 0.35%, which indicates that an effort is made to perform the maintenance of the unit and this over effort is reflected in high costs for the company for over time of operational personnel, higher expenses of supplies and spare parts, administrative expenses.

The possibilities of improving the fleet will arise considering maintenance management strategies in order to ensure an improvement in the availability of the fleet over time.

Keywords: KPI Indicators, Benchmark, Availability, MTBF, MTTR.

INTRODUCCIÓN

La gestión de activos de flota de camiones de gran minería ya no es más una metodología de mantenimiento empírica o teórica, es una profesión estudiada alrededor del mundo que permite mejorar los resultados y disponibilidad de las flotas de camiones evitando fallos o retrasos sin que estos sean identificados previamente.

El principal problema que se presentan en las diferentes flotas de camiones en gran minería a nivel mundial es los retrasos por paradas de mantenimiento, por fallas repentinas y eso se debe a una mala gestión de mantenimiento ya que esto evidencia que no se realiza un análisis por medio de indicadores KPI de la flota de camiones lo que ocasiona paradas intempestivas de camiones de la flota

En el presente documento se realiza un análisis de del estado de la flota que se encuentra operando en la Unidad Minera de Sociedad Minera Cerro Verde, este análisis se realiza con información levantada en el año 2018, desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 con la finalidad de obtener la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad brindada por la flota de camiones de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

De igual manera, se busca implementar estrategias de mantenimiento que puedan mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la flota de camiones de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

Finalmente se muestra una evaluación del estado inicial de la flota de camiones de voladura, después de la implementación de las estrategias de mantenimiento se esperar la mejora de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la flota de camiones.

En el Capítulo I de Generalidades, se describe las generalidades y el planteamiento de la tesis desarrollada con la finalidad de realizar un análisis de indicadores de mantenimiento en una flota de camiones fábrica de voladura.

En el capítulo II se detalla los fundamentos teóricos del mantenimiento, tanto como el mantenimiento preventivo como el mantenimiento correctivo y de igual manera se describe las características de estos.

En el capítulo III se describe los indicadores claves de desempeño que se utilizaran para medir a la flota de camiones fábrica de voladura, los cuales fueron seleccionados de acuerdo con la norma ISO 55000.

En el capítulo IV se describe a detalle las partes mecánicas y eléctricas del camión fábrica de voladura, separados en dos grupos; las partes del chasis, sistema de potencia y cabina y el otro la descripción de la fábrica de explosivo.

En el capítulo V se presenta los resultados por medio de graficas de los datos levantados en campo y analizados por medio de indicadores de mantenimiento.

En el capítulo VI se presenta las desviaciones de los resultados de los indicadores de mantenimiento de la flota de camiones en comparativa con el punto de referencia establecido por el fabricante y se presenta estrategias de mantenimiento con el fin de mejorar los resultados obtenidos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Para analizar el principal problema en el plan de mantenimiento que se realiza a los camiones fábrica de voladura de la marca Tread Unibody de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde, se realizó un análisis empleando una serie de mediciones de tiempos con el fin de obtener estadísticas de medición de los mantenimientos realizados a las unidades, con el objetivo de identificar las causas de falla de los mantenimientos, retrasos y otros. A su vez identificar los problemas que estas deficiencias en el mantenimiento ocasionan que pueden ser en el aspecto de costos, tiempo y otros.

Según el análisis estadístico que se realizó a las unidades que se encuentran en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde, existen deficiencias en el plan de mantenimiento al igual que deficiencias en la ejecución de este plan de mantenimiento y a su vez se evidencia desviaciones en repuestos, refacciones los cuales afectan en los indicadores KPI de mantenimiento de las unidades.

Por lo tanto, estas unidades cuando se encuentran en operaciones fallan en cualquier momento, sufren de paradas intempestivas, no garantizan una operatividad adecuada, y todos estos motivos generan problemas en la flota de camiones fábrica de voladura y estos problemas incurren en costos adicionales a la empresa y tiempos muertos.

1.2.ANTECEDENTES

Según información proporcionada por la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. no se ha realizado ninguna investigación relacionada a la gestión de manteniendo basado en indicadores KPI a la flota de camiones fábrica de voladura que cuenta actualmente la empresa, esto se ve reflejado en una estadística realizada por la empresa donde se identifica que un 90% de las actividades de mantenimiento son acciones correctivas y un 10% de actividades de mantenimiento son acciones preventivas, la cual no es el más idóneo ya que no cuenta con los pasos ni procedimientos correspondientes que puedan sustentar técnicamente la operatividad de la maquinaria de acuerdo a los requerimiento de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad y esto se debe a una falta de gestión de mantenimiento de la flota de camiones, lo cual genera a su vez una falta de confiabilidad en el mantenimiento realizado a las unidades y es por eso que se desea realizar un estudio de los indicadores de mantenimiento de la flota.

Considerando esto, se propuso a la gerencia realizar esta investigación donde se expuso los beneficios que obtendría la empresa al final del proyecto, la cual ha brindado la información suficiente para poder llevarlo a cabo.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis y evaluación de indicadores de mantenimiento en los camiones fábrica de voladura de la marca Tread Unibody de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU que se encuentran en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde en el año 2018.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Levantamiento de información técnica de los mantenimientos realizados en taller, con el fin de obtener una data procesable.
- Realizar una evaluación de los datos recopilados, con el fin de identificar las fallas más comunes en las unidades.
- Analizar los indicadores de mantenimiento propuestos por la norma ISO 55000.
- Realizar un diagnóstico total de los indicadores de mantenimiento
- Realizar el análisis de los indicadores de mantenimiento obtenidos en comparativa con el benchmark o punto de referencia del fabricante.

1.4.JUSTIFICACION

Actualmente los camiones fábrica de voladura de la marca Tread Unibody de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU que se encuentran en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde, presentan fallas inesperadas ocasionando que la unidad entre a taller para realizar mantenimiento correctivo al componente que fallo dejando sus labores programadas, la cual produce retrasos en la actividad programada en el día y a su vez ocasiona sobre costos a la empresa dueña de la flota, por lo cual se plantea realizar un análisis de indicadores de mantenimiento para obtener datos estadísticos para que posteriormente se pueda realizar nuevas técnicas de mantenimiento en la flota de camiones que se encuentra presente en Sociedad Minera Cerro Verde , este análisis y evaluación de indicadores de mantenimiento nos brindara la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los camiones fábrica de voladura de la marca Tread Unibody de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU cuando se encuentre en operaciones, generando mayores beneficios para la empresa en el aspecto de disponibilidad y aspecto económico.

1.5.ALCANCES

- Revisión del manual de fabricante del camión fábrica de voladura marca TREAD UNIBODY, para tener identificadas todos los sistemas operativos de la unidad, al igual para identificar los componentes y equipos que se encuentran en la unidad para poder definir el mantenimiento que necesita cada una de las partes.
- Toma de datos estadísticos in situ de las unidades, para verificar las fallas más comunes que presentan en cada inspección, y así poder realizar un análisis de indicadores de mantenimiento.

1.6.LIMITACIONES

En la presente investigación mencionaremos algunas limitaciones que se deberán tomar en cuenta para el desarrollo de la misma, son las siguientes:

- Toma de datos de forma personal, creación de una base de datos a partir de la toma de medidas, tiempos, etc
- Falta de documentación e información del área de mantenimiento no permitirá la correcta evaluación de lo que se está planificando.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1. INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

Según (J. Hung, 2009) define el mantenimiento como: “el conjunto de acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema y/o equipo a su estado normal de operación para cumplir un servicio determinado en condiciones económicamente favorables y de acuerdo a las normas de seguridad integral” (pág. 2).

Así mismo, (J. Hung, 2009) define el mantenimiento como: “asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan” (pág. 3).

Es decir, el mantenimiento se define como la cantidad de actividades, técnicas o procesos que se aplican a cualquier equipo, herramienta, vehículo, y otros componentes con el fin de conservar su disponibilidad y alargar su vida de trabajo con el más alto rendimiento y con la mayor eficiencia del componente.

Existen muchos tipos de mantenimiento, y se usan de acuerdo a las necesidades o requerimientos del equipos o planta industrial a ser aplicado el mantenimiento, de acuerdo con la problemática planteada; las unidades mineras no se encuentran en operaciones trabajando a su mayor eficiencia, ni con su más alto rendimiento es por eso que el planteamiento para estas unidades se adecuan a dos tipos: Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.

2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo de equipos, herramientas, vehículos y otros, son actividades o procesos planificados en un rango de tiempo, este rango puede ser medido de distintas maneras; por ejemplo un mantenimiento preventivo programado a una máquina

herramienta como un taladro de mano se puede programarán de acuerdo a sus horas de uso, es decir, cada cierta cantidad de horas este taladro recibirá un mantenimiento preventivo a diferencia de un mantenimiento preventivo programado de un vehículo que se tiene diferentes unidades de medición, ya sea por kilometraje del vehículo, horas de uso del motor del vehículo; y de igual manera se debe de definir la unidad con la que se medirá los periodos de mantenimiento preventivo al equipos.

Normalmente el mantenimiento preventivo, como su nombre lo dice, es un tipo de mantenimiento en el cual se intenta prevenir cualquier falla en el equipo, y disminuir estas fallas en su totalidad si es posible, las técnicas que se deben de aplicar en este mantenimiento preventivo son diversas dependiendo del equipo al cual se le realizara este mantenimiento, este mantenimiento preventivo se realiza periódicamente de acuerdo a la programación y se realiza aun así la unidad no presente ninguna falla, ya que de esa maneras puede asegurar que la unidad se encontrara operativa con su mayor rendimiento y mejor eficiencia.

2.2.1. CARACTERISTICAS

- Actividad programada y planeada
- Objetivo de ajustar, reparar, cambiar componentes de un equipo antes que ocurra una falla
- Se tiene una programación de actividades, de acuerdo al parámetro de uso
- Genera una reducción de paradas del equipo por fallas no identificadas
- Genera una reducción en los costos de mantenimiento

2.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo de equipos, herramientas, vehículos y otros, son actividades que no son planificadas en un rango de tiempo, es decir, son actividades que se realizan el momento que el equipo, herramienta, vehículo u otra falla uno de sus componentes y se debe de reparar el componente o en su defecto el cambio total de dicho componente, para que la unidad se vuelva a encontrar operativa

2.3.1. CARACTERISTICAS

- Actividad no programada y planeada
- Objetivo de cambiar un componente para corregir una falla
- No se tiene una programación de actividades, es programado de emergencia
- Genera retrasos con el uso del equipo en una posible falla
- Genera un incremento en los costos de mantenimiento

2.4. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

2.4.1. CONFIABILIDAD

Se define como: “La probabilidad que un sistema o componente pueda funcionar correctamente fuera de falla por un tiempo específico. La idea central (...) es que los esfuerzos de mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la función que realizan los equipos más que a los equipos mismos” (J. Hung, 2009, pág. 14).

Puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación” (H. Mesa Grajales, Ortix Sanchez, & Pinzon, 2006, pág. 156).

Otra definición importante de confiabilidad es, probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. (LAFRAIA, 2001)

Entonces podemos definir la confiabilidad como la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado y la disponibilidad es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado óptimo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Así mismo, cuando hablamos de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación optima y se mantiene arriba.

2.4.2. DISPONIBILIDAD

“La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado” (H. Mesa Grajales, Ortix Sanchez, & Pinzon, 2006, pág. 157).

“En la practica la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistema que operan continuamente” (H. Mesa Grajales, Ortix Sanchez, & Pinzon, 2006, pág. 157).

Entonces, podemos decir que cuando hablamos de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.

2.4.3. MANTENIBILIDAD

“La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de manteniendo es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos” (H. Mesa Grajales, Ortix Sanchez, & Pinzon, 2006, pág. 158).

La mantenibilidad es la capacidad o probabilidad bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados. Esto quiere decir, que, si un componente tiene un 95% de Mantenibilidad en una hora, entonces habrá 95% de probabilidad de que ese componente sea reparado exitosamente en una hora.

CAPITULO III

INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO

Los indicadores clave de desempeño o Key Performance Indicators miden el nivel del desempeño de un proceso determinado, enfocándose en cómo se realiza el proceso e indicando que tan efectivos son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

Cada indicador clave de desempeño obtiene un valor único de un origen de datos, ya sea desde una única propiedad o mediante el cálculo de promedios de datos seleccionados y, a continuación, compara este valor con un valor preseleccionado por el administrador. Puesto que los valores se calculan a partir de un intervalo de datos en lugar de mostrar datos en un formulario de lista.

Los indicadores KPI tienden a ser más útiles al medir el rendimiento en varios grupos, proyectos, flotas, en las cuales los indicadores KPI son mucho más sencillo de usarlos e implementarlos.

Los indicadores KPI son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización y que generalmente se recogen en su plan estratégico.

Para el uso de los indicadores KPI de la flota de camiones fábrica de voladura se realizó la selección de los indicadores por medio de la norma ISO 55000 ya que esta norma nos ayuda a seleccionar los indicadores más idóneos a utilizar de acuerdo al requerimiento de cálculo deseados, siendo este caso los indicadores de influencia el MTBF, MTTR, DISPONIBILIDAD, INDICE DE MANTENIMIMIENTOS Y OTROS.

3.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

3.1.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

3.1.1.1. DEFINICION

“El tiempo medio entre fallas es el tiempo de funcionamiento promedio entre las paradas del equipo en función de la frecuencia promedio de inactividad del equipo expresada en horas” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 4).

3.1.1.2. FORMULA

$$MTBF = \frac{\text{Horas operativas o efectivas}}{\text{Numero de paradas}}$$

- **Horas operativas o efectivas:** Son las horas totales en las que el equipo se encuentran en operaciones realizando sus funciones sin alertas de mantenimiento.
- **Número de paradas:** Es el número de paradas totales del equipo, en las cuales no estuvo en operación más bien en patio de bahías en proceso de mantenimiento y reparación.

3.1.1.3. BENCHMARK

El benchmark o comparativo de clase mundial se realiza de acuerdo a las métricas establecidas por el fabricante de estos camiones fábrica de voladura, siendo TRAD CORPORATION quien establece las métricas de calidad.

En el caso del tiempo medio entre fallas MTBF, el benchmark establecido como excelente y dando a la organización un estatus de proactivo esta entre 290 y 300 horas, de ahí en más se tiene como mínimo menor a 250 horas se establece como

un pobre mantenimiento, y da a la organización un estatus de empresa reactiva.

Ver Anexo 1.

3.1.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR)

3.1.2.1. DEFINICION

“El tiempo medio entre reparación (MTTR) es una medida de rendimiento que cuantifica reparar el tiempo de respuesta, es decir, con qué rapidez se devuelve una maquina al servicio una que ocurre un incidente de inactividad” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 6).

“El tiempo medio entre reparación (MTTR) es el tiempo de inactividad promedio para las paradas del equipo, por lo tanto, es la duración promedio del tiempo de inactividad del equipo expresada en horas” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 6).

3.1.2.2. FORMULA

$$MTTR = \frac{\text{Total de horas de inactividad}}{\text{Numero de paradas}}$$

- **Total, de horas de inactividad:** Son las horas totales en las que el equipo se encuentran en inactividad ya sea por actividades de mantenimiento o por otros sucesos.
- **Número de paradas:** Es el número de paradas totales del equipo, en las cuales no estuvo en operación más bien en patio de bahías en proceso de mantenimiento y reparación.

3.1.2.3. BENCHMARK

En el caso del tiempo medio entre fallas MTTR, el benchmark establecido como excelente y dando a la organización un estatus de proactivo esta entre 80 y 90 horas, de ahí en más se tiene como máximo mayor a 130 horas se establece como un pobre mantenimiento, y da a la organización un estatus de empresa reactiva. Ver Anexo 2.

3.1.3. PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO

3.1.3.1. DEFINICION

El porcentaje de tiempo en horas de inactividad programado es el porcentaje de horas en el que el equipo se encuentra inactivo de una manera planificada y este tiempo normalmente siempre es mejor aprovechado en taller por el personal a comparación de la inactividad de un equipo no programada, y esto va en relación de 8 a 1 es decir que el trabajo no programado es hasta ocho veces mayor que el tiempo de inactividad para una actividad planificada o programada. (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 7)

3.1.3.2. FORMULA

$$\% \text{ Inactividad Programada} = \frac{\text{Horas programadas de inactividad}}{\text{Total de horas de inactividad}} \times 100\%$$

- **Horas programadas de inactividad:** Son las horas totales de inactividad del equipo que fueron programadas para sus actividades de mantenimiento, estas horas fueron contempladas en la planificación de inactividad del equipo

- **Total de horas de inactividad:** Es el número total de horas de inactividad del equipo, ya sean horas de inactividad programada o inactividad no programada.

3.1.3.3. BENCHMARK

En el caso del porcentaje de inactividad programado, el benchmark establecido como excelente y dando a la organización un estatus de proactivo esta entre 80 % y 100 %, de ahí en más se tiene como mínimo entre 0% y 20% se establece como un pobre mantenimiento, y da a la organización un estatus de empresa reactiva. *Ver Anexo 3.*

3.1.4. INDICE DE DISPONIBILIDAD

3.1.4.1. DEFINICION

“El índice de disponibilidad es el resultado de la frecuencia y duración de los eventos de tiempo de inactividad o paradas. Debido a la relación matemática entre MTBF y MTTR se obtiene el índice de disponibilidad, este resultado nos muestra cuál de los dos factores tuvo más influencia sobre el resultado final y este cálculo permite que se pueda tomar decisiones de acuerdo con los resultados del índice de disponibilidad de la flota de camiones” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 10)

La disponibilidad total es el indicador más importante de la gestión de mantenimiento, ya que esta nos permite tener el tiempo total que se encuentra disponible en operación para realizar las funciones asignadas. Para lo cual se tiene como indicadores medibles la cantidad de horas que se encuentra en operación y

la cantidad de horas que se encuentra parado en las bahías de mantenimiento. (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 10).

3.1.4.2. FORMULA

$$INDICE\ DE\ DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

- **MTBF:** Tiempo medio entre fallas
- **MTTR:** Tiempo medio entre reparaciones.

3.1.4.3. BENCHMARK

En el caso del índice de disponibilidad, el benchmark establecido como excelente y dando a la organización un estatus de proactivo esta entre 85 % y 100 %, de ahí en más se tiene como mínimo entre 0% y 20% se establece como un pobre mantenimiento, y da a la organización un estatus de empresa reactiva. *Ver Anexo 4.*

3.1.5. INDICE DE MANTENIMIENTO

3.1.5.1. DEFINICION

“El índice de mantenimiento es un indicador de la cantidad de esfuerzo requerido para mantener el equipo en servicio, así como también para obtener la eficiencia con la que se despliega la mano de obra y la efectividad de la fuerza laboral en el desempeño de sus funciones. La relación de mantenimiento se puede calcular como “cargada” o “directa”, ya que el índice de mantenimiento cargado considera solo las horas – hombre del trabajo (mano de obra directa), y el índice de mantenimiento directo incluye todos los elementos del índice de mantenimiento

cargado más el personal, a supervisión, y el tiempo de inactividad” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 11)

El índice de mantenimiento es el indicador que nos permite medir el esfuerzo humano para tener los equipos en condiciones de operación adecuadas, por tal motivo el índice de mantenimiento es el cálculo en horas de actividades de mantenimiento del personal entre las horas de operación del equipo.

3.1.5.2. FORMULA

$$INDICE\ DE\ MANTENIMIENTO = \frac{HORAS\ HOMBRE\ DE\ MANTENIMIENTO}{HORAS\ DE\ OPERACION}$$

- **HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO:** Son las horas hombre de mantenimiento y reparación de acuerdo con el historial de órdenes de trabajo, el resultado debe incluir el tiempo real empleado en las actividades de mantenimiento, reparaciones y modificaciones, así como las ineficiencias que resultan de la inspección y el tiempo de diagnóstico o cualquier demora o tiempo de espera para el espacio de la bahía, piezas, herramientas, documentación, toda de decisiones, etc.
- **HORAS DE OPERACIÓN:** Son las horas de operación o funcionamiento del equipo, esta medición se obtiene de la lectura de medidor de servicio del equipo, más conocido como las horas de motor en la flota de camiones. En estas horas se incluyen las horas de retraso de producción y otras actividades ajenas a las de operación del equipo.

3.1.5.3. BENCHMARK

En el caso del índice de mantenimiento, el benchmark establecido como excelente y dando a la organización un estatus de proactivo esta entre 0.30 y 0.35 de ahí en más si se tiene un valor mayor a 0.60 se establece como un pobre mantenimiento, y da a la organización un estatus de empresa reactiva. *Ver Anexo 5.*

3.1.6. UTILIZACIÓN DE ACTIVOS

3.1.6.1. DEFINICION

La utilización de activos se calcula de acuerdo a “la proporción de tiempo en que un equipo está operando (horas de operación) dividido por el tiempo total del calendario en el periodo de mantenimiento programado” (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 15).

La eficacia con la que el Departamento de Operaciones programa los equipos y utiliza de manera eficiente que los equipos tienen implicaciones importantes para el mantenimiento. Si las máquinas están programadas para su uso las 24 horas del día, los 7 días de la semana, el Mantenimiento debe responder trabajando con Operaciones para encontrar oportunidades en las que se puedan realizar el mantenimiento y las reparaciones sin aumentar el tiempo de inactividad. Estas oportunidades suelen ocurrir durante las paradas programadas, pero también pueden producirse durante el cambio de turno, las pausas para el almuerzo o durante retrasos operacionales, como durante la voladura o la carga de combustible del equipo. En todas las circunstancias, las operaciones y el mantenimiento deben reconocer que están trabajando juntos hacia objetivos

comunes: alta disponibilidad, buena confiabilidad de la máquina y el menor costo posible por unidad de producción (A. Flores & W. McCaherty, 2007, pág. 16).

3.1.6.2. FORMULA

$$UTILIZACIÓN DE ACTIVOS = \frac{HORAS DE OPERACIÓN}{TOTAL DE HORAS DE CALENDARIO}$$

- **HORAS DE OPERACIÓN:** Son las horas de operación o funcionamiento del equipo, esta medición se obtiene de la lectura de medidor de servicio del equipo, más conocido como las horas de motor en la flota de camiones. En estas horas se incluyen las horas de retraso de producción y otras actividades ajenas a las de operación del equipo.
- **TOTAL DE HORAS CALENARIO:** Es el tiempo de horas del calendario, en este periodo de se analizará el indicador de utilización de activos.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS TECNICIAS DE CAMIÓN FÁBRICA DE VOLADURA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL CAMIÓN FÁBRICA DE VOLADURA

Los camiones fábrica de voladura se dividen en dos partes las cuales son el tracto o remolque y la fábrica propiamente dicha que se encuentra montada en este tracto. El tracto o remolque es fabricado por la empresa de fabricación de camiones MACK con sede en Estados Unidos que actualmente pertenece a la firma sueca AB Volvo.

La fábrica de explosivo es fabricada por la empresa UNIBODY CORPORATION, empresa especializada en la construcción y fabricación de fábricas de explosivos con sede en Estados Unidos, esta fábrica es montada en el tracto de marca MACK complementándola con una serie de sistemas hidráulicos para su accionamiento desde la cabina de la unidad.

Un camión fábrica de voladura es también conocido como camión fábrica de explosivos, estos camiones se componen de dos partes principales las cuales son; el camión o chasis de camión el cual comprende la parte motorizada del vehículo y todo el chasis donde se monta la otra parte principal denominada como fábrica la cual cumple la función de acarreo, almacenamiento y producción del explosivo.

Por lo tanto, un camión fábrica de voladura es un vehículo adaptado para el acarreo, almacenamiento, transportes y fabricación de explosivo, estos explosivos se componen de distintas características, pero el más utilizado en minería es el ANFO que es un explosivo obtenido de la combinación de nitrato de amonio y de Diésel 2, este explosivo en minería es el más utilizado debido al bajo costo de operación y fabricación con respecto a los demás explosivos.



Imagen 1: Camión fábrica de voladura

Fuente: Elaboración propia

4.2. SISTEMAS DE CAMIÓN MACK

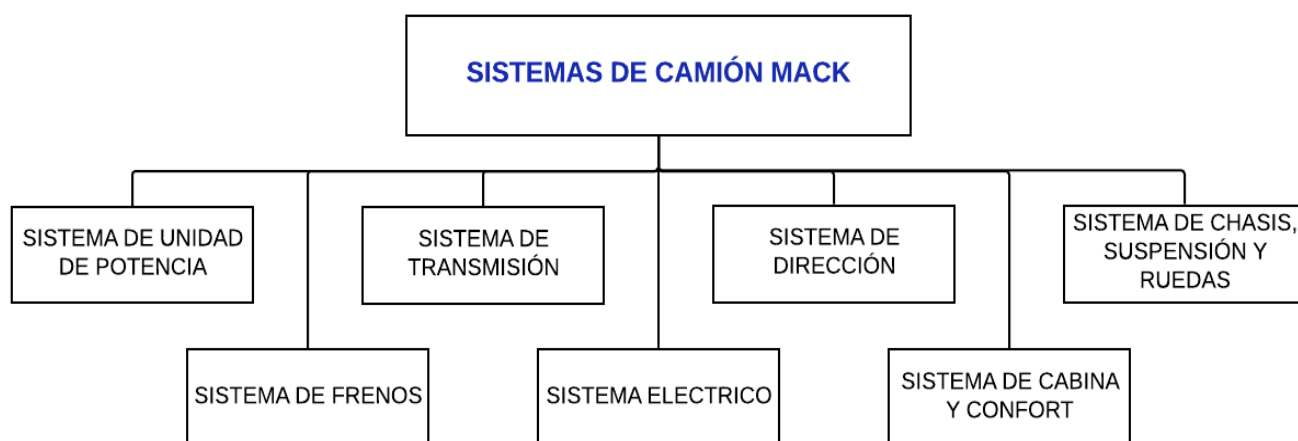


Figura 1: Sistemas de camión Mack

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. SISTEMA DE UNIDAD DE POTENCIA

El sistema de unidad de potencia en un camión es el encargado de transmitir potencia, energía y velocidad a las unidades con el fin que estas puedan ponerse en marcha y así cumplir las funciones por las que fueron asignadas. Comúnmente los sistemas de unidad de potencia producen energía por medio de motores de combustión interna los cuales casi siempre realizan la combustión por medio de Diésel 2 y esto debido a que los camiones o vehículos de carga presentan mayor eficiencia del motor en cuanto al consumo del combustible y también porque permiten intervalos de mantenimientos más prolongados sin requerir mantenimientos preventivos como cambió de aceite o cambió de líquido refrigerante.

4.2.1.1. SUBSISTEMAS DE SISTEMA DE UNIDAD DE POTENCIA

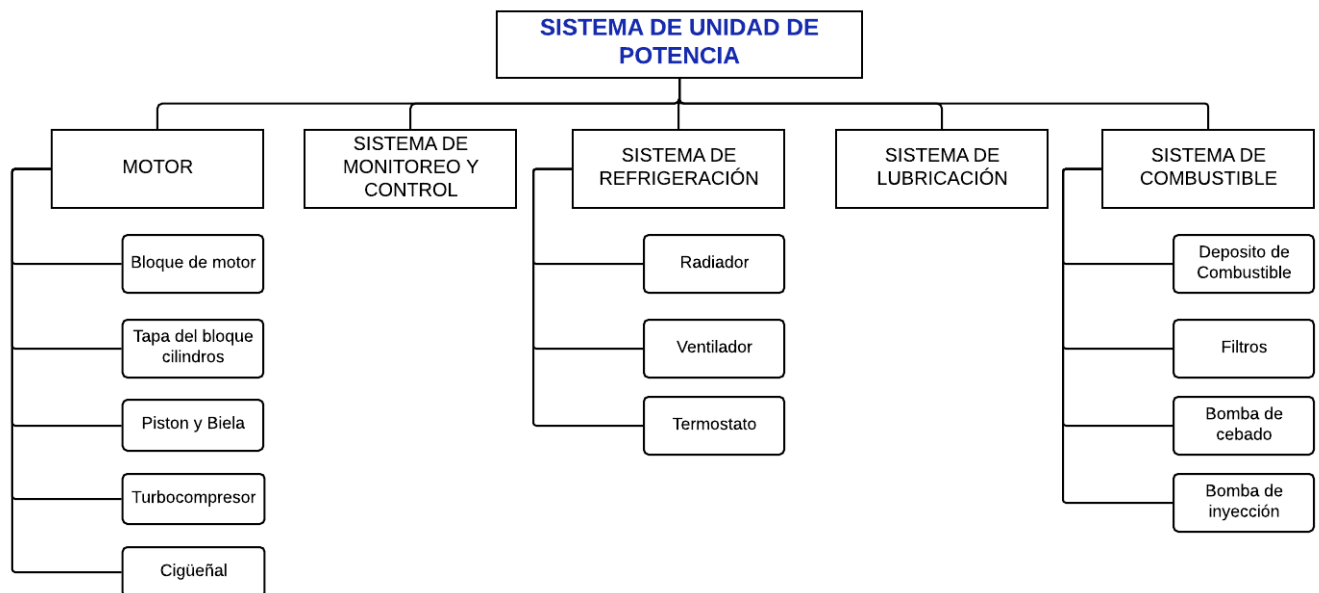


Figura 2: Sistema de unidad de potencia

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1.1. MOTOR

El motor de un camión la parte principal de toda la unidad ya que es la encargada de producir la energía para que esta unidad se pueda poner en marcha, transformando la energía que suministra los combustibles en energía mecánica la cual produce el movimiento.

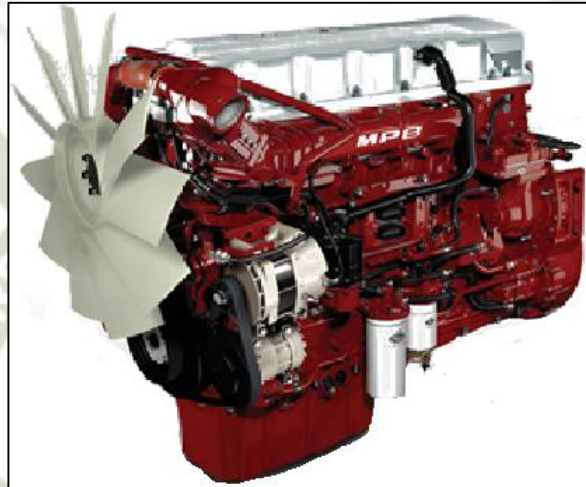


Imagen 2: Motor MP8 Export 440C

Fuente: Catalogo Mack MP8

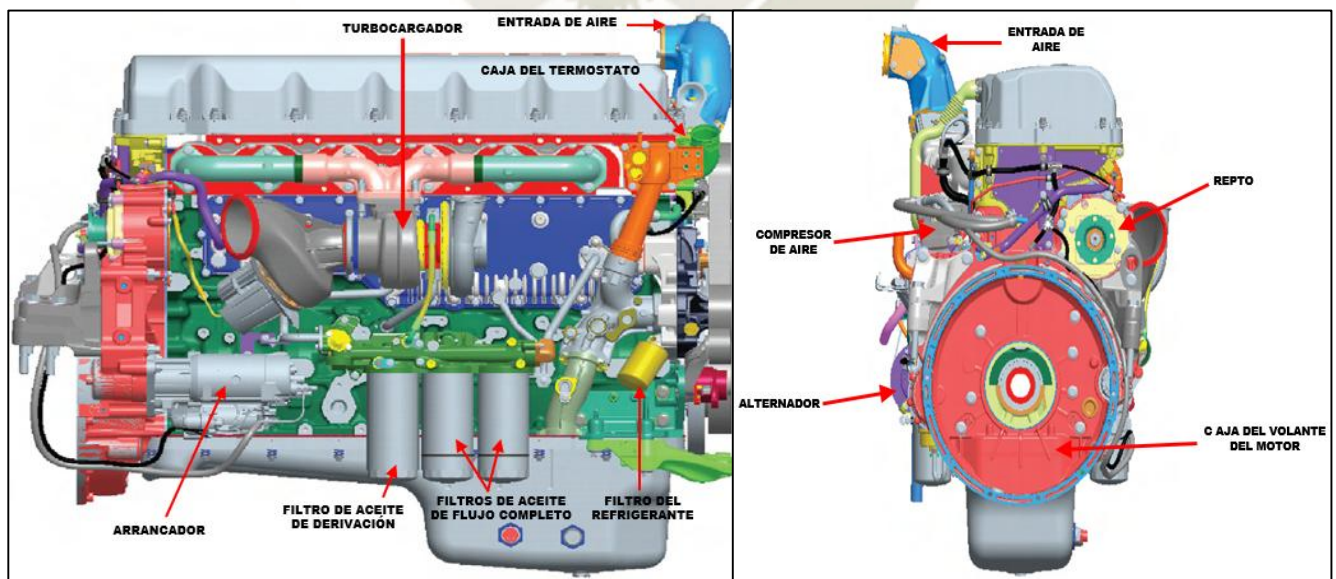


Imagen 3: Partes de motor MP8 - frontal y lateral derecha

Fuente: Catalogo Mack MP8

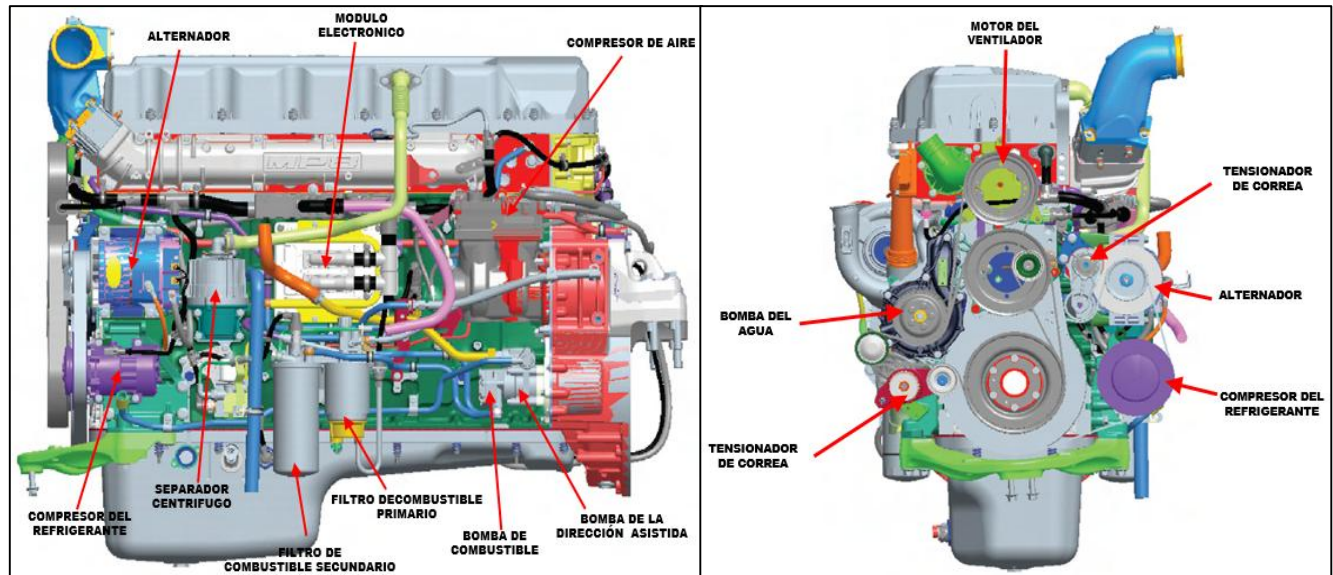


Imagen 4: Partes del motor MP8 - vista posterior y lateral

Fuente: Catalogo Mack MP8

La motorización de un camión fábrica de voladura es un motor MACK MP8 EXPORT 440C EURO 5, este motor viene equipado con los más altos estándares de eficiencia y producción ya que esta unidad está diseñada para trabajar en zonas de difícil acceso donde se requiere un alto torque del motor para poder escalar pendientes sin problemas. Adicional a eso la unidad es motorizada con este motor debido a que posee funciones como:

- Control electrónico manual de PTO y aceleración
- Regulador y limitador de velocidad
- Control crucero completo
- Protección de motor
- Protección de ignición
- Auto control de bloqueo de diferencial
- Controlador por medio de software en cabina
- Programa de economía de combustible

- Puertos de diagnóstico de aceites

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MOTOR MACK MP8 EXPORT 440C EURO 5	
Máximo HP @ RPM	440 @ 1400 -1900
Máximo kW @ RPM	328 @ 1400 – 1900
HP a gobernadas RPM	314 @ 2100
Máximo Torque lb.ft @ RPM	1620 @ 1000 – 1400
Tipo de inyección	Inyección Diésel Directa
Bloque de motor	
Numero de cilindro	6 , En línea
Diámetro y Carrera	5.16 x 6.22
Desplazamiento	780
Relación de compresión	17.8 : 1
Orden de Encendido	1-5-3-6-2-4
Aumento de torque	62%
Presión de clutch	800 lb. ft @ 800 RPM
Velocidades Inactivas	
Baja	Ajustable; 600 RPM
Alta	Ajustable; 2150 RPM
Dimensiones y Pesos	
Longitud	1577.5 mm
Ancho	820.0 mm
Altura	1271.7 mm
Peso	1 158 kg
Especificaciones de Motor	
Carcasa de Volante	Aluminio Forjado
Bloque de cilindros	Marco reforzado con aleación de hierro fundido
Recubrimiento de cilindro	Rectificación plana
Pistones y Anillos	
Tipo de pistón	Acero de una pieza
Diámetro de pin	54.00 mm
Anillos	2 compresión, 1 control de aceite
Cigüeñal	
Material	Carbón y Acero forjado
Diámetro de cojinete principal	11.4 mm
Sistema de Enfriamiento	
Capacidad	16 L
Termostatos	82 °C
Material de mangueras	Silicón

Figura 3: Características de motos MP8

Fuente: Elaboración propia

A. BLOQUE DE MOTOR

El bloque de motor o monoblock es la parte principal de la composición de un motor de combustión interna ya que cumple de función de albergar al tren alternativo que está conformado el cigüeñal, las bielas y los pistones. El material más usado para la fabricación del bloque de motor es el hierro fundido o el aluminio, cada uno con ventajas y desventajas, pero el más usado es el aluminio por su alta capacidad de disipación de calor, pero presenta un alto costo en comparación con el hierro fundido, este bloque de motor donde se alojan los pistones se encuentra revestido con camisas de acero con la finalidad de desgastar este encamisado y que el bloque de motor no sufra desgastes, por tal motivo, dependiendo del diámetro de los cilindros, del encamisado y de la carrera del pistos es como se define la cilindrada del motor. Adicionalmente el bloque de motor cuenta tuberías y cavidades adosadas al bloque por donde circula el líquido anticongelante y aceite de lubricación cuyos filtros comúnmente se encuentran en la estructura del bloque de motor.

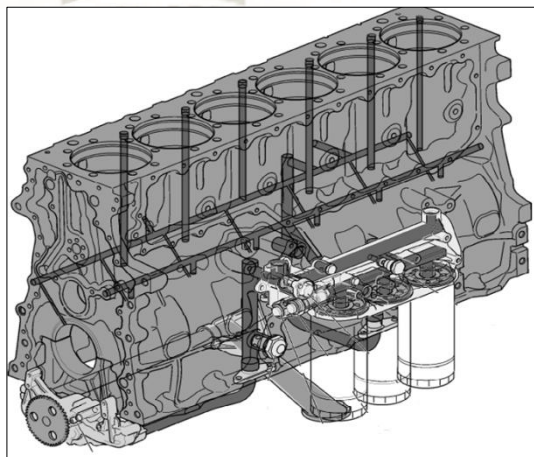


Imagen 5: Bloque de motor o monoblock

Fuente: Manual de usuario Volvo

B. TAPA DEL BLOQUE CILINDROS

La tapa del bloque de cilindros o culata es la parte complementaria del bloque de motor ya que cumple la función de cierre de la cámara de combustión, sobre esta tapa de bloque de cilindro va adosada la tapa de balancines que es la que permite la entrada y la salida de los gases a la cámara de combustión. Dependiendo del tipo de combustión que sea el motor su configuración es distinta ya que si es un motor Otto lleva orificios roscado para el montaje de bujías y en el caso de ser un motor diésel lleva orificios para el montaje de los inyectores.

El material de fabricación de la tapa del bloque de cilindros o culata es de hierro fundido o aluminio al igual que el bloque de motor y va sujeta por medio de tornillos y una empaquetadura de espesor variable de acuerdo con la configuración de motor. De igual manera que con el bloque de motor, la culata también presenta tuberías y conexiones por donde circula el líquido anticongelante y el aceite lubricante.

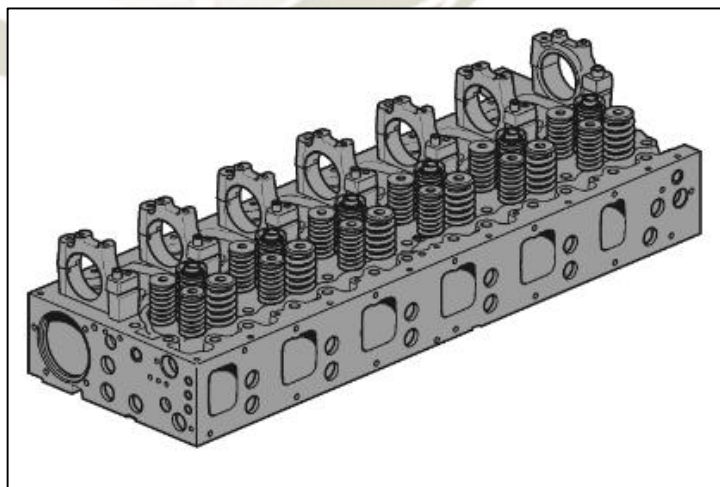


Imagen 6: Tapa de bloque de motor o Culata

Fuente: Manual de usuario Volvo

C. PISTON Y BIELA

Los pistones son piezas metálicas divididas en tres partes; cabeza, cuerpo y falda.

La parte de la cabeza es la parte encargada de recibir el empuje de la expansión de los gases dentro del cilindro del bloque del motor mientras que el cuerpo y la falda es la parte complementaria del pistón. La función principal del pistón es la de transmitir la energía que producen los gases de la combustión al cigüeñal por medio de un movimiento en el cilindro del bloque de motor, este movimiento se transfiere a la biela que es la que se encarga de hacer llegar el movimiento al cigüeñal y de esta manera se produce un movimiento rotativo y constante en el motor.

El proceso de fabricación del pistón se da por medio de un proceso de forjado o fundición y comúnmente son fabricados de hierro fundido y aleaciones de níquel y aluminio.

La biela es un elemento mecánico encargado de transmitir movimiento articulado desde el pistón al cigüeñal, normalmente son fabricados de titanio o de aluminio.

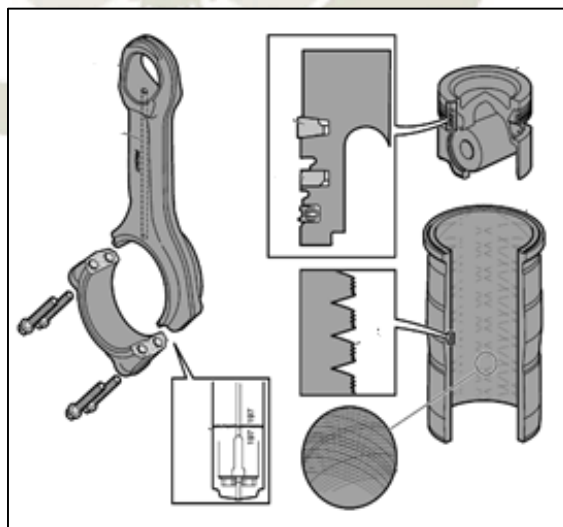


Imagen 7: Pistón, Camisa y Biela

Fuente: Manual de usuario Volvo

D. CIGÜEÑAL

El cigüeñal es un eje donde en uno de sus extremos se encuentra la cabeza de la biela la cual transmite la energía para generar un par motor y así desplazando el cigüeñal. Este cigüeñal es un eje con contrapesos que normalmente es fabricado de aleaciones que no pueden superar una dureza Rockwell de 40. El cigüeñal debe de ser alineado estática y dinámicamente y así garantizar el correcto funcionamiento del motor.

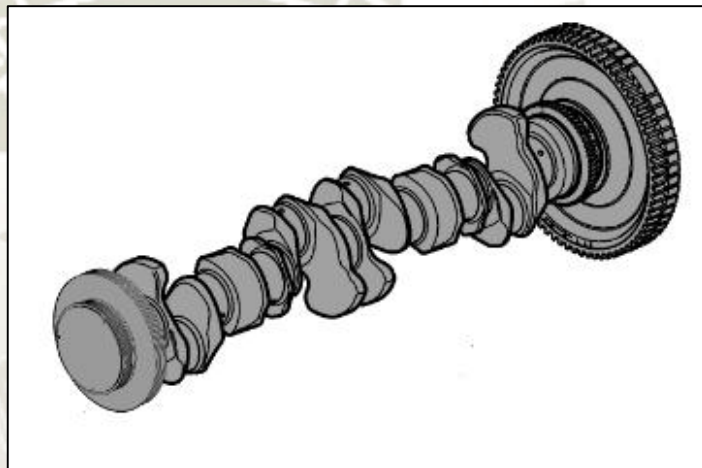


Imagen 8 Cigüeñal

Fuente: Manuel de usuario Mack

E. TURBOCOMPRESOR

El turbocompresor es un sistema de sobrealimentación de aire por medio de una turbina centrífuga con el fin de accionar un compresor centrífugo para comprimir gases por medio de un eje coaxial, normalmente este turbo compresor es utilizado en los motores diésel debido a que las presiones de la carrera de compresión son mayores a 80 bares.

4.2.1.1.2. SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

El sistema de monitoreo y control es el encargado de controlar electrónicamente el estado del motor por medio de sensores y esta información es transmitida hacia la pantalla de navegación de la cabina del camión, este sistema de monitoreo y control se encuentra montado en la parte lateral del bloque de motor y ya que se encuentra expuesto a altas temperaturas se enfría por medio de un serpentín de refrigeración. De este sistema de monitoreo y control se pueden medir distintos parámetros en la operación del camión como presión de aceite del cárter, temperatura y presión de aceite, nivel de aceite, presión de combustible, nivel de refrigerante, temperatura ambiente, temperatura de motor entre otros.

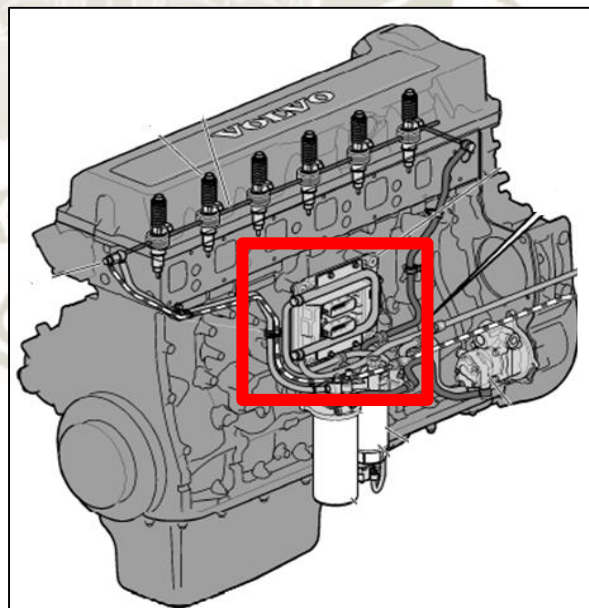


Imagen 9: Sistema de monitoreo y control de motor

Fuente: Manual de usuario Volvo

4.2.1.1.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración o de enfriamiento es el sistema más importante y esencial del motor ya que sin este sistema no se podría poner en marcha el motor ya que sufriría recalentamientos y no operaría adecuadamente. En condiciones normales de operación un motor diésel trabaja a temperaturas entre 90°C y 100°C ya que con estas temperaturas se puede asegurar que las piezas y elementos del motor funcionen correctamente y también la viscosidad del aceite lubricante no se vea afectada por la alta temperatura. Este sistema de refrigeración cuando el motor está por debajo de la temperatura de operación el líquido anticongelante circula por el motor sin pasar por el radiador y cuando el motor llega a su temperatura de operación un termostato apertura el ingreso del líquido anticongelante al radiador. El sistema de refrigeración es fabricado de aluminio normalmente debido a su buena conductividad térmica.

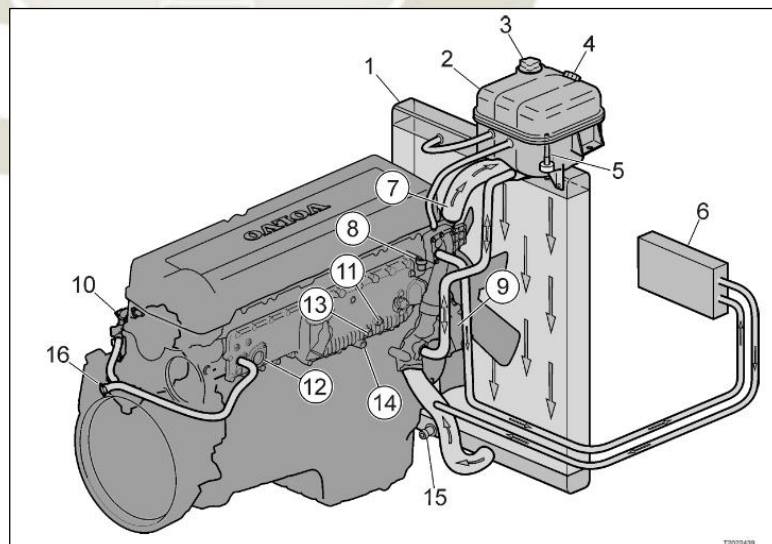


Imagen 10: Sistema de refrigeración de motor
Fuente: Manual de usuario Volvo

Donde las diferentes partes que compone el sistema de refrigeración son:

1. Radiador de aire forzado
2. Depósito de expansión
3. Tapón de llenado superior con válvula de presión
4. Tapón de llenado delantero
5. Sensor de nivel
6. Conjunto de celdas térmicas en la cabina
7. Conexión del termostato de refrigerante con el radiador
8. Sensor de temperatura
9. Bomba de refrigerante
10. Compresor de aire
11. Conexión para calefactor de motor (Diesel)
12. Conexión para calefactor de motor 220V
13. Conexión para el calentamiento del depósito de refrigerante
14. Tapón de vaciado de refrigerante
15. Tapón de vaciado de radiador
16. Conexión para el enfriamiento de la caja de cambios

4.2.1.1.4. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación es un sistema complementario para el correcto funcionamiento del motor, ya que su principal función es impedir el rozamiento de metal con metal de las piezas de contacto, adicionalmente a eso disminuir la energía perdida por el rozamiento entre piezas metal con metal y apoya al sistema de refrigeración con el enfriamiento del motor.

