

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PARA LA MEJORA DE LA OPERATIVIDAD DE LA FLOTA DE
MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LA EMPRESA DCR
MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. DE
AREQUIPA - PERÚ

TESIS

Presentada por:

Bach. Jaime Santisteban Cáceres

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA
OPERATIVIDAD DE LA FLOTA DE MAQUINARIA
Y EQUIPOS DE LA EMPRESA DCR MINERÍA
Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. DE
AREQUIPA – PERÚ**

Tesis sustentada por Bach. Jaime Santisteban Caceres, aprobada el 21 de diciembre del 2017, el jurado calificador estuvo integrado por:

PRESIDENTE

.....
Ing. Víctor Juan Malpartida Arrieta

SECRETARIO

.....
Ing. Carlos Aurelio Garván Gamarra

VOCAL

.....
Ing. Daniel Cardenas García

ASESOR

.....
Dr. Jesús Plácido Medina Salas

DEDICATORIA

*Dedico mi trabajo a mis padres
Modesto Santisteban Rivas, Tomasa
Cáceres Escobedo y mis hermanos
quienes siempre me han apoyado, a
quienes les debo mi logro y realización
como persona y profesional.*

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la escuela de Ingeniería Mecánica, por haber brindado sus enseñanzas y experiencias; fortaleciendo mi espíritu profesional, vocacional y de servicio al desarrollo industrial de mi comunidad y país.

A DCR Minería y Construcción, por darme el tiempo necesario para realizar este trabajo, por poner a mi disposición los recursos necesarios para la investigación y desarrollo de la misma de manera incondicional.

CONTENIDO

<i>DEDICATORIA</i>	iii
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
RESUMEN	xxvi
ABSTRACT	xxvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. Descripción del problema	5
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo general	9
1.2.2. Objetivos específicos	9
1.3. Justificación del estudio	9
1.3.1. Justificación técnica	10
1.3.2. Justificación económica	12
1.4. Alcance y limitaciones	13
1.5. Hipótesis general	13

1.6	Hipótesis específicas	13
1.7	Operacionalización de variables	14
1.8	Aspectos metodológicos	15
1.8.1	Tipo de investigación	15
1.8.2	Método de investigación	16
1.8.3	Población y muestra	16
1.9	Metodología utilizada	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		19
2.1.	Sistema de gestión	19
2.2.	Planificación estratégica	19
2.2.1.	La visión	19
2.2.2.	La misión	20
2.2.3.	Factores críticos de éxito	20
2.2.4.	Análisis FODA	20
2.2.5.	Formulación de estrategias	20
2.3.	Mantenimiento	22
2.3.1.	¿Qué es el mantenimiento?	22
2.3.2.	Objetivo del mantenimiento	22
2.3.3.	Tipos de mantenimiento	22
2.3.3.1.	Mantenimiento correctivo	22
2.3.3.2.	Mantenimiento preventivo	23

2.3.3.3. Mantenimiento predictivo	23
2.3.4. Estrategias de mantenimiento	23
2.3.4.1. Estrategia correctiva	24
2.3.4.2. Estrategia sistemática	24
2.3.4.3. Estrategia condicional	25
2.3.4.4. Estrategia de alta disponibilidad	26
2.3.4.5. Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad	26
2.3.5. Curva de Davies o curva de la bañera	27
2.3.6. Fallas	29
2.3.6.1. Concepto de falla	29
2.3.6.2. Tipos de falla	29
2.3.6.3. Origen de las fallas	30
2.3.6.4. Modo de falla	31
2.3.6.5. Efecto de falla	31
2.3.7. Análisis de modo y efectos de falla (AMEF)	31
2.3.8. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM	32
2.3.9. Monitoreo de condiciones	33
2.3.10. Backlog	35
2.3.11. Análisis de criticidad	37
2.3.12. Análisis de causa raíz (ACR)	40
2.3.13. Análisis del costo de ciclo de vida de un equipo LCCA	41

2.3.14. Planeación del mantenimiento	42
2.3.15. Programación del mantenimiento	43
2.3.16. Indicadores de mantenimiento	44
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	47
3.1. Descripción de la empresa	47
3.1.1. Descripción general de la empresa	47
3.1.2. Estructura organizacional	48
3.1.3. Proceso productivo	50
3.1.4. Servicios	52
3.2. Metodología	53
3.2.1. Recolección de información	54
3.2.2. Resultados de encuestas y entrevistas aplicadas	54
3.3. Diagnóstico estratégico	64
3.3.1. Misión de la empresa	64
3.3.2. Visión de la empresa	64
3.3.3. Análisis FODA	65
3.4. Gestión administrativa del mantenimiento	67
3.4.1. Estructura organizativa	67
3.4.2. Gestión del proceso de mantenimiento	72
3.4.2.1. Planificación y programación de mantenimiento	72
3.4.2.2. Documentos y flujos de información	72

3.4.2.3. Control del mantenimiento	73
3.4.3. Análisis de la ubicación y distribución del área de mantenimiento	74
3.4.4. Análisis de vehículos y equipos	77
3.4.5. Gestión del talento humano	88
3.4.6. Indicadores de mantenimiento	89
3.5. Conclusiones	90
CAPÍTULO IV: PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	93
4.1. Diseño del modelo estratégico	93
4.2. Visión y misión de DCR Minería y Construcción S.A.C.	94
4.2.1. Objetivos	94
4.2.2. Factores críticos de éxito	95
4.2.3. Formulación de estrategias	96
4.2.3.1. Estrategias competitivas genéricas	96
4.3. Análisis estratégico del área de mantenimiento	97
4.3.1. Misión del área de mantenimiento	97
4.3.2. Visión del área de mantenimiento	97
4.3.3. Objetivos del área de mantenimiento	97
4.3.4. Factores críticos de éxito del área de mantenimiento	98
4.3.5. Formulación de estrategias del área de mantenimiento	99

4.3.5.1. Matriz FODA	99
CAPÍTULO V: DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	101
5.1. Metodología	101
5.2. Modelo de gestión de mantenimiento	101
5.2.1. Análisis de la situación actual	104
5.2.2. Jerarquización de equipos y análisis de criticidad	104
5.2.3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto y análisis de causa raíz	110
5.2.4. Planificación del mantenimiento	134
5.2.5. Programación del mantenimiento	136
5.2.6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento	138
5.2.6.1. Rendimiento y costo de neumáticos	138
5.2.6.2. Costos de mantenimiento	142
5.2.6.3. Indicadores de mantenimiento	142
5.2.7. Análisis de ciclo de vida y renovación de equipos	146
5.3. Estructura organizacional de mantenimiento	152
5.3.1. Manual de organización y funciones	155
5.4. Políticas y estrategias de mantenimiento	158
5.4.1. Políticas de mantenimiento	158
5.4.2. Estrategias de ejecución del mantenimiento	160

5.5.	Administración del mantenimiento	162
5.5.1.	Documentación de mantenimiento	162
5.5.1.1.	Ficha técnica de equipo	164
5.5.1.2.	Solicitud de trabajo	164
5.5.1.3.	Checklist de mantenimiento	166
5.5.1.4.	Informe de mantenimiento	168
5.5.1.5.	Orden de trabajo	180
5.5.1.6.	Requerimiento de materiales y/o servicios	182
5.5.1.7.	Checklist de despacho de equipos	182
5.5.1.8.	Informe de auxilio mecánico	184
5.5.1.9.	Hoja de vida del equipo	185
5.6.	Costos de mantenimiento	186
5.6.1.	Costos de mano de obra	186
5.6.2.	Costos de mantenimiento preventivo equipo pesado	188
5.6.3.	Costo de mantenimiento preventivo equipo liviano	189
5.7.	Seguridad y salud ocupacional	190
5.8.	Programa de manejo de aceites lubricantes usados	192
5.8.1.	Problemática ambiental	192
5.8.2.	Manejo de aceites lubricantes usados	195
5.8.3.	Plan de contingencias	200

CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE	
MANTENIMIENTO	204
6.1. Proceso de implementación del sistema de gestión de	
mantenimiento	204
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA	207
7.1. Cálculo de costos	207
7.2. Cálculo de beneficios	208
CONCLUSIONES	210
RECOMENDACIONES	213
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	216
ANEXOS	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables.	15
Tabla 2.	Matriz FODA para la formulación de estrategias.	21
Tabla 3.	Escala de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección.	39
Tabla 4.	Matriz FODA (fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades).	66
Tabla 5.	Clasificación de equipos de la flota de DCR.	77
Tabla 6.	Flota de equipo pesado CATERPILLAR.	81
Tabla 7.	Flota de equipo liviano camión volquete, tractos y cisternas.	82
Tabla 8.	Flota de equipos semiremolque.	82
Tabla 9.	Flota de vehículos de transporte de personal.	83
Tabla 10.	Escalas de recorrido de equipos según marca.	86
Tabla 11.	Matriz FODA y estrategias del área de mantenimiento.	100
Tabla 12.	Descomposición de excavadora hidráulica 374DL.	105
Tabla 13.	Criticidad de la flota de equipos de DCR.	106
Tabla 14.	Criticidad a nivel de sistemas – excavadora 374DL.	108

Tabla 15.	Criticidad a nivel de subsistemas – excavadora 374DL.	109
Tabla 16.	Análisis de modo y efectos de falla del sistema de Combustible.	117
Tabla 17.	Cálculo del nivel de prioridad de riesgo (NPR).	120
Tabla 18.	Consecuencias de los modos de falla.	121
Tabla 19.	Hoja de decisión RCM.	122
Tabla 20.	Tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo.	128
Tabla 21.	Plan de mantenimiento preventivo.	135
Tabla 22.	Programa de mantenimiento preventivo.	137
Tabla 23.	Rendimientos de neumáticos -frente Inmaculada.	140
Tabla 24.	Costo \$/hora de neumáticos - frente Inmaculada.	141
Tabla 25.	Evaluación para alternativa CATERPILLAR.	147
Tabla 26.	Evaluación para alternativa KOMATSU.	147
Tabla 27.	Análisis costo de ciclo de vida para excavadora CATERPILLAR.	148
Tabla 28.	Análisis costo de ciclo de vida para excavadora KOMATSU.	148
Tabla 29.	Prioridades de trabajos de mantenimiento.	160
Tabla 30.	Informe de mantenimiento preventivo excavadora hidráulica.	169

Tabla 31.	Checklist de mantenimiento preventivo excavadora hidráulica.	170
Tabla 32.	Evaluación de tren de rodamiento excavadora hidráulica.	171
Tabla 33.	Inspección visual para excavadora hidráulica AT-1.	172
Tabla 34.	Inspección técnica para excavadora hidráulica AT-2.	174
Tabla 35.	Costo de mano de obra en frentes.	186
Tabla 36.	Costo de mano de obra en taller Arequipa	187
Tabla 37.	Costo de mantenimiento preventivo excavadora 374DL.	188
Tabla 38.	Costo de mantenimiento preventivo camión tracto.	189
Tabla 39.	Costo de mantenimiento preventivo camión volquete.	189
Tabla 40.	Costos para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento.	207
Tabla 41.	Beneficios esperados por la mejora de disponibilidad de equipos – frente Inmaculada.	208
Tabla 42.	Beneficios esperados por reducción de costos de mantenimiento preventivo - frente Inmaculada.	209
Tabla 43.	Evaluación económica para la implementación del Sistema de gestión de mantenimiento.	209

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Curva de la bañera, tendencia histórica.	27
Figura 2.	Curva de la bañera, tendencia actual.	28
Figura 3.	Variantes de la curva de la bañera.	29
Figura 4.	Ciclo de administración del backlog.	36
Figura 5.	Ciclo de vida de un activo.	41
Figura 6.	Subproceso de planificación.	42
Figura 7.	Subproceso de programación.	43
Figura 8.	Organigrama general de DCR Minería y Construcción S.A.C.	49
Figura 9.	Mapa de procesos de DCR Minería y Construcción S.A.C.	51
Figura 10.	Existencia de políticas, planes y programas.	54
Figura 11.	Cumplimiento de trabajos de mantenimiento.	55
Figura 12.	Recursos suficientes para mantenimiento.	55
Figura 13.	Existencia de procedimientos adecuados.	56
Figura 14.	Existencia de proyecciones de compra y servicios.	57
Figura 15.	Tipos de mantenimiento.	57
Figura 16.	Retroalimentación a mecánico y/o operador.	58
Figura 17.	Control sobre los programas de mantenimiento.	58

Figura 18.	Uso de formatos.	59
Figura 19.	Uso de nuevas herramientas de gestión.	60
Figura 20.	Existencia de programas de capacitación.	60
Figura 21.	Calificación de esquema de compras.	61
Figura 22.	Control de costos de mantenimiento.	61
Figura 23.	Evaluación para la renovación de equipos.	62
Figura 24.	Ejecución de acciones preventivas.	63
Figura 25.	Evaluación por indicadores de desempeño.	63
Figura 26.	Organigrama del área de operaciones de DCR Minería y Construcción S.A.C.	70
Figura 27.	Organigrama del área de mantenimiento de DCR DCR Minería y Construcción S.A.C.	71
Figura 28.	Plano de distribución del taller sede central DCR.	76
Figura 29.	Excavadora 374DL.	78
Figura 30.	Cargador frontal 962H.	78
Figura 31.	Motoniveladora 140K.	78
Figura 32.	Tractor D8T.	78
Figura 33.	Retroexcavadora 420F.	78
Figura 34.	Rodillo CS533E.	78
Figura 35.	Volquetes Volvo y Scania.	79
Figura 36.	Bombonas.	79

Figura 37.	Encapsulados.	79
Figura 38.	Cisterna de gas.	79
Figura 39.	Plataforma transporte de cianuro.	79
Figura 40.	Plataformas transporte de peróxido.	79
Figura 41.	Carreta.	79
Figura 42.	Composición de la flota de equipos de DCR.	80
Figura 43.	Composición de la flota amarilla, volquetes, tractos y semirremolques por marca.	84
Figura 44.	Antigüedad de equipos Caterpillar, Volvo y Scania.	85
Figura 45.	Antigüedad de equipos por marca según recorrido en horas.	87
Figura 46.	Antigüedad de equipos por marca según recorrido en kilómetros.	88
Figura 47.	Modelo de planificación estratégica.	93
Figura 48.	Estrategias genéricas de DCR Minería y Construcción.	96
Figura 49.	Modelo del sistema de gestión de mantenimiento de DCR.	103
Figura 50.	Nivel de criticidad de equipos.	107
Figura 51.	Nivel de criticidad de sistemas – excavadora 374DL.	108

Figura 52.	Nivel de criticidad de subsistemas – excavadora 374DL.	109
Figura 53.	Listado cronológico de hechos.	112
Figura 54.	Árbol lógico de fallas.	113
Figura 55.	Resultados del análisis de combustible motor C15.	125
Figura 56.	Backlog de excavadora 374DL.	127
Figura 57.	Cartilla de mantenimiento B1 Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R.	130
Figura 58.	Cartilla de mantenimiento B2 Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R.	131
Figura 59.	Cartilla de mantenimiento ME Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R.	132
Figura 60.	Cartilla de mantenimiento C Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R.	133
Figura 61.	Costo total de neumáticos – frente Inmaculada.	139
Figura 62.	Tiempo medio entre fallas equipos CAT – frente Inmaculada.	143
Figura 63.	Tiempo medio para reparar equipos CAT – frente Inmaculada.	143
Figura 64.	Disponibilidad de equipos CAT – frente Inmaculada.	144

Figura 65.	Precisión del mantenimiento preventivo equipos CAT.	145
Figura 66.	Organigrama propuesto para el área de mantenimiento.	154
Figura 67.	Manual de organización y funciones del jefe de mantenimiento.	158
Figura 68.	Flujo de mantenimiento.	163
Figura 69.	Formato de solicitud de trabajo.	165
Figura 70.	Formato de checklist tracto volquete.	167
Figura 71.	Formato de Backlog.	179
Figura 72.	Formato de orden de trabajo.	181
Figura 73.	Formato de requerimiento de repuestos, materiales y/o servicios.	182
Figura 74.	Formato de checklist de despacho de equipo.	183
Figura 75.	Formato de informe de auxilio mecánico.	184
Figura 76.	Formato de hoja de vida del equipo.	185
Figura 77.	Proceso de implementación del sistema de gestión de mantenimiento.	204

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01	Diagrama de decisión RCM.	219
Anexo N° 02	Formato del cuestionario.	220
Anexo N° 03	Análisis de criticidad a nivel de equipos (AC).	221
Anexo N° 04	Análisis de criticidad a nivel de sistemas y subsistemas.	224
Anexo N° 05	Análisis de causa raíz (ACR) – excavadora. 374DL.	226
Anexo N° 06	Cartillas de mantenimiento preventivo.	242
Anexo N° 07	Formatos AT1 Y AT2.	254
Anexo N° 08	Manual de organización y funciones del Supervisor mecánico.	262
Anexo N° 09	Costos de mantenimiento preventivo.	264
Anexo N° 10	Validación de hipótesis.	267

GLOSARIO

A	Disponibilidad.
AC	Análisis de criticidad.
ACR	Análisis de causa raíz.
AMEF	Análisis de modo y efectos de falla.
Balonera	Plataforma con estructura montada de tipo jaula de transporte de balón de gas GLP.
Bombona	Tolva presurizable de transporte de cemento a granel, con opciones de carga por gravedad y por vacío, la descarga es por medio de tubería y presurización del tanque, ya sea con soplador montado al tracto camión acoplado con la toma fuerza.
BSC	Tablero de comando.
Camión Volquete	Vehículo autopropulsado motorizado, incluye una carrocería o estructura portante destinado al transporte de bienes.
Camioneta Pick-Up	Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto vehicular que no excede los 4 000 kg.

Camión Remolcador	Vehículo motorizado diseñado para remolcar semiremolques y soportar la carga que le transmite éstos a través de la quinta rueda.
EFE	Evaluación de factores externos.
EFI	Evaluación de factores internos.
ET	Técnico electrónico caterpillar.
EVA	Valor económico agregado.
FCE	Factor crítico de éxito.
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.
GLP	Gas licuado de petróleo.
ISO	Organización internacional de normalización.
LCCA	Análisis del ciclo de vida de un equipo.
M	Mantenibilidad.
MA	Mantenimiento autónomo.
MC	Mantenimiento correctivo.
MCC	Mantenimiento centrado en confiabilidad.
MD	Mantenimiento detectivo.
MINIBUS	Vehículo autopropulsado, diseñado y construido exclusivamente para el transporte de pasajeros

y equipaje, con más de 16 asientos y cuyo peso vehicular exceda los 4 000 kg.

MOF	Manual de organización y funciones.
MP	Mantenimiento preventivo.
MPR	Mantenimiento predictivo.
MTBF	Tiempo promedio entre fallas.
MTTR	Tiempo promedio para reparar.
NPR	Número de prioridad del riesgo.
OHSAS	Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional.
PEP	Programa de especialización para profesionales.
PHVA	Ciclo de mejora continua.
R	Confiabilidad.
RBM	Mantenimiento basado en el riesgo.
RCM	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
S.A.C.	Sociedad anónima cerrada.
Semirremolque	Vehículo sin motor y sin eje delantero, que se apoya en el remolcador, transmitiéndole parte

	de su peso, mediante un sistema mecánico denominado tornamesa o quita rueda
SMC	Servicio de mantenimiento correctivo
SMP	Servicio de mantenimiento preventivo
TALCI	Prueba, ajuste, lubricación, limpieza, inspección.
Tolva Encapsulada	Volquete Half Round de transporte de material, con accionamiento neumático desde la cabina, el aire comprimido proporcionado por el tractor que lo toma a través de unos conectores rápidos. El accionamiento hidráulico es de la misma tolva, cuenta con tanque de hidrolina montado en el tractor conectado a la toma fuerza con conectores rápidos tipo válvula.
TPM	Mantenimiento productivo total.
U	Utilización.
λ	Tasa de fallas.

RESUMEN

DCR Minería y Construcción S.A.C. brinda a las principales empresas mineras del país servicios de transporte de materiales peligrosos, transporte de carga sobredimensionada, acarreo de materiales, transporte de concentrado de materiales, transporte de GLP, para ello cuenta con un grupo humano y una flota de maquinaria y equipo. Con el rápido crecimiento de la empresa, el área de mantenimiento ha quedado desfasado en cuanto al alineamiento con los objetivos estratégicos de la empresa, en este sentido, respondiendo a la política de mejora continua que ha emprendido la empresa, la presente tesis busca diseñar e implementar un sistema gestión de mantenimiento dinámico que involucre metodologías modernas acorde a las exigencias actuales, tales como; el análisis de criticidad, análisis de causa raíz, mantenimiento centrado en confiabilidad, análisis de ciclo de vida de equipos, hasta los planes de mantenimiento preventivo y gestión del mantenimiento correctivo que permitan garantizar la disponibilidad, confiabilidad y consecuentemente rentabilidad de la empresa. Finalmente, se desarrolla una nueva estructura organizacional, políticas, estrategias y la documentación administrativa que dará soporte al sistema de gestión de mantenimiento propuesto.

Palabras clave: Diseño, implementación, gestión de mantenimiento.

ABSTRACT

DCR Minería y Construcción SAC, provides the main mining companies in the country, services of transportation of hazardous materials, oversized cargo transport, materials transport, transport of materials concentrate, transportation of LPG, for it has a human group and a Fleet of machinery and equipment. With the rapid growth of the company, the maintenance area has been out of date in terms of alignment with the strategic objectives of the company, in this sense, responding to the policy of continuous improvement of the company, this thesis seeks to design a management system Dynamic maintenance that involves modern methodologies in accordance with current requirements, such as; Criticality analysis, root cause analysis, reliability-centric maintenance, equipment life cycle analysis, preventive maintenance plans, and corrective maintenance management to ensure the availability, reliability and consequently cost-effectiveness of the company. Finally, a new organizational structure, policies, strategies and administrative documentation are developed that will support the proposed maintenance management system.

Keywords: Design, implementation, maintenance management.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las organizaciones tienen que enfrentar grandes y constantes cambios que las obligan a tomar decisiones oportunas para mantener el equilibrio y lograr así asegurar su permanencia en el mercado. La exigencia del sector minería y construcción, sobre las empresas contratistas, las obliga a optimizar sus operaciones, las conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento, haciéndose necesario contar con nuevos conocimientos y herramientas para lograr el cambio.

El sector minería y construcción se constituye, dentro del mercado nacional, como una industria rentable y competitiva, por ello las empresas diseñan estrategias que les permitan mantenerse en el mercado a través del cumplimiento de los estándares de productividad. El ambiente empresarial sufre constantes transformaciones que obliga a las empresas definir claramente cómo analizar y evaluar sus procesos de negocios a través de la medición de su desempeño con herramientas de gestión, que les permitan finalmente explotar sus activos con eficiencia, eficacia y efectividad.

Bajo este panorama, el mantenimiento requiere un enfoque global que lo integre en el contexto empresarial con la importancia que se merece. Su rol destacado en la necesaria orientación a los negocios y resultados de la organización es garantizado por su aporte a la competitividad a través de asegurar la confiabilidad de los activos de la organización.

El departamento de mantenimiento desempeña una función clave para el logro de los objetivos de la empresa. Para que el departamento de mantenimiento pueda desempeñar su función, todos los factores y componentes deben estar bien diseñados, administrados, controlados, optimizados, ser evaluados y mejorados continuamente.

Para cumplir con lo anterior, la presente tesis se estructuró de la siguiente manera: en los dos primeros capítulos trata los aspectos metodológicos y el marco teórico a seguir para sustentar las propuestas planteadas.

En el capítulo III se presenta el diagnóstico situacional, en él se describe la empresa, aspectos organizativos, los equipos y sus mantenimientos, la metodología de trabajo, análisis FODA y finalmente, el análisis de la gestión administrativa y técnica del área de mantenimiento.

El capítulo IV contiene el desarrollo de la planificación estratégica que permite fijar el horizonte que debe seguir el área de mantenimiento, su misión, visión, objetivos, planteamiento de estrategias a nivel funcional y los indicadores clave de mantenimiento.

En el capítulo V se efectúa el diseño del sistema de gestión de mantenimiento sobre la base de los objetivos estratégicos de DCR y objetivos del área de mantenimiento, se describe el modelo propuesto, las etapas necesarias para lograr su efectividad y se presentan las herramientas requeridas para la administración y control del mismo, específicamente se detalla con el desarrollo de casos reales, el análisis de criticidad, descomposición de árboles de sistemas, componentes, análisis de causa raíz, análisis de modo y efectos de falla, el plan y programa de mantenimiento preventivo y los flujos de procesos como funcionará el sistema, solicitudes de trabajo, orden de trabajo diseñada de acuerdo a los requerimientos de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. y demás formatos, reportes e informes.

Los capítulos VI y VII detallan la metodología propuesta para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento y la evaluación económica del proyecto.

El capítulo VIII contiene las conclusiones a las que se llegó luego de finalizada la labor de investigación y las recomendaciones luego de concluido el diseño del sistema de gestión de mantenimiento para el departamento objeto de estudio.

Finalmente, se presenta la bibliografía utilizada para sustentar tanto las bases teóricas como la metodología seleccionada para la investigación y los anexos que sirvieron de soporte a la información presentada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La globalización ha generado en el sector minero y construcción un nuevo escenario de negocios en el cual, las nuevas exigencias vienen induciendo a las empresas a desarrollarse y adaptarse a los nuevos desafíos que este nuevo contexto les viene planteando, básicamente, las nuevas exigencias se traducen en mejores niveles de servicio en cuanto a tiempo, calidad, costos y cumplimiento de la normativa legal, social, seguridad, salud ocupacional y medio ambiental.