Este sistema de lubricación se acciona por medio de una bomba de engranajes accionada por el cigüeñal y este sistema de lubricación se encarga de la lubricación de todas las partes móviles del motor, ya sea lubricación de motor, lubricación de transmisión y otros.

El motor es lubricado por medio de una bomba de engranaje la cual envía el aceite lubricador a presión por todos los conductos y tuberías de lubricación y es lubricado el bloque de motor, el conjunto de pistones.

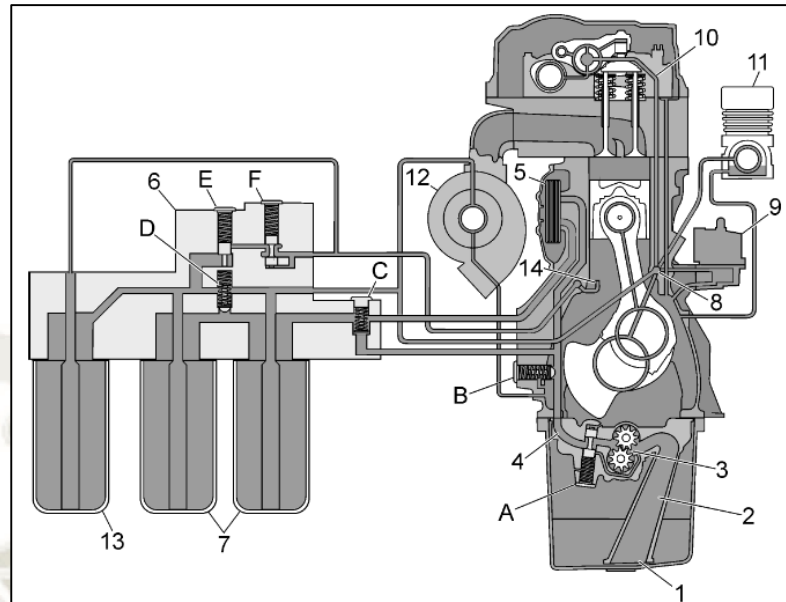


Imagen 11: Sistema de Lubricación

Fuente: Manual de usuario de Volvo

El sistema de lubricación se divide en componentes y válvulas, donde los componentes son:

1. Colocador de recogida de la bandeja de aceite
2. Tubo de recogida
3. Bomba del aceite de lubricación
4. Tubo de presión
5. Refrigerante del aceite
6. Caja del filtro
7. Filtros de aceite de flujo pleno
8. Pasaje principal de lubricación
9. Turbina del separador de ventilación del cárter
10. Compresor de aire
11. VGT
12. Filtro de derivación
13. Boquillas para rociar pistones

Y las válvulas del sistema de lubricación son:

- A. Válvula de reducción
- B. Válvula de seguridad
- C. Válvula de termostato para el aceite
- D. Válvula de desbordamiento para filtro de flujo
- E. Válvula de apertura para enfriamiento del pistón
- F. Válvula de control de enfriamiento del pistón

4.2.1.1.5. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El sistema de combustible de un motor diésel tiene como tarea principal la de suministrar la cantidad correcta de combustible puro y limpio en la cámara de combustión en el momento oportuno de acuerdo a los tiempos del motor. Existen dos tipos de sistema de combustible el circuito de alta presión encargado de impulsar el combustible a una presión determinada y el circuito de baja presión que es el encargado de enviar el combustible desde el depósito de combustible hacia la bomba de inyección.

El funcionamiento del sistema de combustible inicia en el depósito de combustible donde se almacena el combustible para accionar el motor, este combustible es enviado por las líneas del combustible por medio de la bomba de transferencia de combustible en la que se conecta un filtro primario para poder separar todas las impurezas del combustible, posteriormente pasa por una bomba de cebado con la que el combustible es enviado hacia el riel de inyectores en el cual se encuentran un filtro secundario con la misma función que el filtro primario. Y finalmente es suministrado al motor para la combustión por medio de una bomba de inyección de combustible.

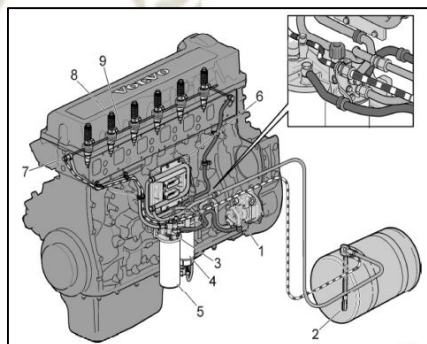


Imagen 12: Sistema de combustible de motor

Fuente: Manual de usuario de Mack

El sistema de combustible consta de componentes como:

1. Bomba de alimentación
2. Filtro primario
3. Caja de filtros
4. Separador de agua
5. Serpentín de enfriamiento
6. Válvula de alivio y purga de aire
7. Inyectores
8. Riel de inyección

4.2.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El sistema de transmisión en un camión tiene la función principal de enviar el giro de motor más conocido como las revoluciones de motor hacia los ejes donde se encuentran los neumáticos. Este sistema de transmisión puede tener muchas variantes ya sea tracción delantera y motor delantero como normalmente son todos los autos, tracción posterior y motor delantero y tracción total eso depende de la función a la que estará encomendada el vehículo; en el caso de los camiones su tracción es una tracción total ya que están diseñados para transportar grandes y pesadas cargas en tramos agrestes y profundos.

4.2.2.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

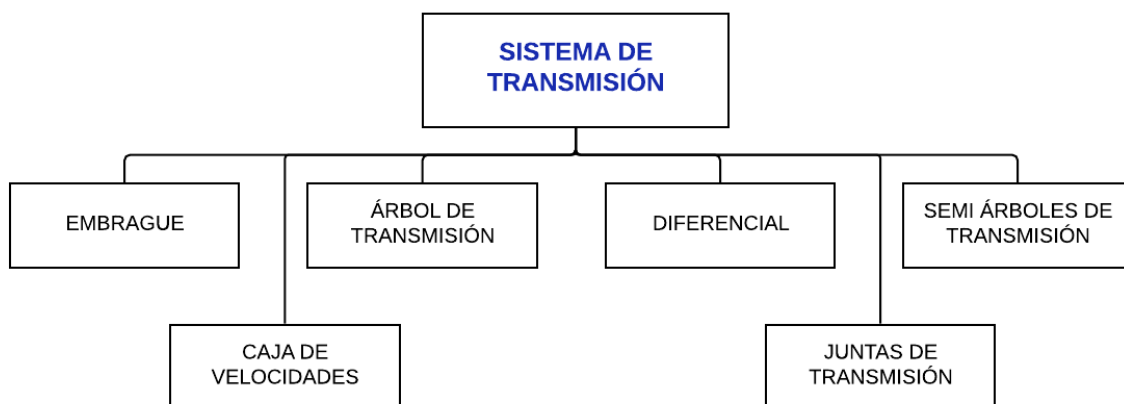


Figura 4: Sistema de transmisión

Fuente: Elaboración propia

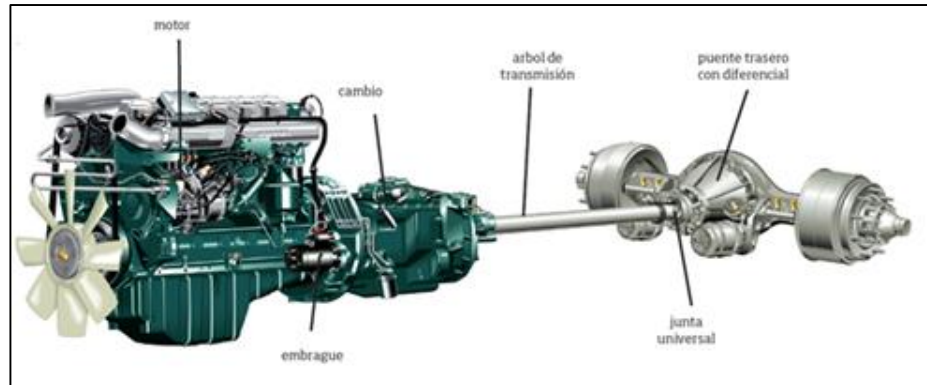


Imagen 13: Sistema de transmisión de motor

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.2.1.1. EMBRAGUE

El embrague es la parte inicial que conecta el sistema de unidad de potencias con el sistema de transmisión y su función principal es la de acoplar y desacoplar por medio de la pisadera que se encuentra en la cabina de conductor el giro del motor de la caja de velocidades. Es de suma importancia realizar la acción de embragar antes de realizar cualquier cambio de marcha ya que de no ser así se tiene la posibilidad de subir algunas roturas en algunos elementos del sistema de transmisión.

El embrague se encuentra situado entre la volante de motor y la caja de velocidades, estos embragues existen de diferentes tipos como embrague de fricción, embragues hidráulicos, embragues electromagnéticos, embrague de disco.

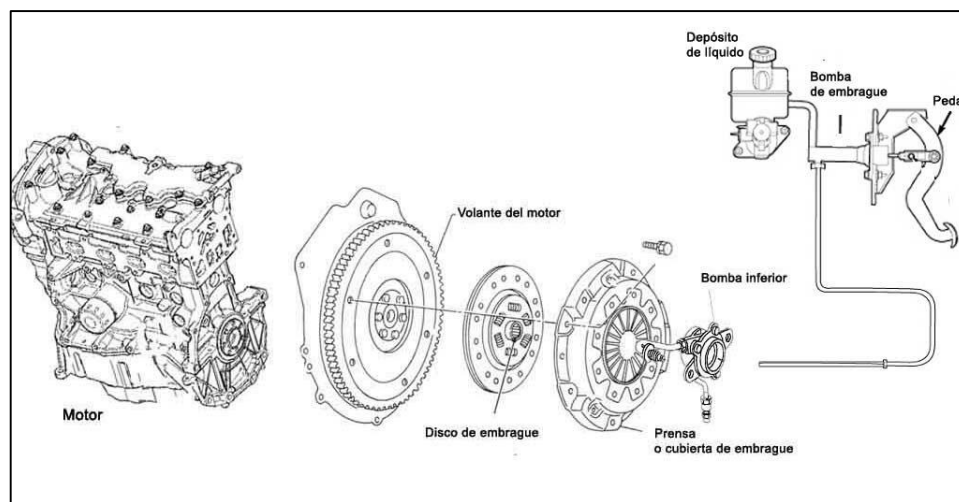


Imagen 14: Componentes del embrague

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.2.1.2. CAJA DE VELOCIDADES

La caja de velocidades o la caja de cambios cumple la función de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre los ejes de las ruedas con el cigüeñal que se encuentra en el motor, y todo este proceso se realizado con el objetivo de aprovechar al máximo la potencia que brinda el motor.

La función de la caja de velocidades en la de convertir el par motor en energía en movimiento para los ejes de las ruedas, pero existen diferentes tipos de cajas de velocidades como:

- Caja de velocidades Manual, es la utilizada en su mayoría por todos los vehículos ya que es accionada por una palanca de cambio que se encuentra en la cabina del conductor y se compone de la caja donde se encuentran montados los engranajes y ejes que son los encargados de toda la transmisión los cuales deben de estar lubricados constantemente.

- Caja de velocidades Automática, es otro tipo de caja de velocidades con cierta similitud que la caja de velocidades manual con la diferencia que en esta no se debe de elegir la marcha adecuada en cada situación, sino más bien la caja de velocidades automáticamente selecciona la marcha más idónea para la conducción en ese momento.
- Caja de velocidades semiautomática, es otro tipo de caja de velocidades en la que se debe de escoger un tipo de conducción mientras que a la vez la selección de las marchas depende de un sistema electrónico.

Todas las cajas de velocidades que se encuentran montadas en los camiones tienen gran cantidad de velocidades, ya que cuentan con cajas de doce velocidades; donde se tiene seis velocidades en marcha baja y seis velocidades en marcha alta, otros camiones vienen equipados con cajas de velocidad de dieciocho velocidades con la misma función.

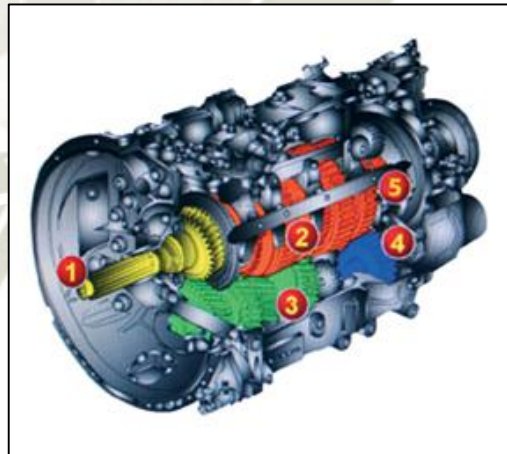


Imagen 15: Caja de velocidades de camión Mack

Fuente: Manual de usuario de Volvo

La caja de velocidades tiene partes principales como:

1. Árbol de entrada primario
2. Árbol principal
3. Árbol intermedio
4. Árbol de marcha atrás

4.2.2.1.3. ÁRBOL DE TRANSMISIÓN

El árbol de transmisión cumple la función de transmitir el movimiento de la caja de velocidades al conjunto para cónico- diferencial, este árbol de transmisión está fabricado de acero y es de una forma alargada y cilíndrica que va unía en sus extremos con la caja de velocidades y en el otro extremo en el piñón del grupo cónico

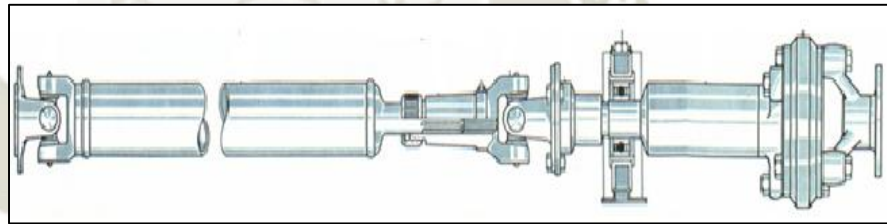


Imagen 16: *Árbol de transmisión*

Fuente: Revista Motor Giga

4.2.2.1.4. DIFERENCIAL

El diferencial es un componente mecánico que se encargar de trasladar la rotación que produce el motor de combustión interna hacia las ruedas encargadas de la tracción de los ejes, por tal motivo, en los momentos que los neumáticos están girando pueden girar a distintas velocidades los neumáticos derechos y los neumáticos izquierdos giran a velocidades distintas.

4.2.2.1.5. JUNTAS DE TRANSMISIÓN

Las juntas de transmisión son utilizadas para unir elementos de transmisión y sus longitudes son variables dependiendo de los ejes, al igual que sus posiciones pueden ser variables.

4.2.2.1.6. SEMIARBOLES DE TRANSMISIÓN

Los semiárboles o palieres cumplen la función de transmitir el movimiento del diferencial hacia las ruedas motrices.

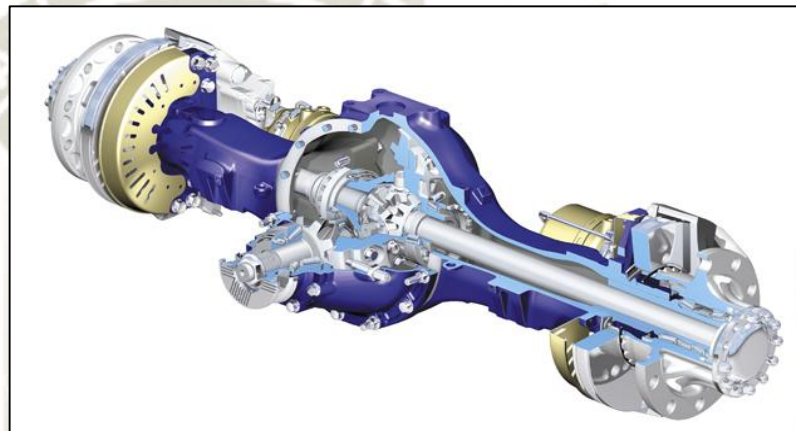


Imagen 17: Sistema de transmisión posterior de camión

Fuente: Revista Planeta Camión

4.2.3. SISTEMA DE DIRECCIÓN

El sistema de dirección de un camión se compone de una serie de mecanismos metálicos cuya función principal es la de realizar el giro de las ruedas directrices cuando la unidad requiera dar giros tanto a la derecha como a la izquierda.

Con el pasar de los años este sistema de dirección se fue perfeccionando tanto en los vehículos como en los camiones ya que; inicialmente el sistema de dirección era completamente mecánico lo que demandaba gran esfuerzo del

operador al momento de realizar las maniobra, posteriormente se implementó el sistema de dirección asistido por un fluido siendo este hidrolina con la que el operador ya no necesitaba realizar un gran esfuerzo para producir el giro en la unidad, y de un tiempo a esta parte se implantó la dirección electrónicamente asistida eliminando así la hidrolina de este sistema pero a la fecha esta dirección mayormente se presenta en los vehículos livianos.

4.2.3.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN



Figura 5: *Sistemas de dirección*

Fuente: Elaboración propia

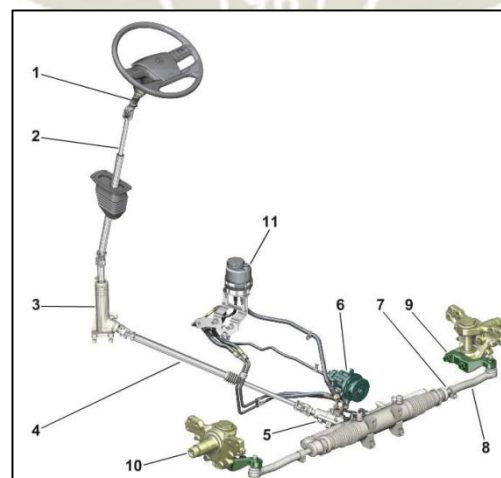


Imagen 18: *Sistema de Dirección*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

Donde el sistema de dirección se compone por las siguientes partes:

1. Columna de dirección superior
2. Columna de dirección inferior
3. Reducción angular
4. Eje intermedio
5. Caja de dirección asistida de cremallera y piñón
6. Servobomba
7. Barra de acoplamiento
8. Rotulas
9. Brazos de dirección
10. Semieje
11. Depósito de líquido de servodirección

4.2.3.1.1. COLUMNA DE DIRECCIÓN

La columna de dirección consta de un eje superior y otro inferior unidos entre sí en una junta del eje de dirección. Para poder subir y bajar la cabina. El eje inferior es de tipo telescópico. Los componentes están conectados entre sí por una junta de barra de desplazamiento, que permite que el eje varíe su longitud.

4.2.3.1.2. REDUCCIÓN ANGULAR

La reducción angular posee engranajes cónicos de dientes rectos. Al girar el volante, el árbol de dirección transmite fuerza al eje intermedio a través del conjunto de dos engranajes cónicos de la reducción angular.

4.2.3.1.3. CAJA DE DIRECCIÓN

La caja de dirección dispone de una unidad de bolas y tuerca integrada en el pistón. El pistón y el eje selector tienen dientes cilíndrico-rectos con desplazamiento positivo. Las válvulas de descarga/limitadores de dirección eliminan el efecto del servo asistencia cuando se ha alcanzado el bloqueo completo de la rueda, para reducir el riesgo de daños a la barra de la dirección y al sistema de servodirección. La caja de la dirección se ventila automáticamente a través de un depósito de líquido.

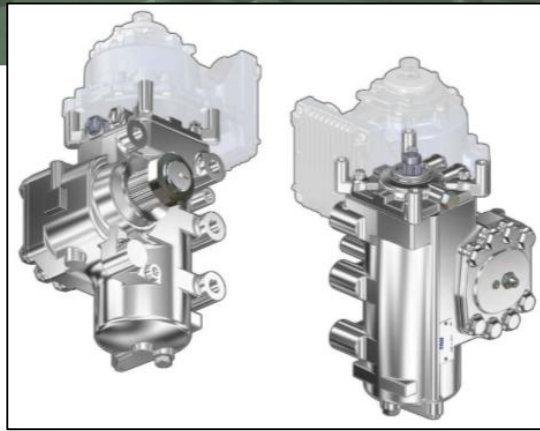


Imagen 19: Caja de Dirección

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.3.1.4. BARRA DE ACOPLAMIENTO

La barra de acoplamiento recibe el movimiento de los engranajes de la cremallera y el piñón, y la barra de acoplamiento se encarga de transmitir este movimiento a las rotulas que se encuentran en cada lado de la dirección, luego estas rotulas transmiten el movimiento a los brazos de dirección los cuales llegan a un semieje y finalmente generan el movimiento de las ruedas.



Imagen 20: Barra de accionamiento posterior

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.3.1.5. SERVOBOMBA

La servobomba variable es la encargada de suministrar y enviar la hidrolina a la caja de dirección con la finalidad de facilitar la conducción al operador del camión, esta servobomba hace que el movimiento de la dirección sea más sencilla y fácil de operar.

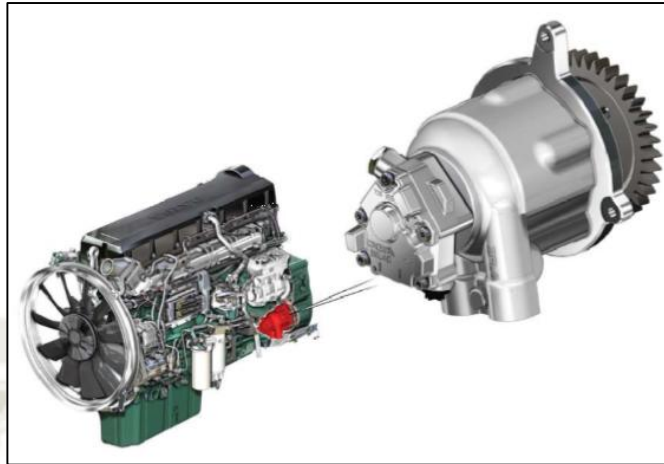


Imagen 21: *Servobomba de dirección*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.4. SISTEMA DE FRENOS

El sistema de frenos de un vehículo tiene la función de reducir y posteriormente parar el movimiento de los ejes motrices de la máquina, por lo tanto, la energía mecánica que se encontraban en los ejes es convertida en energía calorífica mediante el sistema de frenos. Los frenos más utilizados en los vehículos son de disco, de tambo o neumáticos, estos frenos se utilizan en los vehículos dependiendo del peso y magnitud del vehículo, ya sea un automóvil normalmente utiliza frenos de disco o de tambor, pero un camión de gran tonelaje utiliza frenos neumáticos.

4.2.4.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE FRENOS

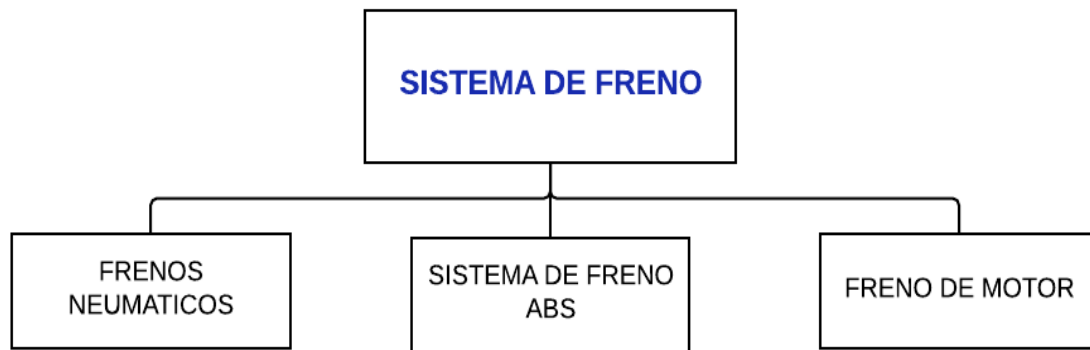


Figura 6: Sistema de frenos

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.1.1. FRENO NEUMATICO

El freno neumático es el freno que se utiliza en los camiones de gran tonelaje cuyo accionamiento se da por medio de aire comprimido que es suministrado por una compresora que se encuentra específicamente para el sistema de frenos. El sistema de frenos neumáticos utiliza pistones que son alimentados por aire comprimido cuyo control del suministro de aire se da por medio de válvulas. Los pistones presionan los tambores o disco de freno por medio de los pistones neumáticos.

4.2.4.1.2. SISTEMA DE FRENO ABS

El sistema de freno ABS o sistema antibloqueo de ruedas es un sistema de frenado que consiste en que hace variar la fuerza o presión de la acción de frenado para que los neumáticos que se van a detener no resbalen en la calzada al momento de frenar.

El ABS funciona con una bomba que va instalada en el circuito del líquido de frenos que controlan las revoluciones de las ruedas con el fin de conseguir detener el vehículo sin que resbale ni patine por frenadas abruptas.

4.2.4.1.3. FRENO DE MOTOR

El freno de motor consta de dos sistemas; el sistema regulador de presión de escape y el sistema de freno de motor, ambos sistemas trabajan en conjunto para poder detener el motor por medio de balancines especiales en las válvulas de escape.

La secuencia de accionamiento del freno del motor es:

1. La válvula de escape se apertura y permite el ingreso del aire durante el tiempo de admisión, de esta manera se aumenta la cantidad de aire a comprimir en el momento de la compresión.
2. La válvula de escape se apertura justo antes del punto muerto en el momento de la compresión para reducir el efecto en el tiempo motor.
3. El regulador de presión de escape acumula contrapresión en el sistema de escape y la contrapresión refuerza el efecto de frenado del motor.

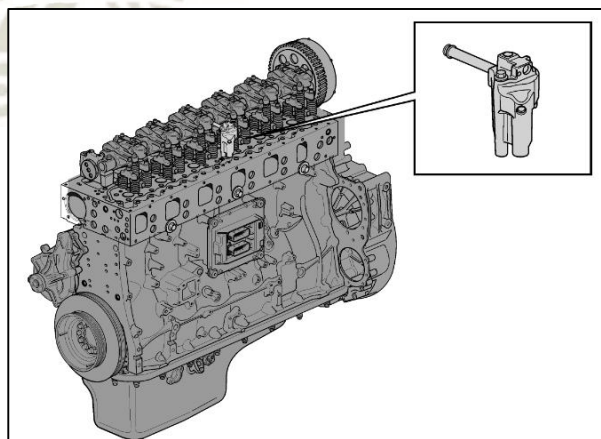


Imagen 22: *Freno de Motor*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.5. SISTEMA ELECTRICO

El sistema eléctrico de un camión tiene varias funciones, pero como la principal tiene el encendido del motor ya que produce chispas eléctricas para las bujías las cuales realizan el encendido del motor, otras funciones son del monitoreo y control para un funcionamiento adecuado de la unidad, la carga de las baterías que se encuentran montadas en la unidad, también para la visibilidad nocturna, así como las luces frontales, luces posteriores y luces de cabina.

Este sistema eléctrico siempre tiene que ser revisado y estar protegido o revestido ya que los cables pueden recalentarse y ocasionar daños en el sistema como fugas de corriente hasta la quemadura de los cables por sobre temperatura.

4.2.5.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA ELECTRICO

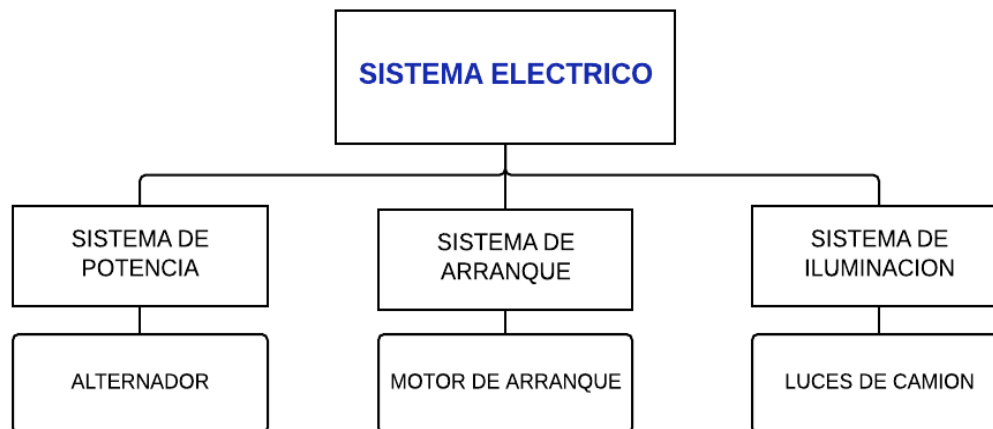


Figura 7: Sistema eléctrico

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.1.1. ALTERNADOR

El alternador es un elemento eléctrico que cumple la función de transformar energía mecánica en energía eléctrica, siendo el encargado de entregar la electricidad al vehículo durante su marcha y que este no se detenga por falta de energía eléctrica.

El alternador se encuentra diseñado para recargar constantemente la carga de la batería, de igual manera debe de suministrar corriente a todos los sistemas eléctricos que lo requieren, como la iluminación delantera, posterior y de cabina. El alternador está formado por una polea que es la que recibe por medio de una correa la energía mecánica del motor para transformarlo en energía eléctrica, adicionalmente está compuesto de un rotor, estator, regulador y un puente de diodos.

El alternador produce corriente alterna, esta corriente la recibe a través de un mecanismo de arrastre accionado por un motor de combustión interna en este caso accionada por el motor del camión, por tal motivo se concluye que el alternador funciona ya que se encuentra conectado al giro del motor de combustión interna por medio de una correa, y cuando se produce el giro la bobina del rotor del alternador empieza a generar corriente con la que se alimenta todo el sistema eléctrico del vehículo.

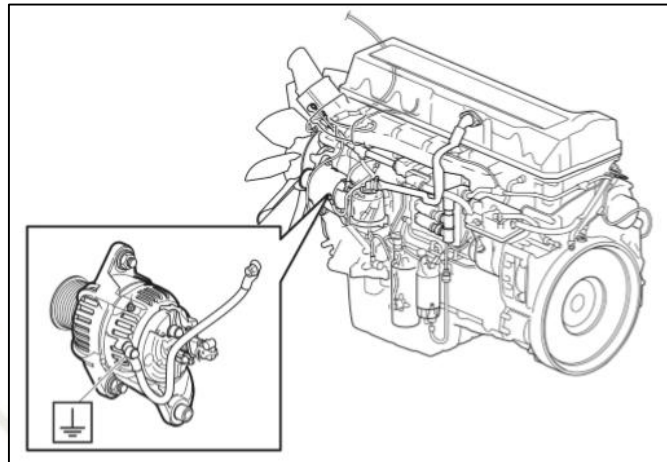


Imagen 23: Posición de alternador en camión

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.5.1.2. MOTOR DE ARRANQUE

El motor de arranque es un motor eléctrico auxiliar alimentado por corriente continua que tiene imanes de tamaño reducido, los cuales cumplen la función del encendido del motor de combustión interna, es decir, facilita las explosiones de la cámara de combustión en el interior de los cilindros. Por otro lado, el motor de arranque es puesto en funcionamiento gracias a la batería del auto, ya que esta le genera la corriente eléctrica necesaria para que este produzca a su vez energía mecánica que transmite al motor haciéndolo poner en marcha.

El motor de arranque está compuesto de cubierta general, cubierta del conmutador, conmutador, resorte de las escobillas o carbones, escobillas y carbones, pieza polar, armadura, inductores, brida de impulsión, brida de retención, flecha de la armadura, piñón, resorte de acoplamiento, cubierta del embrague, embrague, placa de freno, palanca de cambios, resorte de retorno, vástago, bobinas de tracción, bobinas de sujeción, tornillo del terminal, terminal, placa de contacto y el solenoide o relay

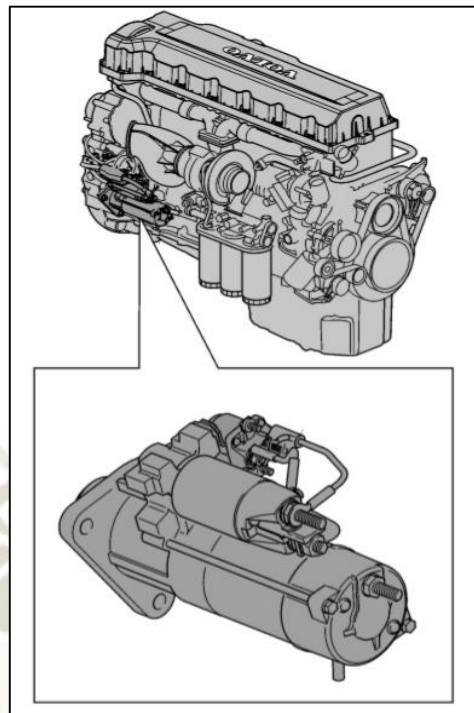


Imagen 24: Posición del motor de arranque en el camión
Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.5.1.3. LUCES DE CAMION

Las luces del camión son aditamentos que van implementados en la cabina y chasis de camión, esta iluminación es tanto exterior de la cabina y en el chasis, como interior de cabina. Las luces exteriores cumplen la función de ser vistos por los demás vehículos donde las vías o el camino es oscuro y las luces interiores de cabina sirven de confort del conductor.

Se tienen luces en el camión las cuales son:

- **Luz diurna:** Esta luz se enciende al mismo momento que se enciende el motor, esta luz normalmente sirve cuando se transita en carretera ya que el reglamento nacional de tránsito obliga a transitar con luces encendida, comúnmente en el frontal del vehículo la luz es blanca o amarilla y en el resto de la unidad dependiendo de las micas.

- **Luz alta:** Luz utilizada para alumbrar una mayor distancia de la vía por delante del vehículo, también denominada de carretera, esta luz en el frontal del vehículo la luz es blanca o amarilla.
- **Luz baja:** Luz de corto alcance, utilizado para alumbrar la vía por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que transiten en sentido contrario, esta luz en el frontal del vehículo la luz es blanca o amarilla.
- **Luz neblinero delantero:** Haz de luz abierto y de corto alcance ubicado en la parte inferior delantera del vehículo, esta luz se usa especialmente cuando las vías presentan neblina y la visibilidad es limitada.
- **Luz de cabina:** Luz que ilumina el interior de la cabina con el fin del conseguir mayor confort para el conductor y sus pasajeros.
- **Luz direccional:** Luz que advierte la intención del conductor de virar el vehículo hacia una dirección específica ya sea en la dirección derecha o izquierda, estas luces de emergencia son de color ámbar.
- **Luz de emergencia:** Sistema de señalización óptica de emergencia que activan las luces direccionales del vehículo para advertir que el mismo representa temporalmente un peligro para los demás usuarios de la vía, estas luces de emergencia son de color ámbar.
- **Luz de freno:** Luz del vehículo que se activa automáticamente cuando se acciona el pedal del freno, esta luz es de color rojo y debe de ser más incandescente el color que cuando el vehículo está transitando sin frenar. Existen unidades que tienen tres luces de freno.

- **Luz de retroceso:** Luz que solo se activa al poner el vehículo en marcha de retroceso, esta luz normalmente es de color blanco y se ilumina la parte posterior del vehículo.
- **Luz de Castillo:** Luz instalada lo más cerca posible del borde exterior más elevado del vehículo e indica el ancho total del mismo. En determinados vehículos, esta luz sirve de complemento a las luces de posición delantera y posterior para señalar su volumen.

4.2.6. SISTEMA DE CHASIS, SUSPENSIÓN Y RUEDAS

El sistema de chasis, suspensión y ruedas van conectados entre sí ya que son la parte donde todos los componentes y equipamientos del camión descansa, el chasis cuenta con un bastidor donde descansa el motor, cabina y demás componentes el camión.

El sistema de suspensión cumple la función principal de amortiguar o soportar los golpes que se den en el camión debido al estado de las vías por donde se transita y junto con las ruedas son la parte por la cual el camión puede circular por terrenos agrestes de difícil acceso.

4.2.6.1. SUBSISTEMA DE SISTEMA DE CHASIS, SUSPENSIÓN Y RUEDAS

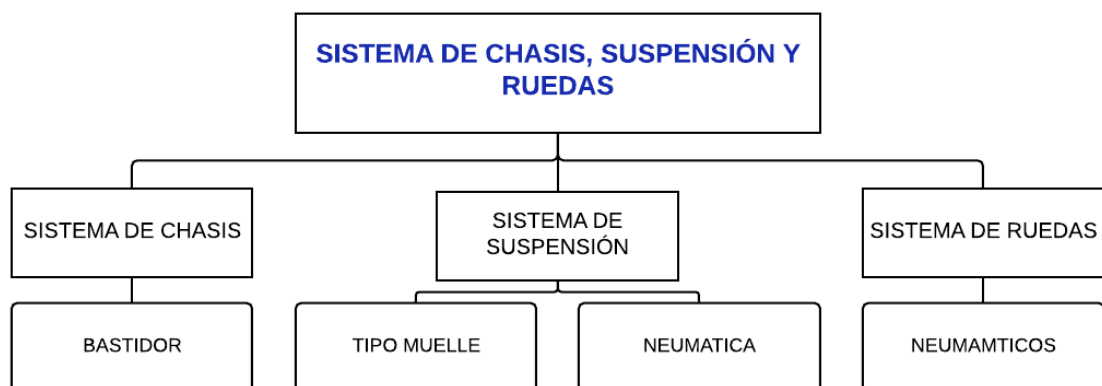


Figura 8: Sistema de chasis, suspensión y ruedas

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.1.1. BASTIDOR

El bastidor en los vehículos es una estructura rígida donde se fijan de una u otra forma, tanto la carrocería como los distintos elementos y grupos mecánicos que componen un vehículo (motor, elementos de los sistemas de transmisión, suspensión, etc.).

El bastidor es el encargado de soportar el peso de todos estos elementos y partes que componen a un vehículo automóvil, también deberá soportar el peso propio de la carga Y los ocupantes del vehículo, las cargas dinámicas e inerciales originadas por el funcionamiento de los distintos elementos y por el propio movimiento del vehículo.

En su forma más elemental, el bastidor de un vehículo lo puede constituir un conjunto formado por dos elementos longitudinales situados simétricamente a ambos lados del eje longitudinal del vehículo, llamados largueros, que están unidos transversalmente por medio de otras estructuras más cortas, en número variable, denominadas travesaños, normalmente el bastidor está fabricado de perfiles de acero en forma de C.



Imagen 25: *Bastidor C*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.6.1.2. SUSPENSIÓN TIPO MUELLE

La suspensión de muelle o de ballesta es una suspensión empleada en los vehículos especialmente en los que están diseñados para transportar grandes cargas, están contruidos de acero con forma de tiras alargadas y superpuestas una sobre otra ajustadas por abrazaderas con el fin de que no se separen y produzcan la suspensión del vehículo.

Está compuesto por barras de reacción que controlan los ejes en sentido longitudinal y transmiten pares de arranque y parada al bastidor del chasis, las ballestas se apoyan en muelles progresivos que contribuyen a darle flexibilidad y suavidad al bogie, con lo que se reduce a un mínimo el desgaste de los neumáticos y de la suspensión.

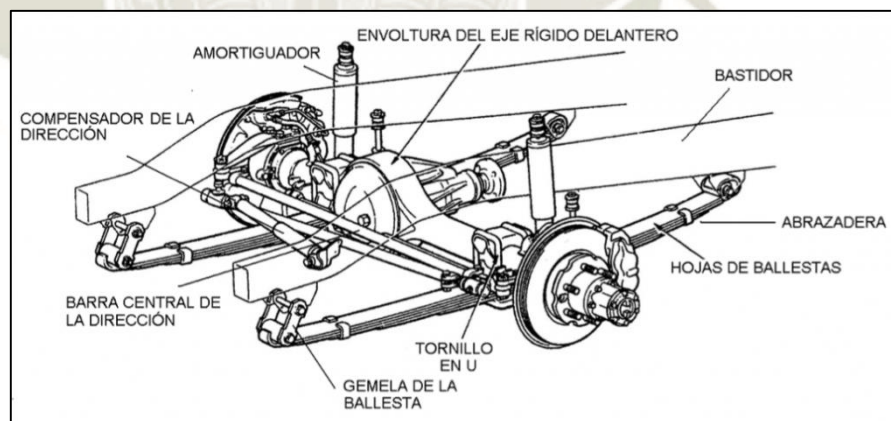


Imagen 26: *Suspensión tipo ballesta*

Fuente: Manual de repuestos Volvo

4.2.6.1.3. SUSPENSIÓN NEUMÁTICA

El sistema de suspensión neumática, utiliza como su componente más importante el aire comprimido, se utiliza el mismo aire comprimido que el de las líneas que pasa hacia el sistema de frenos, actuando en los componentes

neumáticos de suspensión los cuales son cámaras de aire (fuelles) y válvulas de nivel; estas cámaras de aire son las que presentan desgaste cuando el equipo se encuentra en uso y a la larga son los componentes que se deben de cambiar. Posee también un conjunto de componentes que permiten una mayor estabilidad del vehículo, como barras estabilizadoras, barras de reacción y amortiguadores.

Existen suspensiones neumáticas delanteras y suspensiones neumáticas posteriores, la suspensión neumática delantera consta de dos o cuatro cámaras de aire dependiendo de la cantidad de ejes delanteros que posea el camión y en la suspensión neumática posterior se tiene diferente cantidad de cámaras de aire ya sea por la cantidad de ejes posteriores que tiene el camión y por la cantidad de neumáticos que cuenta en cada eje.

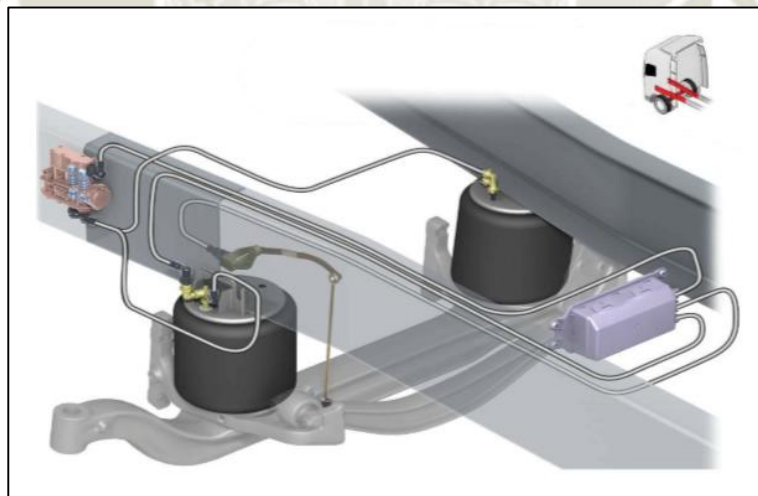


Imagen 27: *Suspensión neumática delantera*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

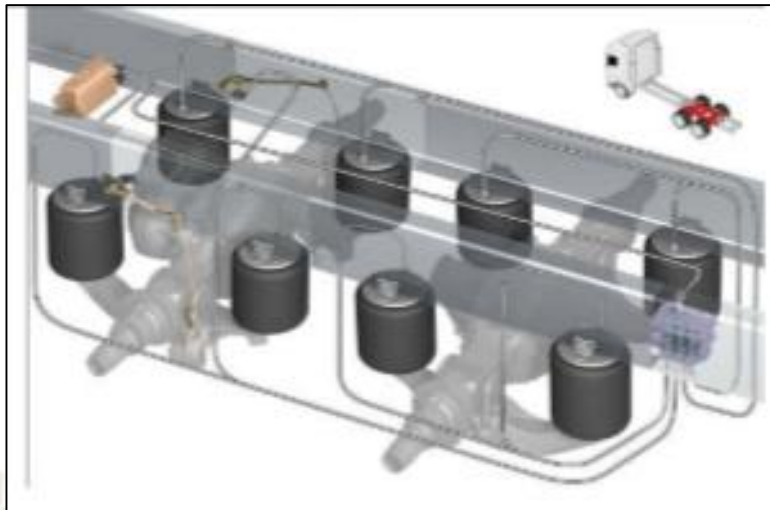


Imagen 28: *Suspensión neumática posterior*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.6.1.4. NEUMATICOS

Los neumáticos son los elementos del vehículo que toman contacto con la vía por donde transitara el vehículo, estos neumáticos deben de cumplir algunos parámetros o recomendaciones para que puedan cumplir su función de manera óptima.

- Sostener el peso del vehículo logrando su traslado con el mismo esfuerzo.
- Deben estar inflados a la presión adecuada para su traslado sobre las vías.
- Debe transformar un movimiento de revolución en un movimiento lineal que logre el avance ya que se usa la resistencia al contacto del suelo en el movimiento circular.
- Debe de ser seleccionado adecuadamente de acuerdo al terreno donde se realizará el traslado del vehículo.

- Su cocada debe de ser profunda según medidas estándar para circular en las vías.
- Lograr el frenado gracias a la resistencia existente en ese momento con el terreno.
- Permite que se logre el cambio de dirección al giro del volante de conducción.
- Se puede considerar que forma parte de la suspensión ya que puede absorber las imperfecciones del camino hasta en un 10%.

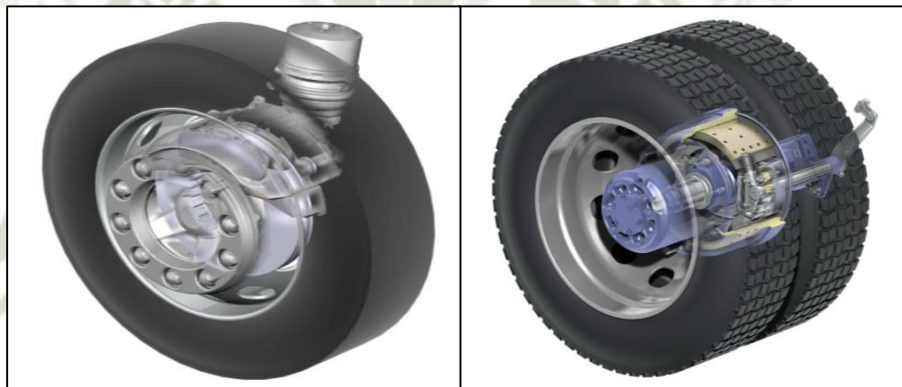


Imagen 29: *Neumáticos de Camión*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

4.2.7. SISTEMA DE CABINA Y CONFORT

El sistema de cabina esencialmente es creado para la operación y manejo del vehículo por medio de una persona conocida como conductor, en esta cabina se tiene el volante de dirección junto con todas las botones de equipamiento del vehículo.

Dentro de la cabina se tiene gran cantidad de manómetros y botoneras que sirven para la correcta operación y manipulación del vehículo.

4.2.7.1. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE CABINA Y CONFORT

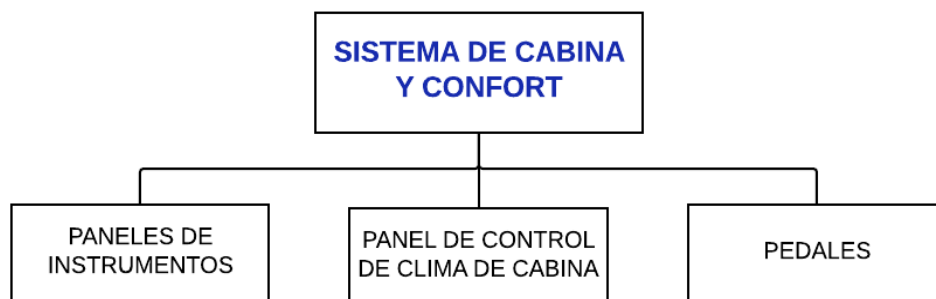


Figura 9: Sistema de cabina y confort

Fuente: Elaboración propia

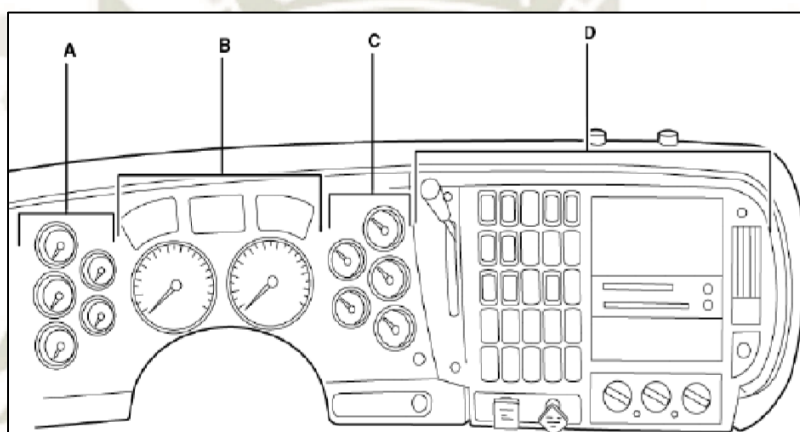


Imagen 30: Panel principal de cabina

Fuente: Manual de usuario de Volvo

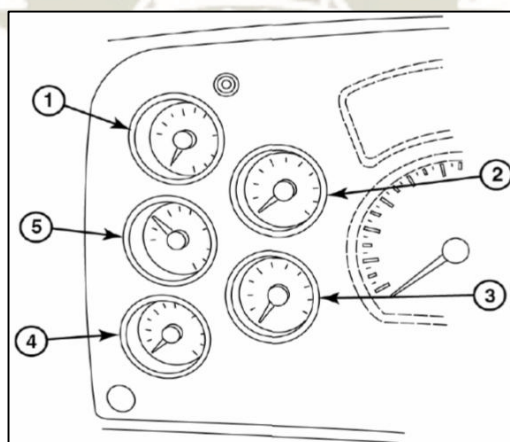


Imagen 31: Panel A de tablero principal

Fuente: Manual de usuario de Volvo

En el panel A se tienen manómetros que marcan:

1. Indicador de Presión del Múltiple
2. Indicador de Presión de Aceite
3. Indicador de Temperatura de Aceite de Motor
4. Pirómetro de Escape
5. Indicador de Temperatura de Aceite de la Transmisión

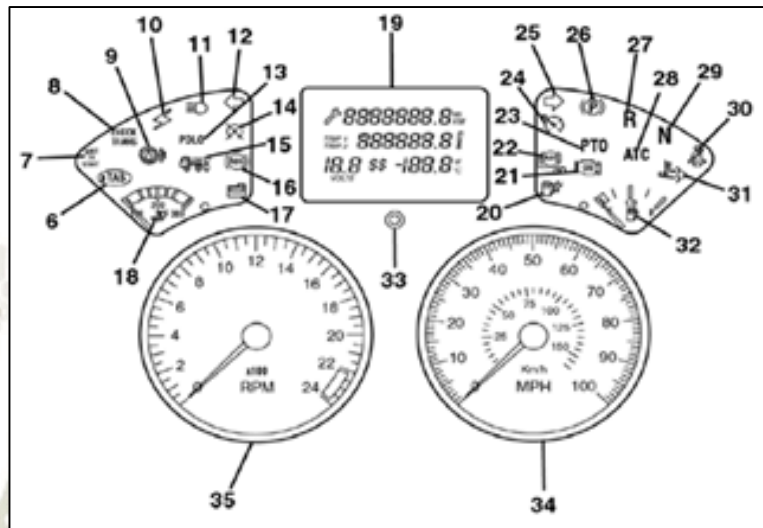


Imagen 32: Panel B de tablero principal

Fuente: Manual de usuario de Volvo

En el panel B se tienen las señales que marcan:

6. Indicador de Temp-A-Start Integrado
7. Indicador Esperar para Arrancar
8. Indicador de Comprobar transmisión
9. Indicador de Temperatura de Aceite de la Transmisión
10. Indicador de Mal Funcionamiento Electrónico
11. Indicador de Luces Altas
12. Indicador de Señal de Viraje Izquierda
13. Indicador de Cierre de Divisor de Fuerza Inter-Eje
14. Indicador de Paro de Motor
15. Indicador de Suspensión Neumática Baja
16. Indicador de Sistema de Freno Antibloqueo
17. Indicador de Nivel Bajo de Refrigerante
18. Indicador de Temperatura de Refrigerante
19. Pantalla Básica
20. Indicador de Agua en Combustible
21. Indicador de Velocidad Excesiva del Motor
22. Indicador de Sistema de Freno Antibloqueo del Remolque
23. Indicador de Operación de Toma de Fuerza
24. Indicador de Control Crucero Encendido

- 25. Indicador de Señal de Viraje Derecha
- 26. Indicador de Reversa
- 27. Indicador de Freno de Estacionamiento
- 28. Indicador de Control de Tracción Automático
- 29. Indicador de Neutral
- 30. Indicador de Aviso para Abrochar Cinturón de Seguridad
- 31. Indicador de HEST
- 32. Indicador de Combustible
- 33. Botón de Modalidad
- 34. Velocímetro
- 35. Tacómetro

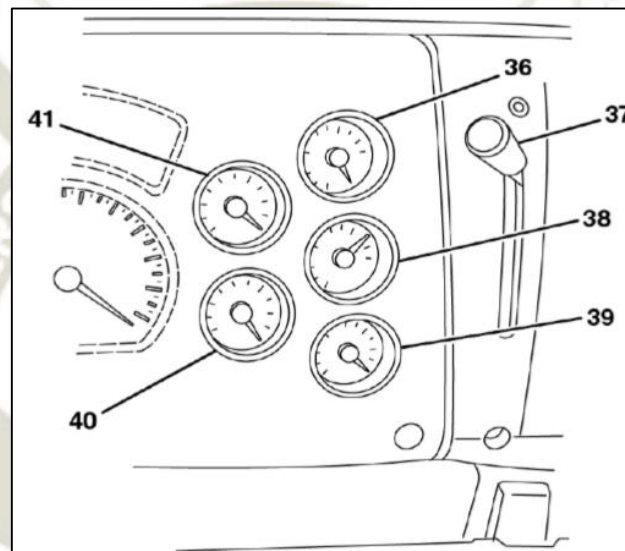


Imagen 33: Panel C del tablero principal

Fuente: Manual de usuario de Volvo

En el panel C se tienen manómetros que marcan:

- 36. Palanca de Freno de Control de Mano
- 37. Indicador de Temperatura de Aceite de Eje Trasero Delantero
- 38. Indicadora de Temperatura de Aceite de Eje Trasero
- 39. Indicador de Presión de Aire Primario
- 40. Indicador de Presión de Aire Secundario

4.2.7.1.2. PANEL DE CONTROL DE CLIMA DE CABINA

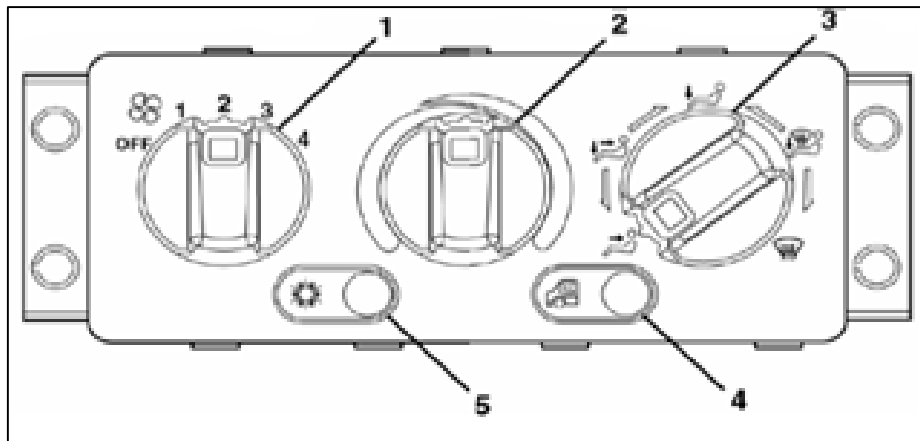


Imagen 34: *Panel de Control de Clima de Cabina*

Fuente: Manual de usuario de Volvo

En el panel de control de clima se tienen botoneras que marcan:

1. **Perilla de Control de Ventilador;** Esta perilla controla la velocidad del ventilador de OFF hasta cuatro velocidades.
2. **Perilla de Control de Temperatura;** Esta perilla controla la temperatura de aire en la cabina desde el aire más frío hasta el más caliente
3. **Perilla de Modalidad;** Esta perilla controla la dirección del flujo de aire alrededor de la cabina y dirige el flujo a través de las ventilas de aire del tablero, a través de las ventilas del piso, a través de las ventilas del piso y del parabrisas delantero, a través del parabrisas para desempañar.
4. **Botón de Aire Fresco / Recirculación;** Este botón selecciona el aire de entrada a la cabina ya sea aire fresco o aire recirculado.
5. **Botón de A/C;** Este botón activa el sistema de aire acondicionado

4.2.7.1.3. PEDALES

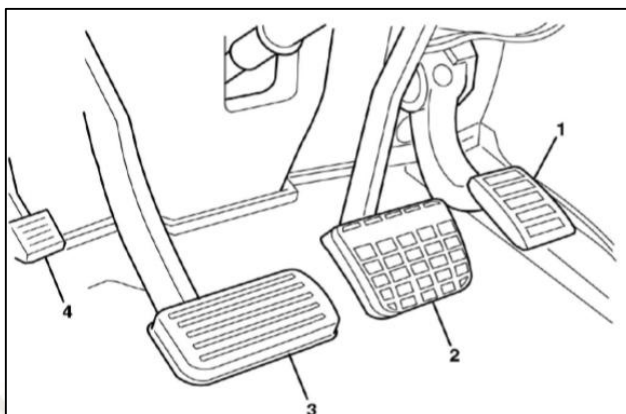


Imagen 35: Pedales del manejo del camión

Fuente: Manual de usuario de Volvo

En los pedales se tienen cuatro pedaleras que al accionarlas sirven para:

1. Pedal de Acelerador.
2. Pedal de Freno
3. Pedal del Embrague
4. Pedal de Ajuste del Volante de Dirección

4.3. SISTEMAS DE FABRICA DE VOLADURA

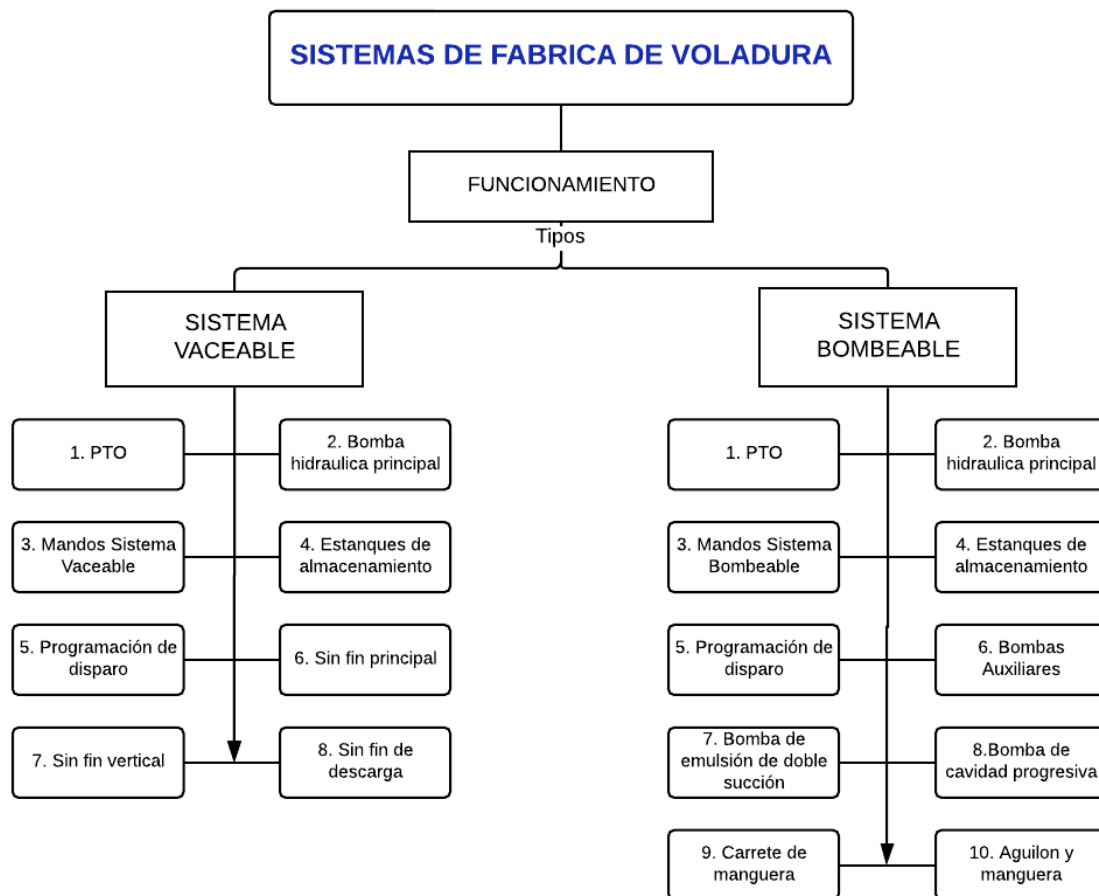


Figura 10: Sistema de fábrica de voladura

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. FUNCIONAMIENTO DE FABRICA DE VOLADURA

El camión fábrica de voladura como su nombre lo dice tiene el objetivo de realizar la fabricación y mezcla de materias primas para la elaboración del explosivo, para obtener este explosivo se pone en marcha el camión fábrica de voladura el cual su funcionamiento se da por partes electrónicas y a su vez por partes mecánicas.

El funcionamiento del camión fábrica de voladura se da por medio de energía hidráulica la cual es entregada en todo el camión por medio de una bomba hidráulica la cual es

accionada a través de un cardan PTO; luego de ser accionada esta bomba se espera que los niveles de hidrolina se estabilicen en todos los sistemas del camión fábrica de voladura.

Mientras que ocurre todo este proceso mecánico en el camión fábrica de voladura, en el mismo tiempo se inicia la programación electrónica con un sistema PROBLAST, el cual es el encargado de accionar todas las bombas que tiene este camión fábrica de voladura, ya sean bombas de agua, bomba de combustible, bomba de emulsión o bomba de expulsión.

En la pantalla del sistema PROBLAST se programa el tipo de mezcla a efectuar, ya sea mezcla entre nitrato de amonio con combustible (Diesel 2), entre nitrato de amonio con combustible y emulsión, entre otras combinaciones posibles en el camión fábrica de voladura. Y de acuerdo al tipo de mezcla que se haya realizado en la fábrica se procede a realizar la descarga o conocido como disparo el cual se presenta en dos tipos los cuales son llamados; disparo bombeado y disparo vaciado.



Imagen 36: Pantallas y mandos del sistema PROBLAST

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1. SISTEMA VACIABLE

El sistema vaciable en la fábrica de voladura es uno de los dos sistemas que presenta la unidad los cuales son accionados todos los sistemas por medio de los mandos del sistema vaciable los cuales son accionados por medio de presión hidráulica suministrada por una boba hidráulica principal.

El proceso del disparo vaciable inicia en los estanques de emulsión donde se selecciona la mezcla del disparo, en el momento que se tiene listo el producto deseado con los mandos del sistema vaciable o por medio del sistema PROBLAST en cabina se inicia el movimiento del producto, por el sin fin principal en un movimiento horario para posteriormente este producto suba al sistema del sin fin vertical que este sin fin redirección al producto por el sin fin de descarga; una vez el producto o mezcla se encuentra en este punto se realiza el movimiento del sin fin de descarga para ubicar la posición deseada de disparo. Finalmente, cuando se tiene la posición final se realiza el disparo de la mezcla de explosivo dentro de la cabina accionado el sistema PROBLAST, con el cual se controla el tiempo, tipo de mezcla, forma de disparo y cantidad del disparo en esa ubicación.

4.3.1.1.1. PTO BOMBA HIDRAULICA PRINCIPAL

La bomba hidráulica principal de la fábrica de voladura es la bomba hidráulica que permite que todos los componentes, sistemas de bombeo entre otros que se encuentren en el camión puedan funcionar correctamente.

Esta bomba hidráulica recibe energía por medio un eje cardanico o PTO, el cual recibe energía de accionamiento del motor de camión, es por eso que para que

se pueda poner en marcha la fábrica del camión este debe de encontrarse encendido.

Es decir, se recibe energía mecánica del motor del camión la cual es transferida a un eje cardanico o PTO que se encuentra ensamblado en la bomba hidráulica del camión fábrica de voladura. La confiabilidad de esta bomba es de una criticidad alta ya que es la que hace que todo el camión fábrica de voladura pueda entrar en operaciones para realizar sus acciones encomendadas de voladura.



Imagen 37: *Cardan PTO y Bomba hidráulica*
Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1.2. MANDOS SISTEMA VACIABLE

Los mandos del sistema vaciable son mandos hidráulicos que son los encargados de accionar todo el sistema vaciable, como pueden ser lo giros del sin fin principal, sin fin vertical o sin fin de descarga, también para accionar algunos otros sistemas del sistema vaciable.

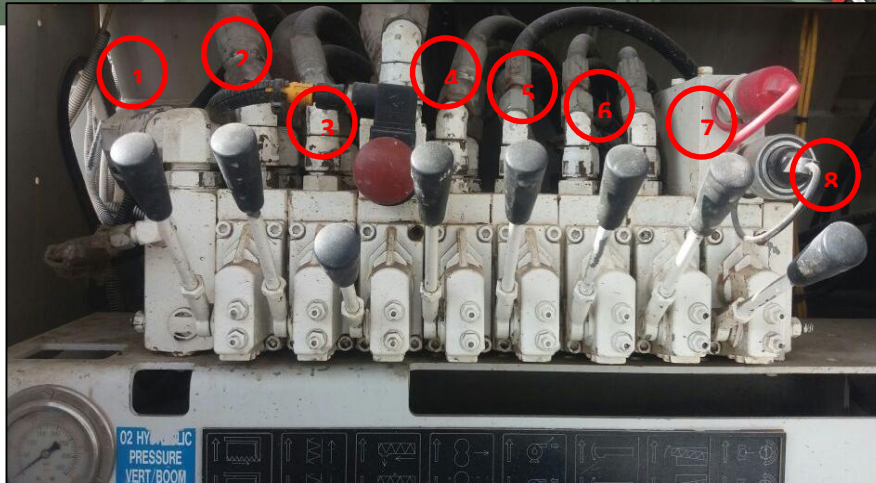


Imagen 38: Mandos de Sistema Vaciabte

Fuente: Elaboración propia

En los mandos del sistema vaciable se tiene distintas palancas que accionan distintos sistemas hidráulicos, los cuales son:

1. Accionamiento de sin fin principal, en el cual realiza giros de avance y retroceso de material, giros horarios y antihorario.
2. Accionamiento de sin fin vertical, en el cual realiza giros de avance y retroceso de material, giros horarios y antihorario.
3. Accionamiento de sin fin de descarga, en el cual realiza giros de avance y retroceso de material, giros horarios y antihorario.
4. Accionamiento de bomba de emulsión de doble succión, en la cual se realiza el desplazamiento positivo y punto muerto de la bomba.
5. Accionamiento de bomba de petróleo, en la cual se realiza el desplazamiento positivo y punto muerto de la bomba.
6. Accionamiento de sin fin de descarga, en el cual realiza movimientos de elevación y descenso del tubo alimentador.
7. Accionamiento de sin fin de descarga, en el cual realiza movimientos de derecha a izquierda del tubo alimentador.

8. Accionamiento de cremallera, en el cual realiza movimientos de derecha a izquierda del tubo alimentador.

4.3.1.1.3. ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los estanques de emulsión son los estanques o tanques de almacenamiento que tiene la fábrica de voladura el cual dependiendo de su diseño puede tener los tanques de almacenamiento juntos o pueden estar dispersos en toda la parte posterior de la unidad.

Estos estanques tienen distintas capacidades de almacenamiento de acuerdo con el fluido o materia prima que se vaya a almacenar en estos estanques, normalmente una fábrica de voladura consta de cinco estanques de almacenamiento, los cuales se encuentran divididos en un estanque para agua, un estanque para combustible (Diésel 2), dos estanques para almacenar emulsión y un estanque para almacenar nitrato de amonio. Estos tres últimos estanques que son de emulsión y de nitrato de amonio en la parte inferior de la estructura presentan escotillas las cuales son removidas en caso sea necesario realizar combinaciones especiales en el explosivo y a su vez también tienen un open hole por donde se realiza el disparo por sistema vaciable.

En otros arreglos esta fábrica de voladura presenta el estanque de combustible en la parte delantera de la unidad, pero esta distribución no afecta en el funcionamiento del camión.



Imagen 39: Tanques de almacenamiento - PROBLAST

Fuente: Elaboración propia

Donde se tiene la siguiente distribución en los estanques de la fábrica de voladura

1. Tanque de petróleo (Diésel 2) y Tanque de gasificado
2. Tanque de emulsión
3. Tanque de nitrato de amonio
4. Tanque de nitrato de amonio
5. Tanque de emulsión



Imagen 40: Tanques de almacenamientos - DCC+

Fuente: Elaboración propia

Donde se tiene la siguiente distribución en los estanques de la fábrica de voladura

1. Tanque de aluminio en polvo
2. Tanque de emulsión
3. Tanque de nitrato de amonio
4. Tanque de nitrato de amonio
5. Tanque de emulsión
6. Tanque de petróleo (Diésel 2) y Tanque de gasificado



Imagen 41: Interior del estanque de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1.4. PROGRAMACIÓN DE DISPARO

La programación del disparo se realiza por medio del sistema electrónico que se tiene dentro de la cabina del operador, en este sistema llamado PROBLAST se puede configurar la cantidad de mezcla de explosivo que se utilizara, iniciando por el tipo de disparo que se hará ya sea un disparo vaciable o un disparo bombeable, posteriormente se realiza la configuración del producto a mezcla ya sea solo ANFO o emulsión; es aquí donde se programa la cantidad de agua, petróleo y gasificado que entrara a la mezcla.

Finalmente se configura la cantidad de disparo por segundos y se inicia el disparo por el sistema seleccionado.



Imagen 42: Programación de disparo

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1.5. SIN FIN PRINCIPAL

El sin fin principal del camión fábrica de voladura se encuentra en la parte inferior de los estanques de almacenamiento de materias primas, este sin fin es accionado por medio de un motor hidráulico Char-Lynn de marca Eaton, debido a que este sin fin debe de transportar gran cantidad de material este motor de accionamiento es de torque mas no de velocidad.

Este sin fin principal gira de forma horaria hacia la parte frontal del camión fábrica de voladura, este componente es el inicio del proceso de disparo vaciable luego de haber realizado la mezcla y fabricación de explosivo el camión fábrica de voladura, las medidas del sin fin principal son de aproximadamente 10 metros de largo por un diámetro de 50 centímetros.

El sin fin principal se encuentra ensamblado en sus extremos con chumaceras de pared por medio de ejes de 1 ½” de material aluminio en los que un eje cuenta con un canal chavetero en su extremo y otro eje cuenta con un canal para un anillo de retención. Ambos se encuentran montados a chumaceras las cuales cumplen la función de realizar el giro del tornillo sin fin principal del camión fábrica de voladura.



Imagen 43: Sin fin principal

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1.6. SIN FIN VERTICAL Y TUBO DE ALOJAMIENTO

El sin fin vertical del camión fábrica de voladura se encuentra en la parte delantera de los estanques de almacenamiento y atrás de la cabina de maniobras, este sin fin es accionado por medio de un motor hidráulico Char-Lynn de marca Eaton, debido a que este sin fin debe de transportar gran cantidad de material a gran velocidad este motor de accionamiento es de velocidad mas no de torque.

Este sin fin principal gira de forma anti horaria hacia la parte superior del camión fábrica de voladura, esta componente continua el proceso del sistema vaciable para poder conseguir el disparo al final del camino

luego de haber pasado por el sin fin principal y luego de haber realizado la mezcla y fabricación de explosivo el camión fábrica de voladura.

El sin fin vertical se encuentra ensamblado en sus extremos con chumaceras de pared por medio de ejes de 1 ½” de material aluminio en los que un eje cuenta con un canal chavetero en su extremo y otro eje cuenta con un canal para un anillo de retención. Ambos se encuentran montados a chumaceras las cuales cumplen la función de realizar el giro del tornillo sin fin principal del camión fábrica de voladura. Adicionalmente este sin fin vertical cuenta con dos escotillas inferiores donde se puede remover todo el material que se encuentra compactado, al igual que el sin fin principal es de diámetro 50 centímetros, pero tiene una longitud de 4.5 metros, siendo fabricado de acero inoxidable ya que por el mismo circulan materiales con un alto grado de oxidación como agua, emulsión y otros.



Imagen 44: Sin fin vertical
Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1.7. SIN FIN DE DESCARGA Y TUBO DE ALOJAMIENTO

El sinfín de descarga del camión fábrica de voladura se encuentra en la parte superior de los estanques de almacenamiento, este sin fin es accionado por medio de un motor hidráulico Char-Lynn de marca Eaton, debido a que este sin fin debe de transportar gran cantidad de material a gran velocidad este motor de accionamiento es de velocidad mas no de torque.

Este sin fin de descarga gira de forma horaria hacia la parte frontal del camión fábrica de voladura, este componente es el final del proceso de sistema vaciable luego de haber pasado por el sinfín principal, sinfín vertical y luego de haber realizado la mezcla y fabricación de explosivo el camión fábrica de voladura.

El sin fin vertical se encuentra ensamblado en sus extremos con chumaceras de pared por medio de ejes de 1 ½” de material aluminio en los que un eje cuenta con un canal chavetero en su extremo y otro eje cuenta con un canal para un anillo de retención. Ambos se encuentran montados a chumaceras las cuales cumplen la función de realizar el giro del tornillo sin fin principal del camión fábrica de voladura. Adicionalmente este sinfín de descarga cuenta con una tolva final en forma de cono para poder garantizar que explosivo se está alojando en la zona deseada previa al disparo, al igual que el sin fin principal es de diámetro 50 centímetros, pero tiene una longitud de 10 metros, siendo

fabricado de acero inoxidable ya que por el mismo circulan materiales con un alto grado de oxidación como agua, emulsión y otros.

Este sinfín de descarga puede girar 360° sobre su eje, ya que cuenta con una cremallera que hace posibles estos giros, con la finalidad de poder realizar los disparos de vaciable de una manera más rápida sin tener que mover todo el camión fábrica de voladura de su posición final.



Imagen 45: Sin fin de descarga

Fuente: Elaboración propia



Imagen 46: Posición de disparo de sistema vaciable
Fuente: Elaboración propia

4.3.2. SISTEMA BOMBEABLE

El sistema bombeable en la fábrica de voladura es el otro sistema que presenta la unidad, el cual al igual que el sistema vaciable son accionados todos los sistemas por medio de los mandos del sistema bombeable los cuales son accionados por medio de presión hidráulica suministrada por una boba hidráulica principal, los mandos del sistema bombeable se encuentran en la parte posterior de la fábrica.

El proceso del disparo bombeable inicia en los estanques de emulsión donde se selecciona la mezcla del disparo por medio de las bombas auxiliares las cuales se encargan de enviar la materia prima requerida al estanque de mezcla estas bomba auxiliares son las bomba de petróleo (Diésel 2), bomba de gasificado, bomba de agua industrial, en el momento que tiene el producto mezclado en el estanque se retira toda la mezcla por medio de una bomba de emulsión de doble succión la cual al igual que todos los otros sistemas es accionada por medio de un motor hidráulico, esta mezcla es enviada por la bomba a una última bomba de cavidad progresiva la cual se encarga de enviar a alta presión la mezcla de explosivo hacia el carrete de manguera que se encuentra en la

parte delantera de la fábrica y toda la mezcla es disparada por la manguera de sistema bombeable que cuando se tiene la posición final se realiza el disparo de la mezcla de explosivo dentro de la cabina accionado el sistema PROBLAST, con el cual se controla el tiempo, tipo de mezcla, forma de disparo y cantidad del disparo en la posición final para la voladura.

4.3.2.1. MANDOS DE SISTEMA BOMBEABLE

Los mandos del sistema bombeable son mandos hidráulicos que son los encargados de accionar todo el sistema vaciable, como pueden ser los giros de la bomba de cavidad progresiva o los giros de carrete de manguera y a su vez también para accionar algunos otros sistemas del sistema bombeable.

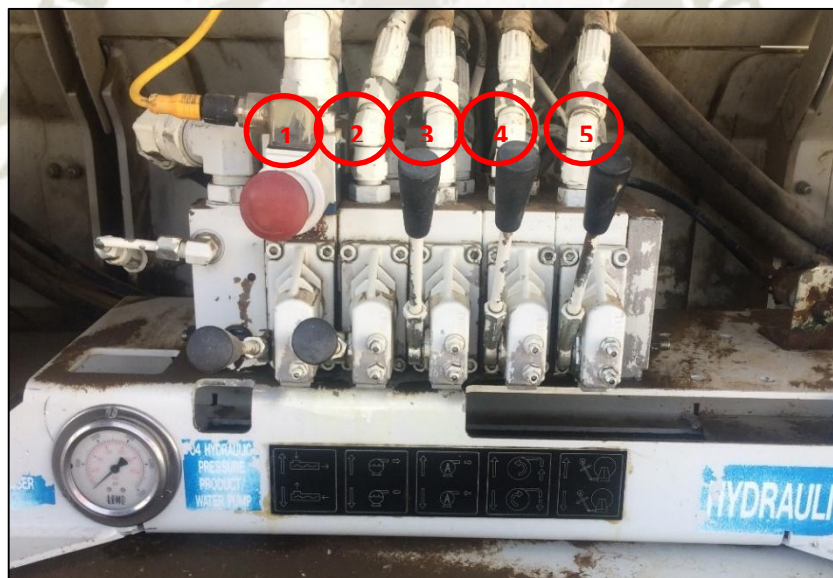


Imagen 47: Mandos de Sistema Bombeable

Fuente: Elaboración propia

En los mandos del sistema bombeable se tiene distintas palancas que accionan distintos sistemas hidráulicos, los cuales son:

1. Accionamiento de la bomba de cavidad progresiva, en el cual realiza giros de desplazamiento positivo y punto muerto de la bomba.
2. Accionamiento de la bomba de gasificado, en el cual realiza giros de desplazamiento positivo y punto muerto de la bomba.
3. Accionamiento de la bomba de agua, en el cual realiza giros de desplazamiento positivo y punto muerto de la bomba.
4. Accionamiento del carrete, en el cual realiza giros de desplazamiento horario o antihorario con el fin de soltar o recoger la manguera
5. Accionamiento de aguilón de carrete, el cual realiza el desplazamiento hacia arriba o abajo del aguilón para obtener mayor alcance.

4.3.2.2. BOMBAS AUXILIARES

A. BOMBA DE PETROLEO

La bomba de petróleo es encargada específicamente de suministrar el combustible (Diésel 2) a los estanques de emulsión para poder realizar las mezclas de materias primas y producir la mezcla explosiva que posteriormente será utilizada por el camión fabrica para los dispararos de explosivo.

La bomba de petróleo cuenta con un manómetro de alta presión para verificar las presiones en las que se suministra el petróleo a los estanques de almacenamiento, adicionalmente cuenta con un flujo metro donde mide el caudal que se suministra de petróleo, y también cuenta con un acople en Y para poner una válvula de desfogue del petróleo.



Imagen 48: Bomba de Petróleo

Fuente: Elaboración propia

B. BOMBA DE AGUA

La bomba de agua es encargada específicamente de suministrar el agua no potable a los estanques de emulsión para poder realizar las mezclas de materias primas y producir la mezcla explosiva que posteriormente será utilizada por el camión fábrica para los dispararos de explosivo.

La bomba de agua cuenta con un manómetro de alta presión para verificar las presiones en las que se suministra el petróleo a los estanques de almacenamiento, adicionalmente cuenta con un flujómetro donde mide el caudal que se suministra de agua.



Imagen 49: Bomba de agua

Fuente: Elaboración propia

C. BOMBA DE GASIFICADO

La bomba de gasificado es encargada específicamente de suministrar el agua no potable a los estanques de emulsión para poder realizar las mezclas de materias primas y producir la mezcla explosiva que posteriormente será utilizada por el camión fabrica para los dispararos de explosivo.

La bomba de gasificado cuenta con un manómetro de alta presión para verificar las presiones en las que se suministra el petróleo a los estanques de almacenamiento, adicionalmente cuenta con un flujómetro donde mide el caudal que se suministra de gasificado, esta bomba se encuentra instalada cerca de la bomba de cavidad progresiva ya que con esto se completa todo el proceso del disparo del sistema bombeable.

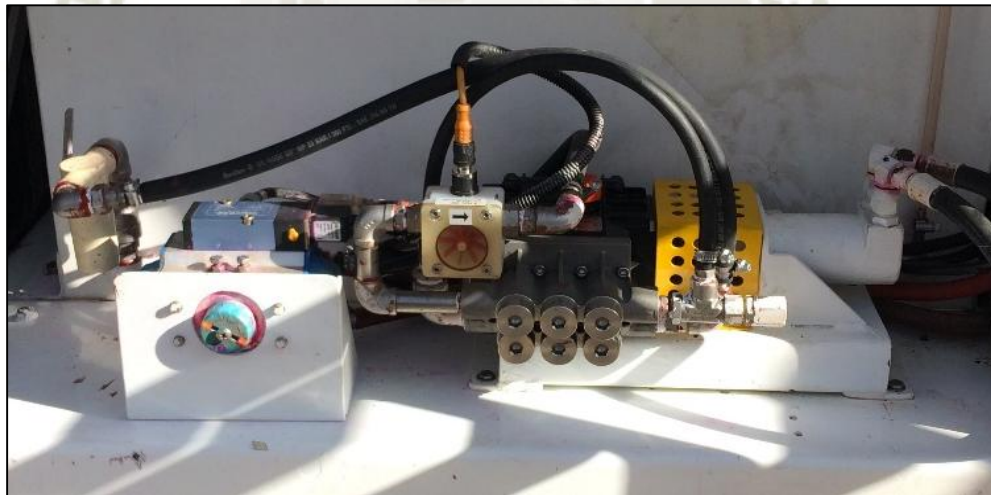


Imagen 50: *Bomba de Gasificado*

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2.1. BOMBA DE EMULSIÓN DE DOBLE SUCCIÓN

La bomba de emulsión de doble succión es una bomba de engranajes de jebe, es la bomba que se encarga de direccionar toda la emulsión hacia el sistema de disparo bombeable, esta bomba es la que retira de los estanques de

almacenamiento el explosivo el cual pasa por unas tuberías de aluminio de 3" de diámetro.

Esta bomba al igual que los sinfín y todos los componentes móviles del camión fábrica de voladura es accionada por un motor hidráulico Char-Lynn de la marca Eaton, adicionalmente esta boba al ser un componente crítico para el funcionamiento de todo el camión fábrica de voladura cuenta con un disco de ruptura de 100 PSI, es decir el momento que ingresa material a la bomba a mayor presión soportable por el disco de ruptura este disco se fragmenta e instantáneamente detiene las operaciones de la bomba hidráulica. Este disco de ruptura tiene como material el grafito y debe ser revisado en cada parada de mantenimiento y realizar el cambio oportuno para la protección de la bomba.

Esta bomba de emulsión de doble succión dirige la emulsión hacia una bomba de cavidad progresiva.



Imagen 51: Bomba de emulsión de doble succión

Fuente: Elaboración propia

Las fallas más comunes en la bomba de emulsión de doble succión son:

- Sellos y retenes vencidos, lugares por el cual se presentan fugas de emulsión

- Engranajes desgastados los cuales ocasionan poco caudal de bombeo de fluido
- Mal montaje de engranajes ocasionando fugas y averías en la bomba



Imagen 52: Bomba de emulsión con retenes vencidos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2.2. BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA

La bomba de cavidad progresiva es una bomba de desplazamiento positivo que se encarga de desplazar la emulsión que llega desde el sistema de bombeo de doble succión hacia el carrete y manguera de disparo bombeable. Esta bomba trabaja a altas presiones aproximadamente entre 200 y 300 PSI.

Esta bomba de desplazamiento positivo consta de un rotor el cual es la parte giratoria de la bomba y este rotor al girar en forma circular el producto que ingresa es desplazado desde la entrada hasta la salida de la bomba sin problema alguno ya que se traslada en forma helicoidal de acuerdo a su forma, también consta de un estator que es la parte estática el cual determina la capacidad de presión de la bomba.

Adicionalmente esta bomba de desplazamiento positivo se encuentra ensamblada con una tolva superior donde se realiza la mezcla de las materias primas para luego ser desplazada por la bomba la cual es accionada por medio de un motor hidráulico Char-Lynn de la marca Eaton al igual que los demás sistemas del camión fábrica de voladura.

Esta bomba también tiene un sistema de protección al igual que la bomba de emulsión de doble succión, es decir, también tiene un disco de ruptura de 200 PSI, por tal motivo en el momento que ingresa material a la bomba a mayor presión soportable por el disco de ruptura este disco se fragmenta e instantáneamente detiene las operaciones de la bomba hidráulica. Este disco de ruptura tiene como material el grafito y debe ser revisado en cada parada de mantenimiento y realizar el cambio oportuno para la protección de la bomba.



Imagen 53: Bomba de Cavidad Progresiva

Fuente: Elaboración propia

Las fallas más comunes en la bomba de cavidad progresiva son:

- Sellos y retenes vencidos, lugares por el cual se presentan fugas de emulsión
- Rotor y estator **desgastados** los cuales ocasionan poco caudal de bombeo de fluido
- Mal montaje de engranajes ocasionando fugas y averías en la bomba



Imagen 54: Sello roto de la bomba de cavidad progresiva

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2.3. CARRETE DE MAGUERA

El carrete de manguera es una parte mecánica del camión fábrica de voladura en el cual se transporta la manguera por donde se realiza el disparo bombeable, por lo tanto, este carrete se acciona hidráulicamente por medio de un motor Char-Lynn de la marca Eaton el cual gira en forma horaria y anti horaria de acuerdo a la necesidad ya sea extender la manguera o recogerla, este sistema es donde se finaliza el proceso de disparo bombeable.



Imagen 55: Carrete de Manguera Royal Flex
Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2.4. AGUILON Y MANGUERA ROYAL FLEX

El aguilón del carrete es un elemento mecánico donde se encuentra sujeta la manguera royal flex, este aguilón a su vez lleva instalados faros pirata que sirven para la visibilidad nocturna, el aguilón tiene un sistema hidráulico que sirve para hacer que descienda en un ángulo máximo de 90° con la finalidad de dar distintos ángulos para que la manguera royal flex pueda llegar al punto final donde se realizara el disparo.

La manguera royal flex es una manguera de aproximadamente cincuenta metros que se enrolla en la carreta para ser transportada, esta manguera es alambrada interiormente para soportar altas presiones de hasta 500 psi.



Imagen 56: *Aguilón y Manguera Royal Flex*

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

INDICES DE RENDIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Los índices de rendimiento de la flota permiten analizar el comportamiento de la flota cuando se encuentra en operaciones y esta medición del rendimiento nos permite tener una estadística de cómo se encuentra actualmente la flota y a su vez permite realizar una proyección o predicción de lo que sucederá con la flota en los meses venideros.

Las medidas del rendimiento de la flota nos ayudan a identificar los problemas que presenta el área de mantenimiento y área de logística, y estos problemas se pueden identificar como malas prácticas de procedimientos, malos procesos de reparación, calidad de insumos y repuestos deficientes, etc.

5.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

5.1.1. APLICACION DEL INDICADOR

Para realizar el cálculo de tiempo medio entre fallas se realizó el levantamiento de datos desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 a la totalidad de la flota dando como resultado.

5.1.1.1. HORAS OPERATIVAS DE LAS FLOTA DE CAMIONES

Tabla 1
Horas operativas de la flota

CAMION	MEDICION	MANTTO 1	MANTTO 2	MANTTO 3	MANTTO 4	MANTTO 5	MANTTO 6	TOTAL
Q-29	HOROMETRO	8441	8700	8840	9120	9450	9723	9723
	HORAS EFECTIVAS	0	259	140	280	330	273	1282
Q-30	HOROMETRO	8447	8704	9003				9003
	HORAS EFECTIVAS	0	257	299				556
Q-31	HOROMETRO	9013	9204	9344	9601	9893	10171	10171
	HORAS EFECTIVAS	0	191	140	257	292	278	1158
Q-32	HOROMETRO	8742	9047	9337	9816	9903	10197	10197
	HORAS EFECTIVAS	0	305	290	479	87	294	1455
Q-34	HOROMETRO	7557	7670	7967	8172	8383	8519	8519
	HORAS EFECTIVAS	0	113	297	205	211	136	962
Q-35	HOROMETRO	7856	8129	8441	8757	9042	9327	9327
	HORAS EFECTIVAS	0	273	312	316	285	285	1471
Q-36	HOROMETRO	9765	10031					10031
	HORAS EFECTIVAS	0	266					266
Q-38	HOROMETRO	7012	7335	7474	7844	8156	8437	8437
	HORAS EFECTIVAS	0	323	139	370	312	281	1425
Q-39	HOROMETRO	6338	6638	6774	7012			7012
	HORAS EFECTIVAS	0	300	136	238			674
Q-40	HOROMETRO	7531	7903	8212	8631	8991		8991
	HORAS EFECTIVAS	0	372	309	419	360		1460
Q-41	HOROMETRO	2216	2540	2755	3000	3322	3665	3665
	HORAS EFECTIVAS	0	324	215	245	322	343	1449
Q-42	HOROMETRO	1689	1820	2156	2454	2753	3065	3065
	HORAS EFECTIVAS	0	131	336	298	299	312	1376
Q-43	HOROMETRO	1621	1878	2110	2414	2750	3050	3050
	HORAS EFECTIVAS	0	257	232	304	336	300	1429
Q-95	HOROMETRO	5701	6009	6278				6278
	HORAS EFECTIVAS	0	308	269				577

Fuente: Elaboración Propia

Las horas efectivas en operación de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., estas horas efectivas son calculadas de acuerdo con las horas de motor o hodómetro, este dato es obtenido del sistema operativo del camión.

5.1.1.2. NUMERO DE PARADA DE FLOTA DE CAMIONES

La siguiente tabla nos muestra el número de paradas de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

Tabla 2
Número de paradas de flota de camiones

CAMION	NUMERO DE PARADAS
Q-29	6
Q-30	3
Q-31	6
Q-32	6
Q-34	6
Q-35	6
Q-36	2
Q-38	6
Q-39	4
Q-40	5
Q-41	6
Q-42	6
Q-43	6
Q-95	3

Fuente: Elaboración Propia

La tabla nos muestra el número de paradas de mantenimiento de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

5.1.2. RESULTADOS

La siguiente tabla nos muestra el resultado del tiempo medio entre fallas (MTBF) de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

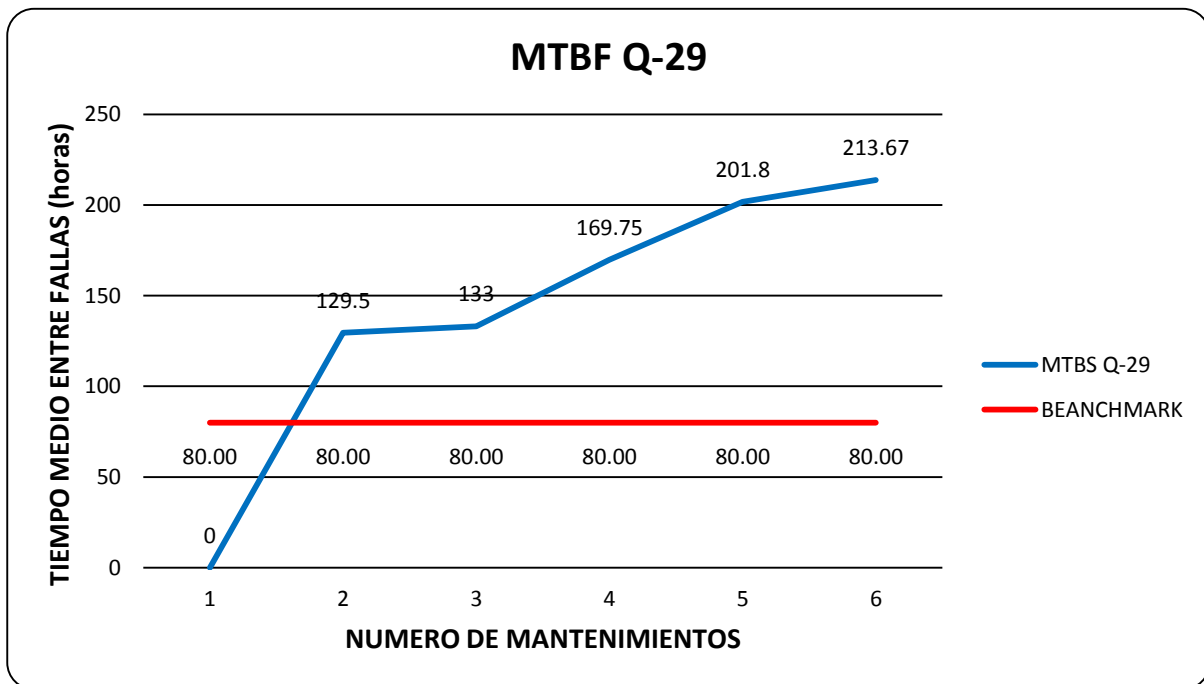
Tabla 3
Tiempo medio entre fallas

CAMION	MTBF (Horas)
Q-29	213.67
Q-30	92.67
Q-31	193.00
Q-32	242.50
Q-34	160.33
Q-35	245.17
Q-36	44.33
Q-38	237.50
Q-39	112.33
Q-40	243.33
Q-41	241.50
Q-42	229.33
Q-43	238.17
Q-95	96.17

Fuente: Elaboración Propia

La tabla nos muestra el tiempo medio entre fallas MTBF de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

Gráfico 1
BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-29

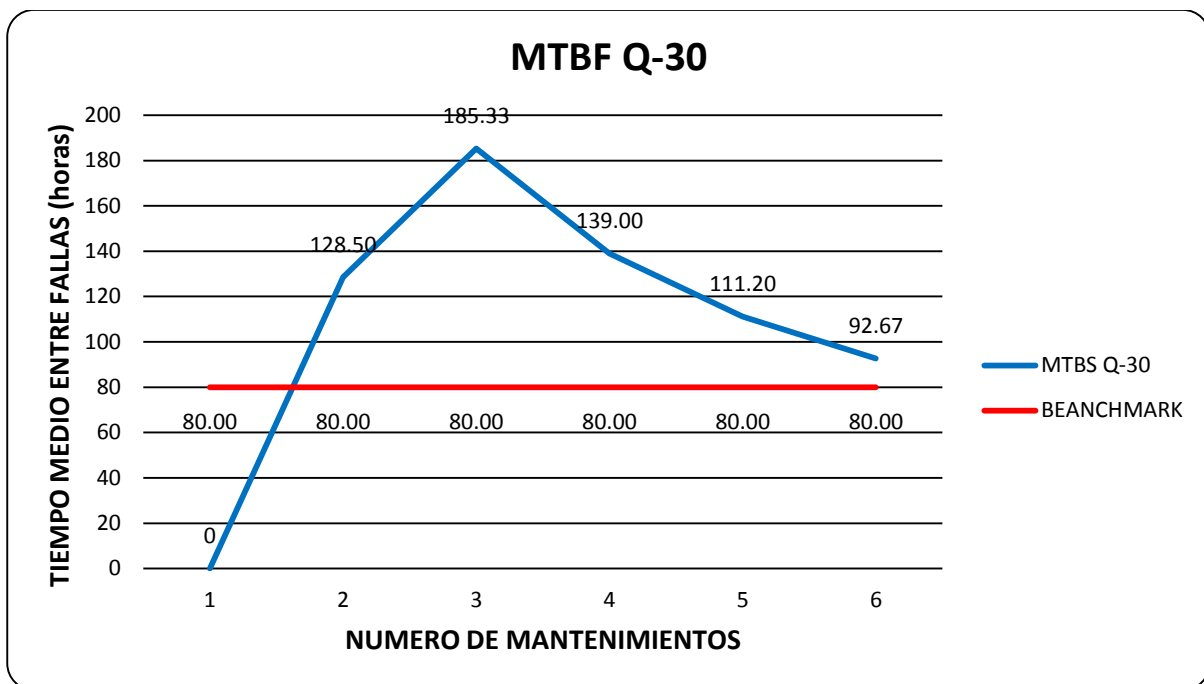


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-29 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 129.5 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 133.0. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 169.75 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 201.8 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 213.67 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-29 en el año fue de 213.67 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 133.67 horas.

Gráfico 2
BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-30

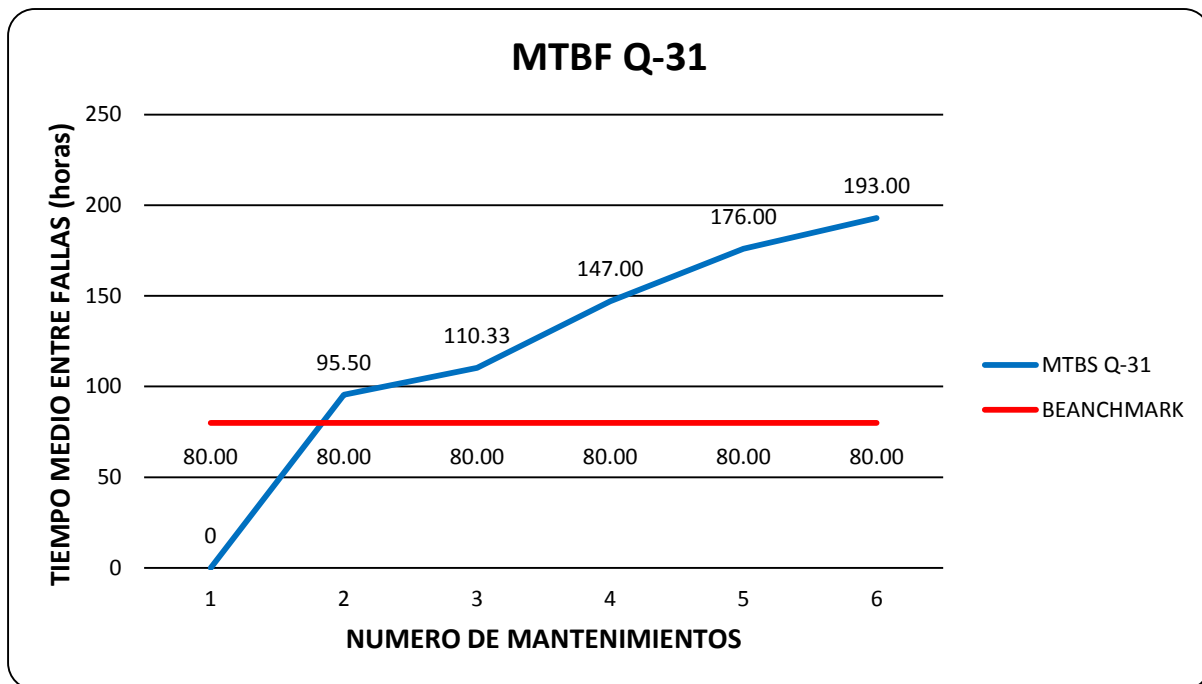


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-30 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 128.5 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma amplia llegando a un MTBF de 185.33. Posteriormente en el segundo semestre del año se presentó una tendencia decreciente esto debido a que el camión Q-30 en el segundo semestre se encontró fuera de servicio por falta de repuestos y no entro en operación, por tal motivo se considera el último tiempo medio entre la última parada.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-30 en el año fue de 185.33 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 105.33 horas.

Gráfico 3
BENCHMARK DE MTBF DE CAMION Q-31

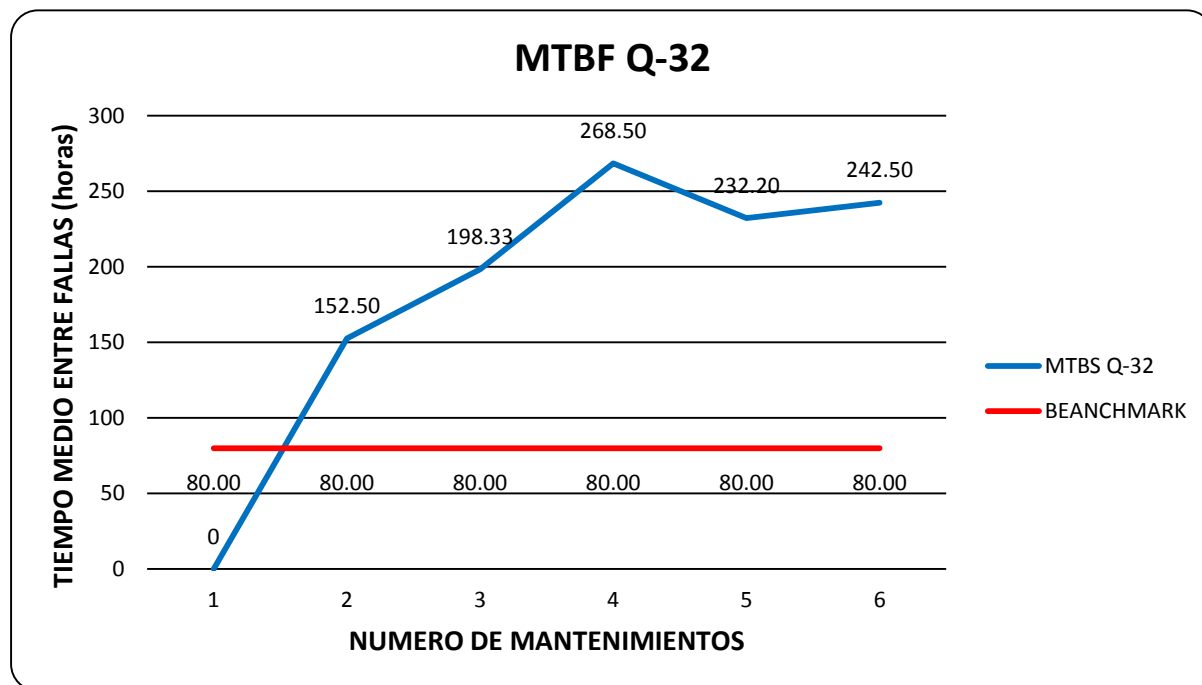


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-31 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 95.5 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 110.33. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 147.00 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 176.00 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 193.00 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-31 en el año fue de 193.00 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 113.00 horas.