DCR Minería y Construcción S.A.C. viene diversificando sus operaciones brindando servicios de transporte de concentrados y transporte de materiales peligrosos a empresas del sector minería y construcción, cuenta con una flota cuyo desempeño determina la rentabilidad de la empresa, sin embargo, esta diversificación y crecimiento ha generado simultáneamente, la percepción de una falta de alineamiento con la estrategia empresarial, en las actividades de planificación, ejecución, control y retroalimentación a los procesos, en este sentido, el área de

mantenimiento, juega un rol determinante en el cumplimiento de objetivos, la rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones.

El problema principal es que el actual esquema de administración del mantenimiento no se soporta en una metodología moderna de gestión, no existe una claridad en la planificación, ejecución y control, en este contexto, los esfuerzos desplegados no se integran para lograr un objetivo común generando incertidumbre, frustración y consecuentemente impacto en los resultados.

Un aspecto crítico, dentro de las actividades de control, radica en la ausencia de indicadores, ya que no existe una estructura idónea que consolide la información necesaria para el análisis y evaluación del desempeño que soporte la toma de decisiones.

Por otro lado, DCR Minería y Construcción S.A.C. cuenta con un plan de mantenimiento preventivo programado, sin embargo, este plan no contempla herramientas como el análisis de criticidad, una adecuada elección de estrategias de mantenimiento, esta situación genera dos eventos, mantenimiento de alto costo sin tener la certeza que el equipo realmente la necesite y el desgaste prematuro de componentes que requieren un mantenimiento con frecuencias más cortas.

Actualmente las atenciones de las intervenciones correctivas constituyen una forma de trabajo reactiva ante las fallas imprevistas, lo cual desencadena acciones y esfuerzos que, si bien permiten la operatividad de los equipos, implican tiempos de paro prolongados que afectan directamente el servicio al cliente y la rentabilidad de la operación.

La problemática descrita se traduce en:

- a) Bajos índices del nivel de atención al área de operaciones.
- b) Costos altos de mantenimiento.
- c) Altos índices de incumplimiento en la planificación y programación de mantenimiento.
- d) Ausencia de historial de la vida de los equipos.
- e) Debilidad en el control y seguimiento.
- f) Ausencia de indicadores confiables de gestión.

Ante esta problemática general se plantea la siguiente interrogante:

¿En qué medida la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento mejorará la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.?

Y los siguientes problemas específicos:

- 1) ¿En qué medida el diagnóstico situacional del área de mantenimiento de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. contribuirá a mejorar la operatividad de la flota de maquinaria y equipo?
- 2) ¿En qué medida la planificación estratégica en el área de mantenimiento de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. mejorará la operatividad de la flota de maquinaria y equipo?
- 3) ¿En qué medida la utilización de herramientas de gestión, como el análisis de criticidad (AC) y el análisis de modos y efectos de falla (AMEF) mejorarán la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.?
- 4) ¿En qué medida el sistema de gestión de mantenimiento contribuirá a mejorar los costos operativos del área de mantenimiento de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Implementar un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1) Efectuar el diagnóstico situacional de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. y de su área de mantenimiento.
- 2) Efectuar la planificación estratégica para el área de mantenimiento.
- 3) Diseñar e implementar el sistema de gestión de mantenimiento.
- 4) Efectuar la evaluación económica de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento.

1.3. Justificación del estudio

Partiendo del diagnóstico situacional de la empresa, la problemática descrita, refleja la necesidad de efectuar la planificación estratégica para el área de mantenimiento, diseñar y desarrollar una nueva estructura apoyada en un sistema de gestión que permita tomar decisiones adecuadas y oportunas.

El presente estudio busca hacer de la gestión de mantenimiento un factor dinámico e integrador dentro de los procesos operativos, logísticos y

de potenciación del talento humano dentro de la organización, con la finalidad de generar valor para los accionistas, trabajadores, clientes, proveedores y comunidad en general, a través de la utilización de herramientas de gestión, como la planificación estratégica, el análisis de criticidad, análisis de modos y efecto de fallas, análisis del ciclo de vida de equipos y la utilización de la tecnología informática.

En el aspecto organizativo, el sistema de gestión de mantenimiento propuesto será en todo momento consistente con la misión y visión de la organización, con el objetivo de organizar y asegurar la funcionalidad de los equipos, logrando con esto mejorar continuamente la calidad en los servicios brindados.

Finalmente, el diseño y desarrollo de este proyecto de grado representa la aplicación de todo el conocimiento adquirido en la carrera de ingeniería mecánica y la integración de todas las áreas del conocimiento para generar mejoras en los procesos de gestión en la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.

1.3.1. Justificación técnica

El presente estudio busca diseñar y desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento orientado en la mejora continua, que permita

tener una comprensión integral del negocio minero y construcción, específicamente de los rubros de transporte de concentrado y materiales peligrosos para así, acelerar la oportuna toma de decisiones en la empresa.

Este estudio permitirá definir el tipo de mantenimiento a aplicar a cada equipo, repuestos a reemplazar, frecuencia de intervención, mano de obra requerida, lo que permitirá mejorar los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, tiempos medios de reparación, tiempos medios entre fallas y costos de mantenimiento.

El diseño y desarrollo de este proyecto es de gran importancia para la empresa, debido a que se quiere actualizar y mejorar los planes de mantenimiento para optimizar la gestión; seleccionando adecuadamente la ejecución de mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo adaptados a las necesidades de cada equipo, lo que en el largo plazo generan el aumento de su vida útil.

Esta investigación se justifica también porque la correcta ejecución del plan de mantenimiento preventivo y predictivo disminuye la probabilidad de falla y minimiza los impactos negativos en las operaciones, en la calidad del servicio, la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, lo que finalmente se traduce en reducción de costos y aumento de la rentabilidad de la empresa.

1.3.2. Justificación económica

Los equipos empleados en el sector minería y construcción representan una alta inversión de capital, la amortización, financiamiento, costos laborales, etc., todos ellos dentro del rubro de costos fijos, representan entre el 60 % a 70 % del costo operativo, en este sentido, garantizar la rentabilidad del equipo implica optimizar su explotación, consecuentemente el sistema de gestión de mantenimiento diseñado, pretende maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Desde otro enfoque, el mantenimiento constituye una pieza clave para lograr el flujo continuo de los procesos que conforman la cadena de valor. Su correcta administración permitirá a DCR Minería y Construcción S.A.C. mejorar sus prácticas, reducir los tiempos muertos de forma que pueda cumplir con la programación de los servicios y satisfacer las necesidades de los clientes finales, entregando los productos en el momento, las condiciones y en el lugar adecuado.

Finalmente, a través del sistema de gestión de mantenimiento, se formalizarán y estandarizarán actividades de control, lo que permitiría disponer de evidencias y efectuar un seguimiento detallado de las actividades realizadas, los recursos empleados, horas hombre, repuestos, hasta el nivel de orden de mantenimiento.

1.4. Alcance y limitaciones

El presente estudio se realizó específicamente en el área de mantenimiento de la empresa D.C.R. Minería y Construcción S.A.C. de la región Arequipa.

En cuanto al alcance, el presente estudio abarcó el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento con enfoque en la mejora continua hasta la implementación, incluye la utilización de metodologías y herramientas modernas de gestión, respecto al acceso de la información, esta no tuvo ningún tipo de restricción, sin embargo, parte de ella no se difunde.

1.5. Hipótesis general

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento mejorará la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.

1.6. Hipótesis específicas

- 1) El diagnóstico situacional del área de mantenimiento de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. se relaciona significativamente con la mejora en la operatividad de la flota de maquinaria y equipo.

- 2) La planificación estratégica en el área de mantenimiento de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. contribuirá a mejorar la operatividad de la flota de maquinaria y equipo.
- 3) El análisis de criticidad y el análisis de modos y efectos de falla como herramientas de gestión, mejorarán la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C.
- 4) La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para la flota de maquinaria y equipo de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. permitirá reducir los costos.

1.7. Operacionalización de variables

Se presenta a continuación la operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente	Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento	Gestión de herramientas modernas	Planeamiento estratégico Análisis de criticidad (AC) Análisis de modos y efecto de falla (AMEF) Planificación del mantenimiento Programación del mantenimiento
		Gestión de recursos humanos	Potencial humano
		Gestión de recursos materiales	Repuestos Materiales e insumos
Dependiente	Para la mejora de la operatividad de la flota de maquinaria y equipos	Confiability de flota	Confiability de maquinaria y equipo Disponibilidad de equipo y maquinaria
		Disponibilidad de flota	% Cumplimiento del programa de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

1.8. Aspectos metodológicos

1.8.1. Tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación de campo, dentro del área de las ciencias físicas y formales en el campo de la ingeniería mecánica.

Se trata de una investigación del nivel explicativo, exploratoria descriptiva.

1.8.2. Método de investigación

Se aplicó la técnica de observación documental a través de documentos como instrumentos, así como, encuestas y entrevistas a través de cuestionarios y talleres de trabajo.

1.8.3. Población y muestra

Para la realización de la presente investigación se tuvo en cuenta toda la información suministrada por el personal del área de operaciones y mantenimiento de DCR Minería y Construcción S.A.C.

1.9. Metodología utilizada

De acuerdo a cada fase o etapa del estudio, se utilizan distintas metodologías que permiten justificar cada paso y acción a seguir.

Fase I: Llevar a cabo un **levantamiento de información** con respecto a la situación actual de la empresa y del área de mantenimiento, mediante el uso de instrumentos, como encuestas, entrevistas y talleres.

- Para esto se contempla una serie de reuniones y talleres con trabajadores de las áreas de la empresa y del área de mantenimiento, de los cuales, en algunos casos, se procede mediante la modalidad de entrevista. Una segunda modalidad es a

través de talleres con algunos de los gerentes de la empresa para plantear temas que tienen relación con la estructura general estratégica de la compañía y la gestión administrativa del mantenimiento, finalmente, una tercera modalidad de reunión es básicamente para solicitar documentos, artículos, archivos en cualquier formato sobre temas específicos de la empresa.

Fase II: Desarrollar la planificación estratégica basándose en el procedimiento metodológico propuesto por Arnoldo Hax y Nicolás Majluf.

- Revisar y validar la misión y visión de la empresa objeto del estudio, definir a través de talleres la visión y misión del área de mantenimiento, objetivos estratégicos y factores críticos de éxito.
- Realizar un análisis interno del área de mantenimiento utilizando como marco de referencia la matriz FODA, identificando fortalezas y debilidades.
- Efectuar un análisis de las amenazas y oportunidades para determinar el efecto actual y futuro de los factores externos políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales.
- Diseñar la matriz FODA del área de mantenimiento para determinar las estrategias.

Fase III: Diseño del plan de mantenimiento para la flota de maquinaria y equipo de DCR Minería y Construcción SAC.

- Definir las políticas y estrategias de mantenimiento a aplicar.
- Diseñar el plan de mantenimiento preventivo.

Fase IV: Diseño del sistema de gestión de mantenimiento para la flota de maquinaria y equipo de DCR Minería y Construcción S.A.C.

- Definir el modelo a diseñar, tomando como referencia la mejora continua, establecer indicadores y metas para los objetivos estratégicos planteados.
- Desarrollar las herramientas que soporten el sistema de gestión de mantenimiento, como son el análisis de criticidad, causa raíz, análisis de modos y efecto de fallas, monitoreo de condiciones.

Fase V: Implementación del sistema de gestión de mantenimiento para la flota de maquinaria y equipo de DCR y su evaluación económica.

- Proponer la metodología de implementación.
- Realizar una evaluación económica que permita estimar los costos requeridos para llevar a cabo el proyecto y los beneficios a obtener.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de gestión

Según Ogalla Segura, F. (2005), define sistema de gestión como “el conjunto de procesos, comportamientos y herramientas que se emplean para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos.”

2.2. Planificación estratégica

Armijo, M. (2011), la define como una herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones de las organizaciones en torno al quehacer actual y al camino que debe recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno y lograr la mayor eficiencia, eficacia, calidad en los bienes y servicios que se proveen.

2.2.1. La visión

Es la descripción imaginativa y alentadora del papel y objetivos futuros de una organización que significativamente va más allá de su entorno actual y posición competitiva, es el resultado de nuestros sueños en acción, la imagen convincente que precede al futuro.

2.2.2. La misión

Según el profesor Rafael Muñiz Gonzáles, autor del libro “Marketing en el siglo XXI” (2010), la misión define la razón de ser de la empresa, condiciona sus actividades presentes y futuras, proporciona unidad, sentido de dirección y guía en la toma de decisiones estratégicas”.

2.2.3. Factores críticos de éxito

Blanco Daniel (2015), los define como elementos o variables clave de una organización cuyo correcto desarrollo asegura el desarrollo satisfactorio de sus procesos y trabajo.

2.2.4. Análisis FODA

Para Porter (1996) en su texto Estrategia Competitiva, las fortalezas y oportunidades son, en conjunto, las capacidades, esto es, los aspectos fuertes como débiles de las organizaciones o empresas competidoras (productos, servicios, distribución, ventas, operaciones, costos, organización, habilidad etc.)

2.2.5. Formulación de estrategias

El análisis y elección de estrategias implican tomar decisiones subjetivas con base a información objetiva. La Matriz FODA permite

desarrollar estrategias a partir de la interrelación entre sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Se encuentra cuatro grupos:

- **Estrategias FO:** para utilizar nuestras fortalezas en aprovechar las oportunidades.
- **Estrategias FA:** para utilizar nuestras fortalezas en evitar las amenazas.
- **Estrategias DO:** para superar las debilidades aprovechando las oportunidades.
- **Estrategias DA:** para reducir las debilidades y evitar las amenazas del entorno.

La tabla siguiente muestra la estructura de la matriz FODA.

Tabla 2

Matriz FODA para la formulación de estrategias

	Fuerzas-F	Debilidades-D
	Anotar las fuerzas	Anotar las debilidades
Oportunidades-O Anotar las oportunidades	Estrategias-FO Usar las fuerzas para aprovechar las oportunidades	Estrategias-DO Superar las debilidades, aprovechando las oportunidades
Amenazas-A Anotar las amenazas.	Estrategias-FA Usar las fuerzas para evitar las amenazas	Estrategias-DA Reducir las debilidades y evitar las amenazas

Fuente: Fred R. David, Conceptos de administración estratégica.

2.3. Mantenimiento

2.3.1. ¿Qué es el mantenimiento?

La DIN 31051, la define como las actividades para mantener y recuperar la situación ideal, así como la determinación y evaluación de la situación real de un sistema por medios técnicos. (Programa de Especialización para Profesionales, TECSUP, 2016)

2.3.2. Objetivo del mantenimiento

“Asegurar la competitividad de la empresa por medio de: asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad de la empresa, cumpliendo con todas las normas de seguridad y medio ambiente, al óptimo costo-eficaz o máximo beneficio global.” (Programa de Especialización para Profesionales, TECSUP, 2016).

2.3.3. Tipos de mantenimiento

2.3.3.1. Mantenimiento correctivo

“Llamado también de emergencia o de última opción y está basado en la falla. El mantenimiento correctivo es aplicado cuando no se toman acciones preventivas que superen el origen de un problema, hasta causar la falla de la máquina. Dicho concepto, bajo todo punto de vista, causa frecuentemente daños secundarios, avalados de cuantiosas

pérdidas por paradas imprevistas y altos costos de mantenimiento.”
(Programa de Especialización para Profesionales, TECSUP, 2016).

2.3.3.2. Mantenimiento preventivo

“Comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras referidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción” (Rey Sacristan, F. 2001 p.102).

2.3.3.3. El mantenimiento predictivo

Llamado también ideal y está basado en la condición.
Es un conjunto de acciones especialmente pruebas (presión, temperatura, flujos, velocidad, etc.) que se realizan con la finalidad de conocer en qué condición de operación se encuentra el equipo, para tomar medidas correctivas y preventivas. (Programa de Especialización para Profesionales, TECSUP, 2016).

2.3.4. Estrategias de mantenimiento

“Una estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su mantenimiento, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento, y el resto de tareas esté supeditadas a ese tipo básico de tareas”. (Programa de Especialización para Profesionales, TECSUP, 2016)

Así, existen al menos cinco estrategias de mantenimiento:

2.3.4.1. Estrategia correctiva:

En la que la reparación de averías es la base del mantenimiento. La estrategia reactiva puede ser adecuada en algunas circunstancias tales como para equipo no crítico y de bajo costo y pequeñas consecuencias de falla.

2.3.4.2. Estrategia sistemática:

En la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones o actividades programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.

Se usa generalmente en equipos que tienen un alto costo de falla, incluye actividades de engrase, limpieza, ajustes y reemplazos de partes de alta rotación a frecuencias determinadas. Se basa en las paradas.

Ventajas:

- Reduce las fallas y tiempos muertos de los equipos.
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.
- Mejora la utilización de los recursos, la estrategia sistemática incrementa la utilización de equipo, esto tiene una relación directa con el programa de mantenimiento preventivo: ¿qué se hace? ¿lo que se puede hacer? y ¿cómo debe hacerse?

- Reduce los niveles del inventario de repuestos en almacén.
- Ahorro monetario, un dólar ahorrado en mantenimiento son muchos dólares de utilidad para la compañía.

Desventajas:

- Si se realiza en exceso, es decir, innecesariamente, los costos de mantenimiento son elevados y los resultados obtenidos bajos y viceversa sino se utiliza esta estrategia las consecuencias de las fallas son costosas y los resultados de gestión son bajos.
- Puede generar un sobre stock de repuestos convirtiéndolos en irregulares.

2.3.4.3. Estrategia condicional:

Basada en la realización de determinadas observaciones y pruebas de control a ciertos periodos y para determinar la condición de parámetros comparando con los establecidos por el fabricante para determinar el desgaste. Se suma las actividades de la estrategia correctiva.

Se centra en el empleo de las técnicas del monitoreo de condiciones. Los beneficios obtenidos al aplicar esta estrategia son:

- Reducir los gastos que genera las fallas no previstas.
- Elevar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Permitir que la empresa sea de “clase mundial”

- Hacer llegar a los equipos a cumplir su ciclo de vida normal.
- Minimizar el número de trabajos preventivos.
- Maximizar los intervalos de mantenimiento.
- Permite la administración de estadísticas de seguimiento.
- Facilita el uso de diagnósticos proactivos, sobretodo el ACR.

2.3.4.4. Estrategia de alta disponibilidad

Busca tener operativos (mayor del 90 %) los equipos, por lo tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poco impacto en la operación, en este sentido, se agrupan las intervenciones para realizarlas en periodos determinados parando el equipo.

Actividades preventivas se usan para equipos auxiliares y actividades de monitoreo de condiciones realizadas para no detener los equipos. Es una estrategia completa y costosa, pero se compensa con el aumento de la producción.

2.3.4.5. Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad

En la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas como el análisis de averías, mantenimiento centrado en la confiabilidad, etc. para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad

y una alta fiabilidad de las previsiones de producción. Puede requerir modificaciones de componentes, pruebas en banco, etc.

2.3.5. Curva de Davies o curva de la bañera

Representación gráfica característica que relaciona la tasa de fallas de un ítem con su tiempo de operación.

Dado que la tasa de fallos varía respecto al tiempo, su representación típica tiene forma de bañera (curva verde), como se puede observar en la Figura 1, debido a que la vida de los dispositivos tiene un comportamiento que viene reflejado por tres periodos diferenciados, el primero de mortalidad infantil, el segundo de operación normal y el tercero de obsolescencia.



Figura 1. Curva de la bañera, tendencia histórica

Fuente: PEP TECSUP Unidad II Ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

Comparando las curvas de tasas de fallo de las figuras 1 y 2, se puede observar que la tendencia de la gestión de mantenimiento muestra una optimización que viene dada desde el fabricante casos Caterpillar, Komatsu, Volvo, etc y por la mejora en la gestión de las empresas que optan por herramientas modernas caso Sociedad Minera Cerro Verde, Glencore, Southern Perú Cooper Corporation, Compañía de Minas Buenaventura, etc., lo que ha llevado a una reducción de la tasa de fallos, desplazando la curva de tasa de fallos (color verde) hacia abajo.

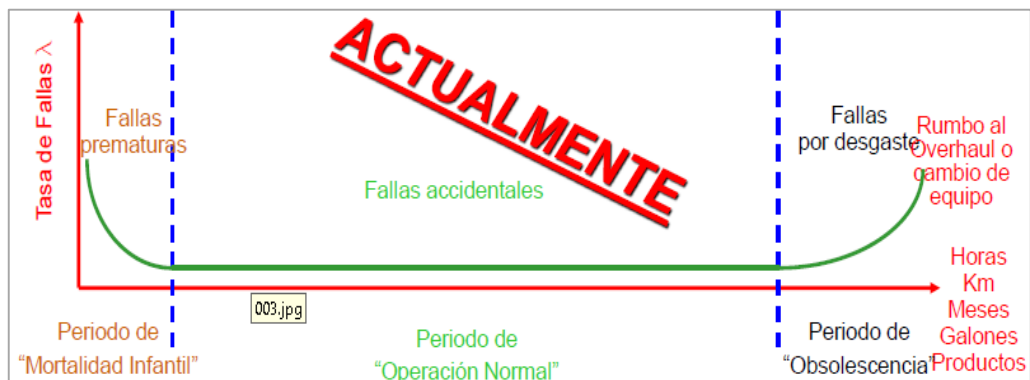


Figura 2. Curva de la bañera, tendencia actual

Fuente: PEP TECSUP Unidad II Ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

A continuación, se muestra las variantes de la curva de la bañera en función de la carga de trabajo:

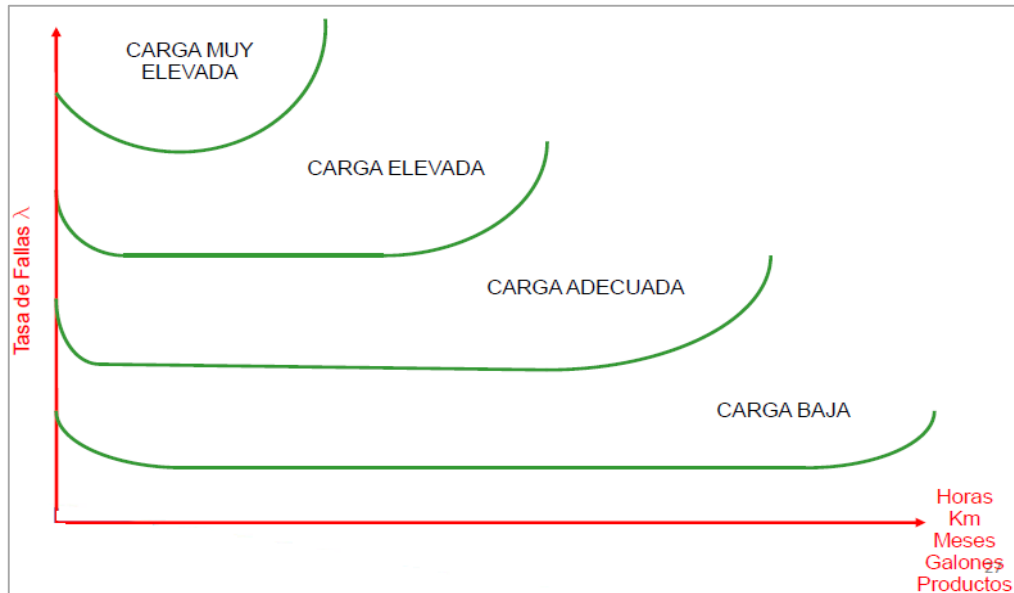


Figura 3. Variantes de la curva de la bañera

Fuente: PEP TECSUP Unidad II Ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

2.3.6. Fallas

2.3.6.1. Concepto de falla

Una falla según Duffuaa (2000) es la terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida. Por ello cuando un componente, equipo o sistema deja de realizar la función o funciones para las cuales fue diseñado se dice que ha fallado.

2.3.6.2. Tipos de falla:

- **Fallas prematuras:** suelen aparecer antes, durante y después de la puesta en funcionamiento. Sus causas más frecuentes son:
 - Defectos en el proceso de fabricación.

- Materia prima defectuosa.
- Fallas en el proceso de montaje.
- Errores en las pruebas de puesta en operación.
- **Fallas accidentales:** aparecen durante la operación normal del equipo. Sus causas más frecuentes se deben generalmente a:
 - Malas maniobras en la forma de operar.
 - Inadecuado procedimiento de mantenimiento.
 - Inadecuada frecuencia de prevención.
- **Fallas por desgaste:** se presentan al final del ciclo de vida del equipo y se deben a:
 - Degradación natural de materiales lo que repercute en un excesivo desgaste, recalentamiento, vibración y sobrerrevoluciones.

2.3.6.3. Origen de las fallas

En cuanto al origen de las fallas, algunos autores coinciden en citar las siguientes causas:

- Mal diseño o error de cálculo en las máquinas o equipos.
- Defectos de fabricación de las instalaciones, máquinas o equipos.
- Mal uso de las instalaciones, máquinas o equipos.
- Desgaste natural o envejecimiento por el uso.

2.3.6.4. Modo de falla

Modo de falla se refiere a las razones físicas o causas por las cuales el equipo o sistema pierde su función y se enfoca en los motivos reales que la producen. Por ejemplo: desgaste, corrosión, vibración, abrasión, fractura, entre otros.¹

2.3.6.5. Efecto de falla

Son las acciones que pueden observarse si se presenta un modo de falla en el equipo o sistema a nivel de funcionamiento del equipo, daños secundarios, repercusiones sobre la seguridad, el medio ambiente y capacidad productiva. El efecto de la falla debe poseer evidencia de la ocurrencia de la falla y sus consecuencias en la operación regular de los equipos, sistemas y línea productiva de los procesos.²

2.3.7. Análisis de modo y efectos de falla (AMEF)

El AMEF es una herramienta metodológica que permite identificar los posibles modos de falla que puede presentar un activo. Adicionalmente, permite predecir las posibles fallas, facilitando el desarrollo de los distintos planes de acción dirigidos a mitigar la ocurrencia y efectos de las fallas.