Gráfico 4
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-32

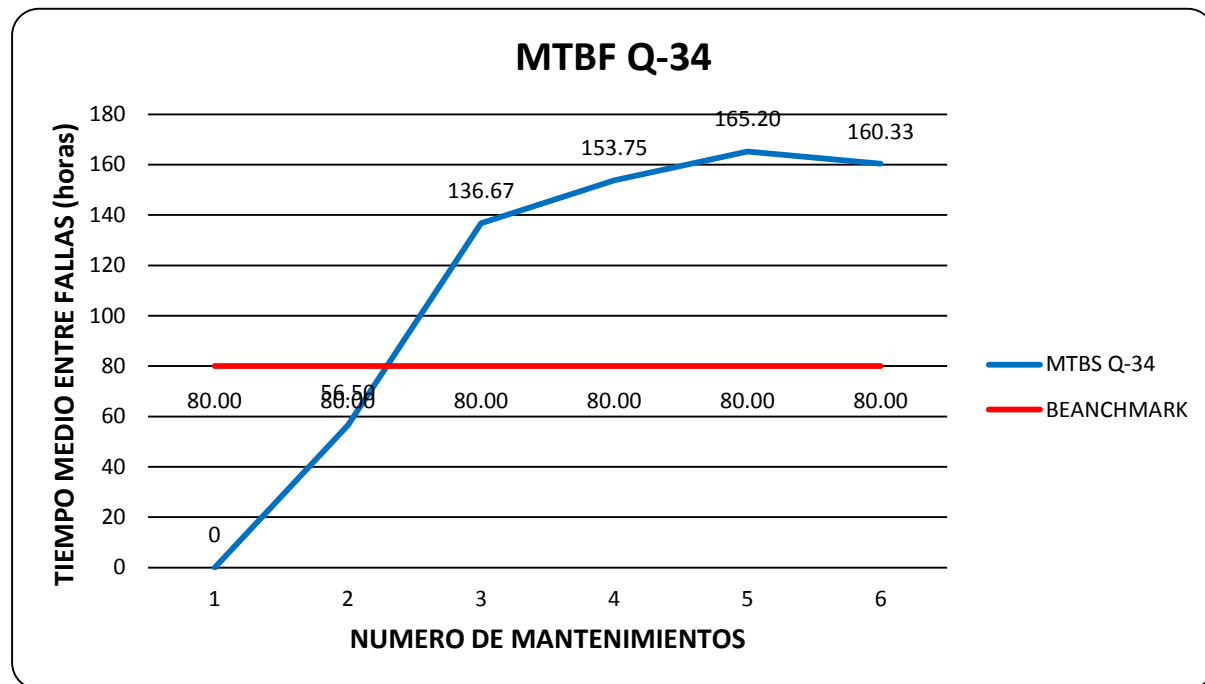


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-32 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 152.50 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 198.33. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 268.50 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo una reducción del MTBF de 232.2 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 242.50 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-32 en el año fue de 242.5 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 162.50 horas.

Gráfico 5
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-34

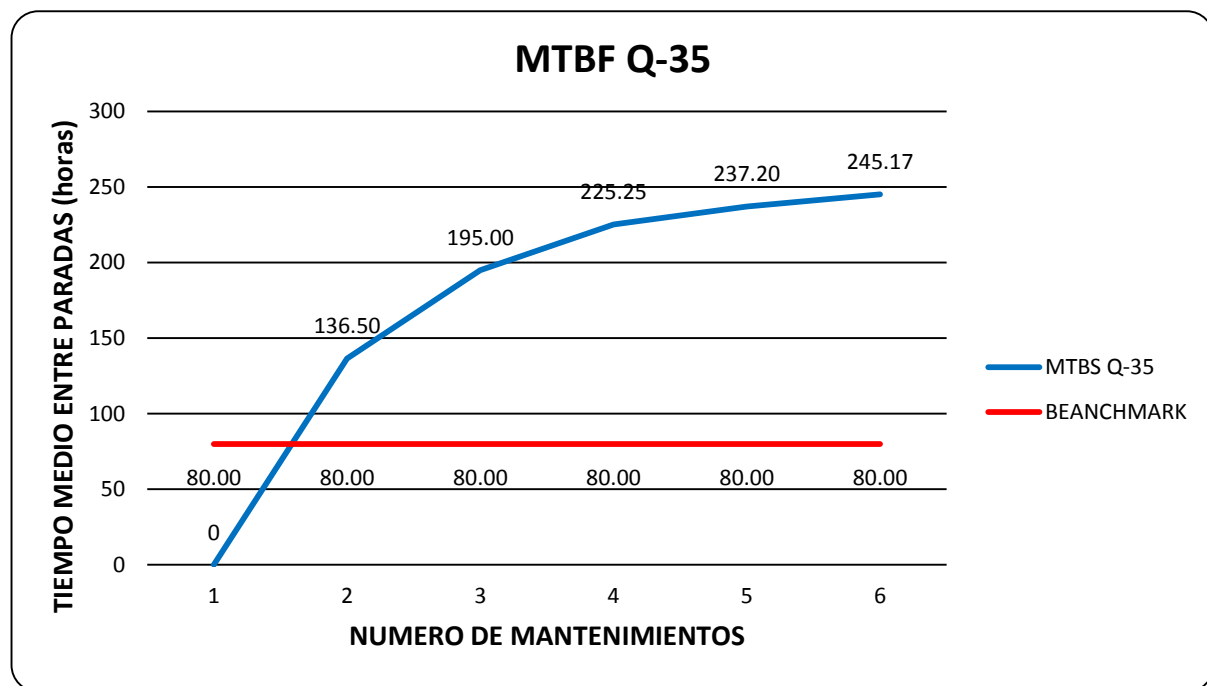


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-34 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 56.50 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más amplia llegando a un MTBF de 136.67. Posteriormente en el segundo semestre del año se presentó una tendencia de crecimiento minina ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 153.75 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo una reducción del MTBF de 165.20 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 160.33 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-34 en el año fue de 160.33 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 80.33 horas.

Gráfico 6
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-35

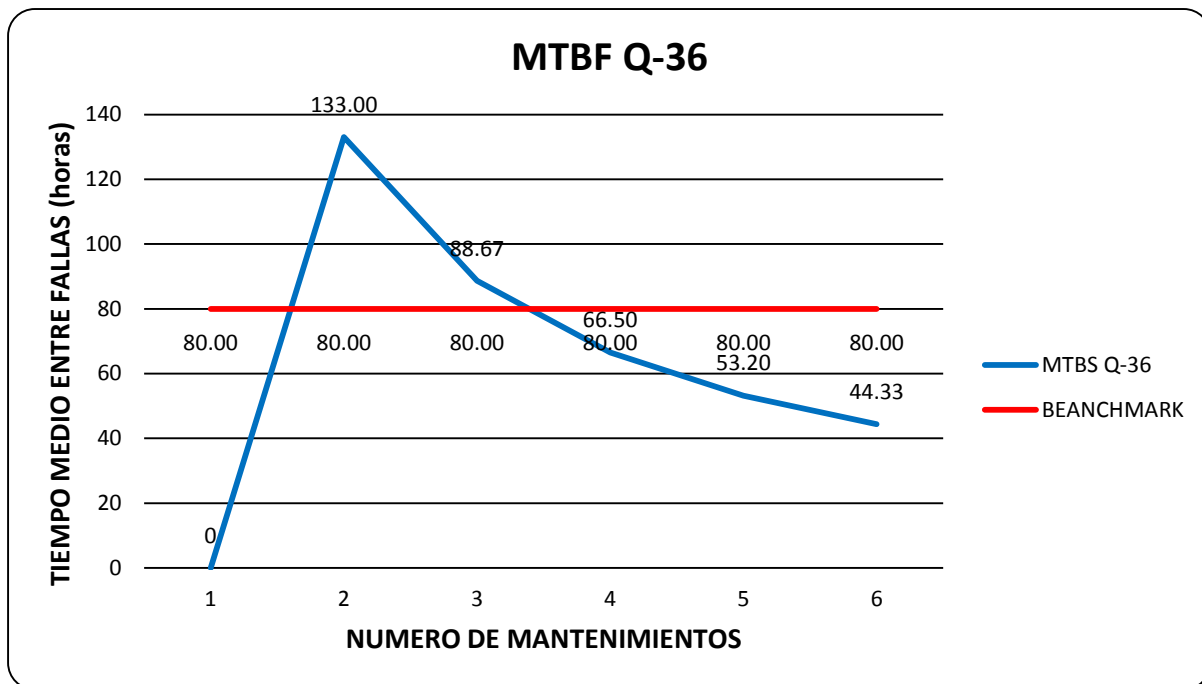


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-35 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 136.5 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 195.00 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 225.25 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 237.20 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 245.17 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-35 en el año fue de 245.17 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 165.17 horas.

Gráfico 7
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-36

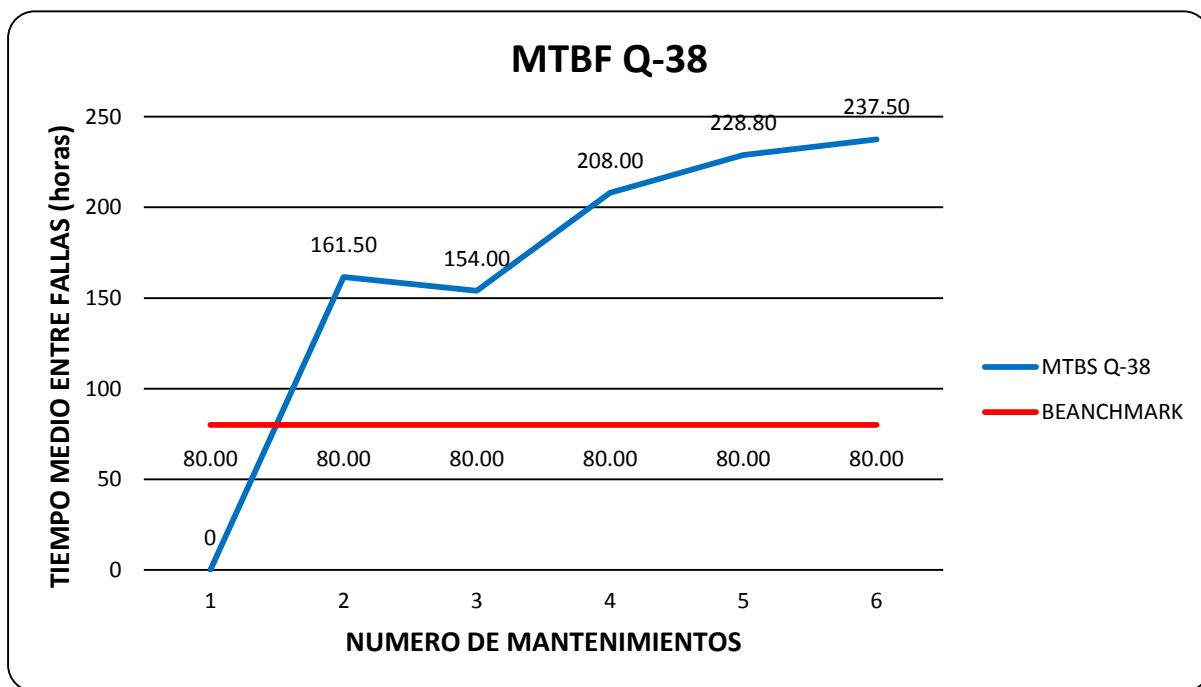


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-36 en el cual el primer bimestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 133.0 horas Posteriormente en el segundo bimestre del año se presentó una tendencia decreciente esto debido a que el camión Q-36 en el segundo bimestre se encontró fuera de servicio por falta de repuestos y no entro en operación, por tal motivo se considera el último tiempo medio entre la última parada.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-36 en el año fue de 133.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 53.00 horas.

Gráfico 8
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-38

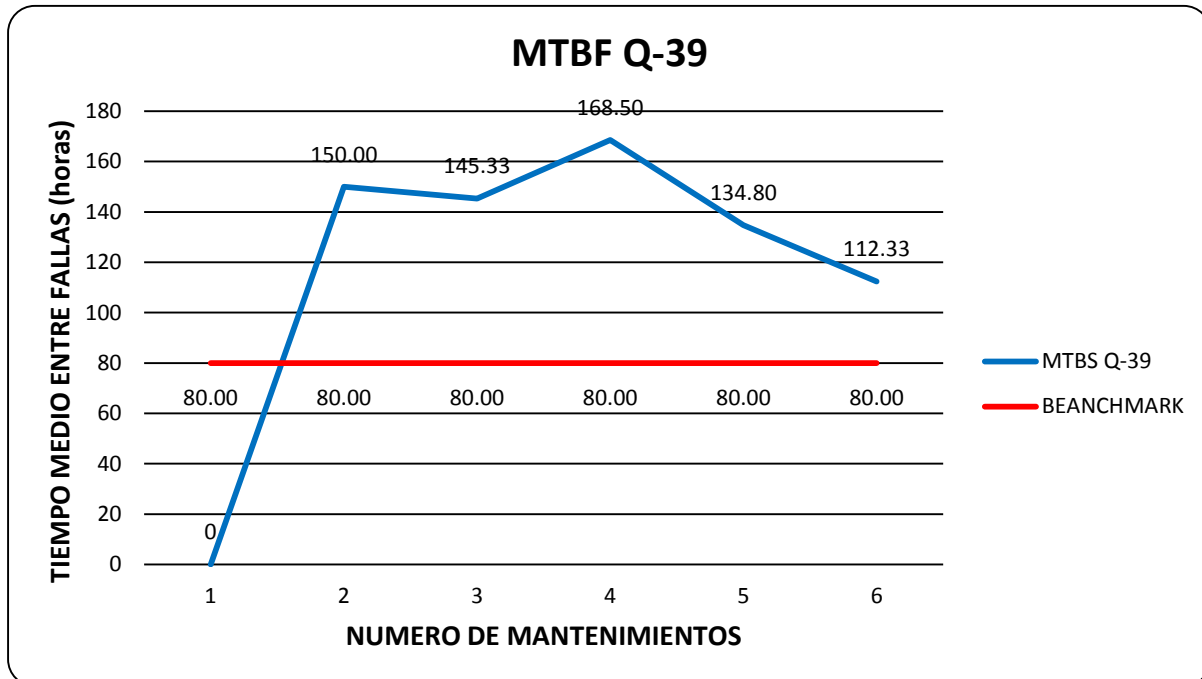


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-38 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 161.50 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 154.00 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 208.00 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 228.80 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 237.50 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-38 en el año fue de 237.5 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 157.5 horas.

Gráfico 9
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-39



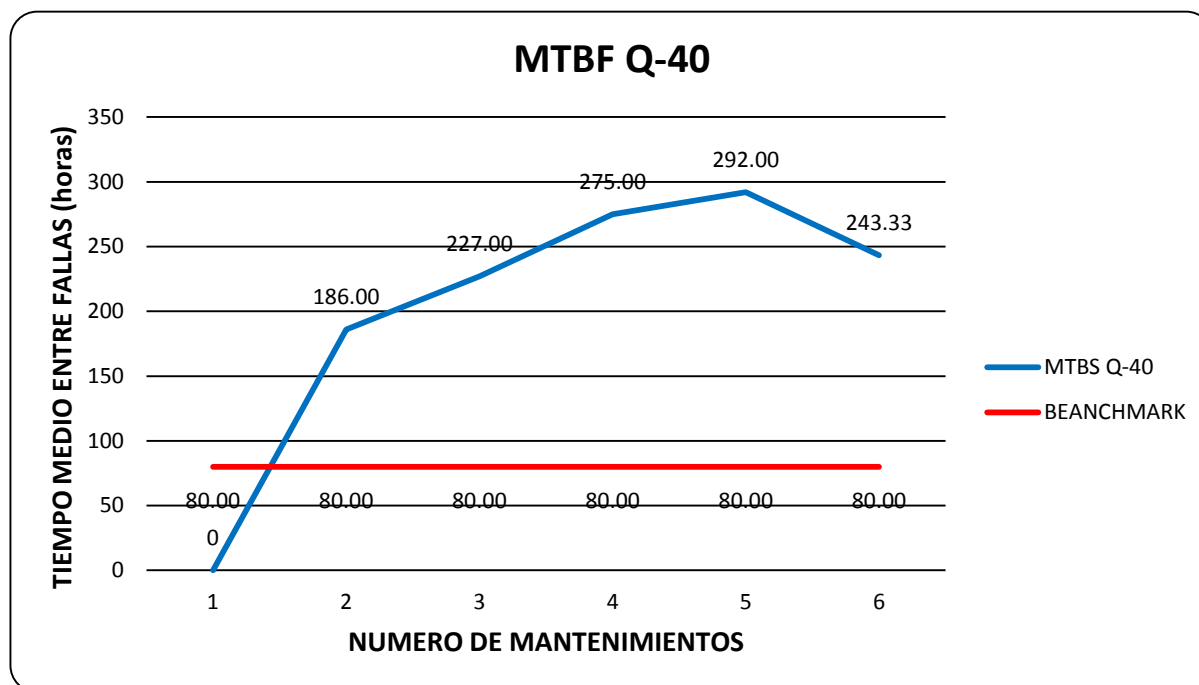
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-39 en el cual todo el año presentó un comportamiento variable ya que entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 150.00 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 145.33 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 168.50 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 134.80 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 112.33 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-39 en el año fue de 112.33 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 32.33 horas.

Gráfico 10

BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-40

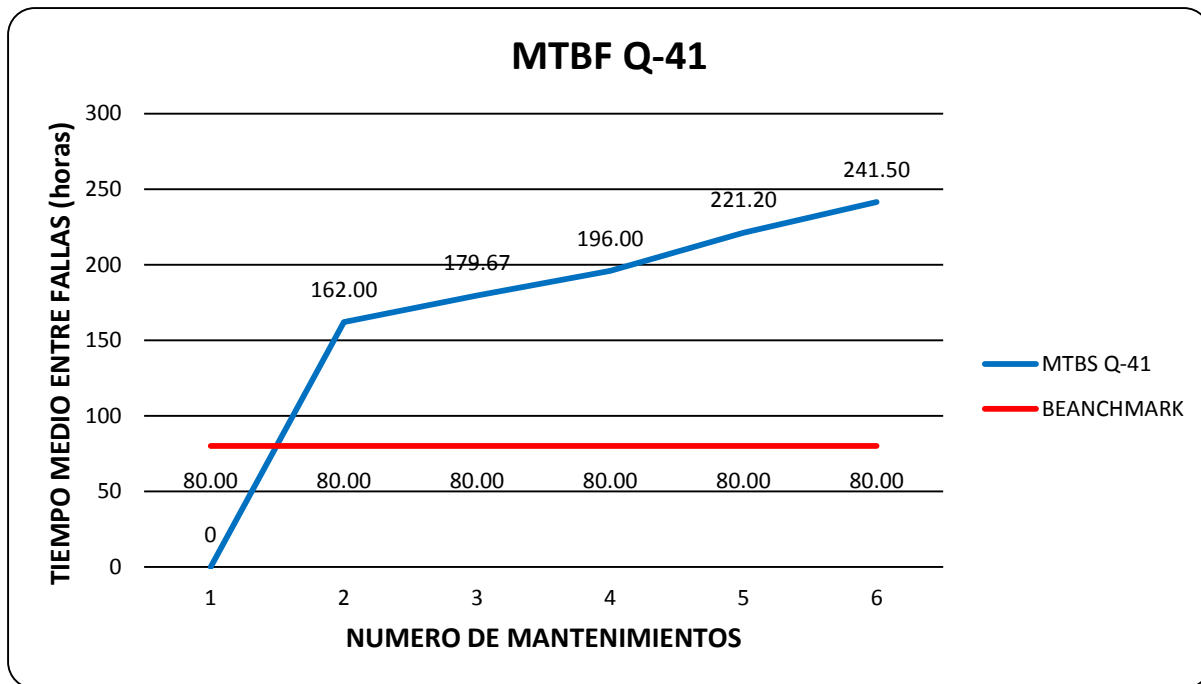


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-40 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 186.00 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 227.00 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 275.00 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 292.00 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 243.33 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-40 en el año fue de 243.33 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 163.33 horas.

Gráfico 11
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-41



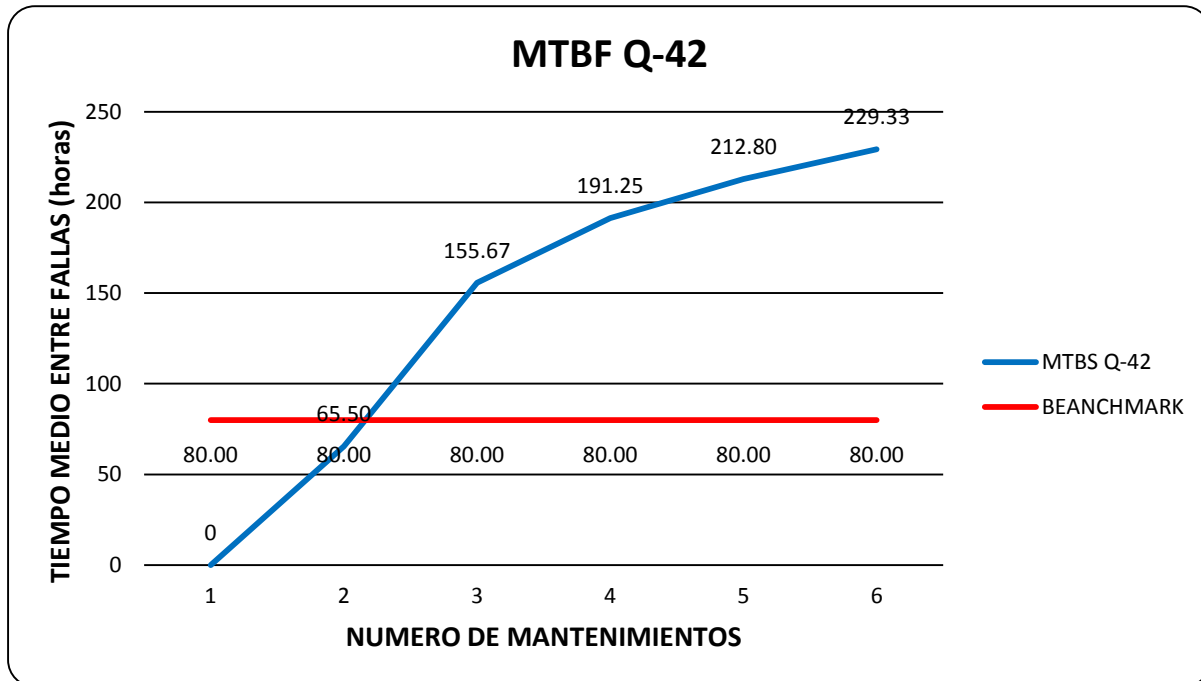
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre paradas del camión Q-41 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 162.00 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 179.67 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 196.00 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 221.20 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 241.5 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-41 en el año fue de 241.5 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 161.5 horas.

Gráfico 12

BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-42

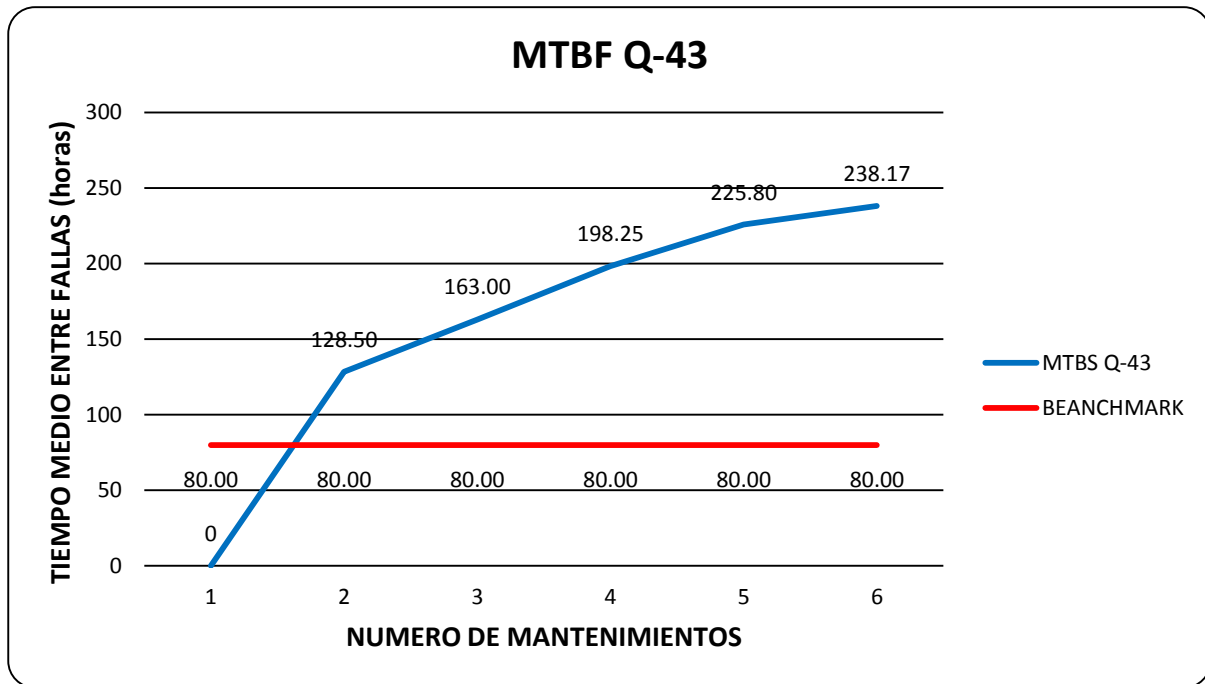


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-42 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 65.50 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 155.67 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 191.25 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 212.80 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 229.93 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-42 en el año fue de 229.93 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 149.93 horas

Gráfico 13
BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-43



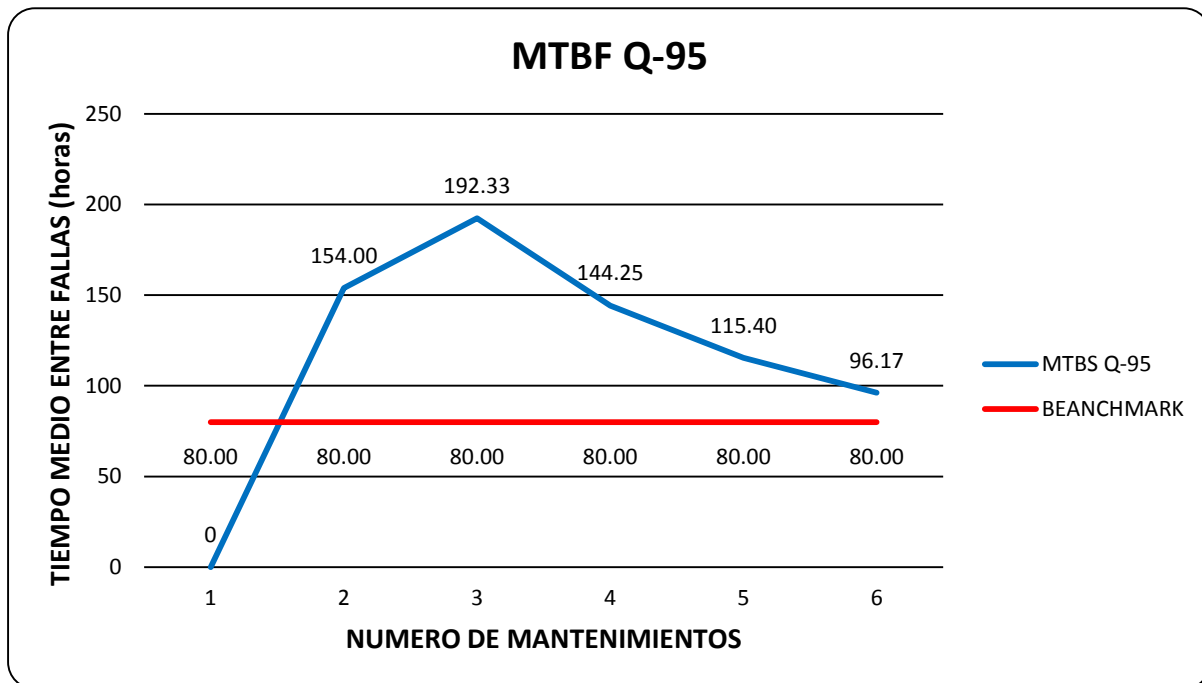
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre fallas del camión Q-43 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 128.50 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma más reducida llegando a un MTBF de 163.00 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 198.25 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTBF de 225.80 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 238.17 horas.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-43 en el año fue de 238.17 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 158.17 horas.

Gráfico 14

BENCHMARK DE MTBF DE CAMIÓN Q-95



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre paradas del camión Q-95 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTBF de 154.00 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó incrementando de una forma amplia llegando a un MTBF de 192.33. Posteriormente en el segundo semestre del año se presentó una tendencia decreciente esto debido a que el camión Q-95 en el segundo semestre se encontró fuera de servicio por falta de repuestos y no entro en operación, por tal motivo se considera el último tiempo medio entre la última parada.

El tiempo medio entre fallas del camión Q-30 en el año fue de 192.33 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 112.33 horas.

5.2. TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)

5.2.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR

Para realizar el cálculo de tiempo medio de reparación se realizó el levantamiento de datos desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 a la totalidad de la flota dando como resultado:



5.1.1.1. HORAS DE INACTIVIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES

Tabla 4
Horas de inactividad de la flota de camiones

CAMION	MEDICION	MANTTO1	MANTTO2	MANTTO3	MANTTO4	MANTTO5	MANTTO 6	TOTAL
Q-29	HORAS MANTTO	192	120	120	96	120	120	768
Q-30	HORAS MANTTO	216	120	1440	0	0	0	1776
Q-31	HORAS MANTTO	240	120	120	72	120	168	840
Q-32	HORAS MANTTO	72	192	120	24	72	168	648
Q-34	HORAS MANTTO	240	48	144	48	240	24	744
Q-35	HORAS MANTTO	120	96	96	48	96	96	552
Q-36	HORAS MANTTO	216	696	0	0	0	0	912
Q-38	HORAS MANTTO	168	144	192	72	72	96	744
Q-39	HORAS MANTTO	336	168	72	2712	0	0	3288
Q-40	HORAS MANTTO	120	72	24	192	72	0	480
Q-41	HORAS MANTTO	456	216	192	96	192	120	1272
Q-42	HORAS MANTTO	720	24	96	72	0	0	912
Q-43	HORAS MANTTO	480	408	96	48	96	144	1272
Q-95	HORAS MANTTO	408	168	216	0	0	0	792

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de horas de inactividad de la flota de camiones de ORICA MINING SERVICE S.A, estas horas de inactividad se deben a las acciones de mantenimiento que se realizan en cada uno de los camiones.

En el caso de los camiones Q-36 , Q-30 y Q-95 no presentan algunos mantenimientos, esto se debe a que los camiones se encuentran aún en las bahías de mantenimiento a espera de repuestos para poder culminar con su plan de mantenimiento y poder entrar en operación.

5.1.1.2. NUMERO DE PARADAS

De igual manera que con el cálculo del tiempo medio entre paradas (MTBF) en el cálculo del tiempo medio entre reparaciones (MTTR) se requiere del número de paradas de mantenimiento programadas, estos datos se obtienen de la TABLA 2.

5.2.2. RESULTADOS

La siguiente tabla nos muestra el resultado del tiempo medio entre reparaciones (MTTR) de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

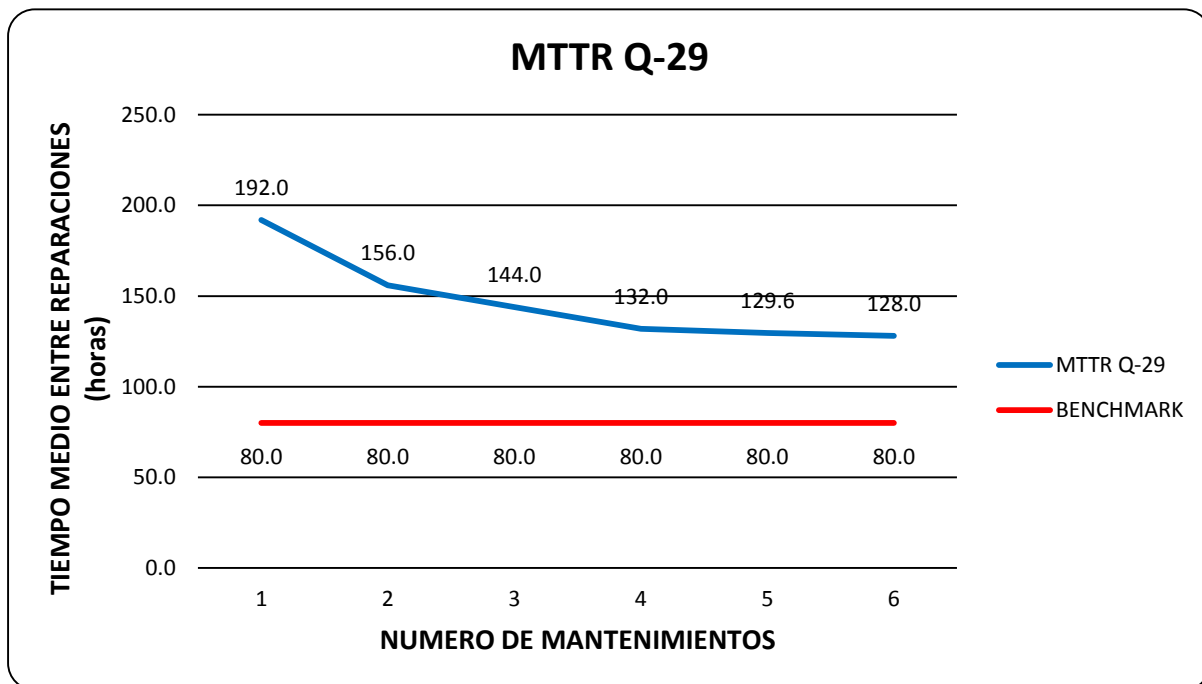
Tabla 5
Tiempo medio entre reparaciones

CAMION	MTTR (Horas)
Q-29	128.00
Q-30	296.00
Q-31	140.00
Q-32	108.00
Q-34	124.00
Q-35	92.00
Q-36	152.00
Q-38	124.00
Q-39	548.00
Q-40	80.00
Q-41	212.00
Q-42	152.00
Q-43	212.00
Q-95	132.00

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo medio entre reparaciones de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

Gráfico 15
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-29



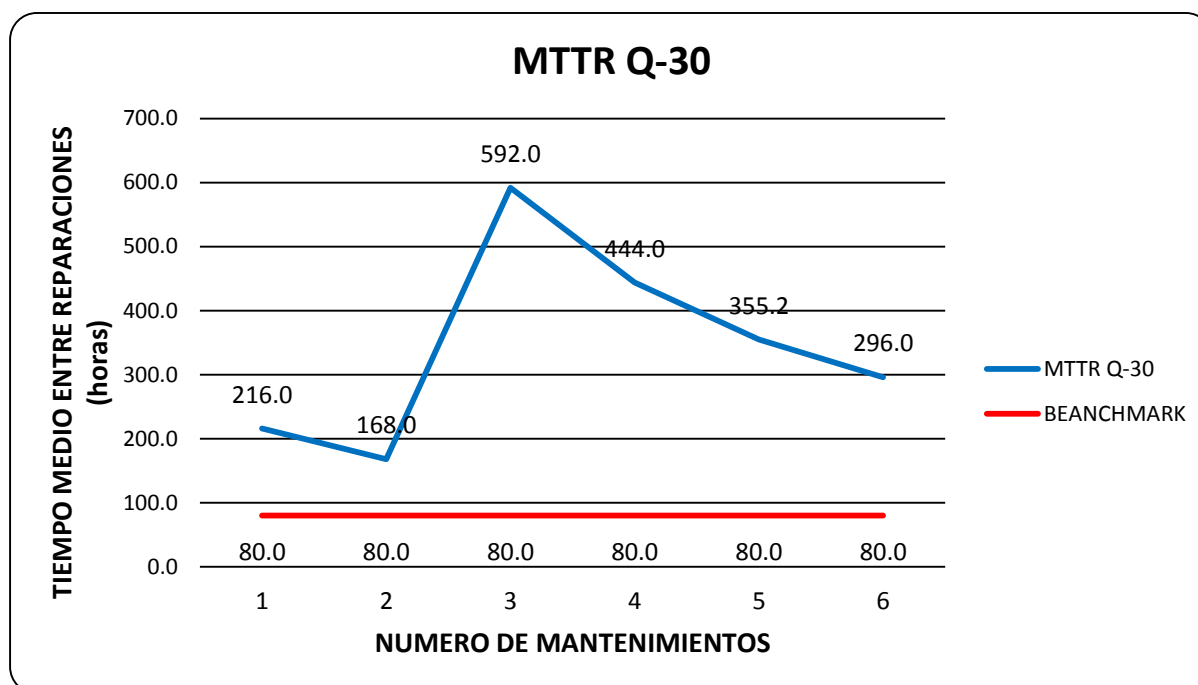
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-29 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 192.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 156.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 144.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 132.00 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 128.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-29 en el año fue de 128. horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 48.0 horas.

Gráfico 16

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-30

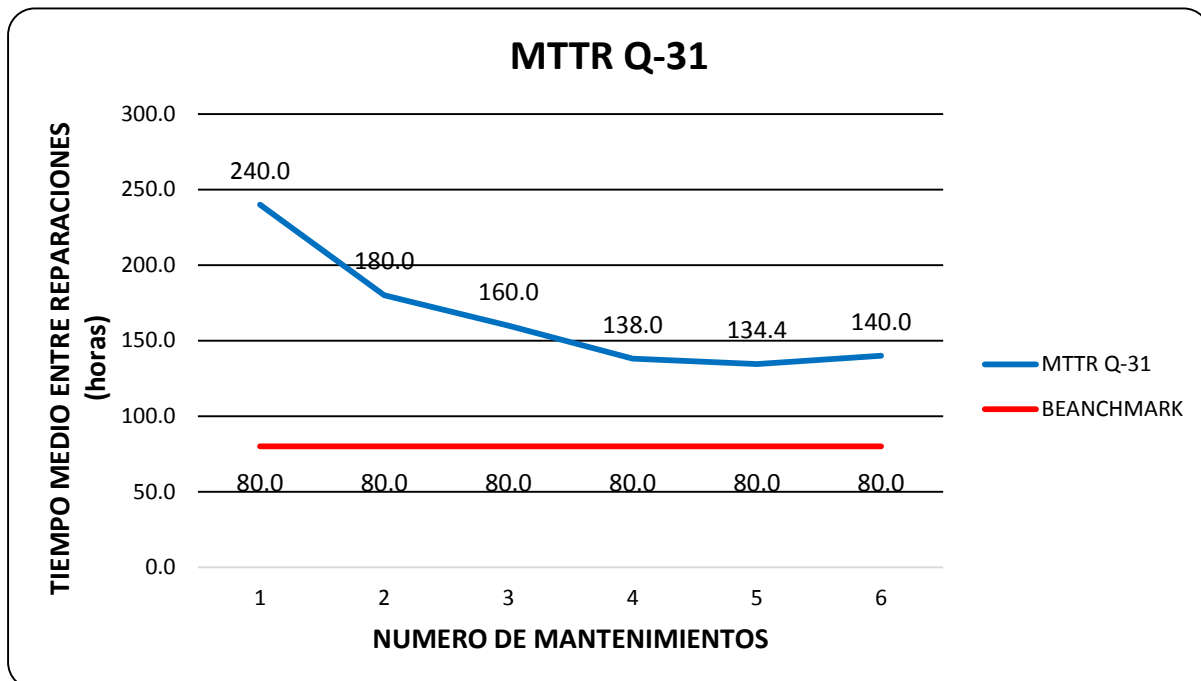


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-30 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 216.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 168.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se presentó una tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 592.0 horas, posteriormente no presento mayores reparaciones ya que el camión se encontraba fuera de servicio a la espera de repuestos.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-30 en el año fue de 592.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 512.0 horas.

Gráfico 17
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-31



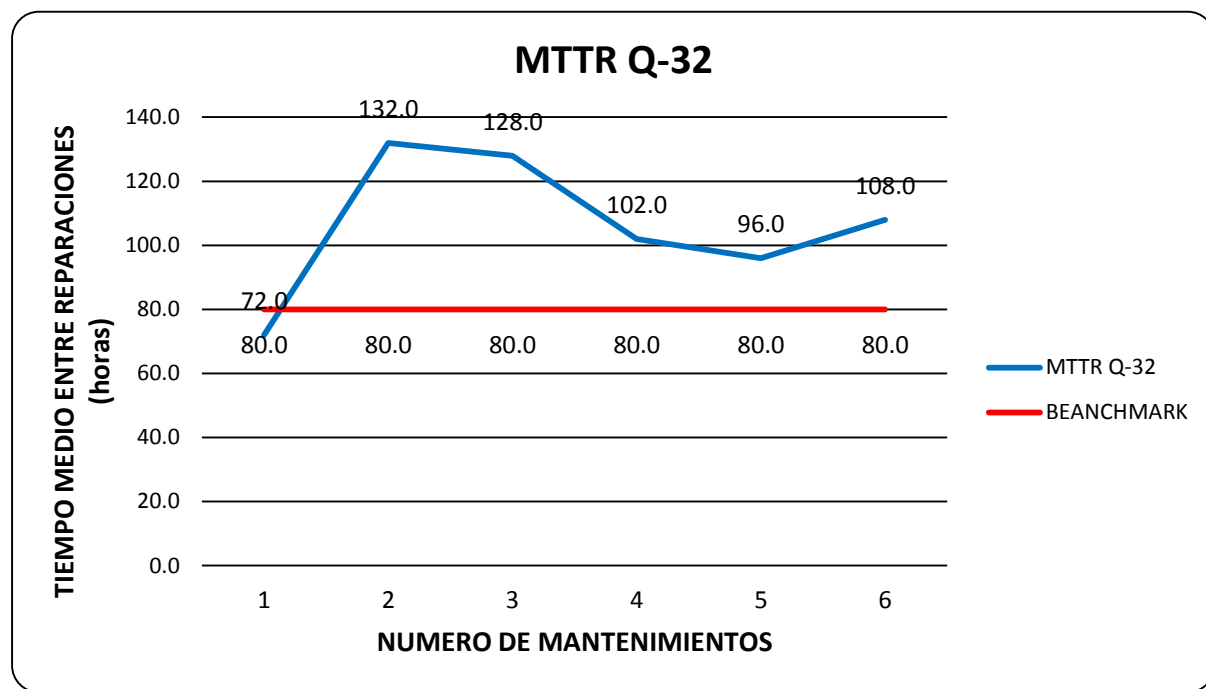
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-31 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 180.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 160.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 138.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 134.40 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 140.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-31 en el año fue de 140.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 60.0 horas.

Gráfico 18

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-32



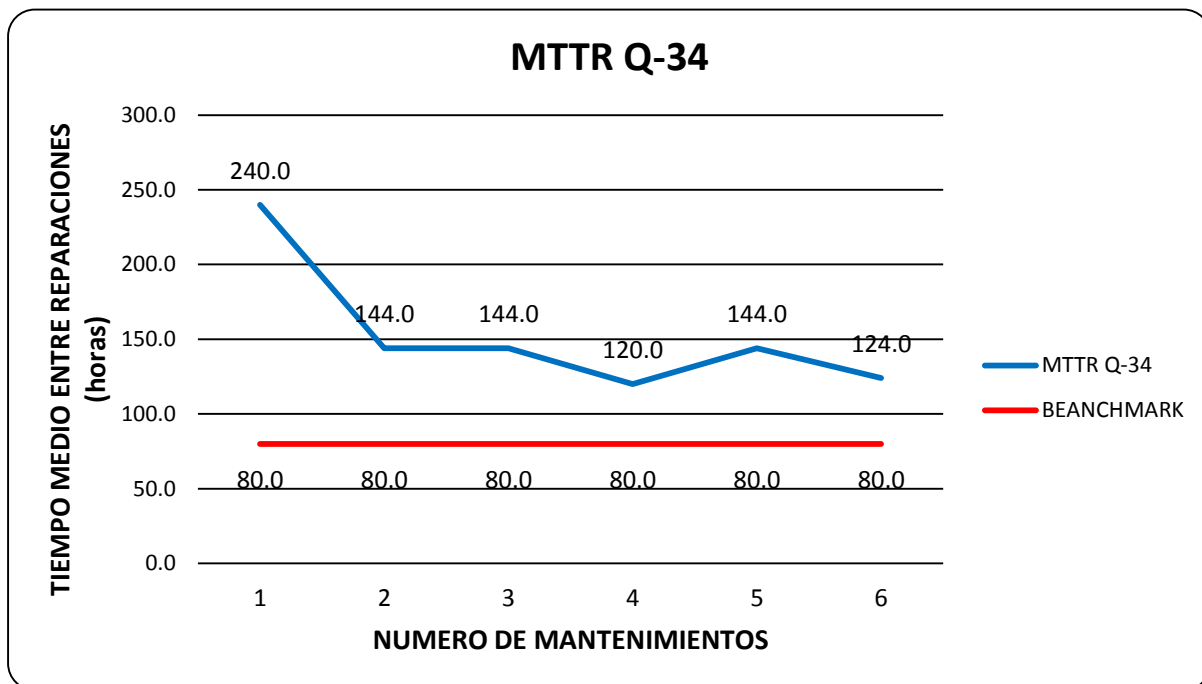
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-32 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 132.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 128.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 102.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 96.0 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 108.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-32 en el año fue de 108.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 28.0 horas.

Gráfico 19

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-34



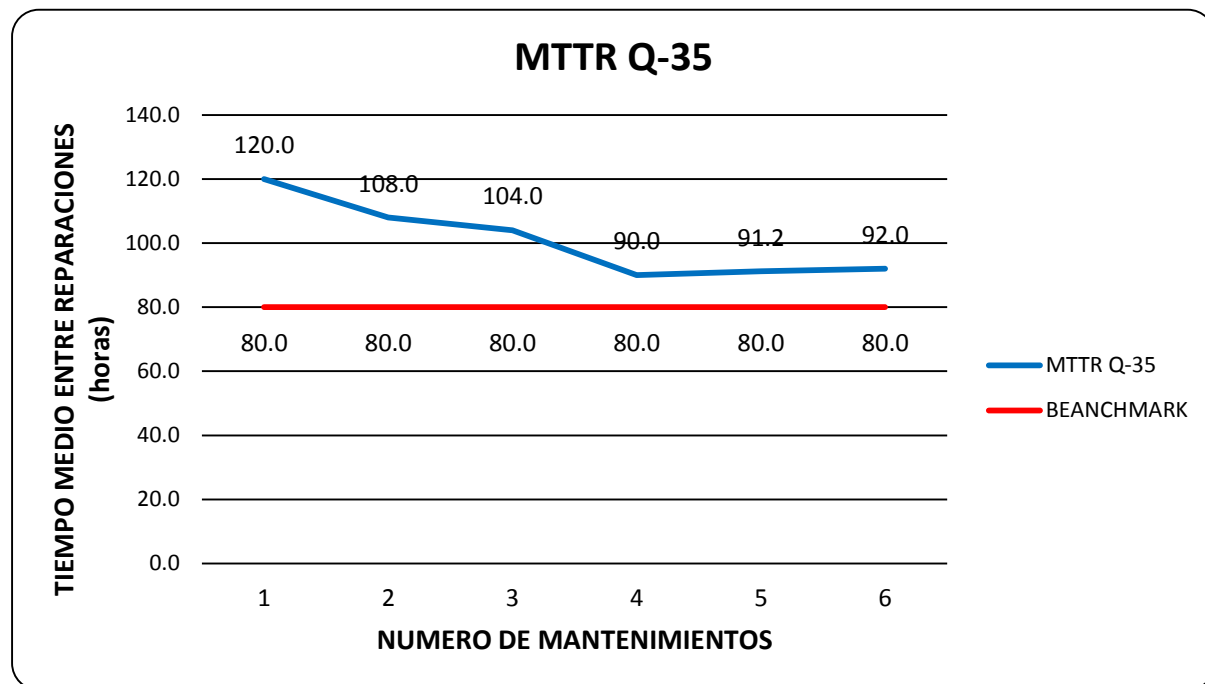
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-34 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 144.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se mantuvo constante con un MTTR de 144.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 120.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 144.0 horas volviendo a la constante, para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 124.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-34 en el año fue de 124.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 44.0 horas.

Gráfico 20

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-35



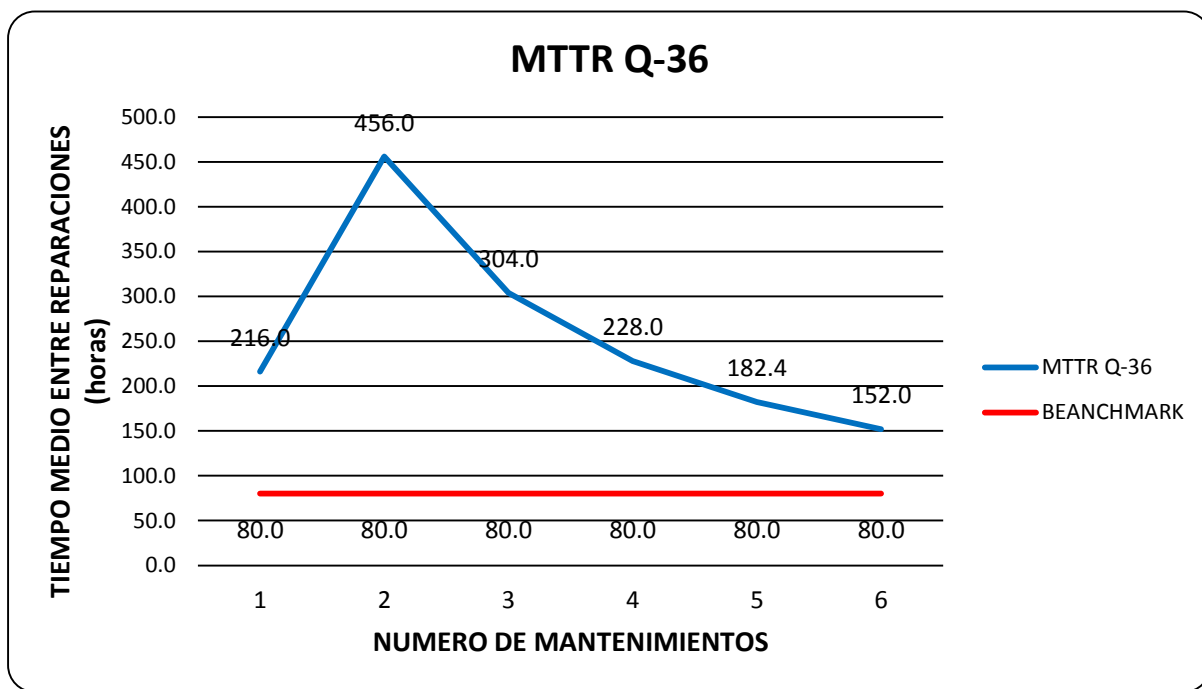
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-35 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 108.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 104.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 90.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 91.20 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 92.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-35 en el año fue de 92.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una leve desviación de 12.0 horas.

Gráfico 21

BENCHMARK DE MTTR DE CAMION Q-36



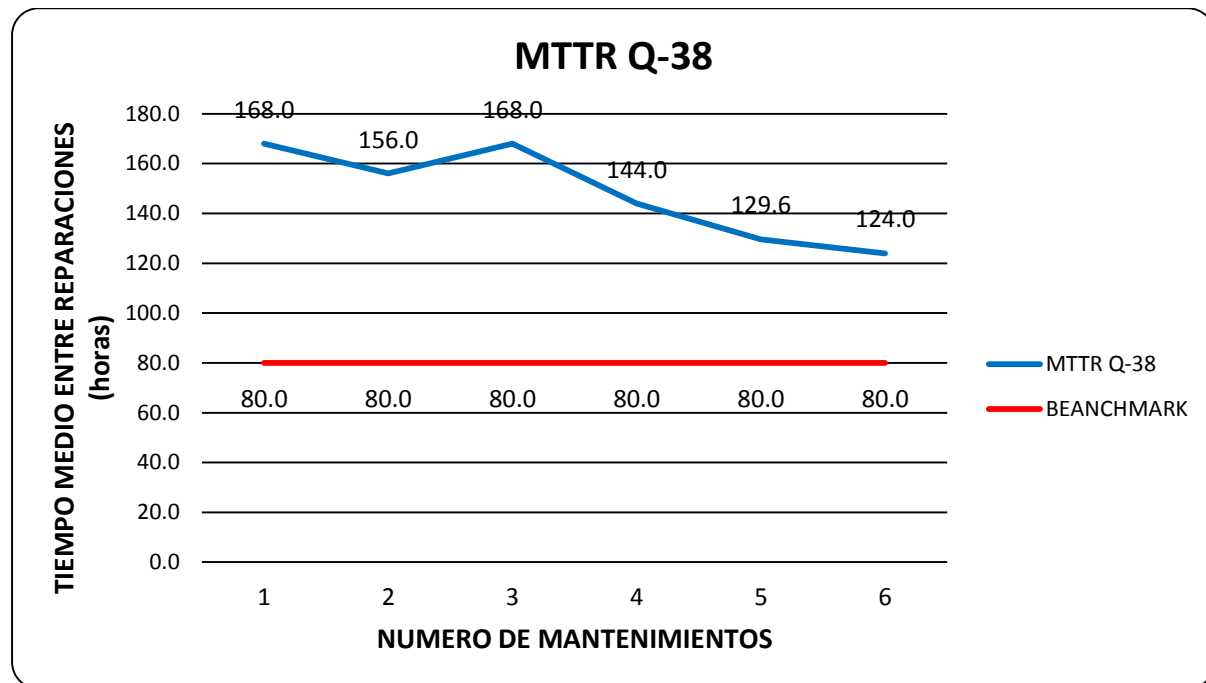
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-36 en el cual el primer bimestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 456.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento tiene a decrecer de una forma más amplia llegando a un MTTR de 304.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 228.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 182.4 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 152.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-36 en el año fue de 152.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 72.0 horas.

Gráfico 22

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-38

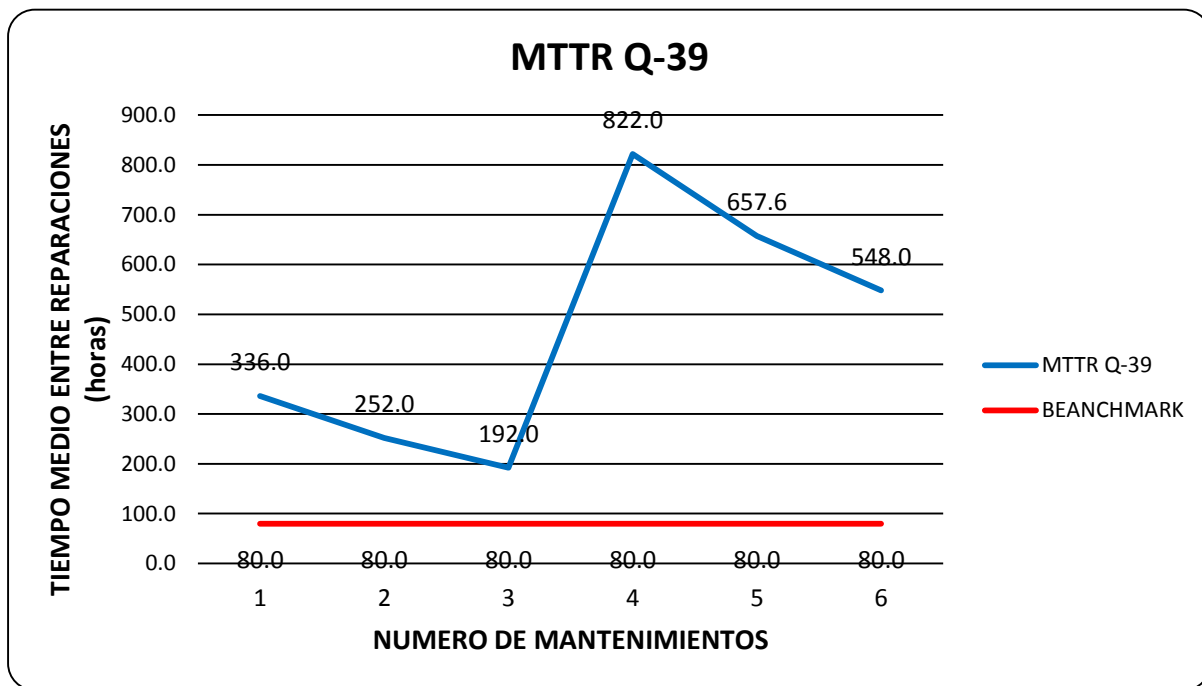


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-38 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 156.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se presentó un crecimiento de una forma reducida llegando a un MTTR de 168.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 144.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 129.60 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 124.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-38 en el año fue de 124.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 44.0 horas.

Gráfico 23
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-39

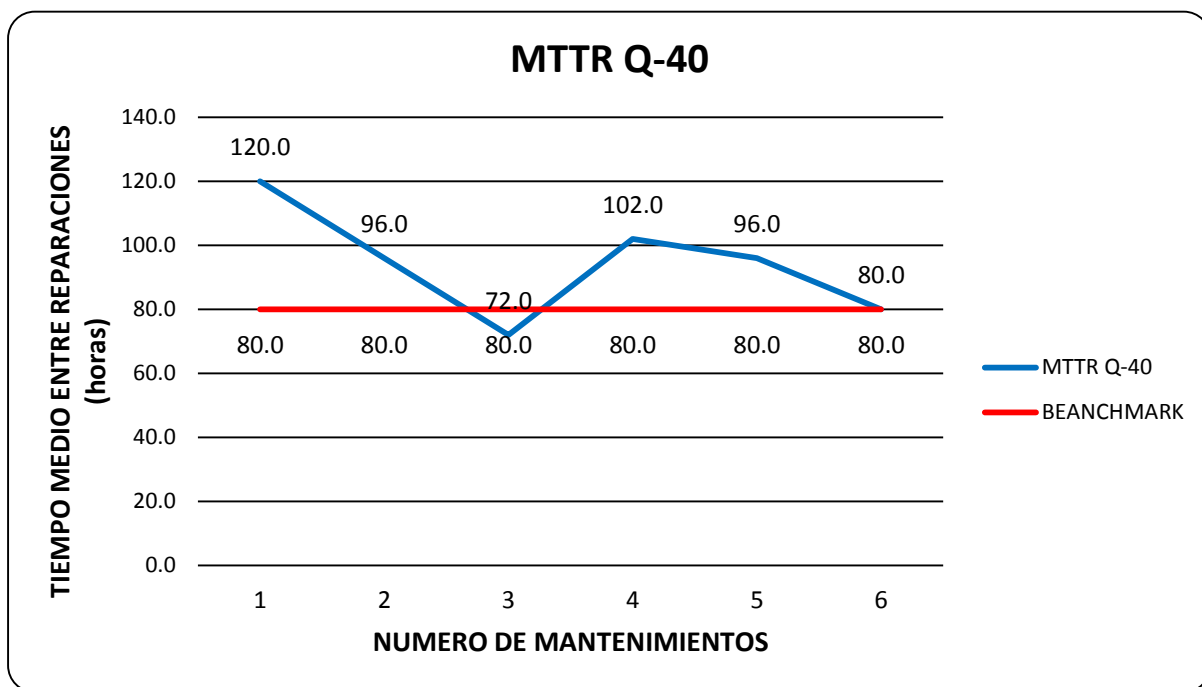


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-39 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 252.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se presentó un crecimiento de una forma reducida llegando a un MTTR de 192.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año sufrió un gran crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 822.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 657.6 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 548.0 horas. El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-39 en el año fue de 548.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una gran desviación de 468.0 horas.

Gráfico 24

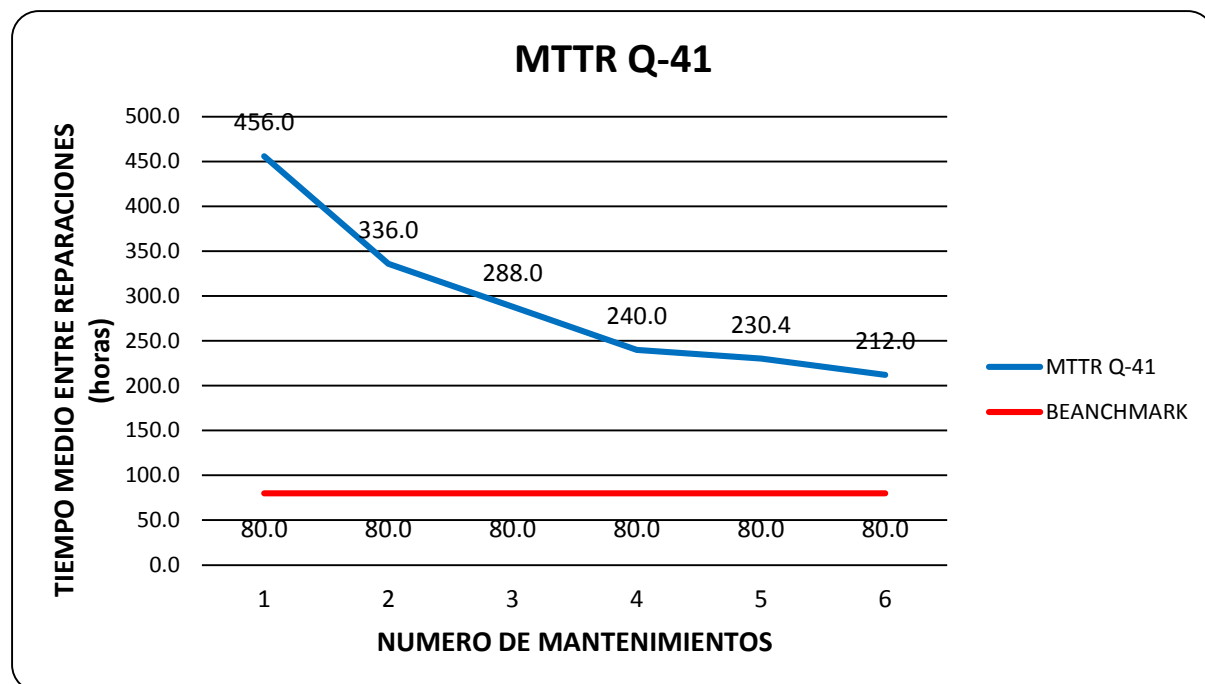
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-40



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-40 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 96.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se presentó un crecimiento de una forma reducida llegando a un MTTR de 72.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año sufrió un gran crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 102.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 96.0 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 80.0 horas. El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-39 en el año fue de 80.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 no presenta ninguna variación ni desviación.

Gráfico 25
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-41



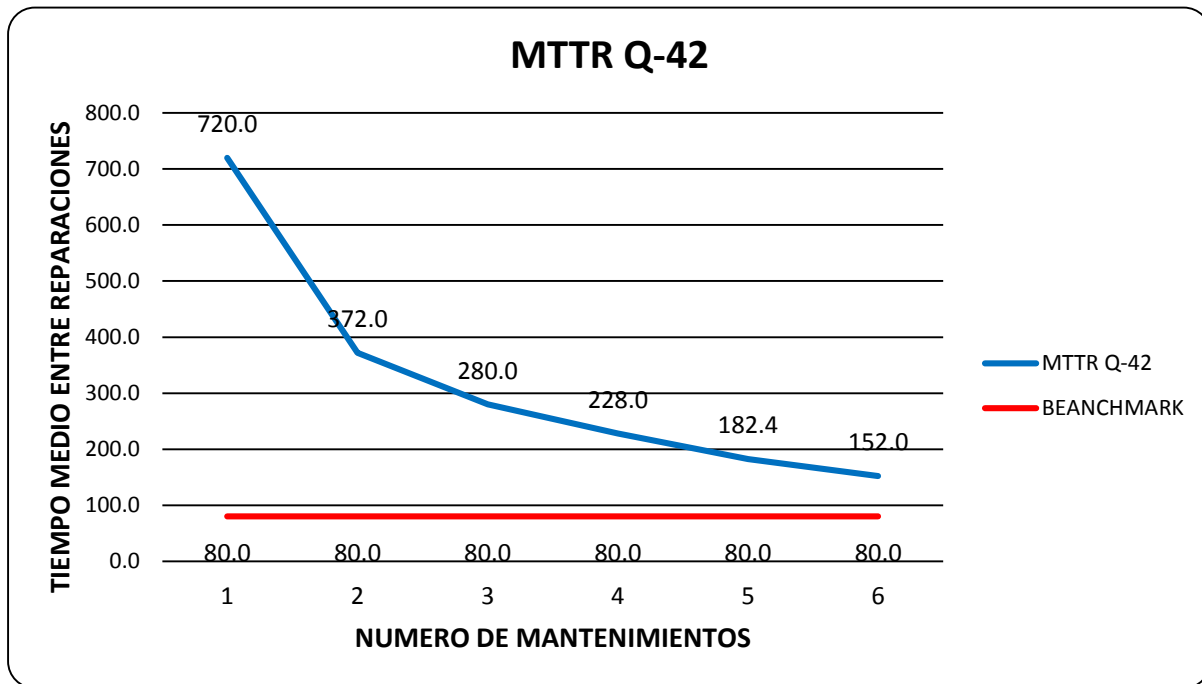
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-41 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 336.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 288.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 240.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 230.40 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 212.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-41 en el año fue de 212.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una leve desviación de 132.0 horas.

Gráfico 26

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-42

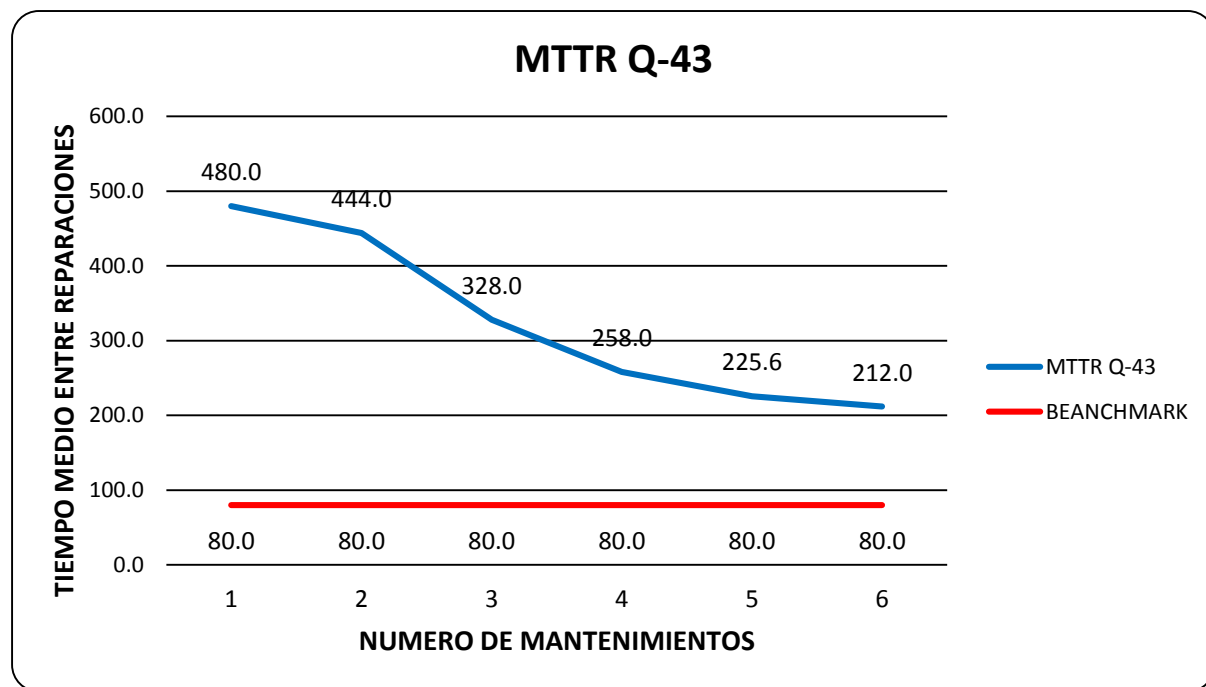


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-42 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 372.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 280.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 228.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 182.40 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 152.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-42 en el año fue de 152.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una leve desviación de 72.0 horas.

Gráfico 27
BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-43



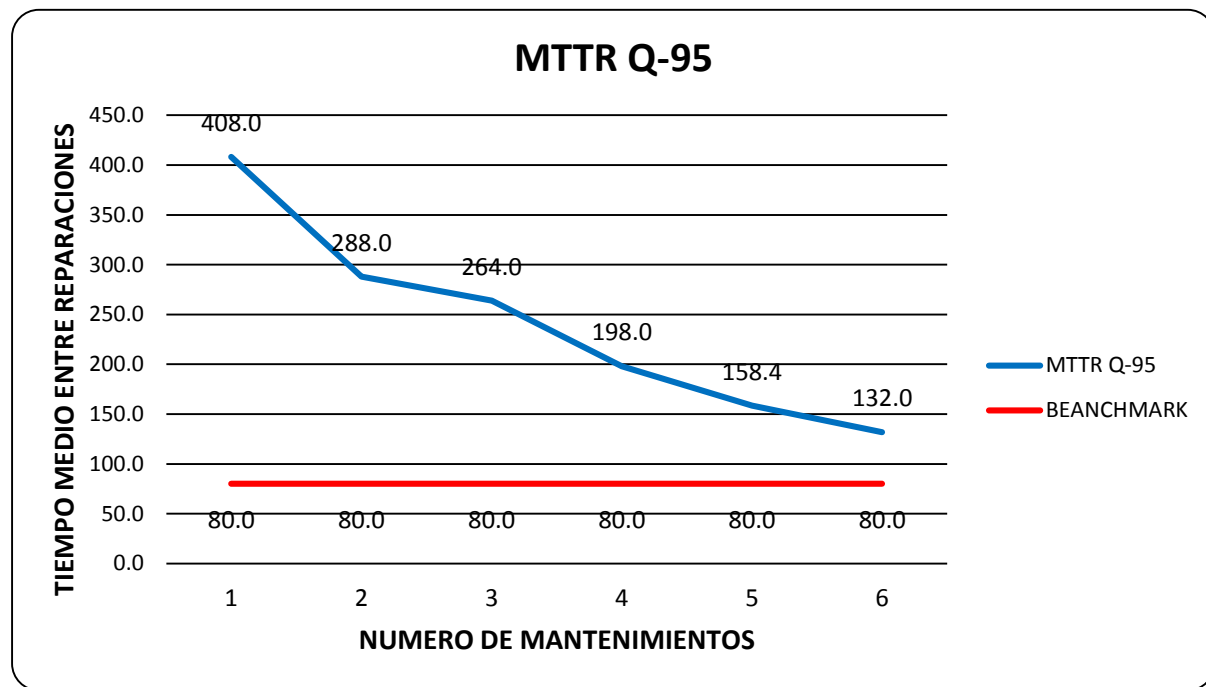
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-43 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 444.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 328.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 258.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 225.60 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 212.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-43 en el año fue de 212.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una leve desviación de 132.0 horas.

Gráfico 28

BENCHMARK DE MTTR DE CAMIÓN Q-95



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones del camión Q-95 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un MTTR de 288.0 horas el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un MTTR de 264.0 horas. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 198.0 horas, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un MTTR de 158.40 horas para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTTR de 132.0 horas.

El tiempo medio entre reparaciones del camión Q-42 en el año fue de 132.0 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 se presenta una leve desviación de 52.0 horas.

5.3. PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO

5.3.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR

Para realizar el cálculo de tiempo medio de reparación se realizó el levantamiento de datos desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 a la totalidad de la flota dando como resultado:

Con el fin de poder realizar el cálculo del porcentaje de inactividad programa, se toman las siguientes premisas iniciales:

Tabla 6

Premisas de porcentaje de inactividad programada

PREMISAS DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADA	
MANTENIMIENTO PROGRAMADO PM1	Cada 300 horas
HORAS PROGRAMADAS PARA PM1	72 horas

Fuente: Elaboración Propia

Se observa cada cuanto hora de motor se programa un mantenimiento PM1 y a su vez la cantidad de horas para realizar un mantenimiento PM1 en la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

5.3.1.1. HORAS PROGRAMADAS DE INACTIVIDAD

Tabla 7

Horas programadas de inactividad de flota de camiones

CAMION	MEDICION	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	HORAS DE MOTOR	NUMERO DE PM1	HORAS PROGRAMADAS
Q-29	HOROMETRO	8441	9973	1532	5.1	368
Q-30	HOROMETRO	8447	9003	556	1.9	133
Q-31	HOROMETRO	9013	10171	1158	3.9	278
Q-32	HOROMETRO	8742	10197	1455	4.9	349
Q-34	HOROMETRO	7557	8519	962	3.2	231
Q-35	HOROMETRO	7856	9327	1471	4.9	353
Q-36	HOROMETRO	9765	10031	266	0.9	64
Q-38	HOROMETRO	7012	8437	1425	4.8	342
Q-39	HOROMETRO	6338	7012	674	2.2	162
Q-40	HOROMETRO	7531	8991	1460	4.9	350

Q-41	HOROMETRO	2216	3665	1449	4.8	348
Q-42	HOROMETRO	1689	3065	1376	4.6	330
Q-43	HOROMETRO	1621	3050	1429	4.8	343
Q-95	HOROMETRO	5701	6278	577	1.9	138

Fuente: Elaboración Propia

Horas programadas de inactividad de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., estas horas programadas hacen referencia a las horas programadas para actividades de mantenimiento.

5.3.1.2. TOTAL DE HORAS DE INACTIVIDAD

De igual manera que con el cálculo del tiempo medio entre reparaciones (MTTR) en el cálculo del porcentaje de inactividad programada se requiere de las horas de inactividad de la flota de camiones, estos datos se obtienen de la TABLA 4.

5.3.2. RESULTADOS

Tabla 8

Porcentaje de tiempo de inactividad programado

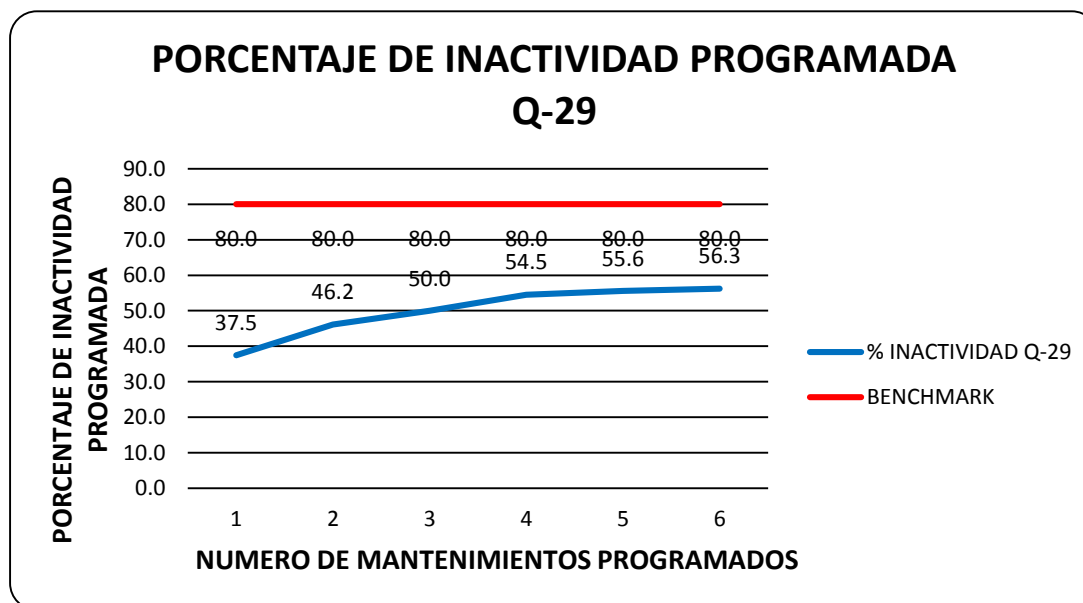
CAMION	PORCENTAJE DE TIEMPO DE INACTIVIDAD PROGRAMADO (%)
Q-29	92.85
Q-30	92.67
Q-31	96.50
Q-32	80.83
Q-34	80.17
Q-35	81.72
Q-36	88.67
Q-38	79.17
Q-39	89.87
Q-40	88.48
Q-41	74.31
Q-42	70.56
Q-43	73.28
Q-95	96.17

Fuente: Elaboración Propia

Porcentaje de tiempo de inactividad programado de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., estas horas programadas son las horas para actividades de mantenimiento preventivo al equipo.

Gráfico 29

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-29



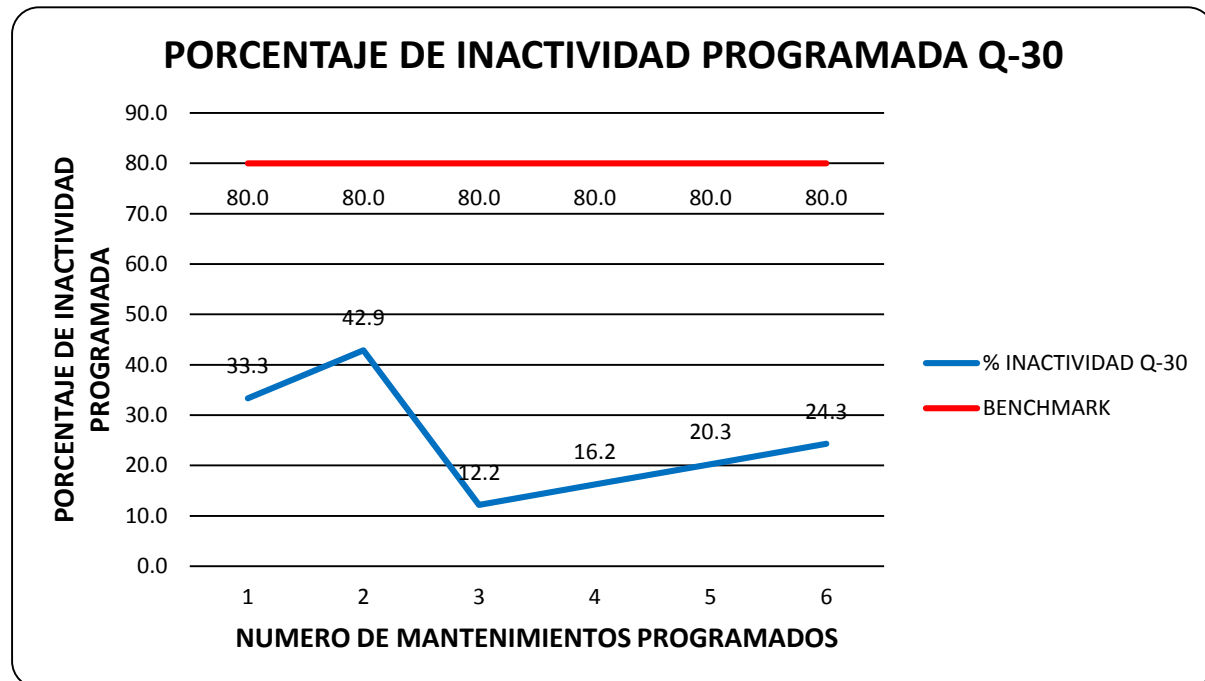
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-29 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 46.2 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó decreciendo de una forma más reducida llegando a un % INACTIVIDAD de 50.0 %. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 54.5 %, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 55.60 % para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 56.3 %.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-29 en el año fue de 56.3%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 23.7%.

Gráfico 30

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-30



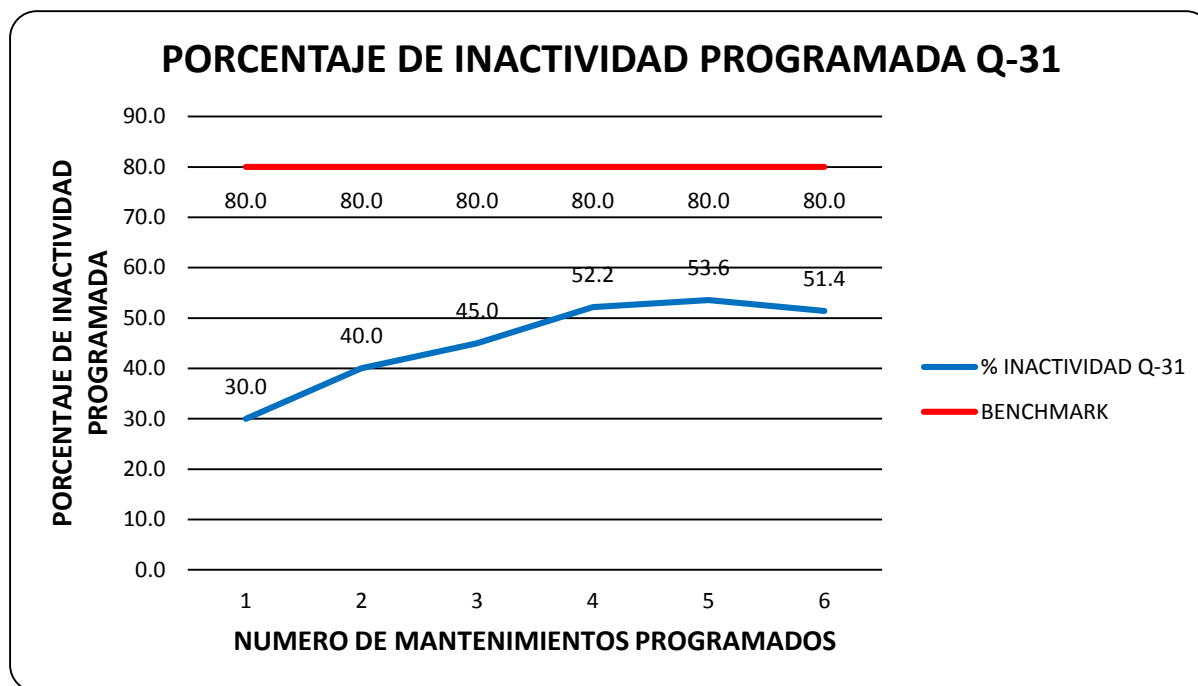
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-30 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 42.9 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presento un decrecimiento llegando a un % INACTIVIDAD de 12.2%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 16.2%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 20.30% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 24.3%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-30 en el año fue de 24.3%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 55.7%

Gráfico 31

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-31



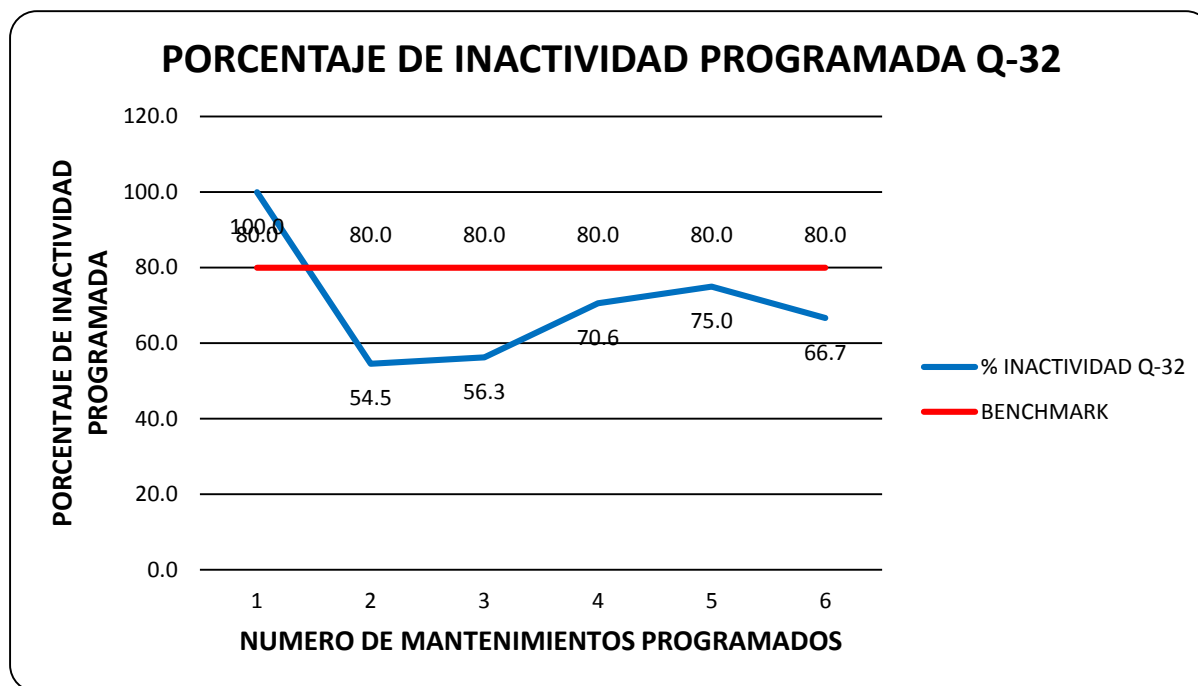
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-31 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 40.0 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo el crecimiento llegando a un % INACTIVIDAD de 45.0%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 52.2%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 53.60% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 51.4%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-31 en el año fue de 51.4%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 28.6%

Gráfico 32

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-32



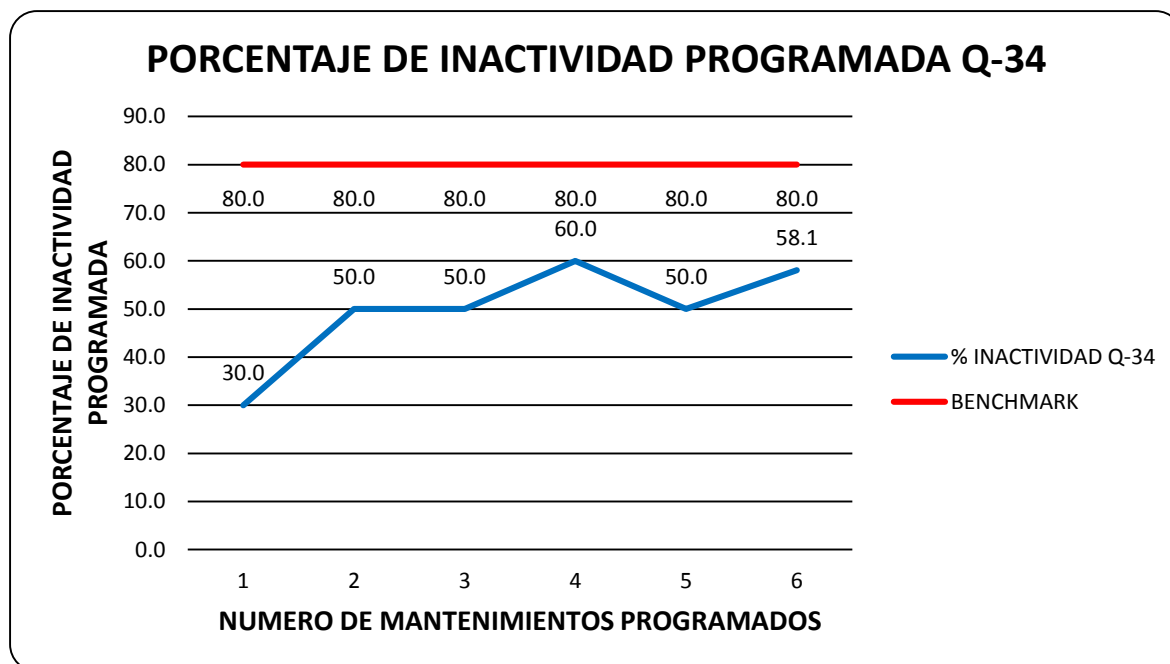
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-32 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 54.5 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo el crecimiento llegando a un % INACTIVIDAD de 56.3%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 70.6%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 75.0% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 66.7%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-32 en el año fue de 66.7%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 13.3%.

Gráfico 33

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-34



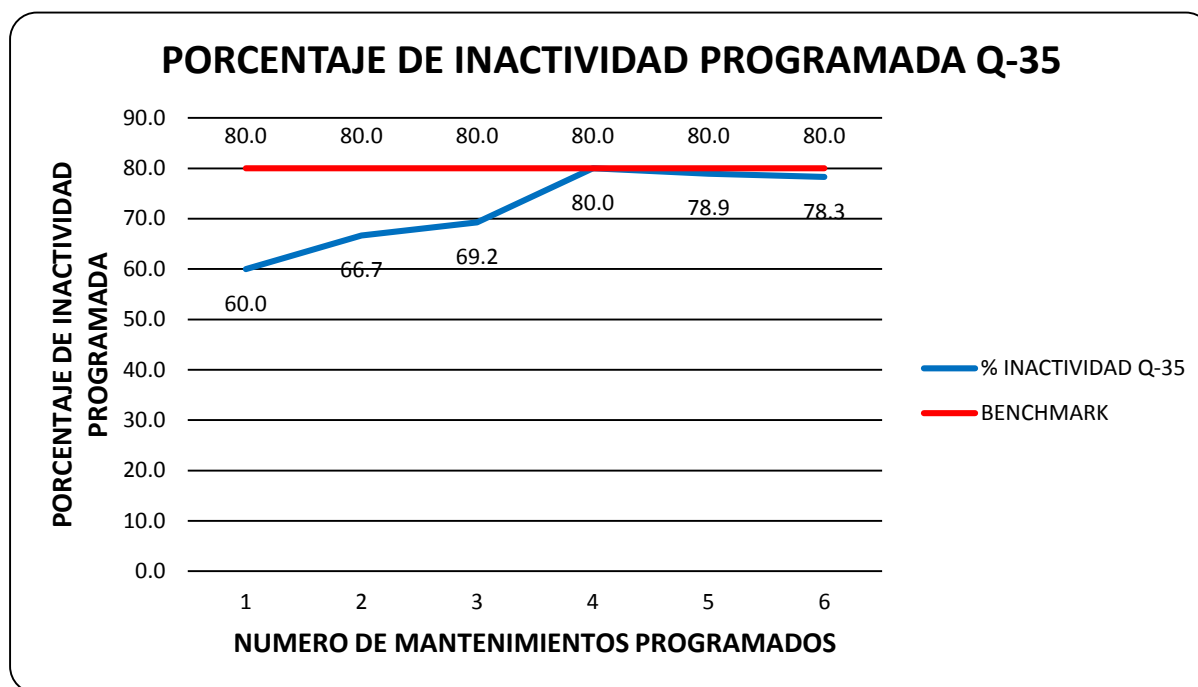
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-34 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 50.0 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se mantuvo constante en un % INACTIVIDAD de 50.0%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 60.0%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 50.0% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 58.1%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-34 en el año fue de 58.1%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 21.9%.

Gráfico 34

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-35



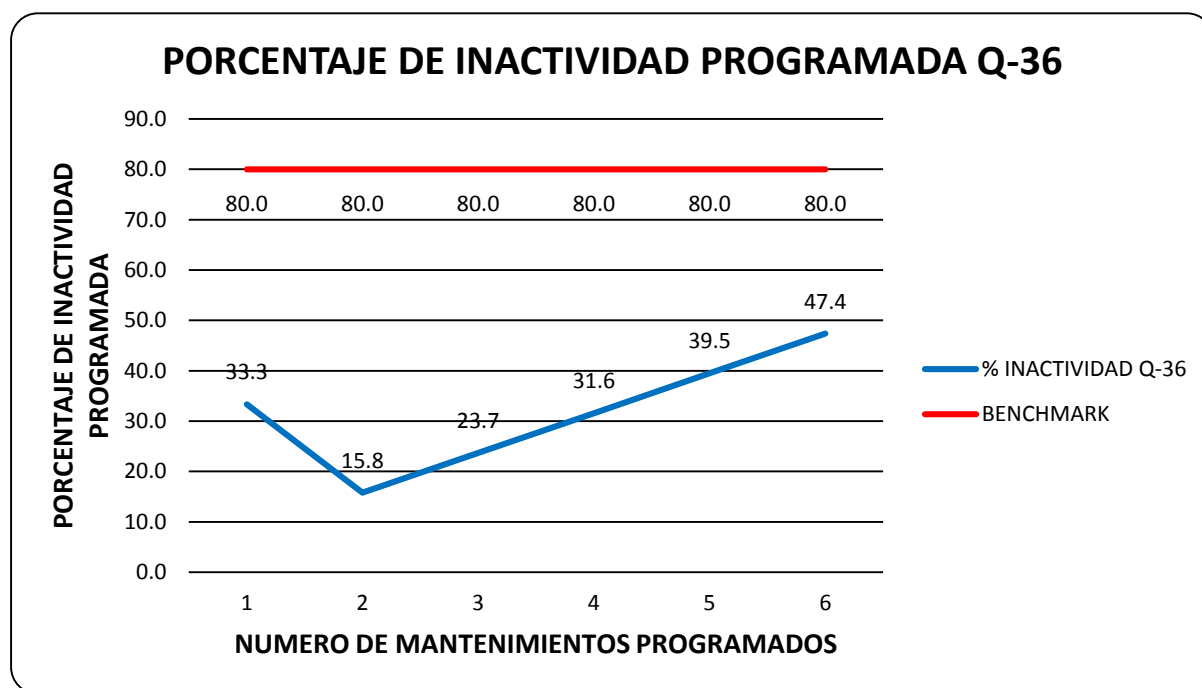
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-35 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 66.7 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 69.2%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 80.0%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 78.9% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 78.3%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-35 en el año fue de 78.3%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 1.7%.

Gráfico 35

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-36



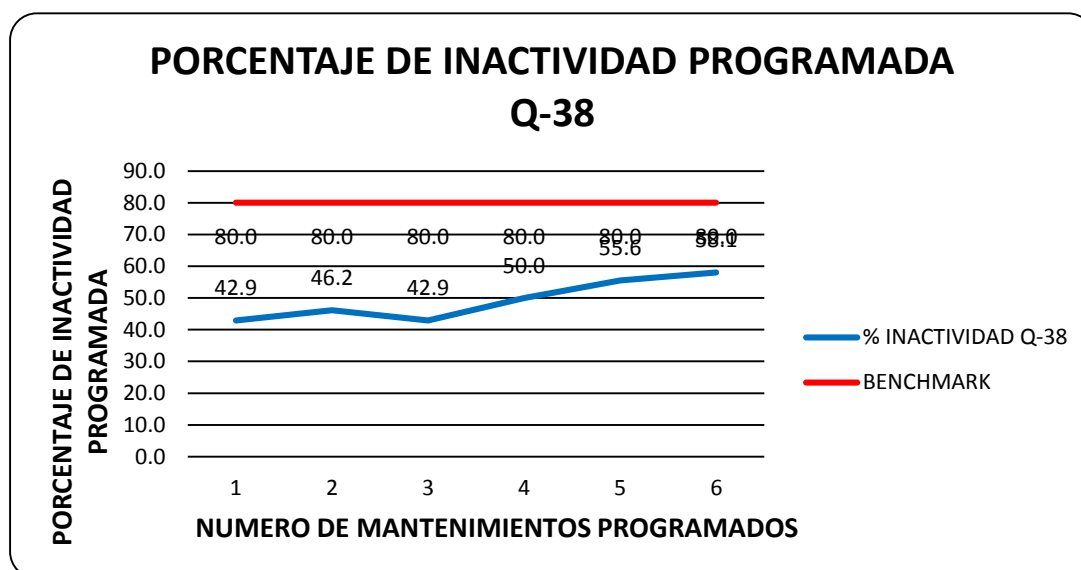
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-36 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 15.8 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuó presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 23.7%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 31.6%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 39.5% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 47.4%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-36 en el año fue de 47.4%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 32.6%.

Gráfico 36

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-38



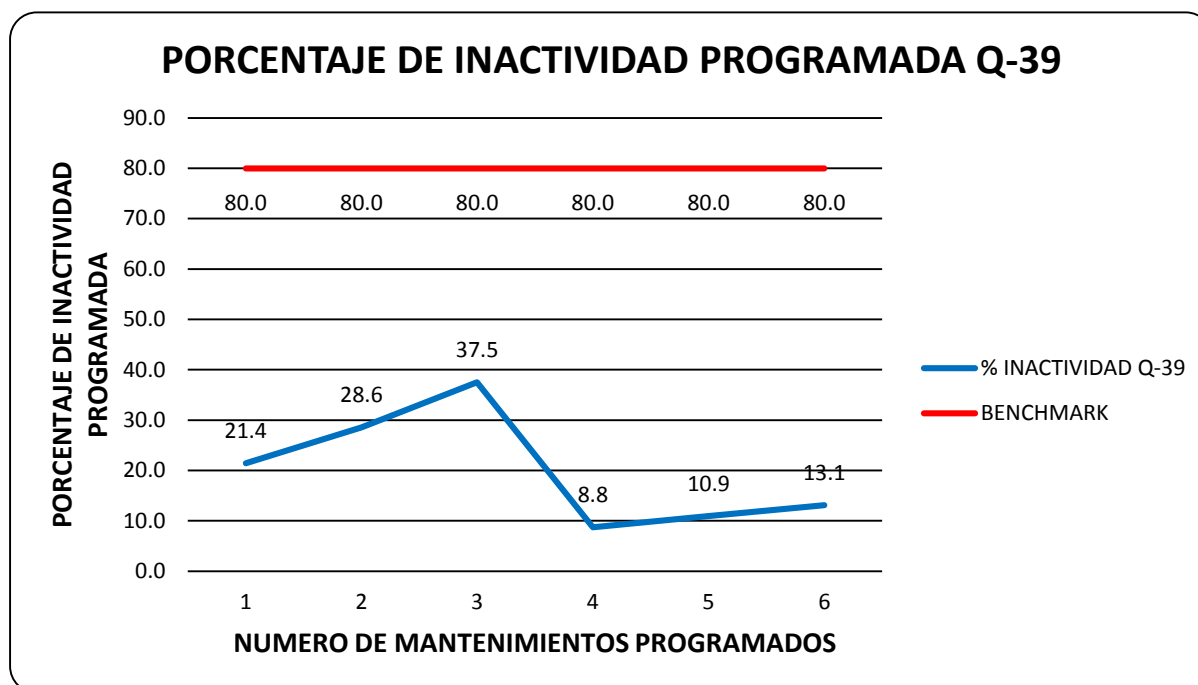
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-38 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 46.2 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 42.9%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 50.0%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 55.6% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 58.1%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-38 en el año fue de 58.1%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 21.9%.

Gráfico 37

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-39



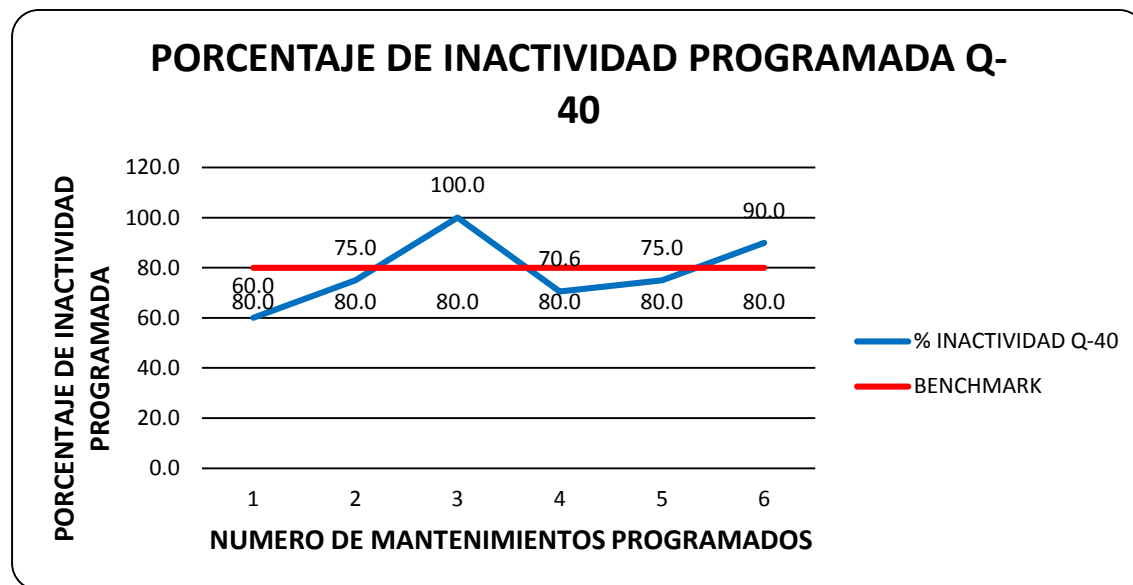
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-39 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 28.6 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuó presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 37.5%. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 8.8%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 10.9% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 13.1%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-39 en el año fue de 13.1%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 66.9%.