¹ Duffuaa, S.; Raouf, A.; Dixon, J. "Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control", Limusa Wiley, Traducido México (2007).

² Trejo, M. "Especialización en Confiabilidad de Sistemas Industriales, Curso: Metodología Análisis Causa Raíz". Caracas: Universidad Simón Bolívar (2003).

Para lograr aplicar la herramienta del AMEF correctamente es indispensable responder las siguientes preguntas:³

1. ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
2. ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando ocurre una falla?
5. ¿En qué sentido es importante cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse sino se encuentra una tarea proactiva adecuada?

En el anexo N° 01, se muestra el diagrama de decisión del RCM que permite concluir con las respuestas planteadas y definir las acciones a ejecutar.

2.3.8. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM

El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan las acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y elimina aquellas tareas que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallas. El resultado de cada estudio del RCM del sistema de

³ Trejo, M. "Especialización en Confiabilidad de Sistemas Industriales, Curso: Metodología Análisis Causa Raíz". Caracas: Universidad Simón Bolívar (2003).

un equipo es una lista de acciones de mantenimiento, programas y responsabilidades. Éstas, a su vez, dan por resultado una mejor disponibilidad, confiabilidad y rendimiento operativo del equipo y eficacia en costos.⁴

2.3.9. Monitoreo de condiciones

Es un proceso de análisis proactivo que usa datos del equipo y de los controles implementados en el área de mantenimiento para ayudar a tomar decisiones fundamentadas sobre la aplicación, el mantenimiento, el reemplazo de componentes y las reparaciones planificadas.

Servicios de monitoreo de condición:

- 1) Análisis periódico de aceite
- 2) Inspecciones del equipo.
- 3) Administración de datos electrónicos.
- 4) Análisis de mantenimiento y operaciones en sitio.

¿Qué es la contaminación?

Puede definirse como cualquier cosa que no es parte del fluido.

⁴ Trejo, M. “Especialización en Confiabilidad de Sistemas Industriales, Curso: Metodología Análisis Causa Raíz”. Caracas: Universidad Simón Bolívar (2003).

Fuentes de contaminación

- 1) **Contaminación incorporada:** Una posibilidad de ingreso de contaminantes al sistema es cuando se arma el equipo en la fábrica.
- 2) **Filtros nuevos:** Un fluido nuevo es una fuente común de contaminación. Éste puede limpiarse cuando sale de la refinería, pero, con frecuencia, se contamina en niveles inaceptables durante el transporte, la transferencia o el almacenamiento.
- 3) **Introducción de contaminación:** La operación de la máquina es una fuente, especialmente si no se realiza el mantenimiento apropiado a algunos de los sistemas. Una regla general es que, si hay una fuga del fluido, éste está contaminado.
- 4) **Generada internamente:** Las virutas producidas por el desgaste o las piezas con averías envían virutas a través de los sistemas de la máquina.

Tipos de contaminación:

- ***La contaminación visible (gruesa): mayor o igual a 40 micras.***
 - Salpicaduras de soldadura.
 - Chorro de arena.
 - Hojuelas de pintura.

- Astillas de la máquina.
- ***La contaminación no visible (fina): Menor a 40 micras.***
- Metales de desgaste.
- Silicio.
- Rocas.
- Carbón.
- Tierra.

Efectos de la contaminación

Expertos en sistemas hidráulicos atribuyen entre 75 % a 85 % de las averías a la contaminación por partículas en los fluidos y no a una deficiencia en componentes del sistema, esto muestra que la mayoría de averías no se deben a defectos de fabricación, sino que la contaminación amplifica estos defectos.

2.3.10. Backlog

Es la acumulación de trabajos o son todos los trabajos, que han sido identificados, pero que no han sido completados, hace referencia al

trabajo incompleto o hecho a medias (mientras tanto, mientras hay una parada, mientras aguante), su unidad de medida son semanas.⁵

El nivel óptimo de Backlog, depende de cada empresa, mundialmente es aceptado entre 2 y 4 semanas. A continuación, se muestra el flujo en su administración siendo un input para la planificación.

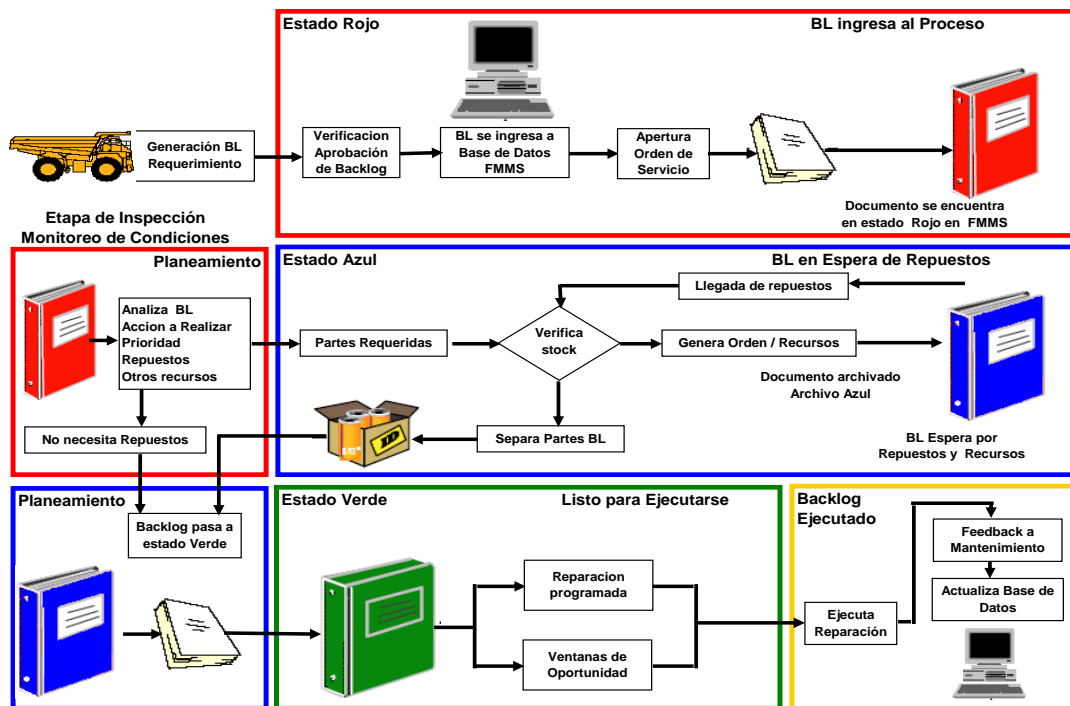


Figura 4. Ciclo de Administración del backlog

Fuente: Orrego Barreda, Juan Carlos. El backlog o acumulación de trabajo.

⁵ Orrego Barreda, J. "El Backlog o acumulación de trabajo", <http://www.mantonline.com>, Colombia.

2.3.11. Análisis de criticidad

Es un análisis cuantitativo de eventos y fallas con el fin de clasificar la seriedad de sus consecuencias.⁶

El análisis de criticidad establece un método que sirve de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que pueden ser manejados de manera controlada y auditable. Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \quad [1]$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el sistema o proceso evaluado y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y medioambiente.

⁶ NORZOK STANDAR Z-008. *Criticality analysis for maintenance purposes, 2001. P. 4.*

El establecimiento de criterios se basa en seguridad, medio ambiente, producción, costos (operacionales y de mantenimiento), tiempo promedio para reparar y frecuencia de falla.

$$\text{Críticidad} = \text{IFF} * [(\text{IVP} * \text{ITPPR} * \text{ISP}) + \text{ISI} + \text{IMA} + \text{ICM}] \quad [2]$$

Donde:

- IFF: Impacto en la frecuencia de fallas.
- IVP: Impacto en el volumen de producción.
- ITPPR: Impacto en el tiempo promedio para reparar.
- ISP: Impacto en el sistema de producción.
- ISI: Impacto en seguridad industrial.
- IMA: Impacto en medio ambiente.
- ICM: Impacto en el costo de mantenimiento.

Es importante tener un ranking de criticidad de los equipos para determinar su estrategia de mantenimiento, priorizar trabajos y tomar mejores decisiones de manejo de riesgo, es decir, centrarse en lo realmente importante, sin dejar de lado el resto de los equipos.

Número de prioridad de riesgo (NRP)

Tabla 3

Escala de Severidad, Ocurrencia y Probabilidad de Detección

Intervalo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (P)
10-9	Efecto principal/Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
2-1	Mínimo efecto/Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección

Fuente: Elaboración propia.

$$\mathbf{NPR = G \times O \times P} \quad [3]$$

Donde:

Gravedad: dependerá de varios puntos de vista, del punto de vista económico, de seguridad, de medioambiente, de mantenimiento, de calidad o de producción. Es decir, un equipo puede funcionar bien, pero puede ser un riesgo para la seguridad de los trabajadores, o puede no fabricar el producto con los estándares de calidad o no cumplir las capacidades necesarias de producción.

Por lo tanto, se debe tener en cuenta todos estos puntos de vista a la hora de valorar este índice.

Ocurrencia: dependerá de la experiencia con el equipo en cuestión y con el elemento de este equipo a valorar.

Por ejemplo, un rodamiento se podrá estimar su durabilidad con la documentación que entrega el fabricante del mismo o calcular su vida útil en los links que los fabricantes ofrecen.

Detectabilidad: Como sucede con la ocurrencia, es un valor estimativo en función de la experiencia con el equipo y dónde esté instalado en la industria.

2.3.12. Análisis de causa raíz (ACR)

Es una metodología de confiabilidad que emplea un conjunto de técnicas o procesos para identificar factores causales de falla, es decir, el origen de un problema definido, relacionado con el personal, los procesos, las tecnologías y la organización, con el objetivo de identificar actividades o acciones rentables que los eliminen.⁷

La aplicación del análisis de causa raíz consta de cuatro etapas básicas:

- Definición del problema.
- Efectuar análisis del problema.
- Identificar soluciones efectivas.
- Implementar soluciones.

⁷ PEMEX, “*Sistema de Confiabilidad Operacional, Metodología de Análisis Causa Raíz*”, Subdirección de Recursos Humanos y Relaciones Laborales.

2.3.13. Análisis del costo de ciclo de vida de un equipo LCCA

Es todo lo que ocurre con el activo desde la idea con la cual se lo crea o incorpora a un proyecto, hasta el reciclaje o venta, incluye:

- Adquisición y movilización.
- Montaje y entrega técnica.
- Operación, mantenimiento, overhaull, (reemplazo).
- Fuera de servicio / desechar.



Figura 5. Ciclo de vida de un activo

Fuente: PEP TECSUP Unidad II ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

A continuación, las fórmulas utilizadas:

$$\text{LCCA (P)} = \Sigma \text{ Costes en valor presente} - \text{valor de reposición en valor presente} \quad [4]$$

$$\text{LCCA (P)} = \Sigma \text{ CI} + \text{CO} + \text{CMP} + \text{CTPF} + \text{CMM} - \text{VR} \quad [5]$$

Donde:

CI: Costo inicial de adquisición e instalación.

CO: Costos operacionales.

CMP: Costos de mantenimiento preventivo.

CTPF: Costos totales de fiabilidad, asume tasa de fallos constante.

CMM: Costos de mantenimiento mayor especial.

VR: Valor de reposición.

2.3.14. Planeación del mantenimiento

Es un proceso que consiste en la definición de rutinas y procedimientos y en la elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente trimestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las actividades necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

A continuación, el flujo del proceso:

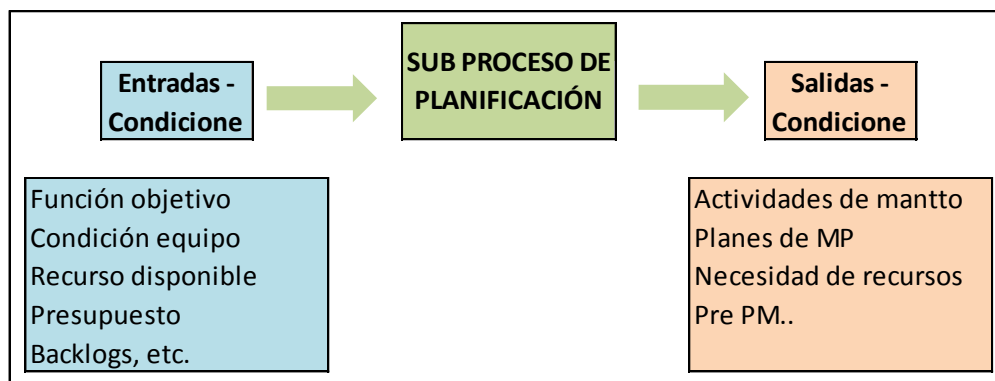


Figura 6. Subproceso de planificación

Fuente: PEP TECSUP Unidad II ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

2.3.15. Programación del mantenimiento

El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo.

Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento, es decir, una buena planeación previa del trabajo es un requisito para la programación acertada y viceversa, para que la planeación sea exitosa es necesaria una retroalimentación de la programación.

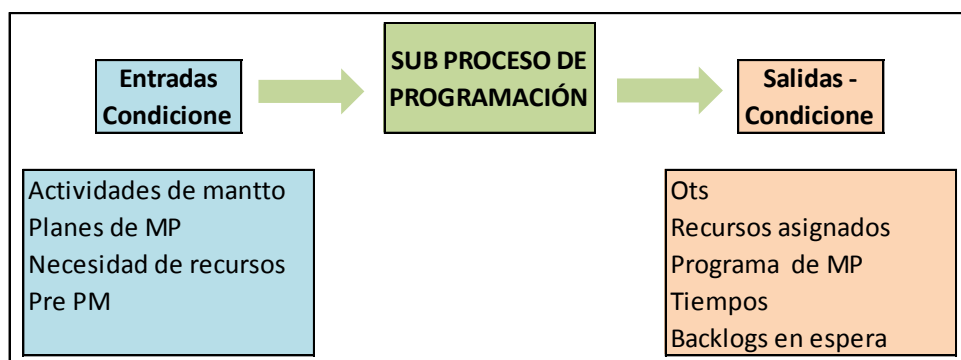


Figura 7. Subproceso de programación

Fuente: PEP TECSUP Unidad II ciclo de gestión de vida del equipo, Arequipa 2016.

2.3.16. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de desempeño son instrumentos de medición de las principales variables asociadas al cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión, a su vez constituyen una expresión cualitativa o cuantitativa concreta de lo que se pretende alcanzar con un objetivo específico establecido, a continuación, los indicadores clave definidos:

➤ **Cumplimiento de mantenimiento preventivo**

$$\text{CMP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Mantenimientos ejecutados}}{\text{N}^\circ \text{ Mantenimientos programados}} \quad [6]$$

➤ **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de items con falla y el número total de fallas detectadas en esos items, en el periodo observado.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Número total de horas de reparación}}{\text{Nro. de fallas}} \quad [7]$$

➤ **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de horas de operación}}{\text{Nro. de fallas}} \quad [8]$$

➤ **Disponibilidad**

Capacidad de un activo o ítem para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado período de tiempo, en unas condiciones y con un rendimiento definido.

(Programa de especialización para profesionales TECSUP).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \quad [9]$$

➤ **Confiabilidad**

En un sentido estrictamente técnico la confiabilidad se define como: “confiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado” (Nachlas, 1995).

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\lambda} \quad [10]$$

➤ **Utilización de mano de obra**

$$\text{Utilización de MO} = \frac{\text{Horas programadas}}{\text{Horas totales trabajadas}} \quad [11]$$

➤ **Precisión de mantenimiento preventivo**

$$\text{Precisión MP} = \frac{\text{Total de servicios ejecutados dentro del rango} \pm 10 \%}{\text{Total de servicios ejecutados}} \quad [12]$$

➤ **Backlog**

$$\text{Backlog} = \frac{\text{Total de horas acumuladas}}{\text{Total de horas de nómina de la semana anterior}} \quad [13]$$

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. Descripción de la empresa

3.1.1. Descripción general de la empresa

DCR Minería y Construcción S.A.C. es una empresa de transporte terrestre de carga, que cuenta con más de 40 años de experiencia en el transporte de materiales peligrosos, acarreo de materiales e ingeniería y construcción, monitorea sus operaciones desde su sede principal sito en el km 2.5 Variante de Uchumayo, Cerro Colorado, Arequipa, adicionalmente cuenta con oficinas en Lima, calle Nicolás Arriola 791.

DCR Minería y Construcción S.A.C., consciente de la importancia de estar permanentemente actualizada con las normas legales y estándares Internacionales, ha considerado necesario la implementación de la integración de los Sistemas de Gestión Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo y Calidad tomando como referencia las Normas ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e ISO 9001:2008 respectivamente, para prevenir y controlar los impactos ambientales, minimizar y controlar los riesgos, garantizar el cumplimiento de las regulaciones y lograr el mejoramiento continuo.

En el año 2013 certificó, con calificación de full cumplimiento en la auditoría del código del cianuro, auditoría llevada a cabo bajo los principios y estándares establecidos por el ICMI (International Cyanide Management Code). Esta certificación le ha permitido ser una solución y una alternativa confiable y certificada para el sector minero y productivo.

3.1.2. Estructura organizacional

DCR Minería y Construcción S.A.C. es una sociedad anónima cerrada, el máximo organismo de la empresa es el directorio, luego se encuentra la gerencia general que delega funciones a la sub gerencia general, quién a su vez delega funciones a las gerencias de recursos humanos, financiera y de operaciones.

Finalmente, dentro del área de operaciones se encuentra la jefatura del área de mantenimiento.

El organigrama de la empresa se muestra en la siguiente figura.

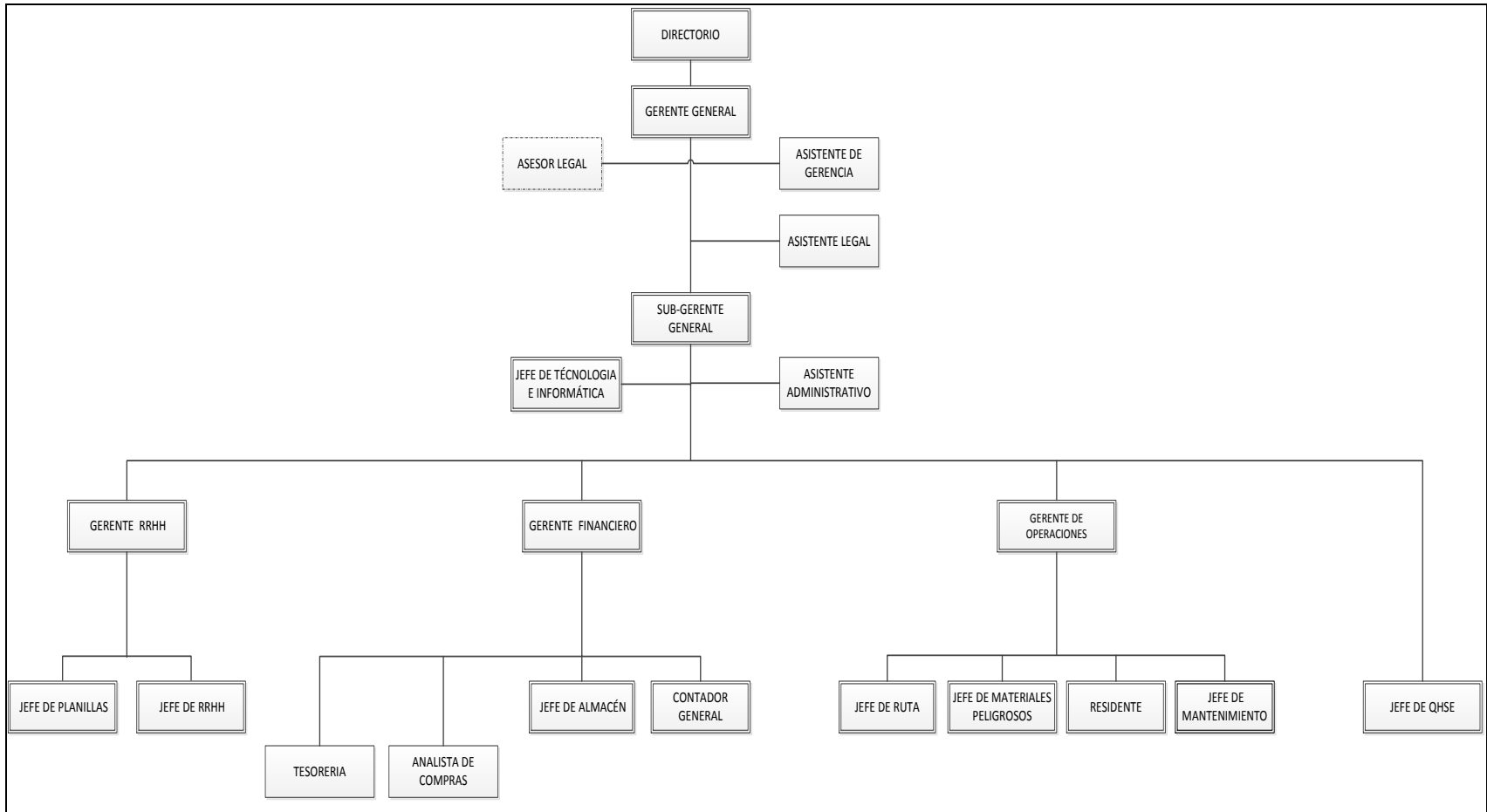


Figura 8. Organigrama General de DCR Minería y Construcción S.A.C.

Fuente: Sistema integrado de gestión organizacional de DCR.

3.1.3. Proceso productivo

Básicamente el proceso productivo de DCR Minería y Construcción S.A.C. constituyen servicios, los cuales bajo el enfoque de procesos se encuentra graficado en el mapa de procesos de la figura 9, básicamente el sub proceso realización del servicio comprende desde el requerimiento del servicio por parte del cliente.

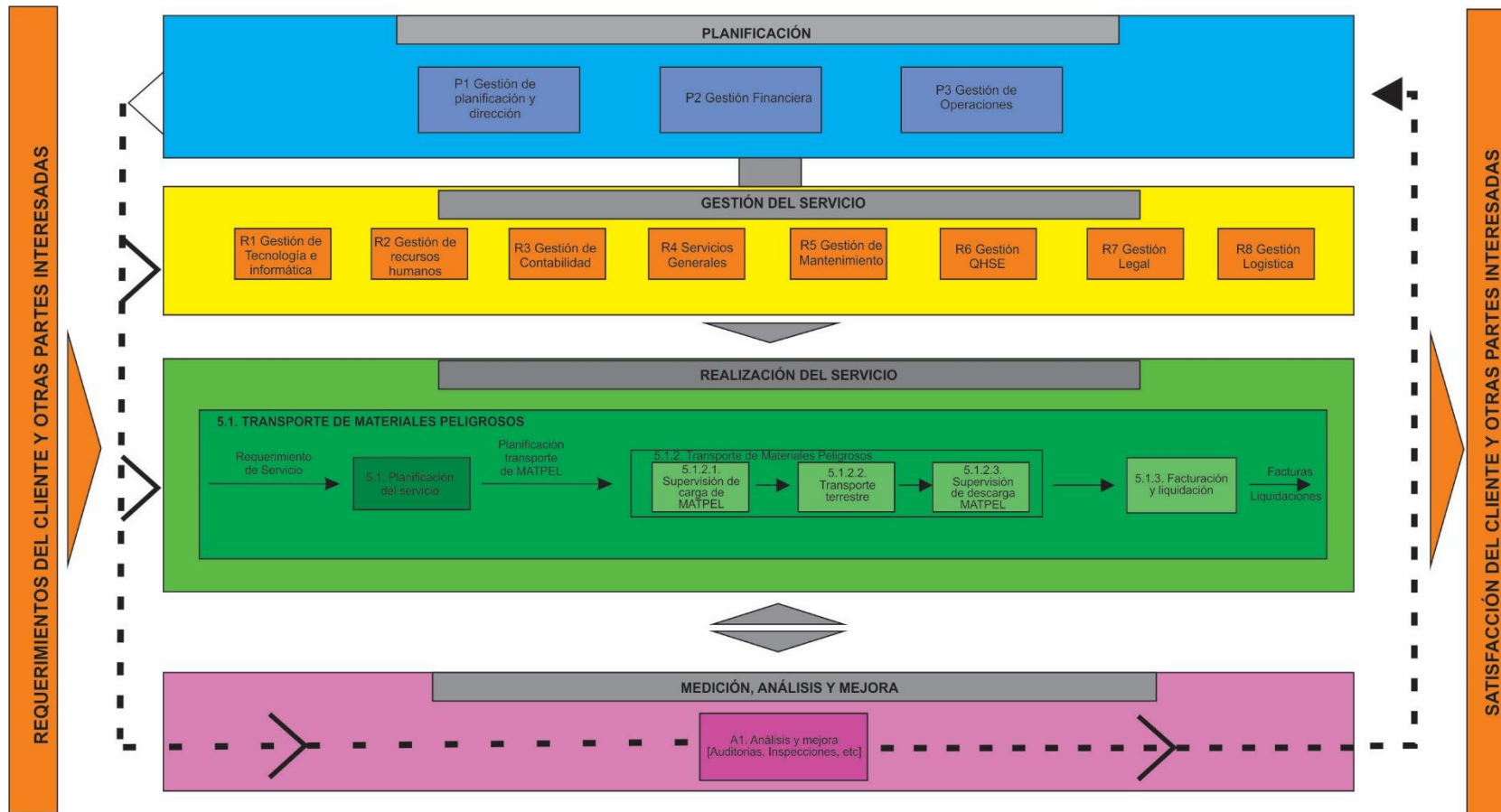


Figura 9. Mapa de procesos de DCR Minería y Construcción S.A.C.

Fuente: Sistema integrado de gestión de DCR Minería y Construcción S.A.C.