Gráfico 38

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-40



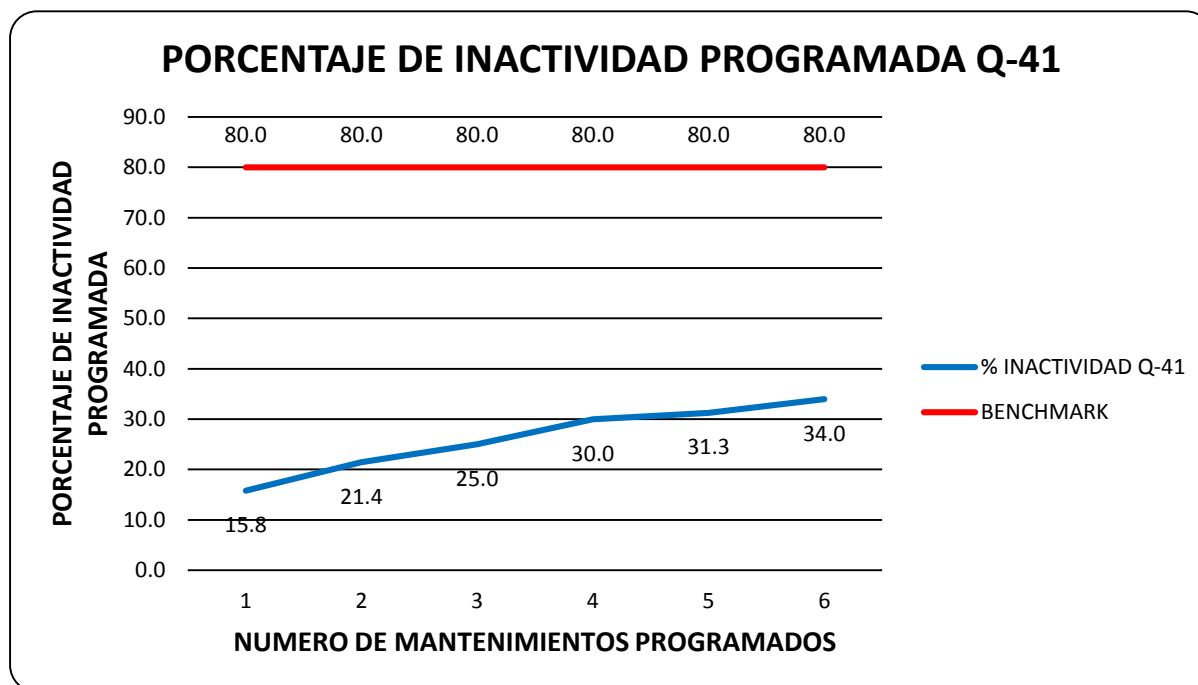
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-40 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 75.0 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 100.0%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 70.6%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 75.0% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 90.0%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-40 en el año fue de 90.0%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación favorable de 10.0%.

Gráfico 39

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-41



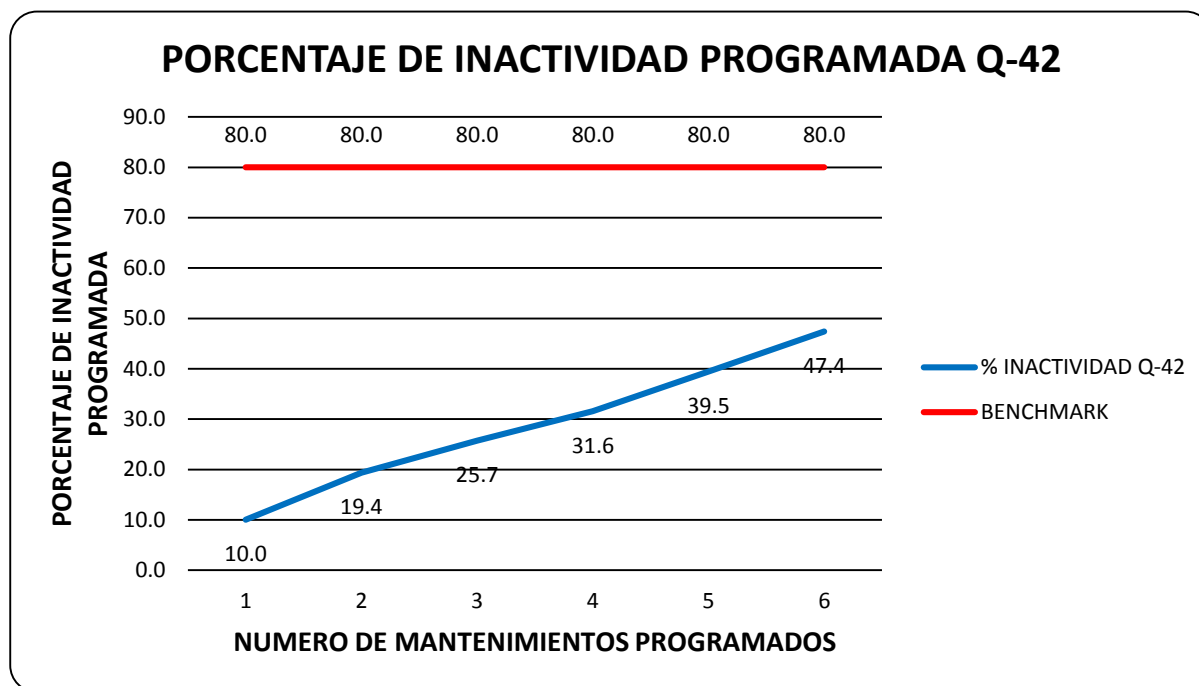
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-41 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 21.4 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 25.0%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 30.0%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 31.3% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 34.0%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-41 en el año fue de 34.0%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 46.0%.

Gráfico 40

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-42



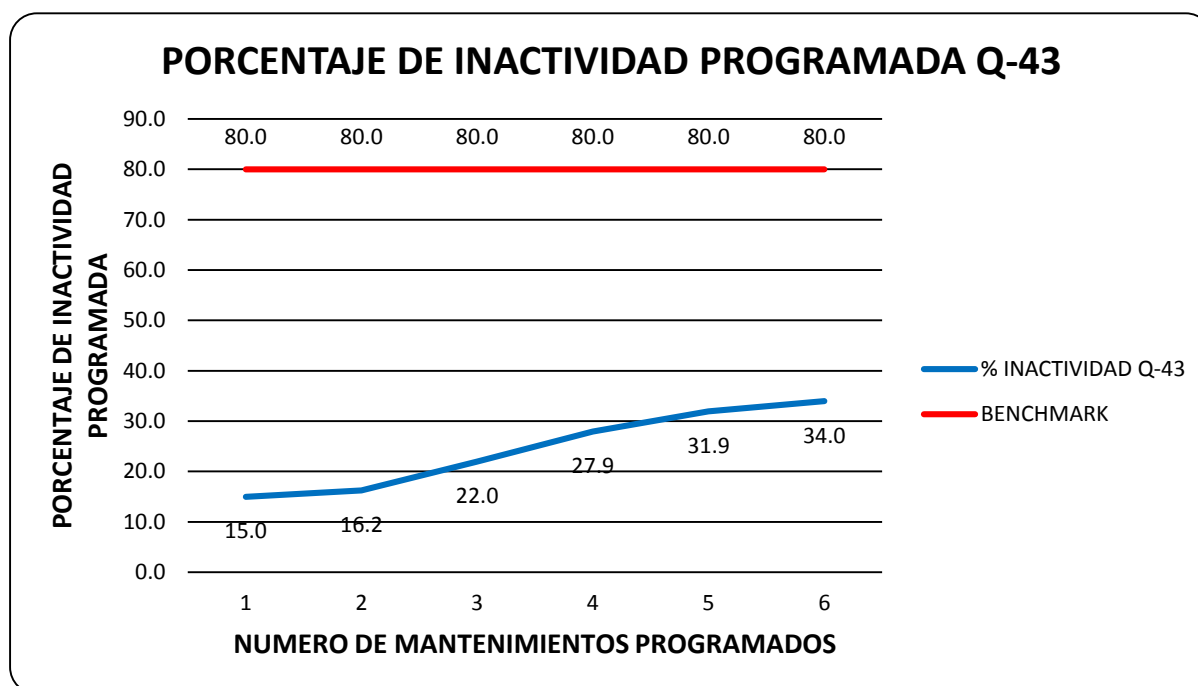
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-42 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 19.4 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 25.7%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 31.6%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 39.5% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 47.4%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-42 en el año fue de 47.4%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 32.6%.

Gráfico 41

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-43



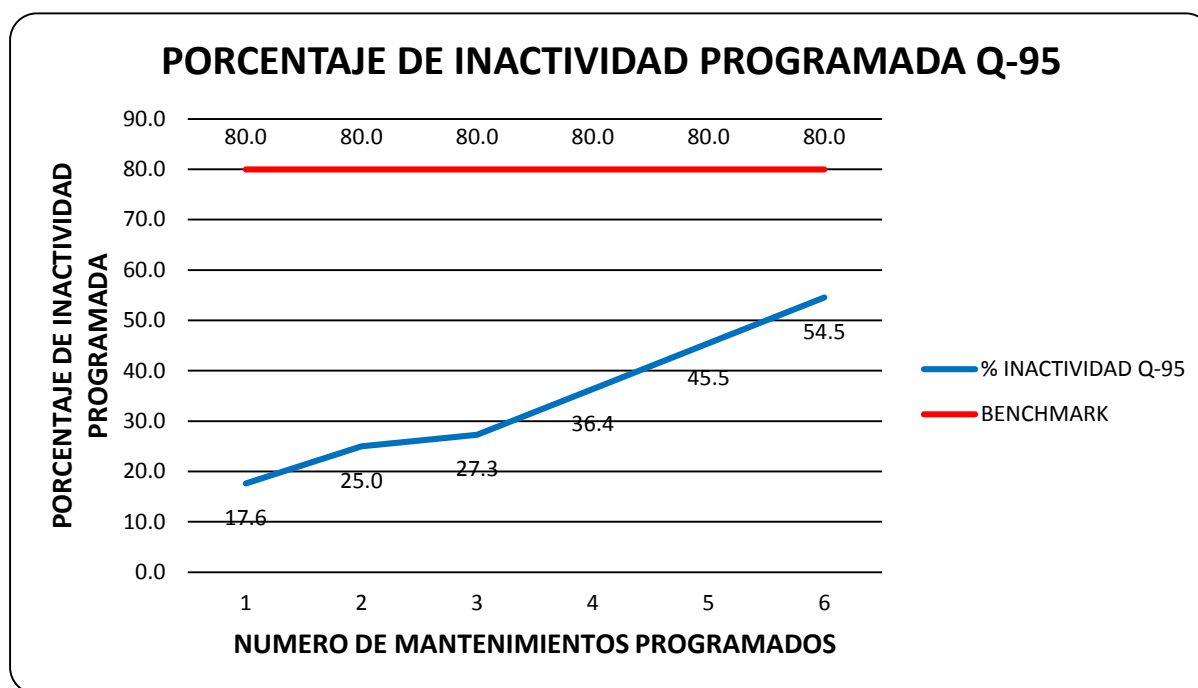
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-43 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 16.2 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 22.0%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 27.9%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 31.9% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 34.0%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-43 en el año fue de 34.0%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 46.0%.

Gráfico 42

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO DE Q-95



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programado del camión Q-95 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % INACTIVIDAD de 25.0 % el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuó presentado un crecimiento en un % INACTIVIDAD de 27.3%. Posteriormente en el segundo semestre del año presentó una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 36.4%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % INACTIVIDAD de 45.5% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 54.5%.

El porcentaje de inactividad programado del camión Q-95 en el año fue de 54.5%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 25.5%.

5.4. DISPONIBILIDAD

5.4.1. APLICACIÓN DEL INDICADOR

Para realizar el cálculo de tiempo medio de reparación se realizó el levantamiento de datos desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 a la totalidad de la flota dando como resultado.

5.4.1.1. TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS

Para realizar el cálculo del índice de disponibilidad de la flota de camiones, utilizamos el tiempo medio entre paradas (MTBF) los cuales se obtienen de la TABLA 3.

5.4.1.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES

Para realizar el cálculo del índice de disponibilidad de la flota de camiones, utilizamos el tiempo medio entre reparaciones (MTTR) los cuales se obtienen de la TABLA 5.

5.4.2. RESULTADOS

La siguiente tabla nos muestra el resultado del porcentaje de disponibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

Tabla 9
Disponibilidad de la flota de camiones

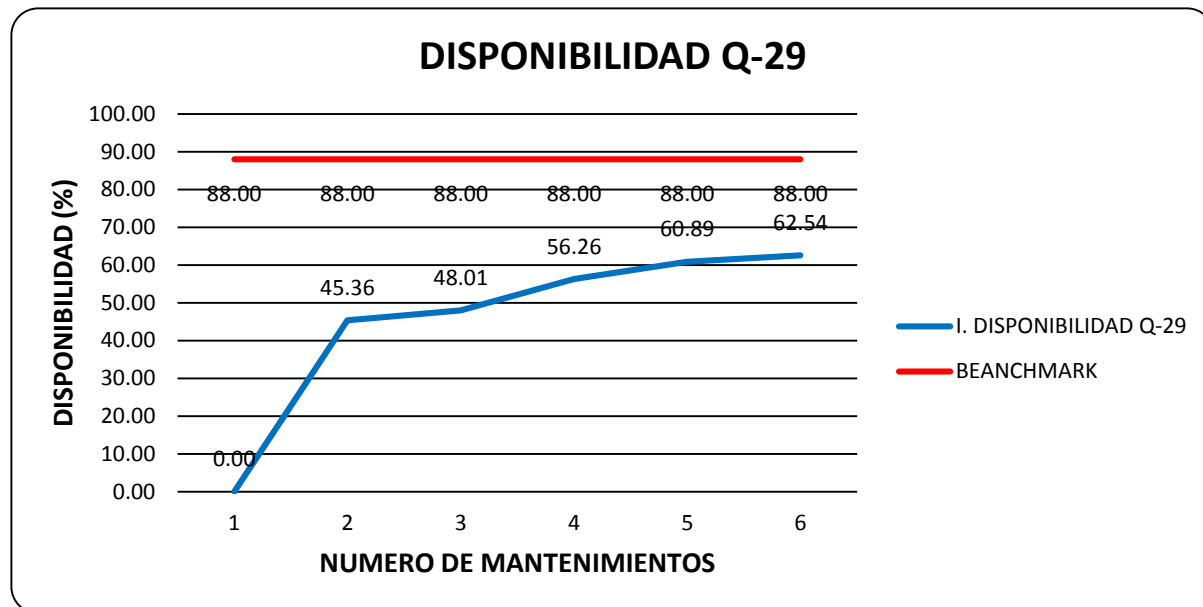
CAMION	DISPONIBILIDAD (%)
Q-29	62.54
Q-30	23.84
Q-31	57.96
Q-32	69.19
Q-34	56.39
Q-35	72.71
Q-36	22.58
Q-38	65.70
Q-39	17.01
Q-40	75.26
Q-41	53.25
Q-42	60.14
Q-43	52.91
Q-95	42.15

Fuente: Elaboración Propia

El índice de disponibilidad de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., este índice de disponibilidad nos muestra la capacidad del equipo a ser utilizado en operación.

Gráfico 43

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-29



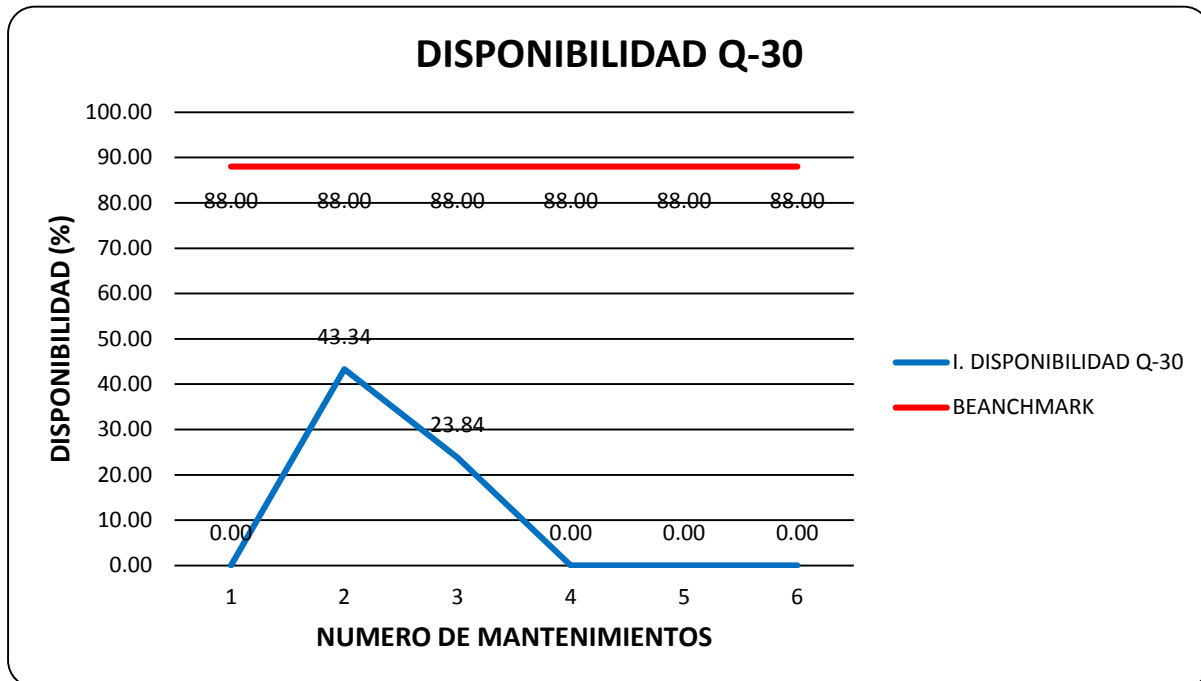
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-29 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 45.36 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 48.01%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 56.26%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 60.89% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 62.54%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-29 en el año fue de 62.54%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 17.46%.

Gráfico 44

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-30



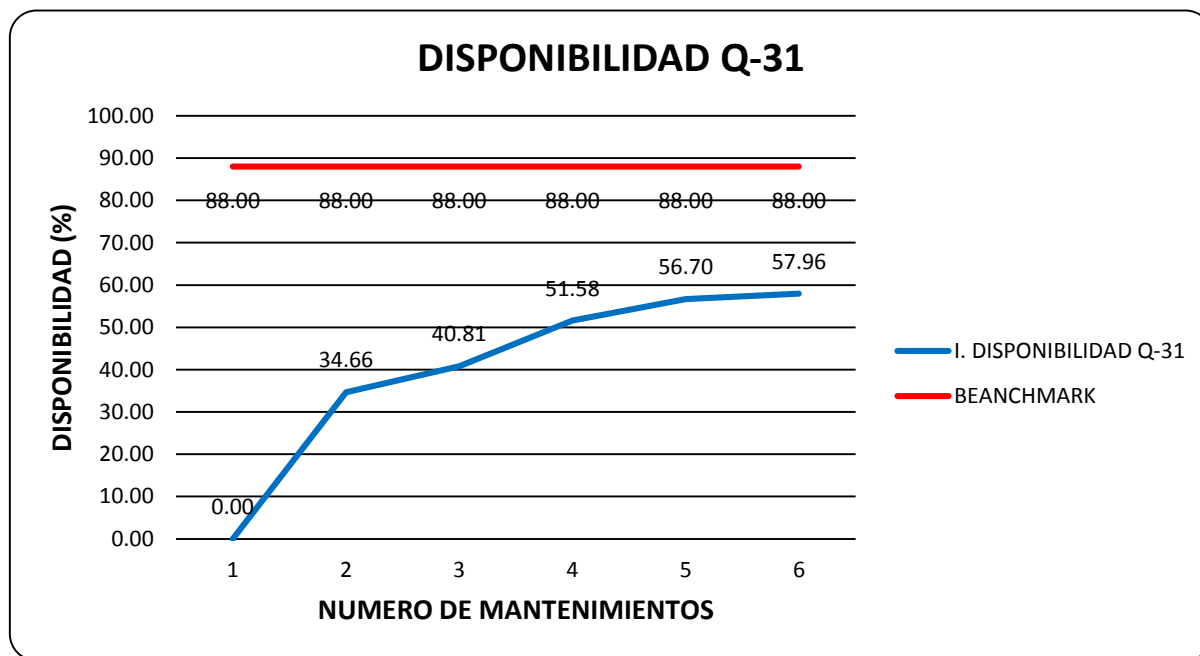
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-30 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 43.34 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 23.84%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continuó en decrecimiento ya que el camión se encontraba fuera de servicio en las bahías de mantenimiento a espera de repuestos por tal motivo el % DISPONIBILIDAD en el segundo semestre es de 0.00%

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-30 en el año fue de 23.84%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 56.16%.

Gráfico 45

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-31



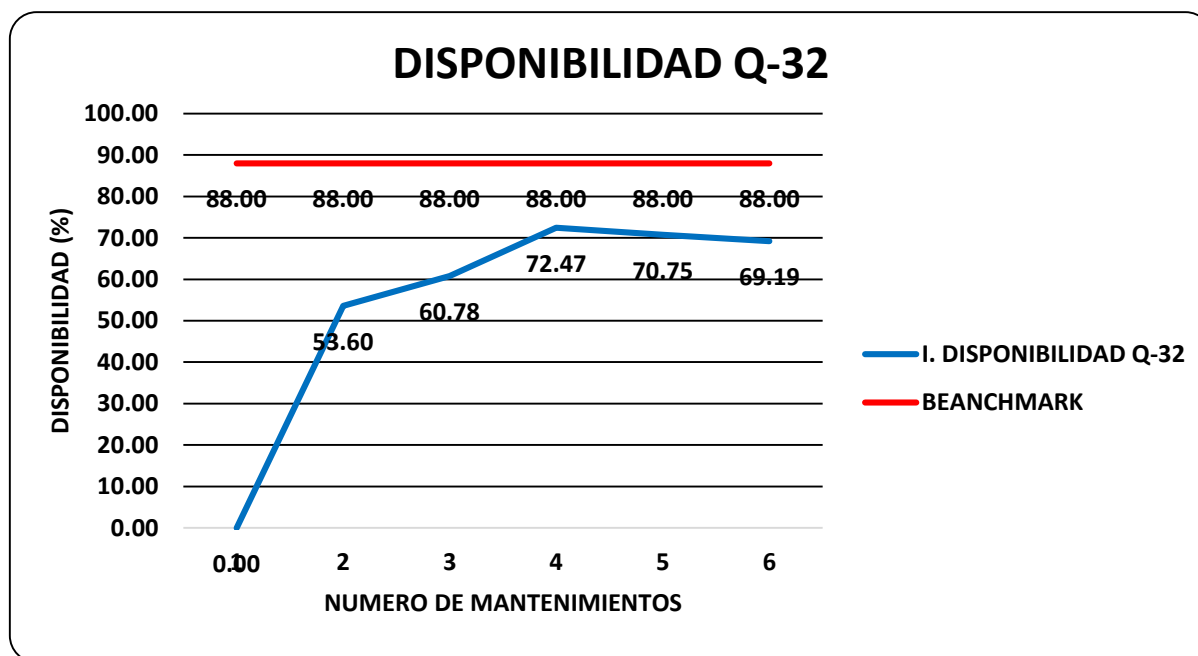
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-31 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 34.66 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 40.81%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 51.58%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 56.70% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 57.96%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-31 en el año fue de 57.96%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 22.04%.

Gráfico 46

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-32



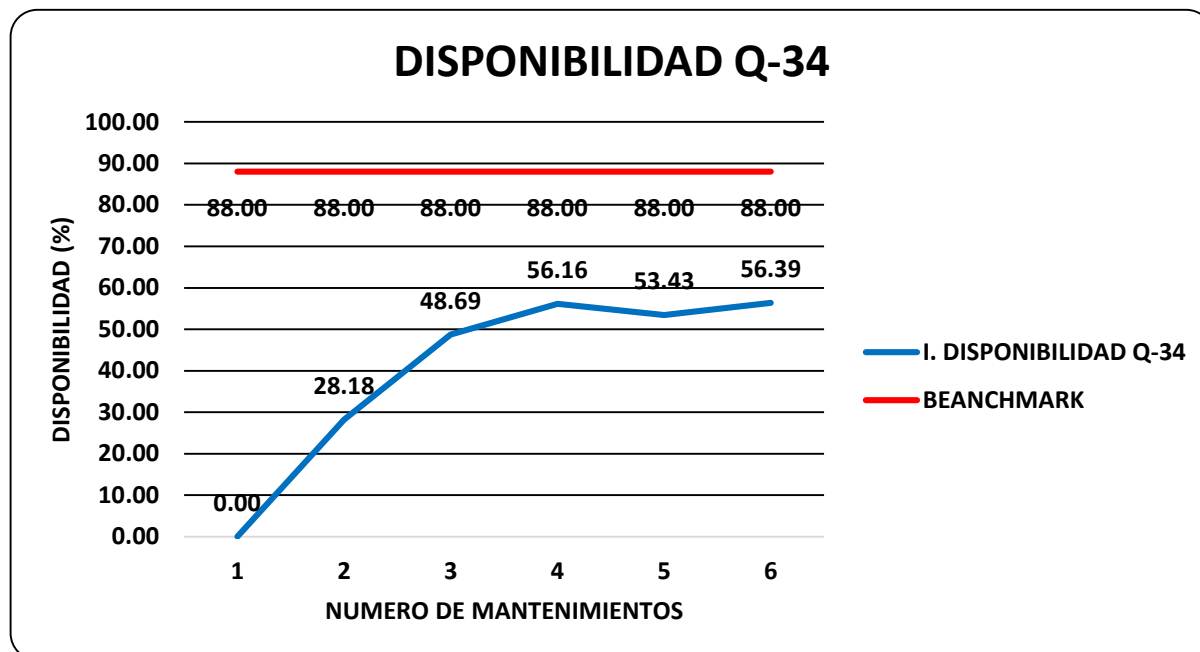
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-32 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 53.60 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 60.78%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 72.47%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 70.75% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 69.19%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-32 en el año fue de 69.19%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 10.81%.

Gráfico 47

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-34



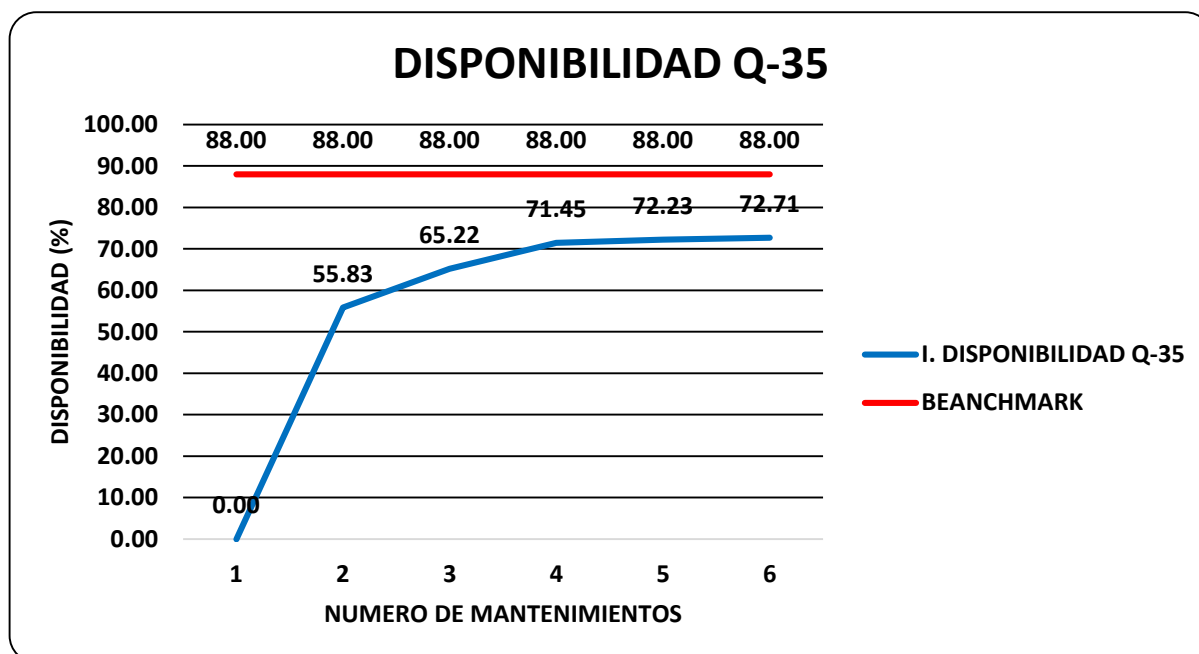
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-34 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 28.18 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 48.69%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 56.16%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 53.43% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 56.39%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-34 en el año fue de 56.39%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 23.61%.

Gráfico 48

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-35



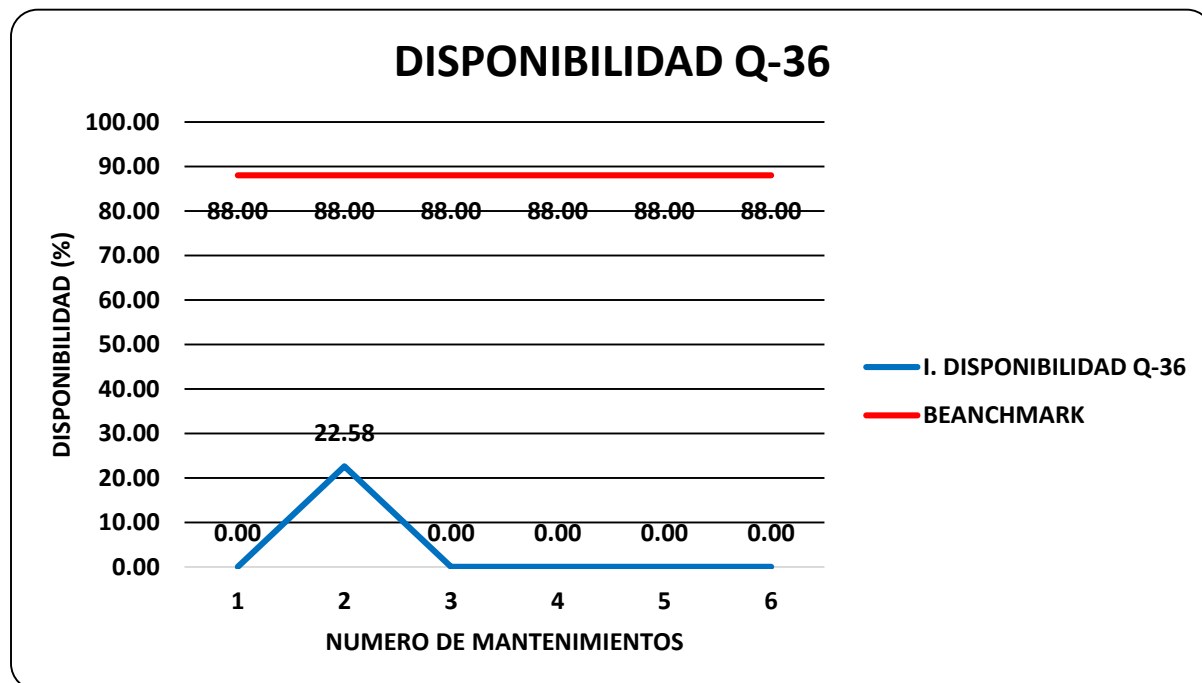
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-35 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 55.83 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 65.22%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 71.45%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 72.23% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 72.21%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-35 en el año fue de 71.21%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 8.79%.

Gráfico 49

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-36



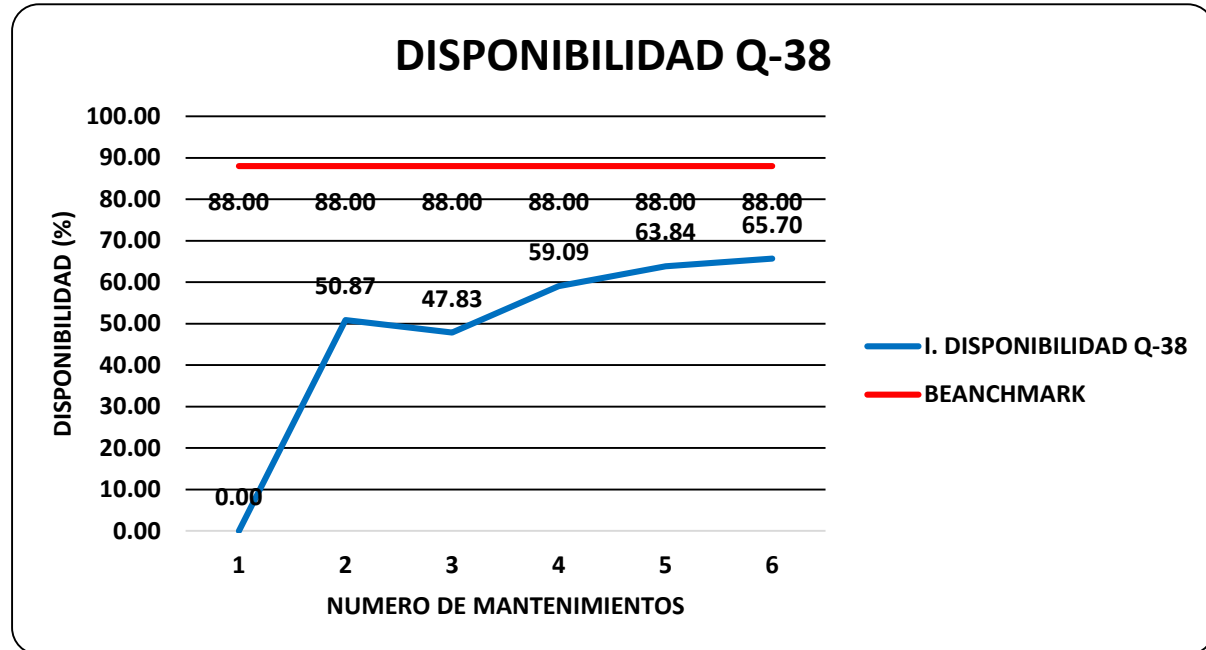
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-36 en el cual el primer bimestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 22.58 %, Posteriormente en los siguientes bimestres del año presento una tendencia continuó en decrecimiento ya que el camión se encontraba fuera de servicio en las bahías de mantenimiento a espera de repuestos por tal motivo el % DISPONIBILIDAD en estos meses es de 0.00%

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-36 en el año fue de 22.58%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 57.42%.

Gráfico 50

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-38

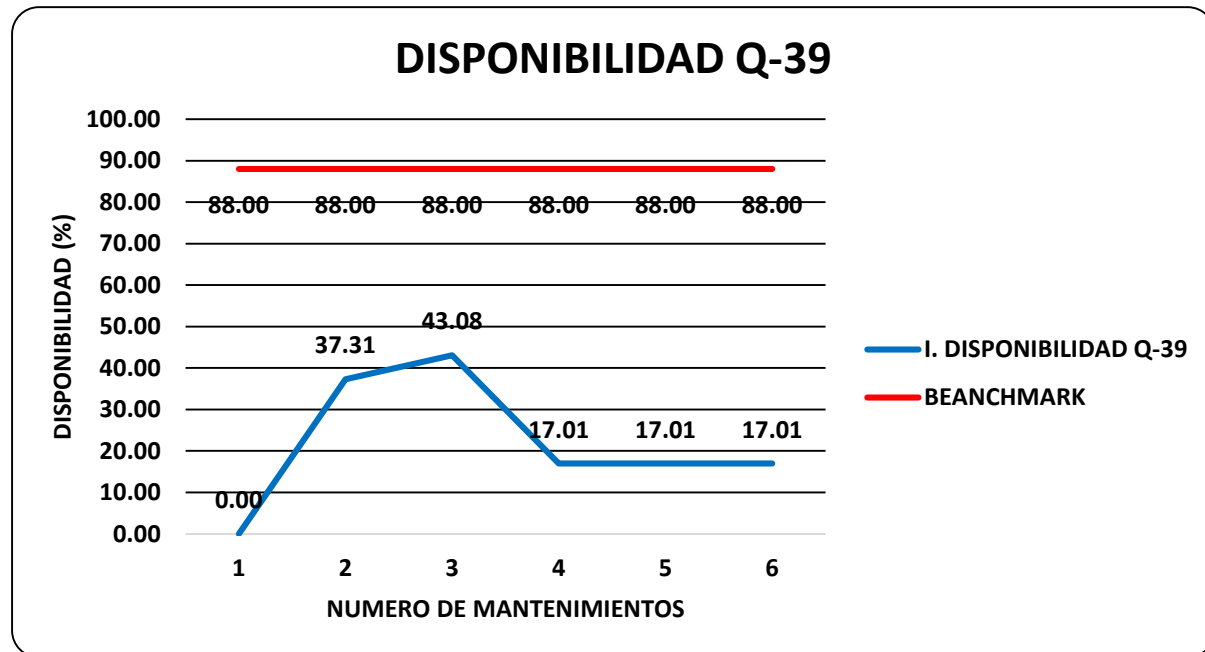


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-38 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 50.87 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 47.83%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 59.09, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 63.84% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 65.70%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-38 en el año fue de 65.70%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 14.3%.

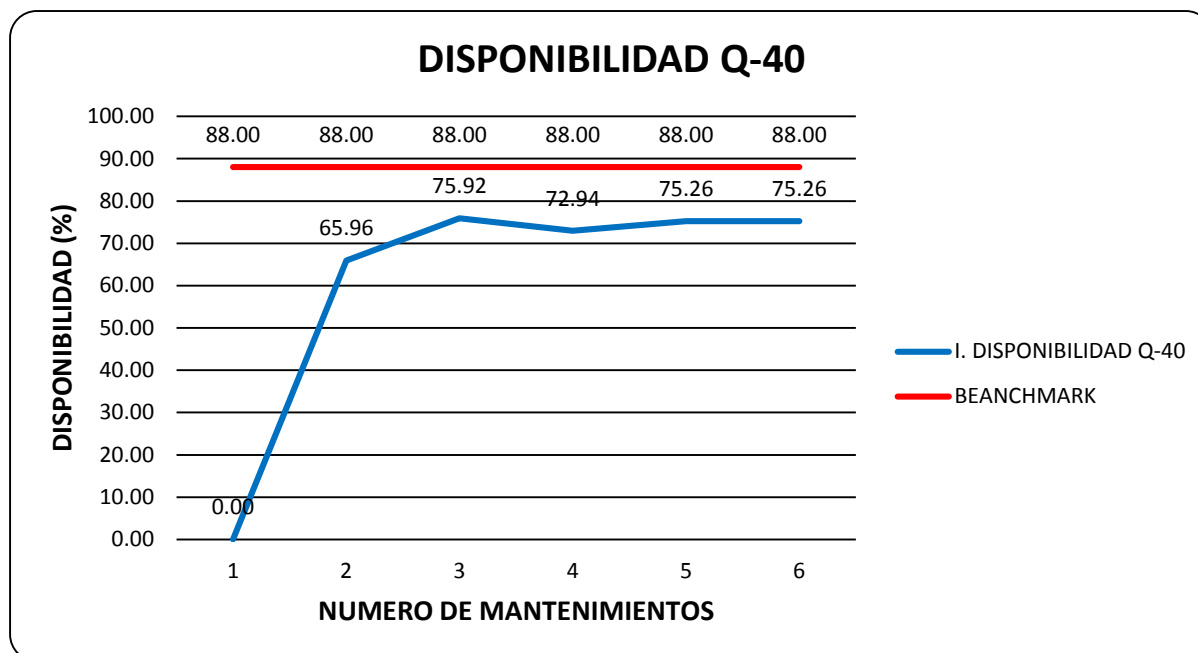
Gráfico 51
BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-39



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-39 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 37.31 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuó con crecimiento con un % DISPONIBILIDAD de 43.08%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 17.01, y luego se mantuvo constante su porcentaje de disponibilidad del camión ya que no se evidenció una siguiente parada de mantenimiento.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-39 en el año fue de 17.01%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 62.99%.

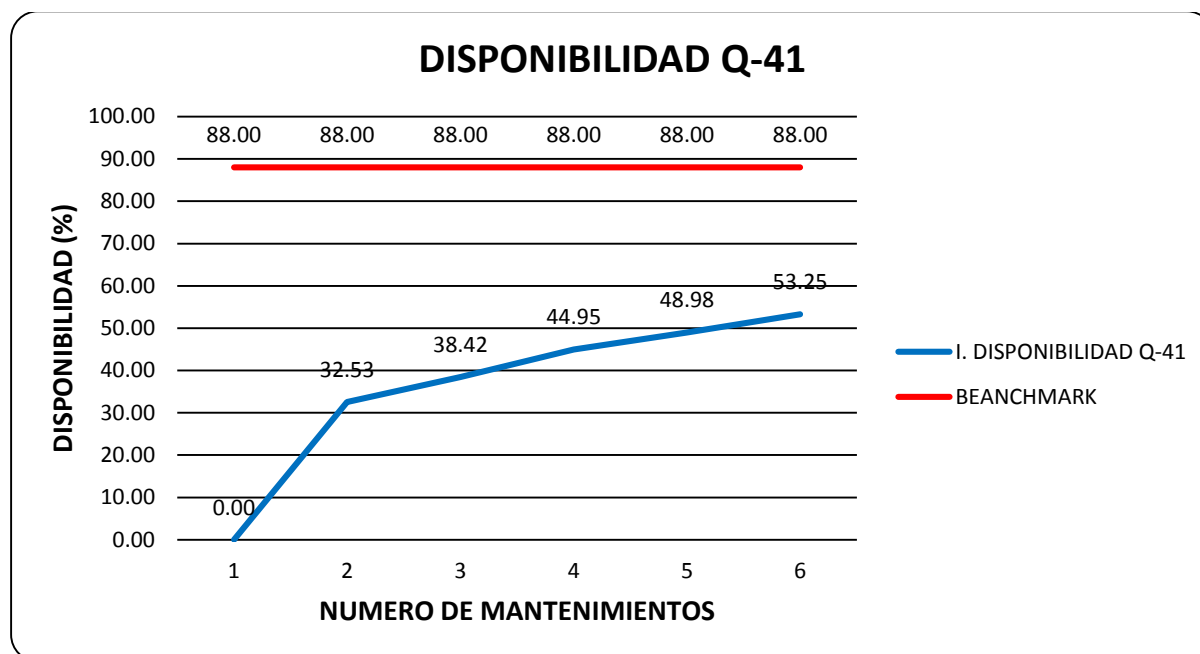
Gráfico 52
BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-40


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-40 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 65.96 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 75.92%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento se detiene, pero se mantiene constante ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 72.94%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 75.26% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 75.26%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-40 en el año fue de 75.26%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 4.74%.

Gráfico 53
BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-41

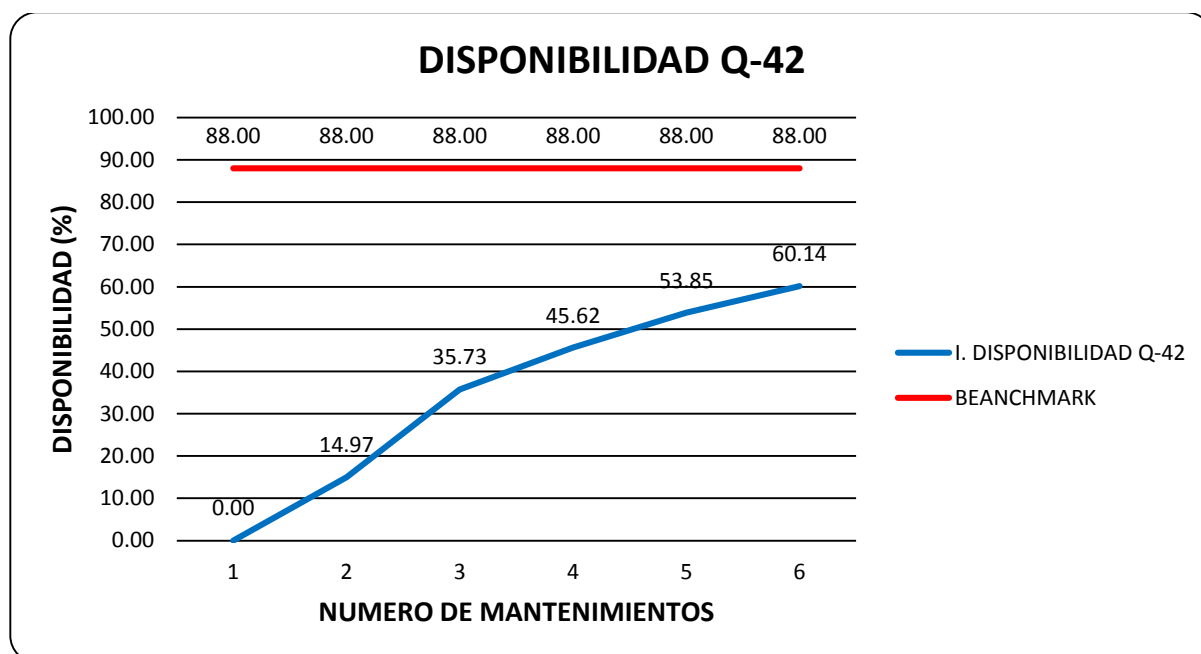


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-41 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 32.53 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 38.42%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento se detiene, pero se mantiene constante ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 44.95%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 48.98% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 53.25%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-41 en el año fue de 53.25%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 26.75%.

Gráfico 54
BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-42

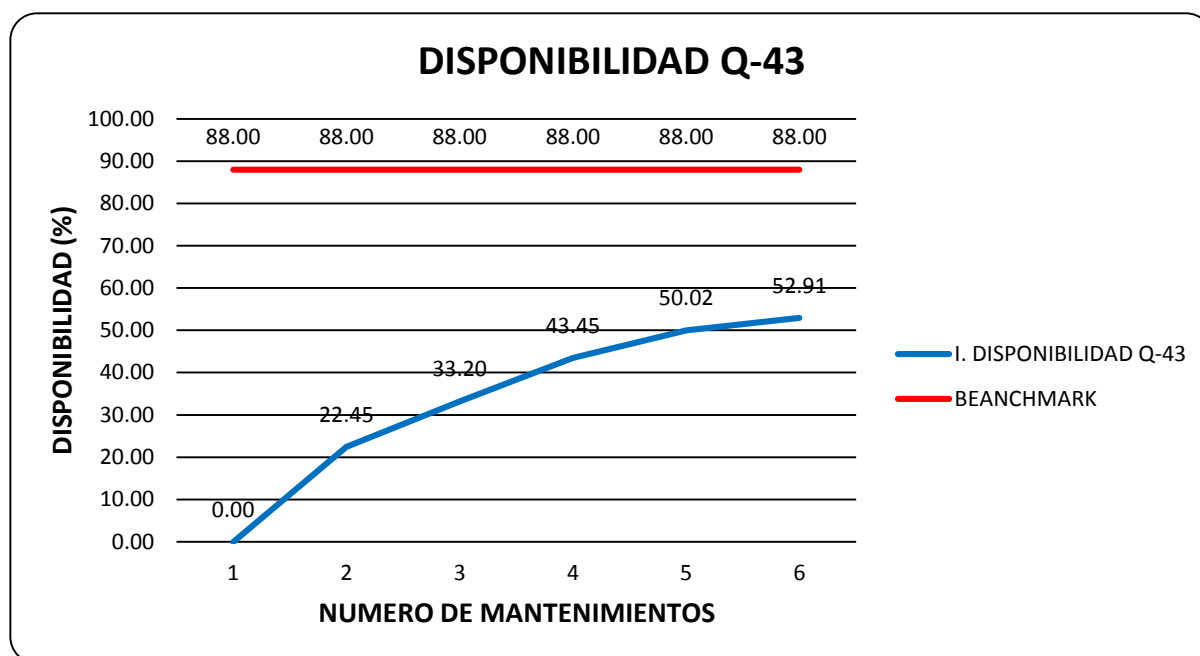


Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-42 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 14.97 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 35.73%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento se detiene, pero se mantiene constante ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 45.62%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 53.85% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 60.14%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-42 en el año fue de 60.14%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 19.86%.

Gráfico 55
BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-43



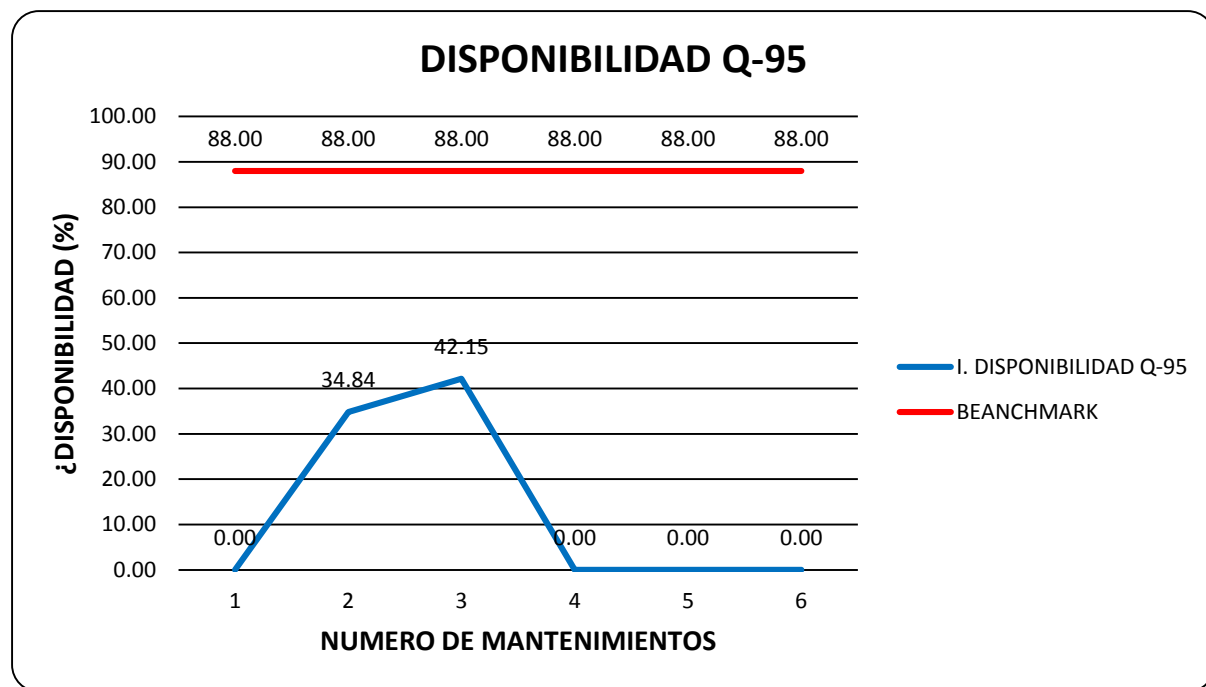
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-43 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 22.45 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuo presentado un crecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 33.20%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de crecimiento se detiene, pero se mantiene constante ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 43.45%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % DISPONIBILIDAD de 50.02% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % DISPONIBILIDAD de 52.91%.

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-43 en el año fue de 52.91%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una leve desviación de 27.09%.

Gráfico 56

BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD DE Q-95



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad del camión Q-95 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % DISPONIBILIDAD de 34.84 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % DISPONIBILIDAD de 42.15%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continuó en decrecimiento ya que el camión se encontraba fuera de servicio en las bahías de mantenimiento a espera de repuestos por tal motivo el % DISPONIBILIDAD en el segundo semestre es de 0.00%

El porcentaje de disponibilidad del camión Q-95 en el año fue de 42.15%, en comparación con un benchmark de 80.00% se presenta una gran desviación de 37.85%.

5.5. INDICE DE MANTENIMIENTO

5.5.1. APLICACIÓN DE INDICADOR

Para realizar el cálculo de tiempo medio de reparación se realizó el levantamiento de datos desde el 01 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018 a la totalidad de la flota dando como resultado.

Para poder realizar el cálculo del indicador de mantenimiento requerimos de las horas hombre de mantenimiento y las horas de operación de la flota de los camiones de ORICA MINIG SERVICE PERU S.A.