3.1.4. Servicios

DCR a través de sus operaciones brinda los siguientes servicios:

- Transporte de materiales peligrosos.
- Transporte de carga sobredimensionada.
- Acarreo de materiales.
- Transporte de concentrado de materiales.
- Transporte de GLP.
- Ingeniería y construcción.

A lo largo de su trayectoria DCR ha establecido relaciones comerciales con importantes empresas, tales como:

- Hochschild Mining plc.
- Minera Bateas S.A.C.
- Southern Perú - SCC – Southern Copper Corporation.
- CONIRSA S.A.
- Compañía de Minas Buenaventura.
- INNOVA.
- Minera Cerro Verde.
- ORICA Mining Services Perú S.A.
- Minera Yanacocha.

- MERCANTIL.
- Minera Barrick.
- Minera LIDER S.R.L.
- Minera La Arena.
- QUIMPAC S.A.
- QUIMPIA.

3.2. Metodología

Cada empresa u organización es diferente, por tanto, el primer punto que se debe plantear antes de diseñar un modelo de gestión de mantenimiento es analizar el tipo de empresa en que nos encontramos, los aspectos estratégicos, organizativos, la ubicación y distribución de la planta de mantenimiento, los equipos y personal, los mantenimientos que se realizan y la administración de mantenimiento que se emplea.

Con este diagnóstico se podrán fijar las necesidades propias de la empresa y desarrollar la planificación estratégica y determinar mejor los objetivos que debe cumplir la gestión de mantenimiento para DCR Minería y Construcción SAC.

3.2.1. Recolección de información

Para cumplir con lo indicado, aplicaremos un cuestionario al personal de mantenimiento, jefe de mantenimiento, asistente, auxiliar, supervisores, mecánico y electricistas, el cual se adjunta en el anexo N° 02.

3.2.2. Resultados de encuestas y entrevistas aplicadas

A continuación, tenemos los resultados del cuestionario aplicado:

En la pregunta N° 01 respecto a la existencia de objetivos, políticas, planes y programas definidos para el área de mantenimiento, el 87 % indicó que no existen, lo cual constituye una ausencia del pilar básico, como lo es la planificación estratégica del mantenimiento.



Figura 10. Existencia de políticas planes y programas
Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta N° 2, el 73 % de entrevistados tiene una fuerte percepción que la estructura organizacional de mantenimiento no es

suficiente, por lo tanto, no permite cumplir eficazmente con los trabajos de mantenimiento.



Figura 11. Cumplimiento de trabajos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

En la misma línea, en la pregunta N° 4, el 60 % de los entrevistados indica la falta de recursos para ejecutar las tareas de mantenimiento.

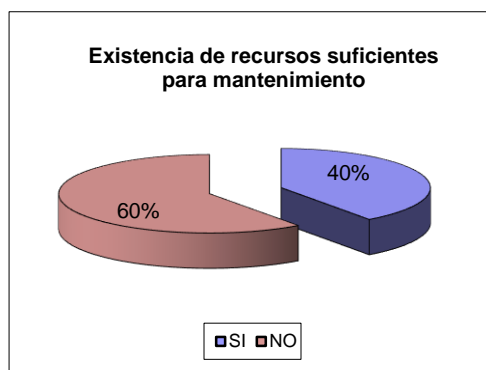


Figura 12. Recursos suficientes para mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente en la pregunta N° 3, el 100 % de los entrevistados indican la falta de procedimientos efectivos para ejecutar los mantenimientos preventivos, compra de repuestos y reparaciones urgentes, consecuentemente, se evidencia, una debilidad en la estructura organizativa y procedimental de DCR.

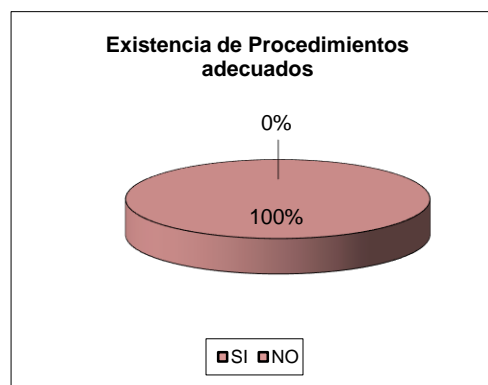


Figura 13. Existencia de procedimientos adecuados
Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta N° 5, el 87 % considera que no se realizan proyecciones y pronósticos cuantitativos de la demanda de repuestos y servicios, esto una debilidad de gestión de requerimientos y compras, que puede resultar en exceso de inventarios o paros prolongados de equipos por falta de repuestos.



Figura 14. Existencia de proyecciones de compra y servicios
Fuente: Elaboración propia.

En el ámbito técnico, en la pregunta N° 6, el 100 % de entrevistados considera la aplicabilidad de mantenimiento correctivo, el 53 % también preventivo, el 20 % mantenimiento predictivo y el 7 % mantenimiento proactivo, lo que constituyen evidencias de en qué sentido están orientados los esfuerzos del área de mantenimiento y es básicamente a la atención de correctivos y/o emergencias, descuidando la parte preventiva.

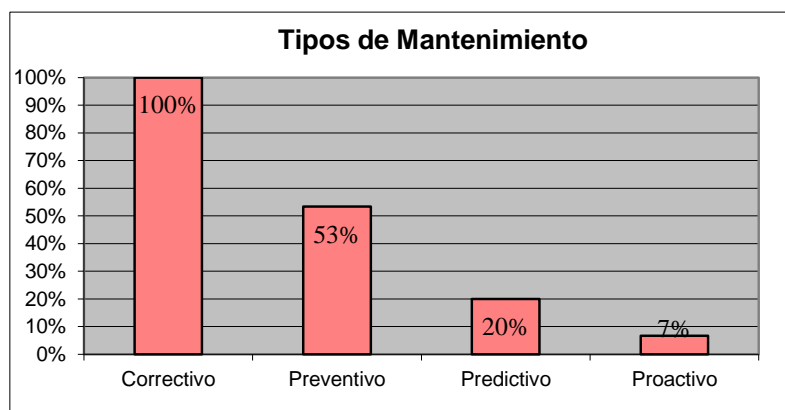


Figura 15. Tipos de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta N° 7, se ha señalado que sólo 27 % de entrevistados considera que existe una retroalimentación por parte de mecánicos, choferes al área mantenimiento, esta situación permite escapar información importante y útil para la planificación.

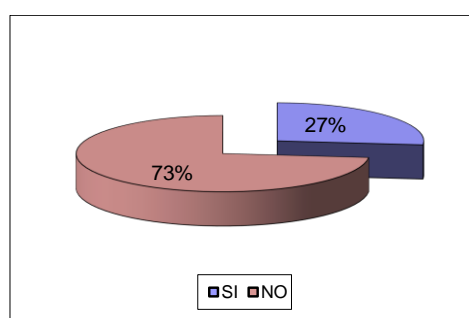


Figura 16. Retroalimentación a mecánico y/o operador
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al control de los programas de mantenimiento, en la pregunta N° 8, sólo el 33 % de entrevistados indica la existencia de control sobre su ejecución, esta situación obedece a la irregularidad en el diseño de los programas y su pobre ejecución.

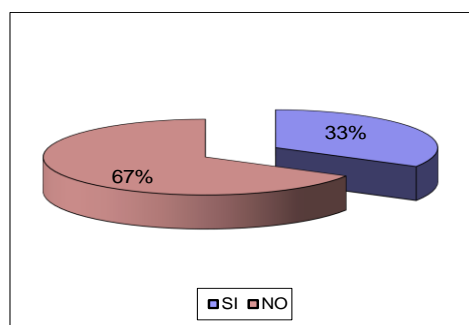


Figura 17. Control de programas de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la utilización de formatos de apoyo, en la pregunta N° 9, el 53 % de entrevistados coincidieron en la utilización de checklist, el 80 % en uso de órdenes de trabajo, el 47 % en la utilización de informes de mantenimiento, sólo 7 % en el uso de cartillas y backlog; ante estos % bajos de utilización de formatos, se puede concluir la falta de soporte que tiene el esquema actual de gestión de mantenimiento.

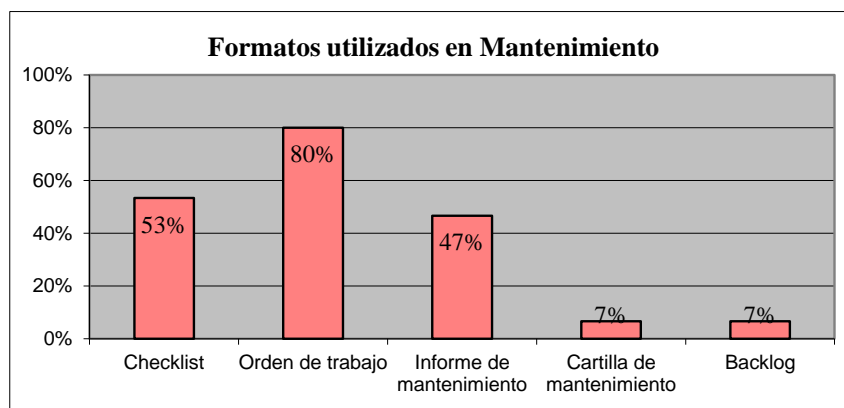


Figura 18. Uso de formatos

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la utilización de nuevas herramientas de gestión, como son, el análisis de criticidad (AC), análisis de modo y efectos de falla (AMEF), análisis de causa raíz (ACR) e histogramas, en la pregunta N° 10, el 100 % de entrevistados indicó que no se utiliza ninguna de las herramientas mencionadas para la gestión de mantenimiento, lo cual es una debilidad importante porque evidencia la falta de capacitación y actualización del personal, lo cual se corrobora con la pregunta N° 11,

donde el 87 % de entrevistados, indicó que no existen programas de capacitación y entrenamiento, definitivamente aquí existe una oportunidad de mejora de alto potencial.

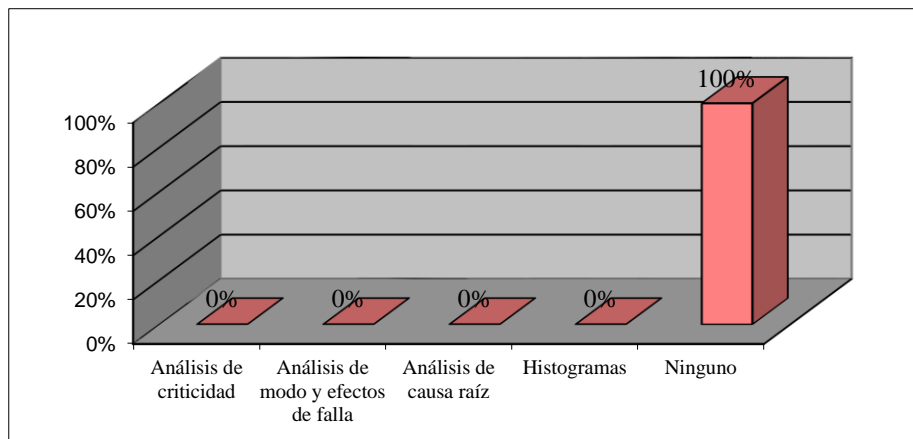


Figura 19. Uso de nuevas herramientas de gestión

Fuente: Elaboración propia.

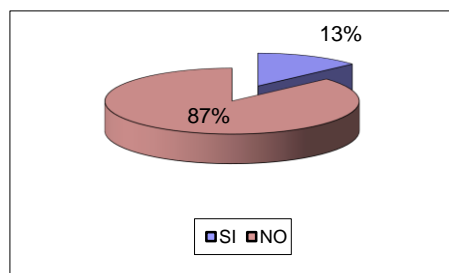


Figura 20. Existencia de programas de capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta N° 12, el 73 % de entrevistados considera que el esquema actual de compras no es ágil, consecuentemente impacta en la productividad del personal y en los tiempos de paro de equipos.

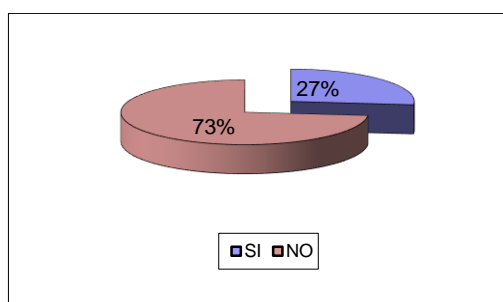


Figura 21. Calificación de esquema de compras.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a costos, en la pregunta N° 13, sólo el 20 % de entrevistados, considera que lleva un control detallado de costos de mantenimiento, lo cual constituye una limitante para la gestión de costos propiamente dicha.

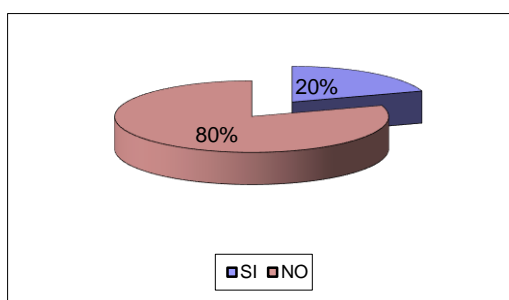


Figura 22. Control detallado de costos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a compra de equipos, en la pregunta N° 14 se puede observar que el 93 % de entrevistados indica que no se efectúa evaluaciones detalladas para la compra y/o renovación, considerando el alto valor que representan los equipos y la importancia en su selección, tenemos una debilidad que debe ser superada.