Por tal motivo se utiliza los datos de las ordenes de trabajo generadas para poder calcular las horas hombre de mantenimiento que incurriendo en las actividades de mantenimiento realizadas en la flota de camiones fábrica de voladura.

Tabla 10
Premisas de índice de mantenimiento

PREMISAS DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMDA	
HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PM1	72 HORAS
CANTIDAD DE TECNICOS	4 técnicos

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de técnicos programados para realizar un mantenimiento PM1 en la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., esta cantidad de técnicos es definida a la cual no se le puede aplicar el concepto de CRUSHING ni FAST TRUCKING, salvo excepciones solicitadas por el área de mantenimiento.

5.5.1.1. HORAS HOMBRE DE MANTENIMIENTO

Tabla 11
Horas hombre de mantenimiento de la flota de camiones

CAMION	MEDICION	MANTTO1	MANTTO2	MANTTO3	MANTTO4	MANTTO5	MANTTO 6	TOTAL
Q-29	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-30	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-31	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-32	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-34	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-35	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-36	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-38	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-39	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-40	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-41	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-42	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-43	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576
Q-95	HORAS HOMBRE	96	96	96	96	96	96	576

Horas hombre de mantenimiento programadas para la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., estas horas hombre de mantenimiento están basadas de acuerdo con la planificación inicial que consta de una programación de horas hombre diarias de 8 horas efectivas de trabajo y de 3 días efectivos para el plan de mantenimiento preventivo PM1. Horas hombre de mantenimiento programadas para la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A., estas horas hombre de mantenimiento están basadas de acuerdo con la planificación inicial que consta de una programación de horas hombre diarias de 8 horas efectivas de trabajo y de 3 días efectivos para el plan de mantenimiento preventivo PM

5.5.1.2. HORAS DE OPERACIÓN

De igual manera que con el cálculo del tiempo medio entre reparaciones (MTTR) en el cálculo del índice de mantenimiento se requiere de las horas operativas de la flota de camiones, estos datos se obtienen de la TABLA 1.

5.5.2. RESULTADOS

La siguiente tabla nos muestra el resultado del índice de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

Tabla 12
Índice de mantenimiento de la flota de camiones

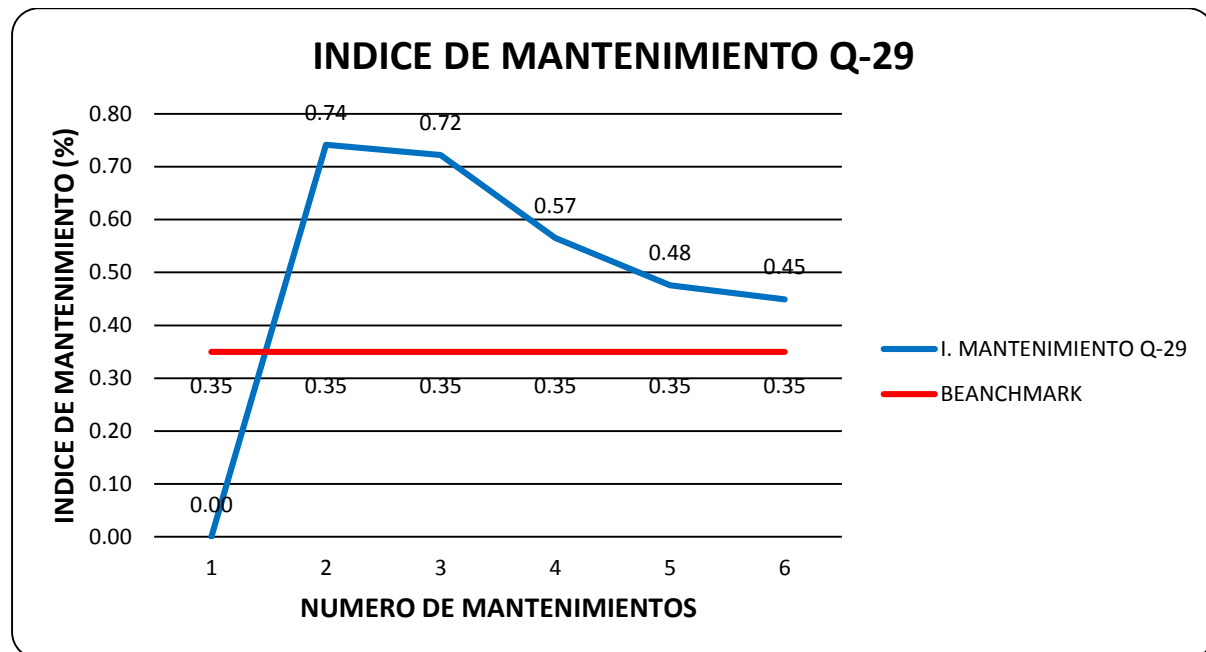
CAMION	INDICE DE MANTENIMIENTO (%)
Q-29	0.45
Q-30	1.04
Q-31	0.50
Q-32	0.40
Q-34	0.60
Q-35	0.39
Q-36	0.85
Q-38	0.40
Q-39	0.85
Q-40	0.39
Q-41	0.40
Q-42	0.42
Q-43	0.40
Q-95	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Índice de mantenimiento de la flota de camiones de la empresa ORICA MINING SERVICE S.A., este índice de mantenimiento nos demuestra la cantidad de esfuerzo requerido para realizar las actividades de mantenimiento preventivo de la flota.

Gráfico 57

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-29



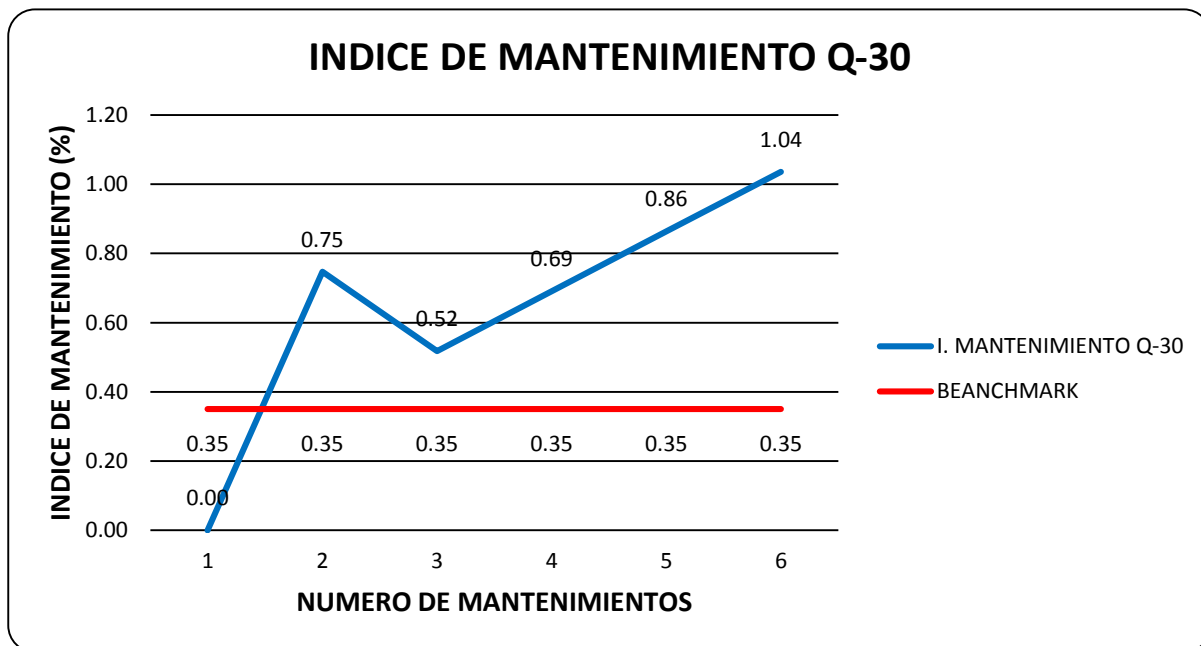
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-29 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.74 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento continuó presentado un crecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.72%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.57%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.48% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.45%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-29 en el año fue de 0.45%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.10%.

Gráfico 58

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-30



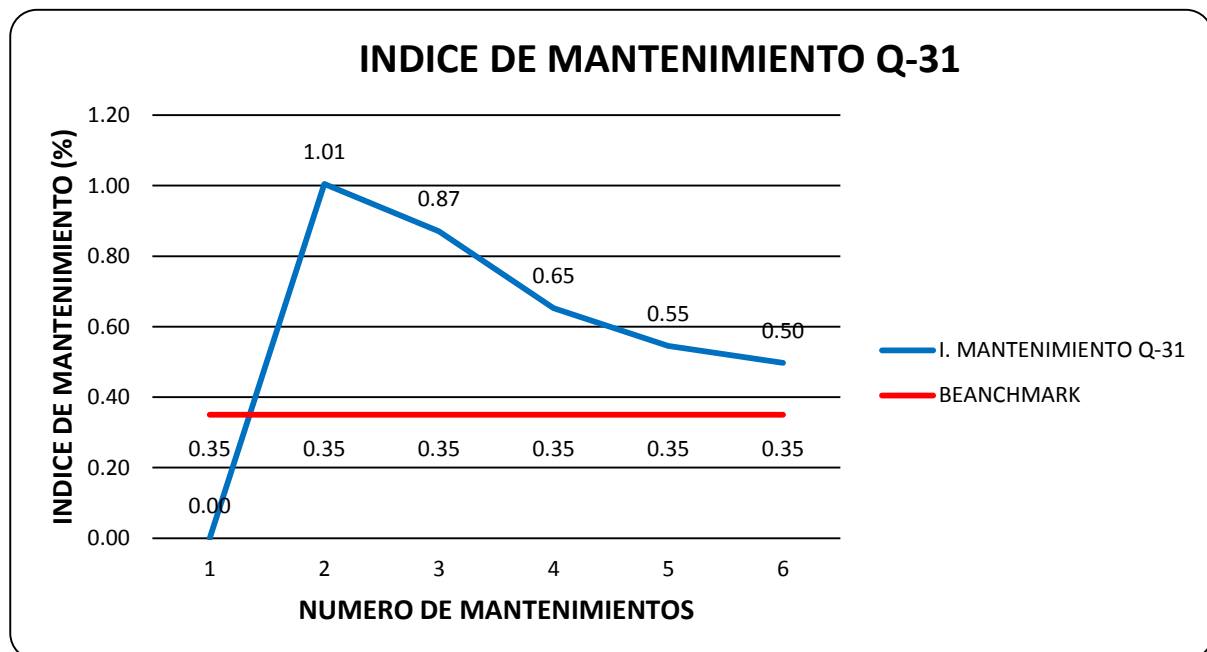
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-30 en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.75 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.52%. Posteriormente en el segundo semestre del año presentó una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.69%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.86% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 1.04%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-30 en el año fue de 1.04%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.69%.

Gráfico 59

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-31



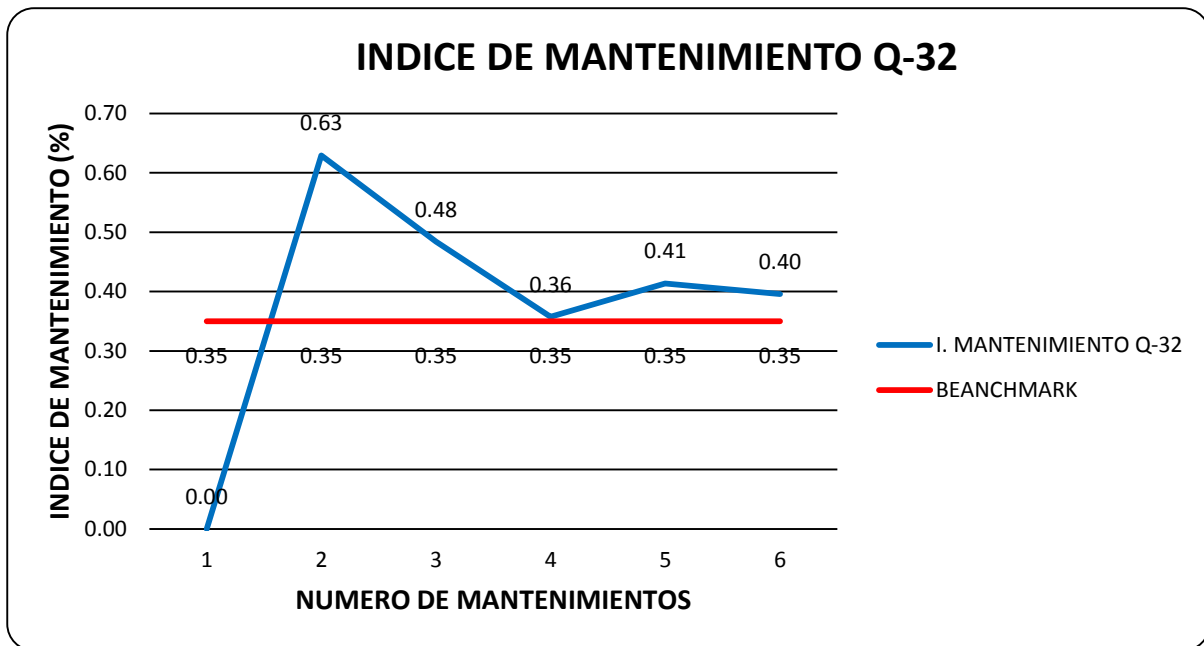
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-31 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 1.01 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.87%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.65%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.55% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.50%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-31 en el año fue de 0.50 %, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.15%.

Gráfico 60

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-32



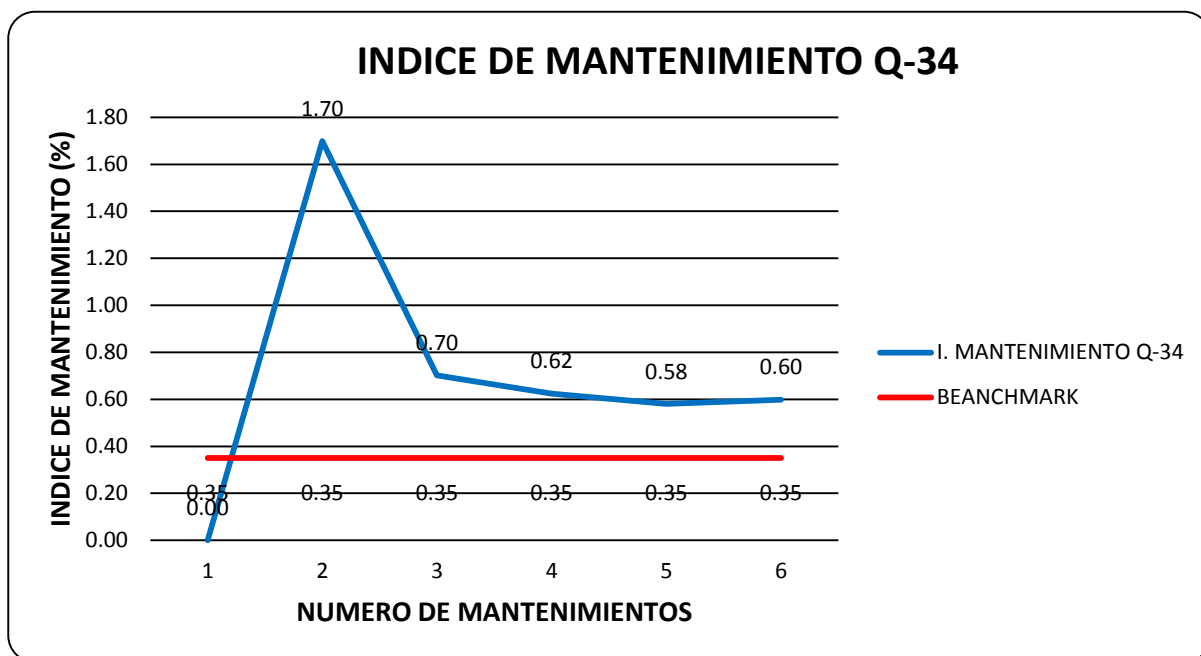
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-32 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.63 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.48%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.36%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.41% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.40%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-32 en el año fue de 0.40 %, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.05%.

Gráfico 61

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-34



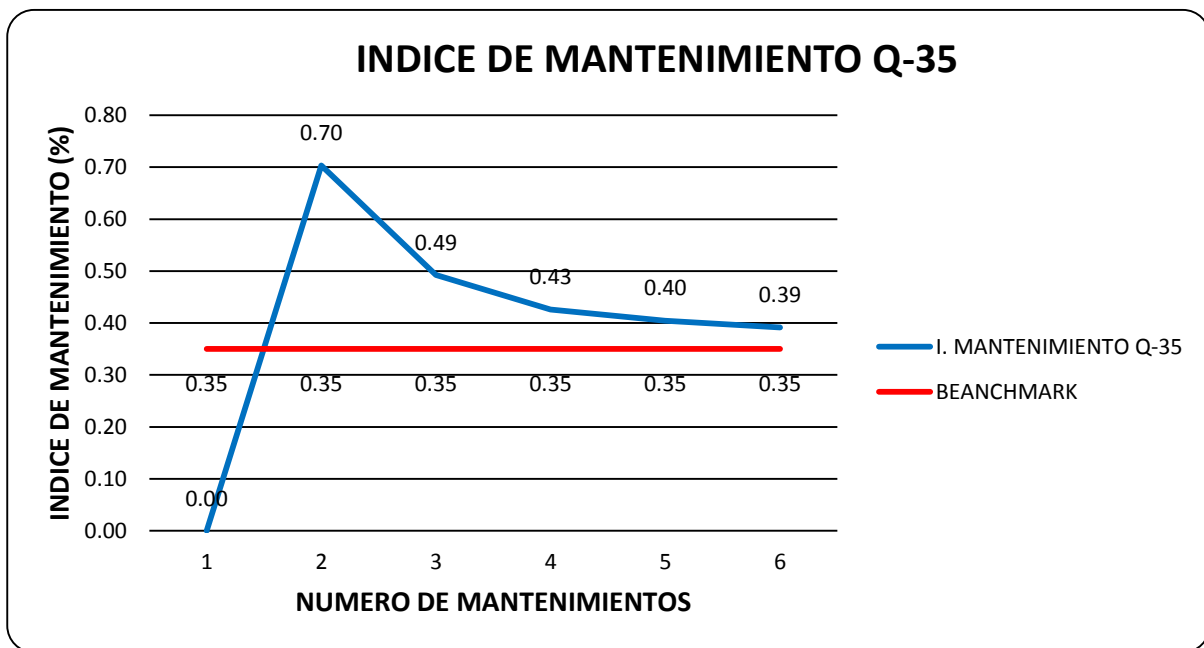
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-34 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 1.70 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.70%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.62%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.58% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.60%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-34 en el año fue de 0.60 %, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.25%.

Gráfico 62

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-35



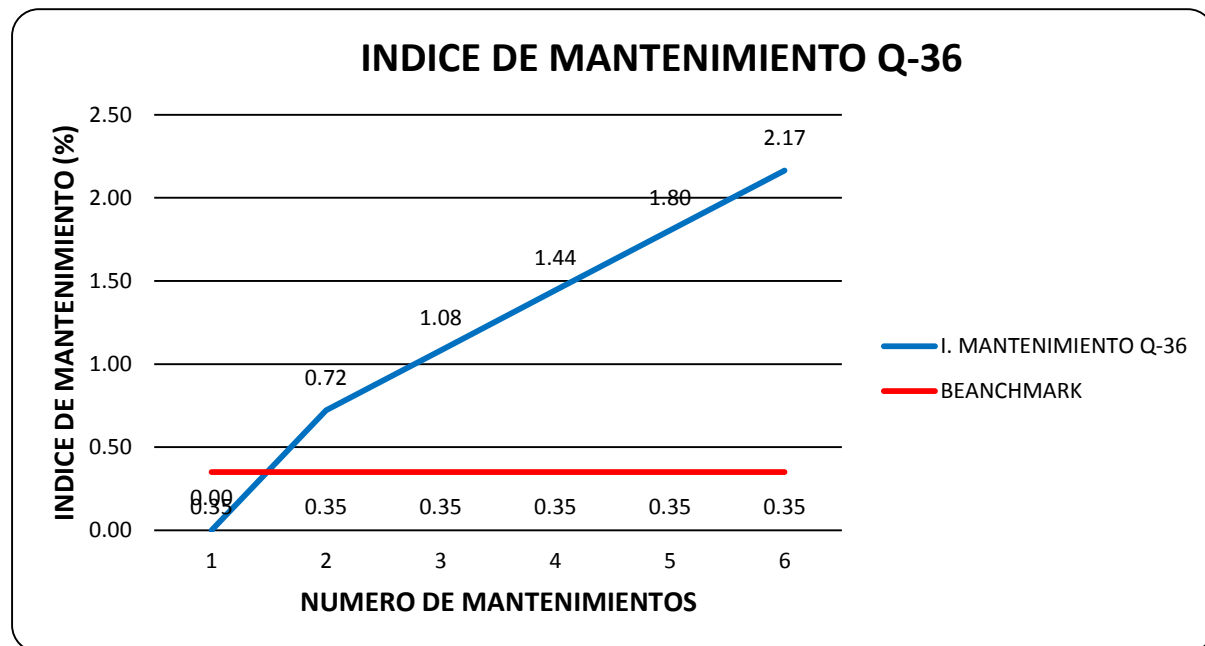
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-35 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.70 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.49%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.43%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.40% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.39%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-35 en el año fue de 0.39%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.04%.

Gráfico 63

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-36



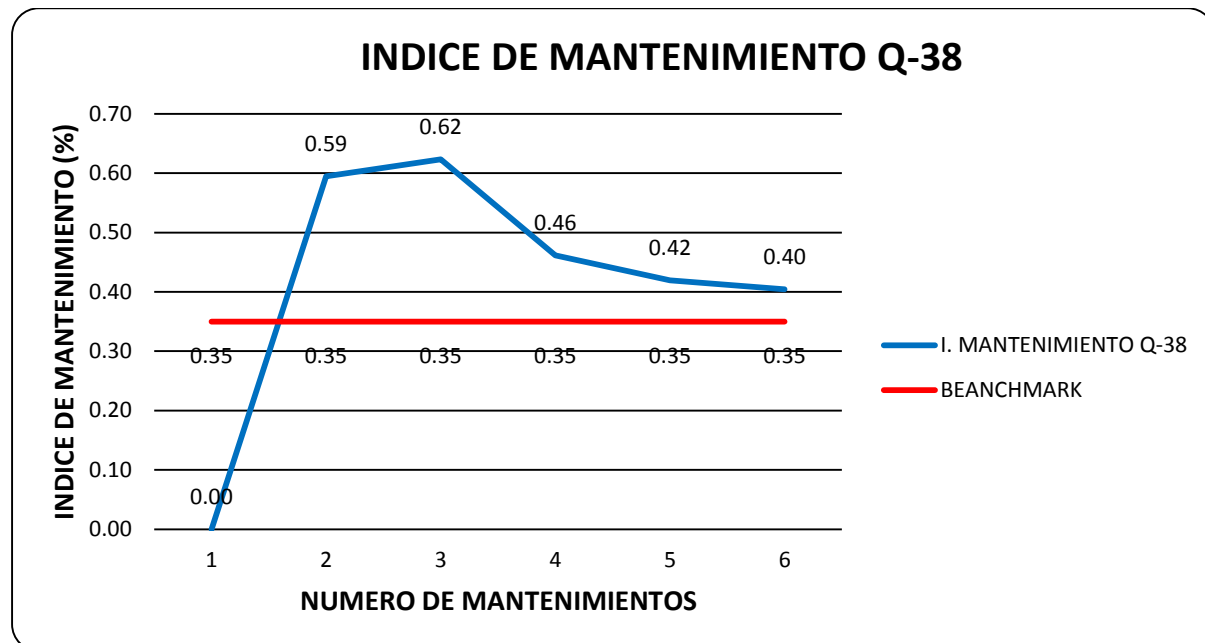
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-36 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.72 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un crecimiento en un % MANTENIMIENTO de 1.08%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 1.44%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 1.80% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 2.17%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-36 en el año fue de 2.17%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 1.82%.

Gráfico 64

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-38



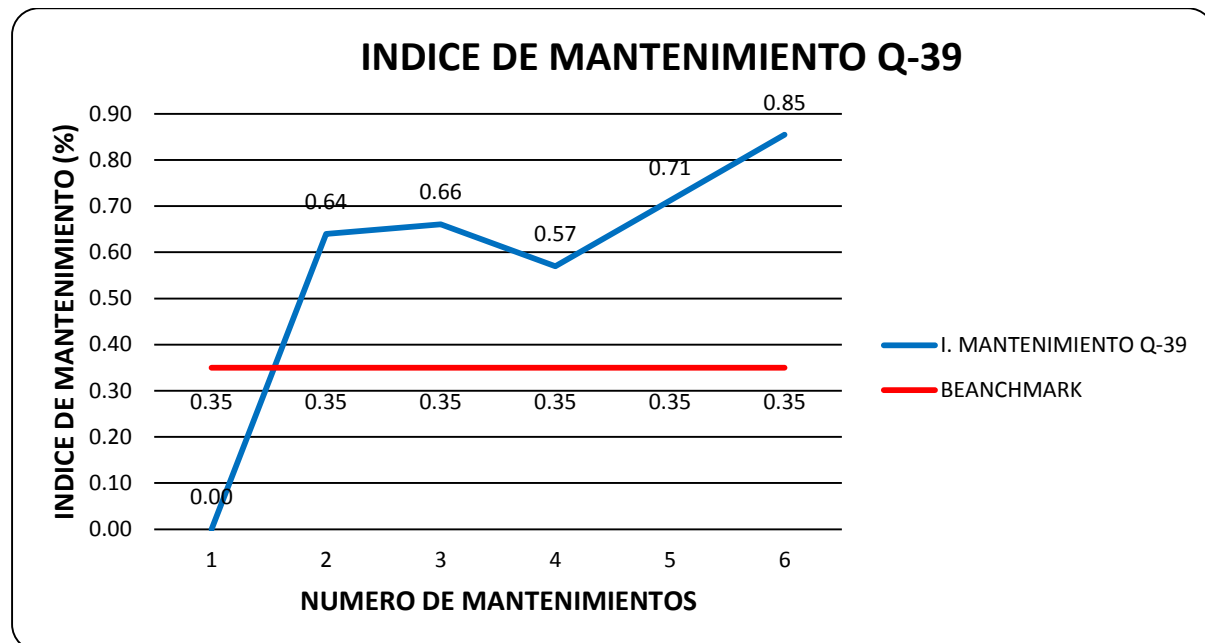
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-38 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.59 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un crecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.62%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia continua de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.46%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.42% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.40%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-38 en el año fue de 0.40%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.05%.

Gráfico 65

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-39



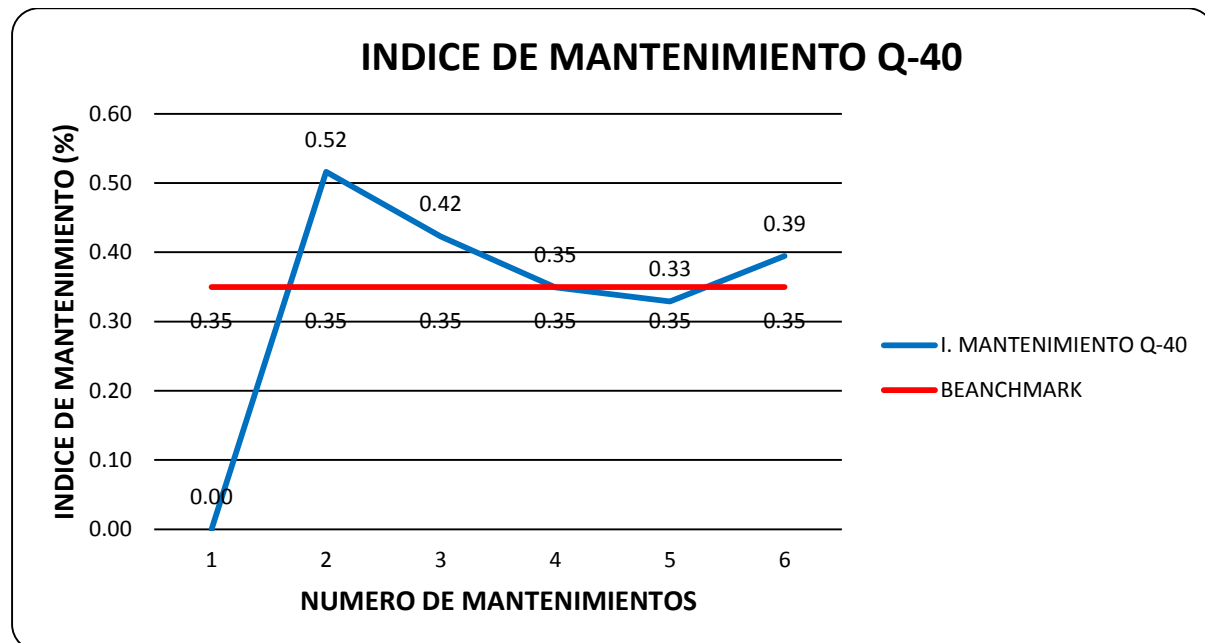
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-39 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.64 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un crecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.66%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.57%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.71% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.85%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-39 en el año fue de 0.85%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.05%.

Gráfico 66

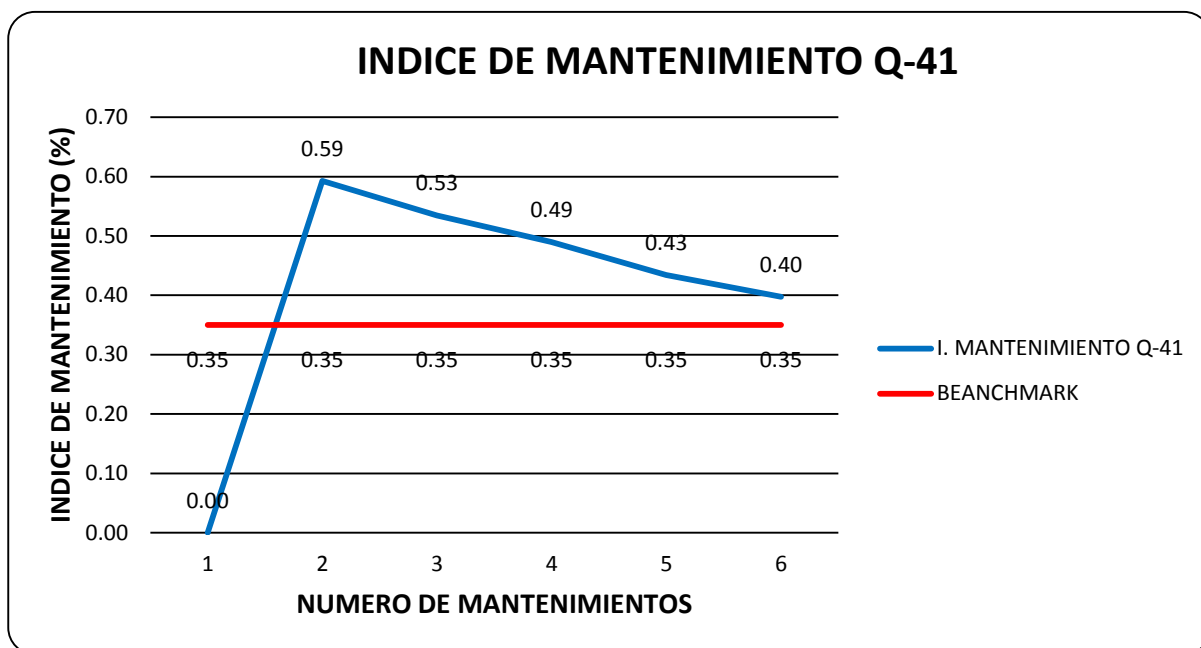
BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-40



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-40 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.52 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un crecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.42%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.35%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.33% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.39%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-40 en el año fue de 0.39%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.04%.

Gráfico 67
BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-41


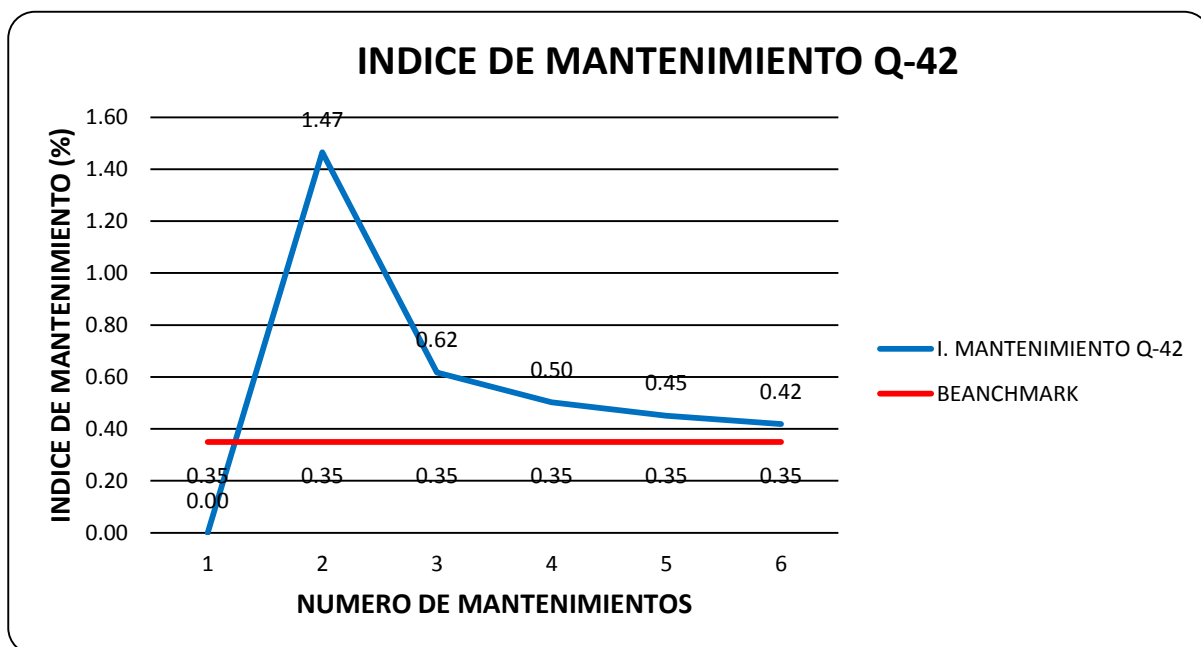
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-41 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.59 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.53%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.49%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.43% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.40%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-41 en el año fue de 0.40%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.05%.

Gráfico 68

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-42



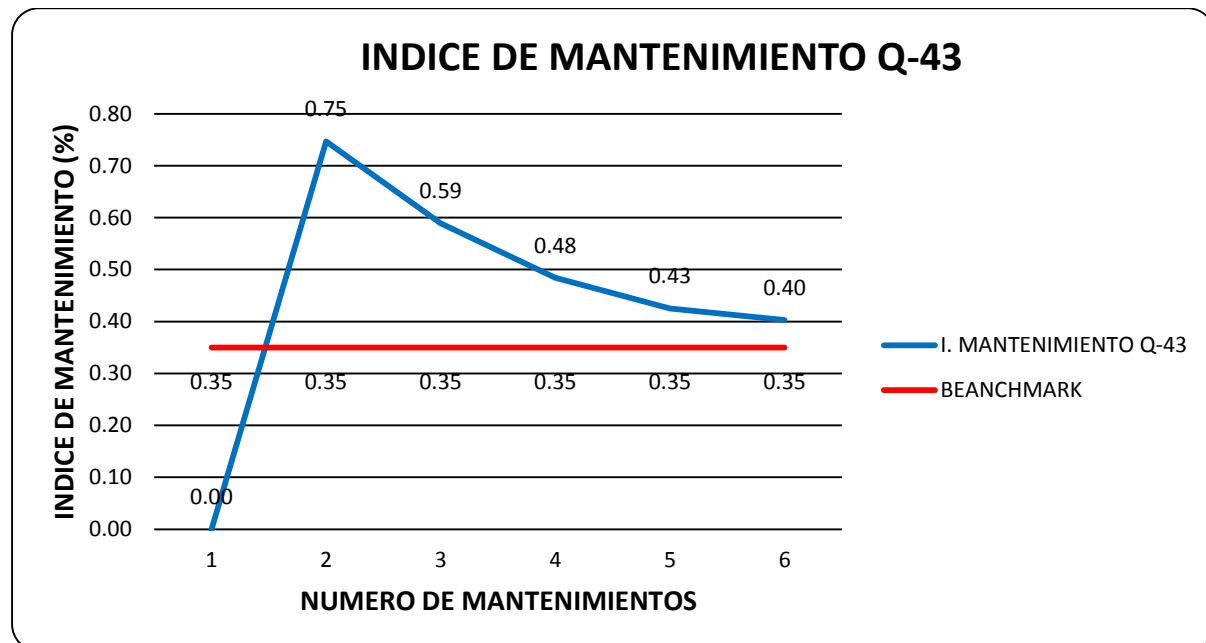
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-42 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 1.47 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.62%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.50%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.45% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.42%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-42 en el año fue de 0.42%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.07%.

Gráfico 69

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-43



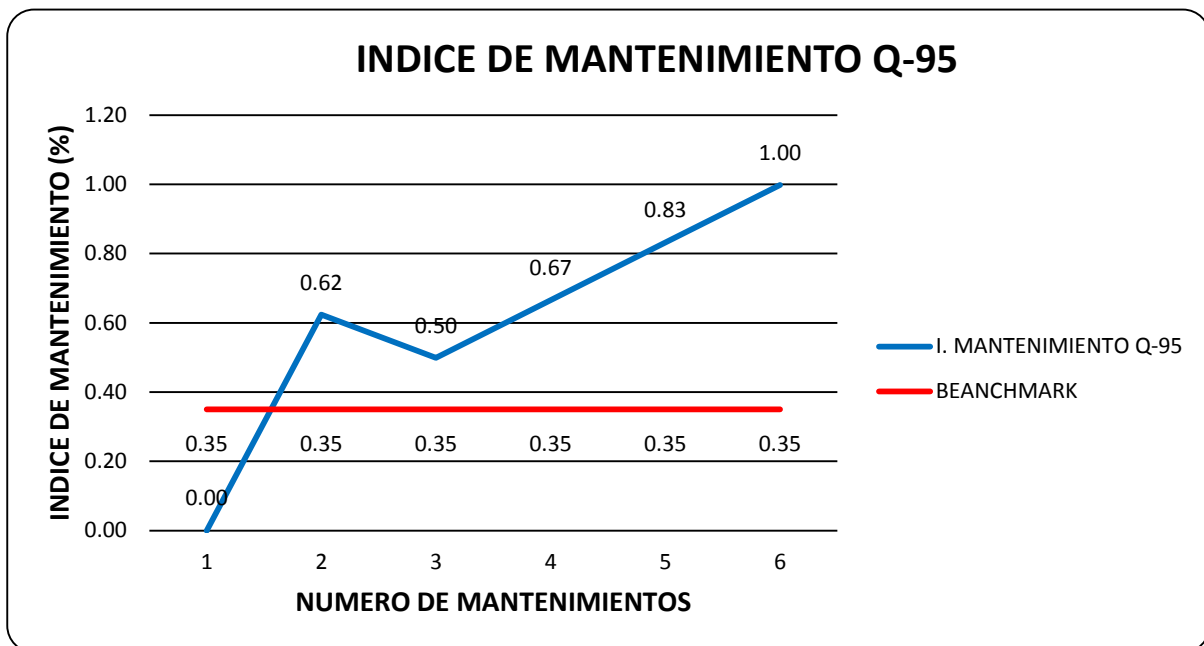
Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-43 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.75 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.59%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.48%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.43% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 0.40%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-43 en el año fue de 0.40%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.05%.

Gráfico 70

BENCHMARK DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO DE Q-95



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento del camión Q-95 en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de enero y el mes de marzo llegando a un % MANTENIMIENTO de 0.62 %, el cual en el mes de mayo o en la tercera parada de mantenimiento presentó un decrecimiento en un % MANTENIMIENTO de 0.50%. Posteriormente en el segundo semestre del año presento una tendencia de decrecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.67%, en el mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento se tuvo un % MANTENIMIENTO de 0.83% para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un % MANTENIMIENTO de 1.00%.

El porcentaje de mantenimiento del camión Q-95 en el año fue de 1.00%, en comparación con un benchmark de 0.35% se presenta una leve desviación de 0.65%.

5.6. UTILIZACIÓN DE ACTIVOS

5.6.1. APLICACIÓN DE INDICADOR

Para poder realizar el cálculo del indicador de utilización de activos requerimos de las horas de operación de la flota de los camiones de ORICA MINIG SERVICE PERU S.A. y un periodo de horas para el cálculo que se le conoce como el total de horas calendario.

5.6.1.1. HORAS DE OPERACIÓN

Las horas de operación de la flota de camiones de ORICA MINING SERVICE S.A. fueron calculadas en la tabla N° Horas operativas o efectivas de la flota de camiones de ORICA MINING SERVICE S.A.

5.6.1.2. TOTAL DE HORAS CALENDARIO

Al realizar el análisis del total de horas calendario, procedemos a definir un periodo de tiempo donde la flota de camiones de ORICA MINIG SERVICE PERU S.A. se encontrarán en operaciones

Tabla 13
Total horas calendario

TOTAL DE HORAS CALENARIO	
1 AÑO x 24 HORAS	8760 HORAS

Fuente: Elaboración Propia

5.6.2. RESULTADOS

La siguiente tabla nos muestra el resultado de la utilización de activos de la flota de camiones fábrica de voladura a lo largo de todo el año 2018.

Tabla 14
Índice de utilización de activos la flota de camiones (%)

CAMION	UTILIZACIÓN DE ACTIVOS (%)
Q-29	14.63
Q-30	6.35
Q-31	13.22
Q-32	16.61
Q-34	10.98
Q-35	16.79
Q-36	3.04
Q-38	16.27
Q-39	7.69
Q-40	16.67
Q-41	16.54
Q-42	15.71
Q-43	16.31
Q-95	6.59

Fuente: Elaboración Propia

Índice de utilización de activos de la flota de camiones de ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

CAPITULO VI

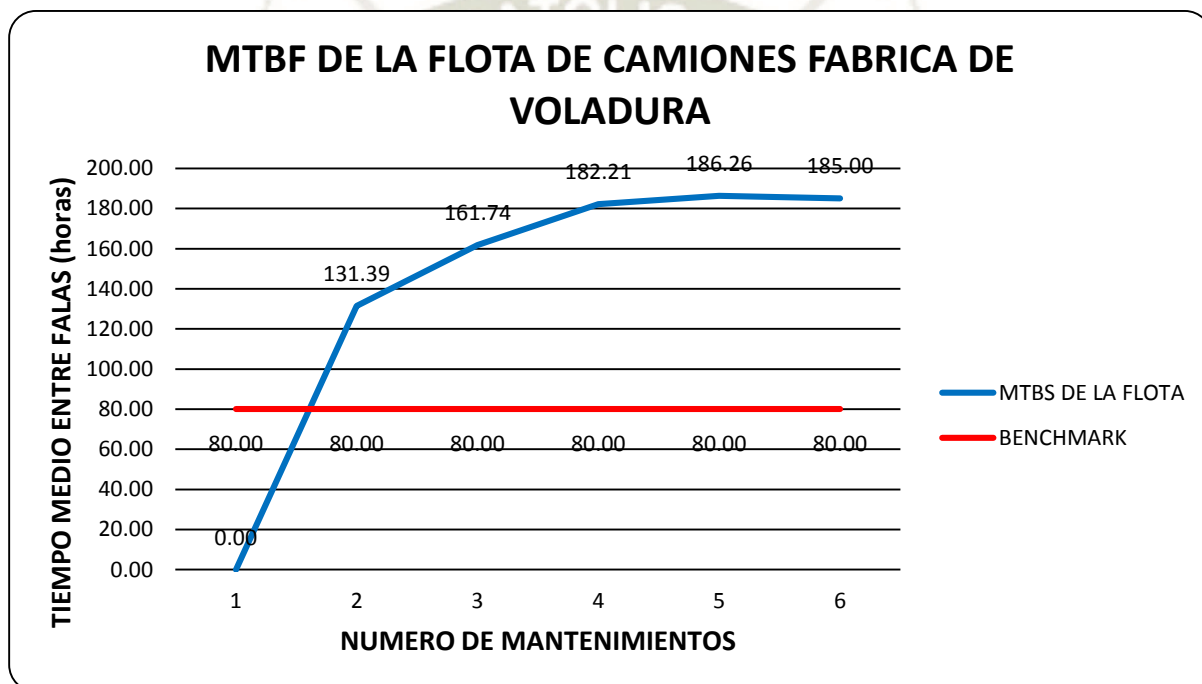
RESULTADOS DE ANALISIS DE INDICADORES

6.1. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) DE LA FLOTA DE CAMIONES

FABRICA DE VOLADURA

Gráfico 71

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA



Se observa el tiempo medio entre paradas de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran operación en Sociedad Minera Cerro Verde en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de Enero y el mes de Marzo llegando a un MTBF de 131.39 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Mayo o en la tercera parada de mantenimiento se continuo incrementando de una forma más constante llegando a un MTBF de 161.74 horas de la flota de camiones fábrica de voladura. Posteriormente en el segundo semestre del año se

continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio o cuarta parada de mantenimiento se obtuvo un MTBF de 182.21 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, llegando al mes de agosto o en la quinta parada de mantenimiento donde se obtuvo un MTBF de 186.26 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, para finalmente culminar el año en el mes de noviembre y última parada de mantenimiento con un MTBF de 185.00 horas de la flota de camiones fábrica de voladura.

El tiempo medio entre paradas de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINIG SERVICE PERU S.A en el año fue de 185.00 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 horas se presenta una gran desviación de 105.00 horas, por tal motivo este indicador nos debela una mala gestión de mantenimiento de la flota de camines fábrica de voladura.

6.1.1. DESVIACIÓN DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Tabla 15
Desviación entre MTBF de la flota de camiones y benchmark

PERIODO	NUMERO DE PARADA DE MANTENIMIENTO	MTBF DE LA FLOTA DE CAMIONES	BENCHMARK DE MTBF	DESVIACIÓN ENTRE MTBF DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK
Enero - Febrero	1	0.00 horas	80.00 horas	-80.00 horas
Marzo - Abril	2	131.39 horas	80.00 horas	+51.39 horas
Mayo - Junio	3	161.74 horas	80.00 horas	+81.74 horas
Julio - Agosto	4	182.21 horas	80.00 horas	+102.21 horas
Setiembre - Octubre	5	186.26 horas	80.00 horas	+106.26 horas
Noviembre - Diciembre	6	185.00 horas	80.00 horas	+105.00 horas

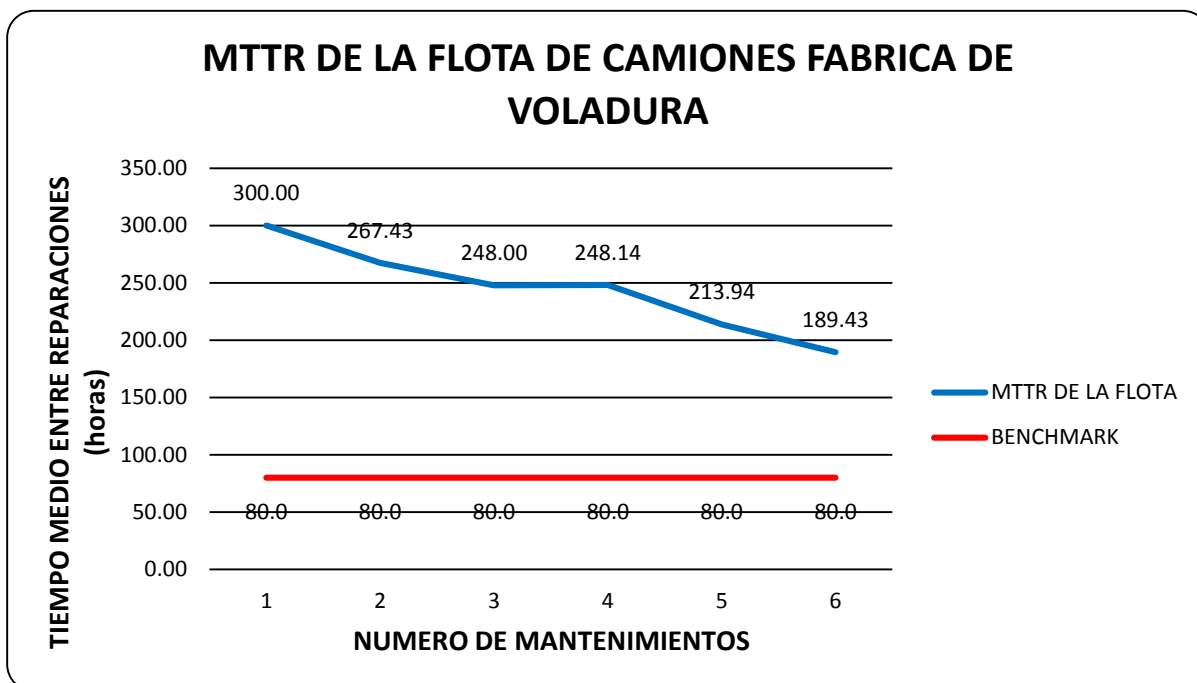
Fuente: Elaboración Propia

Desviación de tiempo medio entre fallas (MTBF) de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

6.2. TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Gráfico 72

TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES (MTTR) DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el tiempo medio entre reparaciones de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran operación en Sociedad Minera Cerro Verde en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento decreciente entre el mes de Enero y Febrero obteniendo un MTTR de 300.00 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Marzo y Abril llego a obtener un MTTR de 267.43 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Mayo y Junio o en la tercera parada de mantenimiento continuo el decrecimiento de una forma más constante llegando a un MTTR de 248.00 horas de la flota de camiones fábrica de voladura. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de decrecimiento ya

que en el mes de Julio y Agosto o cuarta parada de mantenimiento se obtuvo un MTTR de 248.14 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, llegando al mes de Setiembre y Octubre o en la quinta parada de mantenimiento donde se obtuvo un MTTR de 213.94 horas de la flota de camiones fábrica de voladura, para finalmente culminar el año en el mes de Noviembre y Diciembre o última parada de mantenimiento con un MTTR de 189.43 horas de la flota de camiones fábrica de voladura.

El tiempo medio entre paradas de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINIG SERVICE PERU S.A en el año fue de 189.43 horas, en comparación con un benchmark de 80.00 horas se presenta una gran desviación de 109.43 horas, por tal motivo este indicador nos debela una mala gestión de mantenimiento de la flota de camines fábrica de voladura.

6.2.1. DESVIACIÓN DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Tabla 16
Desviación entre MTTR de la flota de camiones y benchmark

PERIODO	NUMERO DE PARADA DE MANTENIMIENTO	MTTR DE LA FLOTA DE CAMIONES	BENCHMARK DE MTTR	DESVIACIÓN ENTRE MTTR DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK
Enero - Febrero	1	300.00 horas	80.00 horas	+220.00 horas
Marzo - Abril	2	267.43 horas	80.00 horas	+187.43 horas
Mayo - Junio	3	248.00 horas	80.00 horas	+168.00 horas
Julio - Agosto	4	248.14 horas	80.00 horas	+168.14 horas
Setiembre - Octubre	5	213.94 horas	80.00 horas	+133.94 horas
Noviembre - Diciembre	6	189.43 horas	80.00 horas	+109.43 horas

Fuente: Elaboración Propia

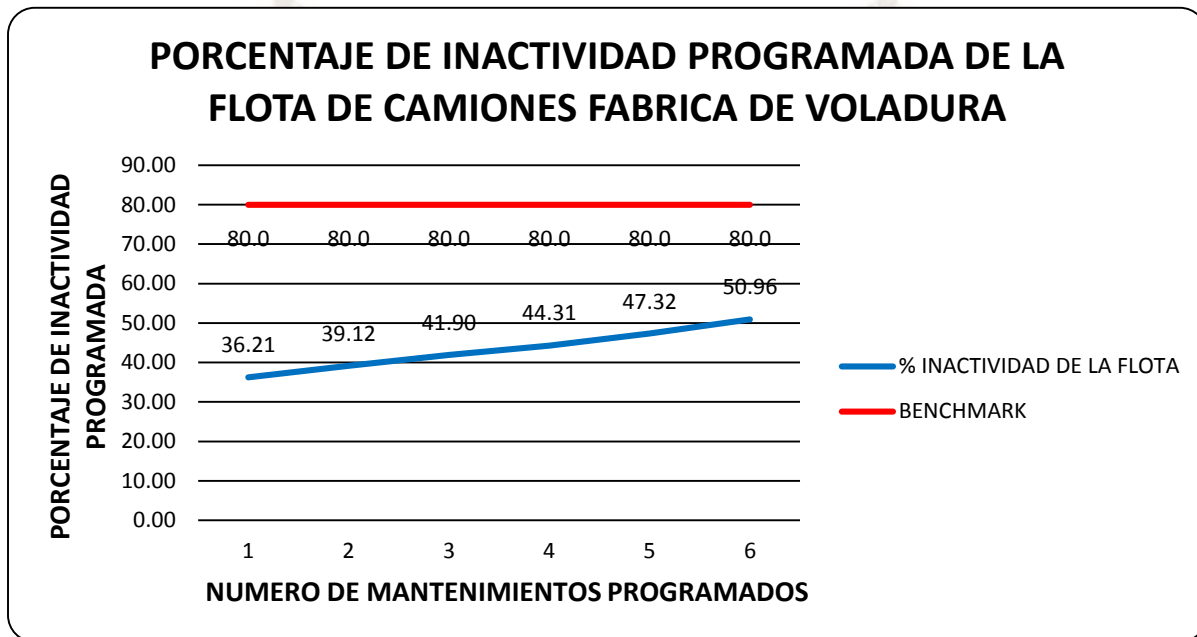
Desviación de tiempo medio entre reparaciones (MTTR) de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

6.3. PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMAD DE LA FLOTA DE CAMIONES

FABRICA DE VOLADURA

Gráfico 73

*PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMAD DE LA FLOTA DE CAMIONES
FABRICA DE VOLADURA*



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el porcentaje de inactividad programada de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran operación en Sociedad Minera Cerro Verde en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de Enero y Febrero obteniendo un % INACTIVIDAD de 36.21% de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Marzo y Abril llego a obtener un % INACTIVIDAD de 39.12% de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Mayo y Junio o en la tercera parada de mantenimiento continuo el crecimiento de una forma más constante llegando a un % INACTIVIDAD de 41.90% de la flota de camiones fábrica de

voladura. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio y Agosto o cuarta parada de mantenimiento se obtuvo un % INACTIVIDAD de 44.31% de la flota de camiones fábrica de voladura, llegando al mes de Setiembre y Octubre o en la quinta parada de mantenimiento donde se obtuvo un % INACTIVIDAD de 47.32% de la flota de camiones fábrica de voladura, para finalmente culminar el año en el mes de Noviembre y Diciembre o última parada de mantenimiento con un % INACTIVIDAD de 50.96% de la flota de camiones fábrica de voladura.

El porcentaje de inactividad programada de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINIG SERVICE PERU S.A en el año fue de 50.96%, en comparación con un benchmark de 80.00 % se presenta una gran desviación de 29.04%, por tal motivo este indicador nos debela una mala gestión de mantenimiento de la flota de camines fábrica de voladura.

6.3.1. DESVIACIÓN DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADA DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Tabla 17

Desviación entre Porcentaje de inactividad programada de la flota de camiones y benchmark

PERIODO	NUMERO DE PARADA DE MANTENIMIENTO	% INACTIVIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES	BENCHMARK DE % INACTIVIDAD	DESVIACIÓN ENTRE % INACTIVIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK
Enero - Febrero	1	36.21%	80.00 %	-43.79%
Marzo - Abril	2	39.12%	80.00 %	-40.88%
Mayo - Junio	3	41.90%	80.00 %	-39.10%
Julio - Agosto	4	44.31%	80.00 %	-35.69%
Setiembre - Octubre	5	47.32%	80.00 %	-32.68%
Noviembre – Diciembre	6	50.96%	80.00 %	-29.04%

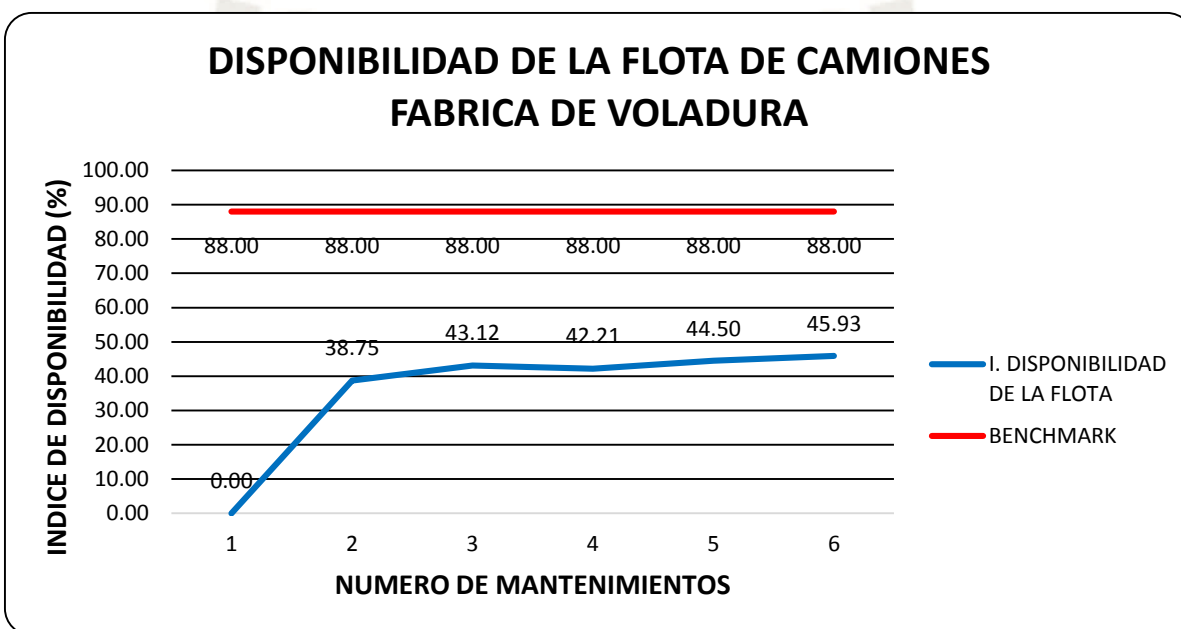
Fuente: Elaboración Propia

Desviación de porcentaje de inactividad programada de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

6.4. DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Gráfico 74

INDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de disponibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran operación en Sociedad Minera Cerro Verde en el cual el primer semestre del año presento un comportamiento creciente entre el mes de Enero y Febrero obteniendo una DISPONIBILIDAD de 0.00% de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Marzo y Abril llego a obtener una DISPONIBILIDAD de 38.75% de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Mayo y Junio o en la tercera parada de mantenimiento continuo el crecimiento de una forma más constante llegando a una DISPONIBILIDAD de 43.12% de la flota de camiones fábrica de voladura. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuo con tendencia de crecimiento ya que en el mes de

Julio y Agosto o cuarta parada de mantenimiento se obtuvo una DISPONIBILIDAD de 42.21% de la flota de camiones fábrica de voladura, llegando al mes de Setiembre y Octubre o en la quinta parada de mantenimiento donde se obtuvo una DISPONIBILIDAD de 44.50% de la flota de camiones fábrica de voladura, para finalmente culminar el año en el mes de Noviembre y Diciembre o última parada de mantenimiento con una DISPONIBILIDAD de 45.93% de la flota de camiones fábrica de voladura.

El porcentaje de inactividad programada de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINIG SERVICE PERU S.A en el año fue de 45.93%, en comparación con un benchmark de 88.00% se presenta una gran desviación de 42.07%, por tal motivo este indicador nos debela una mala gestión de mantenimiento de la flota de camines fábrica de voladura.

6.4.1. DESVIACIÓN DE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Tabla 18

Desviación entre Disponibilidad de la flota de camiones y benchmark

PERIODO	NUMERO DE PARADA DE MANTENIMIENTO	DISPONIBILIDAD LA FLOTA DE CAMIONES	BENCHMARK DE DISPONIBILIDAD	DESVIACIÓN ENTRE DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK
Enero - Febrero	1	0.00%	88.00 %	-88.00%
Marzo - Abril	2	38.75%	88.00 %	-49-25%
Mayo - Junio	3	43.12%	88.00 %	-44.88%
Julio - Agosto	4	42.21%	88.00 %	-45.79%
Setiembre - Octubre	5	44.50%	88.00 %	-43.50%
Noviembre - Diciembre	6	45.93%	88.00 %	-42.07%

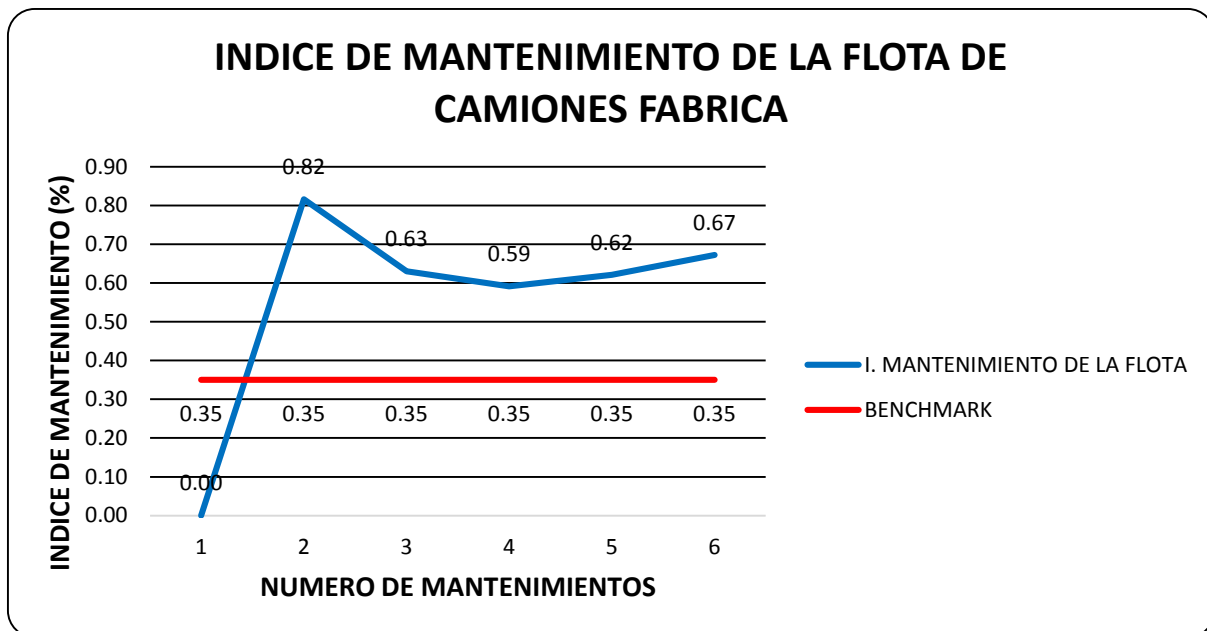
Fuente: Elaboración Propia

Desviación de indicador de disponibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

6.5. INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Gráfico 75

INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA



Fuente: Elaboración Propia

Se observa el índice de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. que se encuentran operación en Sociedad Minera Cerro Verde en el cual el primer semestre del año presentó un comportamiento creciente entre el mes de Enero y Febrero obteniendo un INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.00 de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Marzo y Abril llegó a obtener un INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.82 de la flota de camiones fábrica de voladura, la cual en el mes de Mayo y Junio o en la tercera parada de mantenimiento continuó el decrecimiento de una forma más constante llegando a un INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.63 de la flota de camiones fábrica de voladura. Posteriormente en el segundo semestre del año se continuó con tendencia de crecimiento ya que en el mes de Julio y Agosto o cuarta parada de mantenimiento se obtuvo un

INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.59 de la flota de camiones fábrica de voladura, llegando al mes de Setiembre y Octubre o en la quinta parada de mantenimiento donde se obtuvo un INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.62 de la flota de camiones fábrica de voladura, para finalmente culminar el año en el mes de Noviembre y Diciembre o última parada de mantenimiento con un INDICE DE MANTENIMIENTO de 0.67 de la flota de camiones fábrica de voladura.

El índice de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINIG SERVICE PERU S.A en el año fue de 0.67 en comparación con un benchmark de 0.35 se presenta una gran desviación de 0.32, por tal motivo este indicador nos debela una mala gestión de mantenimiento de la flota de camines fábrica de voladura.

6.5.1. DESVIACIÓN DE INDICE DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FABRICA DE VOLADURA

Tabla 19

Desviación entre Índice de Mantenimiento de la flota de camiones y benchmark

PERIODO	NUMERO DE PARADA DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES	BENCHMARK DE MANTENIMIENTO	DESVIACIÓN ENTRE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES Y BENCHMARK
Enero - Febrero	1	0.00	0.35	-0.35
Marzo - Abril	2	0.82	0.35	-0.47
Mayo - Junio	3	0.63	0.35	-0.28
Julio - Agosto	4	0.59	0.35	-0.24
Setiembre - Octubre	5	0.62	0.35	-0.27
Noviembre - Diciembre	6	0.67	0.35	-0.32

Fuente: Elaboración Propia

Desviación de índice de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A.

6.6. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA DE CAMIONES FÁBRICA DE VOLADURA

Luego del análisis de los indicadores de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura se deben de implementar estrategias de gestión de mantenimiento con la finalidad de mejorar el porcentaje de disponibilidad de la flota, y a su vez mejorar todos los indicadores de mantenimiento que fueron analizados.

Las estrategias de gestión de mantenimiento para la flota mejoraran en un porcentaje ascendente anualmente, ya que con las mejoras que se plantean se proyecta mejorar la disponibilidad de la flota en un 5% en un año y mejorando la disponibilidad de la flota por defecto se mejorara la mantenibilidad y confiabilidad de la flota; es decir; hacer mas confiable los servicios de mantenimiento teniendo la seguridad de uso de las unidades en operación.

Se plantea tres estrategias de mantenimiento que son implementar un nuevo plan de mantenimiento preventivo, implementar un formato de backlogs de las unidades, diseñar una planificación de mantenimiento preventivo y correctivo.

6.6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una de las estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los resultados de los indicadores de mantenimiento es la implementación de un nuevo plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de realizar los mantenimientos de la flota con periodos de tiempo mas cortos.

En la actualidad la empresa ORICA MINING SERVICE S.A. cuenta con un plan de mantenimiento de sus unidades; teniendo como el plan de mantenimiento 1 o PM1 con un

periodo de tiempo de 300 horas, un plan de mantenimiento 2 o PM2 con un periodo de tiempo de 600 horas y un plan de mantenimiento 3 o PM3 con un periodo de tiempo de 1200 horas, se plantea utilizar de igual manera tres planes de mantenimiento teniendo como periodos el plan de mantenimiento 1 PM1 en 250 horas, el plan de mantenimiento 2 PM2 en 500 horas y el plan de mantenimiento PM3 en 1000 horas.

La estrategia al plantear la reducción del periodo en los planes de mantenimiento se debe a que con esta reducción se podrá obtener mejores resultados en los mantenimientos preventivos ya que los equipos no serán exigidos gran cantidad de horas, si bien esta reducción de periodos impacta en la estructura de costos de la empresa, se debe de realizar un estudio de costo beneficio que a la larga concluirá que la flota cuenta con una mejor disponibilidad por lo tanto están en operación mas tiempo y eso genera ganancias a la empresa que en comparativa con el costo de mantenimiento se sigue obteniendo un beneficio. *Ver Anexo 19*

6.6.2. FORMATO DE BACKLOGS

La segunda estrategia de gestión de mantenimiento para mejorar los resultados de los indicadores de mantenimiento es la implementación de un sistema o formato de backlogs con la finalidad de poder programar los trabajos de mantenimiento correctivos en las fechas que se programó los mantenimientos preventivos.

El formato de backlogs se implementa inicialmente realizando una inspección visual a la unidad y tomando nota de todas las desviaciones que presente que no estén consideradas en los planes de mantenimiento preventivo, una vez consignada toda esta información es remitida al área de planeamiento de mantenimiento con la finalidad que esta área

programme las acciones correctivas de la unidad de acuerdo con el tiempo que se encuentra programada la ejecución de acciones preventivas.

La estrategia de mejora al implementar el formato de backlogs es que la unidad no se encuentre detenida en las bahías de mantenimiento por más tiempo del programado por acciones correctivas que se le estén realizando, sino más bien que estas acciones correctivas se programen junto con las acciones preventivas y así el porcentaje de inactividad programada de la unidad será el establecido por el punto de referencia del fabricante.

6.6.3. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

La tercera estrategia de gestión de mantenimiento es la de implementar un sistema más organizado de la planificación de mantenimiento preventivo y correctivo con el objetivo de mejorar los resultados de los indicadores de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura.

Se plantea implementar una planificación de mantenimiento por medio de un sistema look ahead y así poder tener el programa de planificación pasado en tres o cuatro semanas, el programa de planificación actual en la semana en curso y el programa de planificación futuro en tres o cuatro semanas, de igual manera tener todos los datos e historiales de mantenimiento de las unidades.

La estrategia de mejora al implementar un sistema de planificación de mantenimiento por medio de look ahead es tener más a detalle la planificación de mantenimiento y así no cometer errores de planificación o no realizar las

planificaciones que se requiere en las unidades de la flota de camiones fábrica de voladura.

6.6.3.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 250 HORAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 250 HORAS							
CAMION N°	FECHA	HOROMETRO	VERSION 01				
N°	DESCRIPCION	OK	N°	DESCRIPCION	OK		
1	LIMPIEZA GENERAL		4	HIDRAULICA			
1.1	Limpieza exterior del camión fabrica		4.1	Revisar nivel de aceite, verificar estado del visor			
1.2	Limpieza de compartimientos del camion fabrica		4.2	Verificar ausencia de fugas y abolladuras en tanque de aceite hidraulico y conexiones.			
1.3	Limpieza interior de tanques del camion fabrica		4.3	Revisar las crucetas en cardán PTO			
1.4	Descontaminación interior del camion fabrica		4.4	Verificar nivel de aceite de unidad de mantenimiento			
2	ESTRUCTURA Y CHASIS		4.5	Verificar funcionamiento y estado de manómetros			
2.1	Verificar altura (1 ½ ") y reajuste de resortes del sistema de montaje		5	BOMBAS			
2.2	Inspección de pernos de unión entre unidad fabrica y chasis		5.1	Verificar estado de bomba Alwailer o Mono			
2.3	Verificar corrosión, golpes, fugas en tanques		5.2	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba			
2.4	Verificar estado de escaleras, pasarelas, barandas y linea de vida		5.3	Verificar estado de disco de ruptura de 200 PSI			
3	CAMION FABRICA		5.4	Verificar estado de bomba agua			
3.1	Desmontar, verificar y engrasar sist. De giro de brazo de descarga (piñon - cadena/cremallera)		5.5	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba agua			
3.2	Verificar fugas e inspeccionar pernos de fijación de sist. de giro de brazo de descarga		5.6	Verificar estado de bomba petroleo			
3.3	Desmontar, verificar y engrasar anillos de articulación (tornillo vertical y descarga)		5.7	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba petroleo			
3.4	Verificar ausencia de fugas y fijación del pistón de levante		5.8	Verificar estado de bomba Bowie			
3.5	Revisar y engrasar tornillos rodamientos de tornillo de descarga, vertical y principal		5.9	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba Bowie			
3.6	Engrasar eje pivote en brazo de descarga lateral		5.10	Verificar estado de disco de ruptura de 100 PSI			
3.7	Desmontar, verificar billas, empaque y filtro de codo giratorio		5.11	Verificar gaurdas, acoples y spiders de las bombas			
3.8	Verificar pernos de fijación y alineamiento de tornillo descarga y vertical		5.12	Engrase de las bombas del camion fabrica			
3.9	Verificar candados y empaquetaruda de escotillas		6	SISTEMA ELECTRICO			
3.10	Verificar y engrasar carritos del aguilón		6.1	Revisar luces de castillo del camion			
3.11	Verificar y engrasar rodamientos del guiador de manguera		6.2	Revisar luz alta y baja del camion			
3.12	Revisar estado de base y soporte de carrete		6.3	Revisar luz de pertiga			
3.13	Engrasar codo giratorio de ingreso a manguera de bombeable		6.4	Revisar luz de circulina			
3.14	Verificar estado de manguera de descarga de sistema bombeable		6.5	Revisar luz de neblineros			
3.15	Mantenimiento a filtros de gasificado, petroleo y agua		6.6	Revisar luz de emergencia (Intermitentes)			
3.16	Cambiar mangueras de nivel de gasificado, petroleo y agua		6.7	Revisaar luces direccionales			
3.17	Verificar estado de los vibradores		6.8	Revisar luz verde posterior			
3.18	Lubricación de vibradores		6.9	Revisar luces diurnas			
3.19	Cambio de pernos de vibradores		6.10	Revisar luz de freno			

6.6.3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 500 HORAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 500 HORAS									
CAMION N°		FECHA		HOROMETRO		VERSION 01			
N°	DESCRIPCION			OK	N°	DESCRIPCION			OK
1	LIMPIEZA GENERAL				4	HIDRAULICA			
1.1	Limpieza exterior del camión fabrica				4.1	Revisar nivel de aceite, verificar estado del visor			
1.2	Limpieza de compartimientos del camion fabrica				4.2	Verificar ausencia de fugas y abolladuras en tanque de aceite hidraulico y conexiones.			
1.3	Limpieza interior de tanques del camion fabrica				4.3	Revisar las crucetas en cardán PTO			
1.4	Descontaminación interior del camion fabrica				4.4	Verificar nivel de aceite de unidad de mantenimiento			
2	ESTRUCTURA Y CHASIS				4.5	Verificar funcionamiento y estado de manómetros			
2.1	Verificar altura (1 ½") y reajuste de resortes del sistema de montaje				5	BOMBAS			
2.2	Inspección de pernos de unión entre unidad fabrica y chasis				5.1	Verificar estado de bomba Alwailer o Mono			
2.3	Verificar corrosión, golpes, fugas en tanques				5.2	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba			
2.4	Verificar estado de escaleras, pasarelas, barandas y linea de vida				5.3	Verificar estado de disco de ruptura de 200 PSI			
3	CAMION FABRICA				5.4	Cambiar aceite de bomba de solución gasificante			
3.1	Desmontar, verificar y engrasar sist. De giro de brazo de descarga (piñon - cadena/cremallera)				5.5	Verificar estado de bomba agua			
3.2	Verificar fugas e inspeccionar pernos de fijación de sist. de giro de brazo de descarga				5.6	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba agua			
3.3	Desmontar, verificar y engrasar anillos de articulación (tornillo vertical y descarga)				5.7	Verificar estado de bomba petroleo			
3.4	Verificar ausencia de fugas y fijación del pistón de levante				5.8	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba petroleo			
3.5	Cambiar rodamientos (Chumaceras) de tornillo de descarga, vertical y principal				5.9	Cambiar aceite de bomba de agua, bomba de cavidad progresiva.			
3.6	Cambiar conjunto eje-bocina de tornillo de descarga, vertical y principal				5.10	Verificar estado de bomba Bowie			
3.7	Engrasar eje pivote en brazo de descarga lateral				5.11	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba Bowie			
3.8	Desmontar, verificar billas, empaque y filtro de codo giratorio				5.12	Verificar estado de disco de ruptura de 100 PSI			
					5.13	Verificar gaurdas, acoples y spiders de las bombas			
					5.14	Engrase de las bombas del camion fabrica			
3.9	Verificar pernos de fijación y alineamiento de tornillo descarga y vertical				6	SISTEMA ELECTRICO			
3.10.	Verificar candados y empaquetaruda de escotillas				6.1	Revisar luces de castillo del camion			
3.11	Verificar y engrasar carritos del aguilón				6.2	Revisar luz alta y baja del camion			
3.12	Verificar y engrasar rodamientos del guiador de manguera				6.3	Revisar luz de pertiga			
3.13	Revisar estado de base y soporte de carrte				6.4	Revisar luz de circulina			
3.14	Engrasar codo giratorio de ingreso a manguera de bombeable				6.5	Revisar luz de neblineros			
3.15	Verificar estado de manguera de descarga de sistema bombeable				6.6	Revisar luz de emergencia (Intermitentes)			
3.16	Mantenimiento a filtros de gasificado, petroleo y agua				6.7	Revisaar luces direccionales			
3.17	Cambiar mangueras de nivel de gasificado, petroleo y agua				6.8	Revisar luz verde posterior			
3.18	Verificar estado de los vibradores				6.9	Revisar luces diurnas			
3.19	Cambio de pernos de vibradores				6.10.	Revisar luz de freno			

6.6.3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1000 HORAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1000 HORAS						
CAMION N°	FECHA		HOROMETRO			VERSION 01
N°	DESCRIPCION	OK	N°	DESCRIPCION	OK	
1	LIMPIEZA GENERAL		4	HIDRAULICA		
1.1	Limpieza exterior del camión fabrica		4.1	Revisar nivel de aceite, verificar estado del visor		
1.2	Limpieza de compartimientos del camion fabrica		4.2	Verificar ausencia de fugas y abolladuras en tanque de aceite hidraulico y conexiones.		
1.3	Limpieza interior de tanques del camion fabrica		4.3	Revisar las crucetas en cardán PTO		
1.4	Descontaminación interior del camion fabrica		4.4	Cambiar aceite de unidad de mantenimiento		
2	ESTRUCTURA Y CHASIS		4.5	Verificar funcionamiento y estado de manómetros		
2.1	Verificar altura (1 ½") y reajuste de resortes del sistema de montaje		5	BOMBAS		
2.2	Inspección de pernos de unión entre unidad fabrica y chasis		5.1	Verificar estado de bomba Alwailer o Mono		
2.3	Verificar corrosión, golpes, fugas en tanques		5.2	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba		
2.4	Verificar estado de escaleras, pasarelas, barandas y linea de vida		5.3	Verificar estado de disco de ruptura de 200 PSI		
3	CAMION FABRICA		5.4	Cambiar aceite de bomba de solución gasificante		
3.1	Desmontar, verificar y engrasar sist. De giro de brazo de descarga (piñon - cadena/cremallera)		5.5	Verificar estado de bomba agua		
3.2	Verificar fugas e inspeccionar pernos de fijación de sist. de giro de brazo de descarga		5.6	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba agua		
3.3	Desmontar, verificar y engrasar anillos de articulación (tornillo vertical y descarga)		5.7	Verificar estado de bomba petroleo		
3.4	Verificar ausencia de fugas y fijación del pistón de levante		5.8	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba petroleo		
3.5	Cambiar rodamientos (Chumaceras) de tornillo de descarga, vertical y principal		5.9	Cambiar aceite de bomba de agua, bomba de cavidad progresiva.		
3.6	Cambiar conjunto eje-bocina de tornillo de descarga, vertical y principal		5.10	Verificar estado de bomba Bowie		
3.7	Engrasar eje pivote en brazo de descarga lateral		5.11	Verificar fugas, conexiones, pernos abrazaderas de bomba Bowie		
3.8	Desmontar, verificar billas, empaque y filtro de codo giratorio		5.12	Verificar estado de disco de ruptura de 100 PSI		
			5.13	Verificar gaurdas, acoples y spiders de las bombas		
			5.14	Engrase de las bombas del camion fabrica		
3.9	Verificar pernos de fijación y alineamiento de tornillo descarga y vertical		6	SISTEMA ELECTRICO		
3.10.	Verificar candados y empaquetaruda de escotillas		6.1	Revisar luces de castillo del camion		
3.11	Verificar y engrasar carritos del aguilón		6.2	Revisar luz alta y baja del camion		
3.12	Cambiar rodamientos (Chumaceras) del guiador de manguera		6.3	Revisar luz de pertiga		
3.13	Revisar estado de base y soporte de carrte		6.4	Revisar luz de circulina		
3.14	Engrasar codo giratorio de ingreso a manguera de bombeable		6.5	Revisar luz de neblineros		
3.15	Verificar estado de manguera de descarga de sistema bombeable		6.6	Revisar luz de emergencia (Intermitentes)		
3.16	Mantenimiento a filtros de gasificado, petroleo y agua		6.7	Revisaar luces direccionales		
3.17	Cambiar mangueras de nivel de gasificado, petroleo y agua		6.8	Revisar luz verde posterior		
3.18	Verificar estado de los vibradores		6.9	Revisar luces diurnas		
3.19	Cambio de pernos de vibradores		6.10.	Revisar luz de freno		

CONCLUSIONES

- El plan de mantenimiento preventivo de los camiones fábrica de voladura no se cumple en su totalidad, es decir, que en algunos momentos de la investigación presento desviaciones ya que las unidades ingresaban a taller a realizar actividades correctivas y a la vez se realizaba las actividades preventivas planteadas en el plan de mantenimiento y es por eso por lo que la disponibilidad de las unidades es baja, por tal motivo se plantea implementar un plan de mantenimiento preventivo con intervalos de tiempo más reducidos y así garantizar que la disponibilidad de la flota se incremente en un 5% en un periodo de un año.
- La planificación de mantenimiento de los camiones fábrica de voladura no se realiza de forma ordenada ni correcta, ya que en algunos meses de la investigación se tuvo más unidades en taller de mantenimiento que unidades disponibles para entrar en operación, por tal motivo se planea implementar un sistema de planificación de mantenimiento por medio de look ahead y así tener mayor control de las planificación de las unidades al igual que se plantea la implementación de un formato de backlog para tener mejor distribuida la carga de trabajo en las unidades para las futuras planificaciones de mantenimiento.
- El análisis de los indicadores de mantenimiento realizados a la flota de camiones fábrica, nos da una gran desviación de acuerdo con el benchmark establecido por el fabricante de estas unidades ya que el indicador de mantenimiento más resaltante nos da como resultado un índice de disponibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura de

45.93% en el mes de diciembre al finalizar el año de la investigación en comparativa con el benchmark establecido de 88.00% es una gran desviación que requiere una atención mayor.

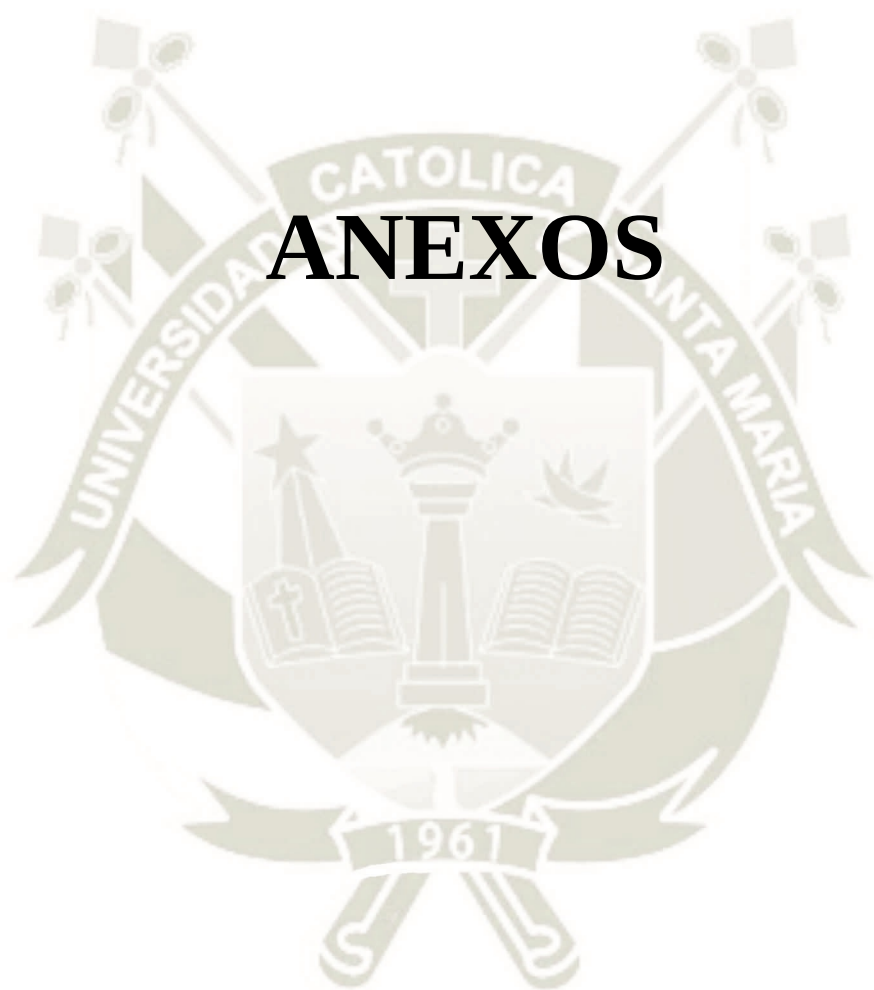
- El índice de mantenibilidad de la flota de camiones fábrica de voladura es de 0.67% en el mes de diciembre al finalizar el año de la investigación en comparativa con el benchmark establecido de 0.35%, lo que nos indica que se hace un sobreesfuerzo por realizar el mantenimiento de la unidad y este sobre esfuerzo se ve reflejado en costos elevados para la empresa por sobre tiempo de personal operativo, gastos mayores de insumos y repuestos, gastos administrativos, etc.
- Luego del análisis de los indicadores de mantenimiento de la flota de camiones fábrica de voladura que se encuentran en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde, se concluye que la flota tiene un bajo índice de confiabilidad debido a que su índice de disponibilidad es bajo y a que las unidades no cuentan con un plan de mantenimiento establecido que se cumpla sino más bien operan hasta fallar.

RECOMENDACIONES

- Implementar un plan de gestión de mantenimiento de los camiones fábrica de voladura de ORICA MINING SERVICE PERU S.A. con la finalidad de contar con un stock adecuado de los repuestos críticos necesarios para el mantenimiento de las unidades y así disminuir el tiempo de inactividad de la flota.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de inspección, reparación, verificación y reemplazo de componentes de la flota de camiones fábrica de voladura, tanto para los sistemas de camión Mack como para los sistemas de fábrica de voladura.
- Implementar un área de mantenimiento predictivo, especialmente de análisis de aceite con el fin de diseñar un plan de lubricación para los sistemas del camión Mack y para los sistemas de fábrica de voladura.
- Elaborar un nuevo sistema de planificación y programación de mantenimiento preventivo de las unidades para garantizar una alta disponibilidad de las unidades en operación en relación con las unidades que se encuentran en taller.
- Realizar un seguimiento mas exhaustivo del cumplimiento de los planes de mantenimiento de la flota de camiones.
- Implementar un formato de backlogs para la flota de camiones fábrica de voladura y así tener un historial de la carga de trabajos pendiente para que puedan ser planificados y programados en los mantenimientos preventivos dependiendo del tiempo que tome cada backlog y así no incurrir en mayores horas en taller, de esta manera se mejorara el índice de disponibilidad.

BIBLIOGRAFIA

- A. Flores, A., & W. McCaherty, J. (2007). *Metrics (KPI'S) to assess process performance*. Estados Unidos: Proprietary Material of Caterpillar Inc.
- H. Mesa Grajales, D., Ortix Sanchez, Y., & Pinzon, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la amntneibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Sistema de informacion cientifica*, 155-160.
- International standard. (2014). *ISO 55000: Asset management - overview, principles and terminology*. Switzerland.
- J. Hung, A. (2009). *Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC*. Venexuela.
- Journal of the Technical University. (2015). *ISSO 22400 KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR SOFTWARE INDUSTRY*. Bulgaria: Fundamental Sciences and Applications.
- LAFRAIA, J. (2001). *Manual de confiabilidad, mantenabilidad y disponibilidad*. Qualitymark.
- The institute of Asset Management . (2008). *PAS 55-1:2008*. Londres: BSI (British Standars Institution).
- Tread Corporation. (s.f.). *Manual de camión fabrica de voladora Unibody*.
- Volvo Group Technician. (s.f.). *1520-Frenos de rueda (incl. freno de disco y leva en z)*.
- Volvo Truck Corporation. (2006). *Informacion de servicio de camiones*. Suecia.
- Volvo Truck Corporation. (s.f.). *Cajas de cambios manuales VT2214B, VT2514B y VT2814B*.
- Volvo Truck Corporation. (s.f.). *Conocimiento del producto - Lanzamiento FM/FH*.



ANEXOS

Anexo 1

BENCHMARK DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

MTBF	EVALUACION / CARACTERISTICAS
290 a 300 horas	Excelente; alto % de inactividad programada; la organización es altamente proactiva
280 a 290 horas	Aceptable; en su mayoría la inactividad es programada, énfasis en el manejo de equipo.
270 a 280 horas	Marginal; más de la mitad de inactividad es programada; manejo de equipo, las disciplinas no son completamente funcionales
260 a 270 horas	Imparcial; < 280 horas de inactividad es programada, mínimo esfuerzo en manejo de equipo
< 260 horas	Pobre; solo el plan de mantenimiento es programado; manejo de equipo, la organización es estrictamente reactivo.

Anexo 2

BENCHMARK DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES

MTTR	EVALUACION / CARACTERISTICAS
80 a 90 horas	Excelente; alto % de inactividad programada; la organización es altamente proactiva
90 a 100 horas	Aceptable; en su mayoría la inactividad es programada, énfasis en el manejo de equipo.
100 a 110 horas	Marginal; más de la mitad de inactividad es programada; manejo de equipo, las disciplinas no son completamente funcionales
110 a 120 horas	Imparcial; < 280 horas de inactividad es programada, mínimo esfuerzo en manejo de equipo
> 130	Pobre; solo el plan de mantenimiento es programado; manejo de equipo, la organización es estrictamente reactivo.

Anexo 3

BENCHMARK DE PORCENTAJE DE INACTIVIDAD PROGRAMADO

% INACTIVIDAD	EVALUACION / CARACTERISTICAS
80% a 100%	Excelente; alto % de inactividad programada; la organización es altamente proactiva
60% a 80%	Aceptable; en su mayoría la inactividad es programada, énfasis en el manejo de equipo.
40% a 60%	Marginal; más de la mitad de inactividad es programada; manejo de equipo, las disciplinas no son completamente funcionales
20% al 40%	Imparcial; < 280 horas de inactividad es programada, mínimo esfuerzo en manejo de equipo
0% al 20%	Pobre; solo el plan de mantenimiento es programado; manejo de equipo, la organización es estrictamente reactivo.

Anexo 4

BENCHMARK DE INDICE DE DISPONIBILIDAD

INDICE DISPONIBILIDAD	EVALUACION / CARACTERISTICAS
85% a 100%	Excelente; alto % de inactividad programada; la organización es altamente proactiva
60% a 85%	Aceptable; en su mayoría la inactividad es programada, énfasis en el manejo de equipo.
40% a 60%	Marginal; más de la mitad de inactividad es programada; manejo de equipo, las disciplinas no son completamente funcionales
20% al 40%	Imparcial; < 280 horas de inactividad es programada, mínimo esfuerzo en manejo de equipo
0% al 20%	Pobre; solo el plan de mantenimiento es programado; manejo de equipo, la organización es estrictamente reactivo.

Anexo 5

BENCHMARK DE INDICE DE MANTENIMIENTO

INDICE DE MANTENIMIENTO	EVALUACION / CARACTERISTICAS
0.30 a 0.35	Excelente; alto % de inactividad programada; la organización es altamente proactiva
0.35 a 0.40	Aceptable; en su mayoría la inactividad es programada, énfasis en el manejo de equipo.
0.40 a 0.45	Marginal; más de la mitad de inactividad es programada; manejo de equipo, las disciplinas no son completamente funcionales
0.45 a 0.50	Imparcial; < 280 horas de inactividad es programada, mínimo esfuerzo en manejo de equipo
> 0.50	Pobre; solo el plan de mantenimiento es programado; manejo de equipo, la organización es estrictamente reactivo.

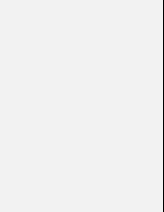
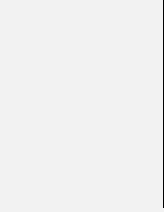
Anexo 6

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-29

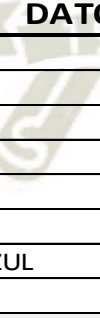
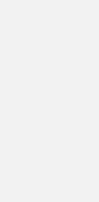
		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 29		
		Q-29		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		D2U-913		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	T800		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2010		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2011		RUEDAS	10
VERSION	AMERICANA		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	MER. PELIGROSA
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	3BKDL4TX2BF290261		PESO BRUTO	38 556 kg
CHASIS	3BKDL4TX2BF290261		PESO NETO	20 294 kg
MOTOR	79696123		CARGA UTIL	18 262 kg
POTENCIA	298.40@1800		LONGITUD	11.63 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.06 m
CILINDRADA	14800		ANCHO	2.59 m

Anexo 7

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-30

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 30		
		Q-30		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		D3A-821		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2011		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION			ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO CELESTE		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18C8CM016850		PESO BRUTO	25 000 kg
CHASIS	1M2AX18C8CM016850		PESO NETO	9 632kg
MOTOR	MP8964564		CARGA UTIL	15 368 kg
POTENCIA	298.40@1800		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	12800		ANCHO	2.60 m

Anexo 8
FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-31

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 31		
		Q-31		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		D2Q-885		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2011		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO AZUL		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18CXC016851		PESO BRUTO	25 000 kg
CHASIS	1M2AX18CXC016851		PESO NETO	9 632 kg
MOTOR	MP8965210		CARGA UTIL	15 368 kg
POTENCIA	298@1950		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	12800		ANCHO	2.60 m

Anexo 9

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-32

		FICHA TECNICA DE UNIDAD	
		DENOMINACIÓN	
		QUADRA 32	
		Q-32	
		OPERACIÓN	
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE	
		CAPACIDAD	
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE	
PLACA DE RODAJE		D3C-875	
			
DATOS DE VEHICULO			
MARCA	MACK	FORMACION	6X4
MODELO	GU813E	EJES	3
CATEGORIA	N3	EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2011	EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012	RUEDAS	10
VERSION	-	ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO	PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL	CARROCERIA	MEZCLAD. MATERIALES EXPL.
DATOS DE MOTOR Y CHASIS			
VIN	1M2AX18C1CM016852	PESO BRUTO	25 000 kg
CHASIS	1M2AX18C1CM016852	PESO NETO	9 632 kg
MOTOR	MP8965242	CARGA UTIL	15 368 kg
POTENCIA	298.00@1950	LONGITUD	8.25 m
CILINDROS	6	ALTURA	2.93 m
CILINDRADA	12800	ANCHO	2.57 m

Anexo 10
FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-34

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 34		
		Q-34		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		D2V-873		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2011		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO AZUL		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18C5CM016854		PESO BRUTO	25 000 kg
CHASIS	1M2AX18C5CM016854		PESO NETO	9 632 kg
MOTOR	MP8965814		CARGA UTIL	15 368 kg
POTENCIA	298.00@1950		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	12800		ANCHO	2.60 m

Anexo 11

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-35

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINCACIÓN		
		QUADRA 35		
		Q-35		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION		
NITRATO DE AMONIO				
AGUA				
COMBUSTIBLE				
PLACA DE RODAJE				
C7Z-794				
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2012		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION			ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO CELESTE		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18C5DM018458		PESO BRUTO	39 989 kg
CHASIS	1M2AX18C5DM018458		PESO NETO	11 609 kg
MOTOR	MP8986036		CARGA UTIL	28 380 kg
POTENCIA	400@1700		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	13000		ANCHO	2.60 m

Anexo 12

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-36

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 36		
		Q-36		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION		
NITRATO DE AMONIO				
AGUA				
COMBUSTIBLE				
PLACA DE RODAJE				
C8T-715				
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2012		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO CELESTE		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL	CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES	
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18C7DM018459		PESO BRUTO	39 989 kg
CHASIS	1M2AX18C7DM018459		PESO NETO	11 609 kg
MOTOR	MP8986145		CARGA UTIL	28 380 kg
POTENCIA	400@1700		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	13000		ANCHO	2.60 m

Anexo 13

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-38

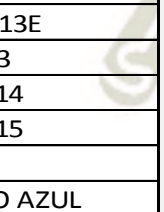
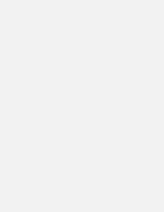
		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 38		
		Q-38		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		C7W-731		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2012		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO CELESTE		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	OTROS USOS ESPECIALES
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18C5DM018461		PESO BRUTO	39 989 kg
CHASIS	1M2AX18C5DM018461		PESO NETO	11 609 kg
MOTOR	MP8986585		CARGA UTIL	28 380 kg
POTENCIA	400@1700		LONGITUD	12.20 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	13000		ANCHO	2.60 m

Anexo 14

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-40

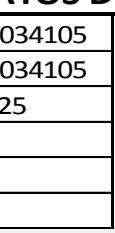
		FICHA TECNICA DE UNIDAD	
		DENOMINACIÓN	
		QUADRA 40	
		Q-40	
		OPERACIÓN	
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE	
		CAPACIDAD	
EMULSION		NITRATO DE AMONIO	
AGUA		COMBUSTIBLE	
PLACA DE RODAJE		D9Z-926	
			
DATOS DE VEHICULO			
MARCA	MACK	FORMACION	6X4
MODELO	GU813E	EJES	3
CATEGORIA	N3	EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2013	EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2012	RUEDAS	10
VERSION	-	ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO	PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL	CARROCERIA	MEZCLAD. MATERIALES EXPL.
DATOS DE MOTOR Y CHASIS			
VIN	1M2AX18C6DM023295	PESO BRUTO	39 917 kg
CHASIS	1M2AX18C6DM023295	PESO NETO	25 420 kg
MOTOR	MP81015857	CARGA UTIL	14 497 kg
POTENCIA		LONGITUD	11.99 m
CILINDROS	6	ALTURA	3.02 m
CILINDRADA		ANCHO	2.57 m

Anexo 15
FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-41

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 41		
		Q-41		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		AJX-849		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2014		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2015		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO AZUL		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	EXPLOSIVOS
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX18CXFM028485		PESO BRUTO	39 800 kg
CHASIS	1M2AX18CXFM028485		PESO NETO	22 430 kg
MOTOR	MP81062389		CARGA UTIL	17 370 kg
POTENCIA	298@1950		LONGITUD	12.00 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.35 m
CILINDRADA	12800		ANCHO	2.60 m

Anexo 16

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-42

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 42		
		Q-42		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
PLACA DE RODAJE		ALM-734		
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	GU813E		EJES	4
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2015		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2014		RUEDAS	10
VERSION	-		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO CELESTE		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	CARGA
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	1M2AX16C9GM034105		PESO BRUTO	32 000 kg
CHASIS	1M2AX16C9GM034105		PESO NETO	24 494 kg
MOTOR	MP81122225		CARGA UTIL	7 506 kg
POTENCIA			LONGITUD	12.7 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.1 m
CILINDRADA	12800		ANCHO	2.578 m

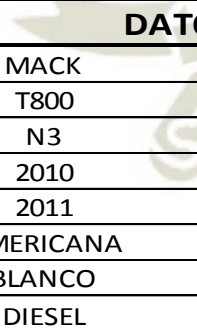
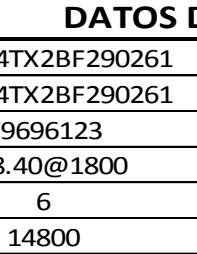
Anexo 17

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-43

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 43		
		Q-43		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
EMULSION				
NITRATO DE AMONIO				
AGUA				
COMBUSTIBLE				
PLACA DE RODAJE				
ALC-744				
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MERCEDES BENZ		FORMACION	8X4
MODELO	ACTROS 4144K		EJES	4
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2014		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2013		RUEDAS	12
VERSION	ALEMANA		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO AZUL		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	EXPLOSIVOS
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	WD3NHAAAXFL875387		PESO BRUTO	48 000 kg
CHASIS	WD3NHAAAXFL875387		PESO NETO	34 346 kg
MOTOR	541946C0944653		CARGA UTIL	13 654 kg
POTENCIA	-		LONGITUD	11.675 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.10 m
CILINDRADA	11946		ANCHO	2.50 m

Anexo 18

FICHA TECNICA DE UNIDAD Q-95

		FICHA TECNICA DE UNIDAD		
		DENOMINACIÓN		
		QUADRA 95		
		Q-95		
		OPERACIÓN		
		SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE		
		CAPACIDAD		
		EMULSION NITRATO DE AMONIO AGUA COMBUSTIBLE		
		PLACA DE RODAJE		
DL-GL*44 (CHILE)				
				
DATOS DE VEHICULO				
MARCA	MACK		FORMACION	6X4
MODELO	T800		EJES	3
CATEGORIA	N3		EJE 1	DOBLE NEUMATICO
AÑO DE FAB	2010		EJE 2	DOBLE NEUMATICO
AÑO MODELO	2011		RUEDAS	10
VERSION	AMERICANA		ASIENTOS	2
COLOR	BLANCO		PASAJEROS	1
COMBUSTIBLE	DIESEL		CARROCERIA	MER. PELIGROSA
DATOS DE MOTOR Y CHASIS				
VIN	3BKDL4TX2BF290261		PESO BRUTO	38 556 kg
CHASIS	3BKDL4TX2BF290261		PESO NETO	20 294 kg
MOTOR	79696123		CARGA UTIL	18 262 kg
POTENCIA	298.40@1800		LONGITUD	11.63 m
CILINDROS	6		ALTURA	4.06 m
CILINDRADA	14800		ANCHO	2.59 m