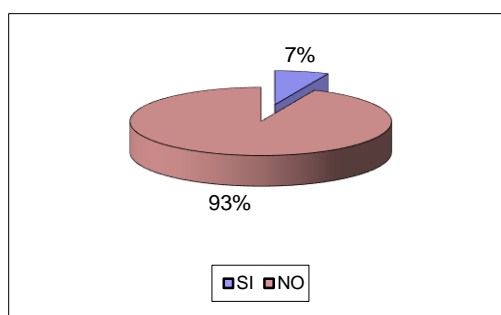


Figura 23. Evaluación para la renovación de equipos.
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al tema ambiental, a la pregunta si se practican actividades de proyección del medio ambiente realizando actividades concretas para reducir el nivel de contaminación control y reciclaje de residuos, sólo el 40 % considera que se llevan a cabo actividades para reducir la contaminación, en este aspecto; ante la exigente legislación actual, el riesgo de sanciones está presente.

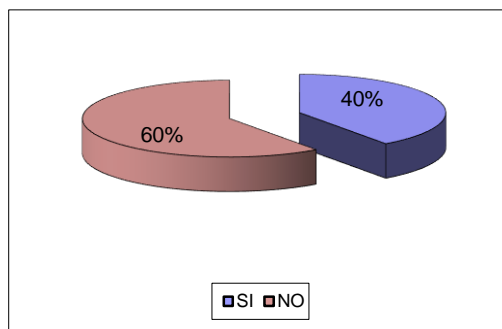


Figura 24. Ejecución de acciones preventivas
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la interrogante si se evalúa los objetivos a través de la presentación de indicadores de evaluación de desempeño, el 80 % considera que no se realiza, lo que constituye una nueva debilidad, considerando la importancia que tienen las competencias y habilidades de los colaboradores.

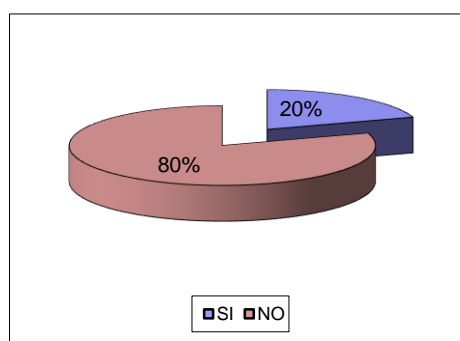


Figura 25. Evaluación por indicadores de desempeño
Fuente: Elaboración propia.

3.3. Diagnóstico estratégico

3.3.1. Misión de la empresa

“Desarrollamos nuestros servicios; guiados por estándares nacionales, internacionales y de innovación, promoviendo el éxito de nuestros clientes con soluciones integrales adecuadas a sus necesidades, facilitando el desarrollo de nuestros colaboradores, generando una rentabilidad sostenida a sus accionistas, y una contribución positiva a la sociedad”.

Esta misión define un propósito de acción claro, contiene aspectos económicos y operativos perfectamente medibles y comparables. Identifica claramente los servicios y principalmente el requisito de excelencia en el servicio al cliente.

3.3.2 Visión de la empresa

“Ser la empresa; de acarreo de mineral en minería subterránea y transporte de materiales peligrosos y/o productos para empresas mineras e industriales; líder en el Perú.”

Valores de la organización

➤ Disciplina

Es estar a tiempo, cumplir con nuestras obligaciones en el momento adecuado.

➤ **Compromiso**

Es el valor que permite que una persona dé todo de sí misma para lograr sus objetivos.

➤ **Respeto**

El respeto exige un trato amable y cortés; el respeto es la esencia de las relaciones humanas, del trabajo en equipo, por tal motivo DCR basa todas sus relaciones internas y externas en este valor.

3.3.3 Análisis FODA

A través de un taller y con la participación del gerente de operaciones, jefe de mantenimiento, asistente, supervisores de taller y auxiliares, con la técnica lluvias de ideas, se identificó las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del área de mantenimiento.

Tabla 4

Matriz FODA (Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades)

FODA del área de Mantenimiento - DCR Minería & Construcción	Fortalezas - F		Debilidades - D		
	F1	Iniciativa y voluntad de los colaboradores	D1	Incumplimientos de fechas de entrega a	
	F2	Capacidad de emprendimiento	D2	Políticas y estrategias de mantenimiento genéricas.	
	F3	Procedimientos y manuales de operación	D3	Ausencia de sistema información de mantenimiento	
	F4	Equipamiento tecnológico moderno.	D4	Baja confiabilidad del plan de mantenimiento	
	F5	Know How del personal técnico	D5	Costos operativos elevados.	
	F6	Sistema integrado de gestión organizacional	D6	Bajos niveles de productividad	
	F7	Personal motivado, adecuado, experiencia y cultura organizacional.	D7	Excesivo tiempo de respuesta a emergencias	
			D8	Equipo deficiente para realizar tareas de mantenimiento.	
			D9	Retraso en emisión de órdenes de trabajo	
			D10	Falta de equipos modernos de diagnóstico	
			D11	Ausencia de indicadores de gestión	
			D12	Baja integración con áreas relacionadas	
		D13	Resistencia al cambio y clima laboral		
Oportunidades - O		Estrategías FO		Estrategías DO	
O1	Disponibilidad de capacidad instalada de equipos				
O2	Crecimiento de sector minero y construcción.				
O3	Estabilidad económica del país				
O4	Disponibilidad de recursos en el sistema financiero				
O5	Oferta diversa para capacitación en temas de mantenimiento y operación de equipos.				
O6	Normalización y certificación internacional de operaciones.				
O7	Disponibilidad de nuevas tecnologías en maquinaria y equipo y sistemas informáticos.				
O8	Diversas técnicas y herramientas de planificación, programación y control de mantenimiento.				
Amenazas - A		Estrategías FA		Estrategías DA	
A1	Disminución del presupuesto de mantenimiento.				
A2	Mayores exigencias del área comercial y operaciones.				
A3	Incumplimiento en la entrega de componentes por parte de proveedores.				
A4	Competencia invierte en equipos y maquinaria moderna.				
A5	Aumento de la velocidad de obsolescencia de maquinaria y equipo debido al avance tecnológico				
A6	Casos de inestabilidad social alrededor del sector minero.				
A7	Alta rivalidad en el sector por el exceso de capacidad instalada.				
A8	Alta rotación de personal en el sector minero y construcción.				
A9	Legislación laboral, social y ambiental cada vez más exigente.				

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Gestión administrativa del mantenimiento

3.4.1 Estructura organizativa

Se procede al análisis de la estructura organizativa del área de mantenimiento, el cual brinda servicio al área de operaciones.

a) Situación actual

El área de mantenimiento es el primer actor del área de operaciones, sus actividades deben estar alineadas a la estrategia empresarial, a fin de planificar y programar las intervenciones a los equipos y controlar el cumplimiento de planes y programas.

Sin embargo, existen diversos factores y hechos que no permiten que el área se desempeñe dentro de las exigencias explicadas y se traducen en debilidades y oportunidades de mejora importantes como son:

En la gestión administrativa no existe un sistema de gestión de mantenimiento, que permita gestionar solicitudes de trabajo, órdenes de mantenimiento, registro de historiales de equipos, etc. La manera de notificar alguna anomalía de los equipos es por medio del jefe de operaciones quien verbalmente informa al jefe de mantenimiento sobre alguna falla, sin registro oficial y en otros casos los operadores lo hacen de forma escrita en un formato.

Por otro lado, el programa de mantenimiento preventivo sufre reprogramaciones por falta de planificación, programación y atención de emergencias.

b) Estructura organizacional del área de mantenimiento

El área de mantenimiento, depende de la gerencia de operaciones y está conformada por un jefe de mantenimiento, un asistente y tres auxiliares en la parte administrativa.

Como política, la planificación, programación y control del mantenimiento se efectúa desde la sede central, los supervisores destacados en las unidades transfieren toda la información a oficina Arequipa, si bien esta política está orientada a la reducción de costos, el flujo de información no es oportuna, por lo tanto, se tiene un impacto negativo en la gestión de mantenimiento.

En la estructura actual se nota la ausencia del puesto de Planner, uno para los equipos de minería en frentes y otro para equipos de transporte de ruta, el puesto consolidará las actividades del área y generará un plan y un programa de mantenimiento óptimo, actualmente esta tarea la realiza el asistente de mantenimiento, sin embargo, dado que tiene que asistir al jefe de mantenimiento, no le permite optimizar las labores de planificación y programación y genera la imposibilidad de emitir de manera

confiable indicadores de gestión y principalmente los planes de acción sobre las variaciones en los indicadores, que permitan obtener mejoras significativas en los resultados de la empresa.

En la Figura 26 se muestra el organigrama del área de operaciones y en la Figura 27, el organigrama de mantenimiento.

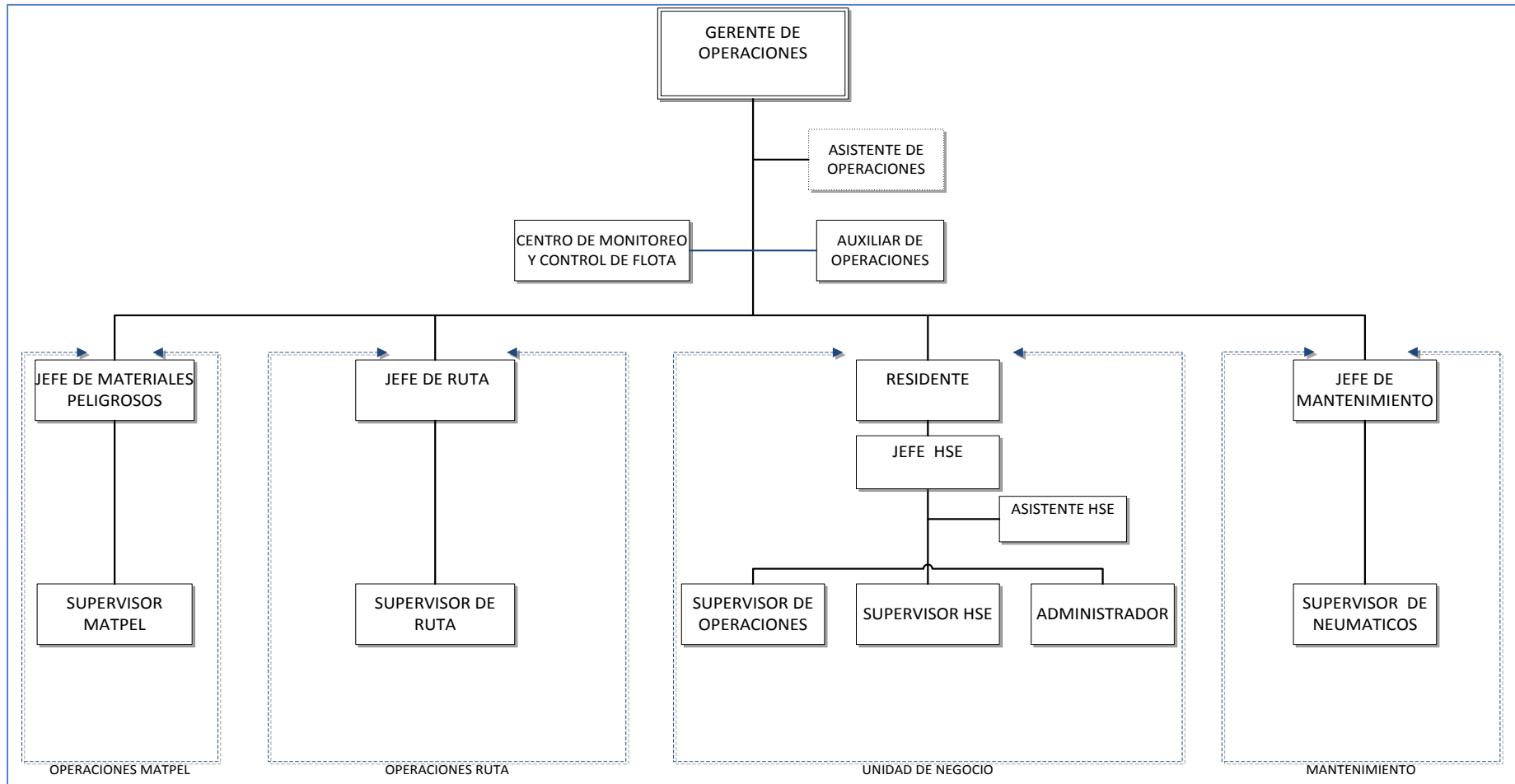


Figura 26. Organigrama del área de operaciones de DCR Minería y Construcción S.A.C.

Fuente: Sistema integrado de gestión DCR Minería y Construcción S.A.C.

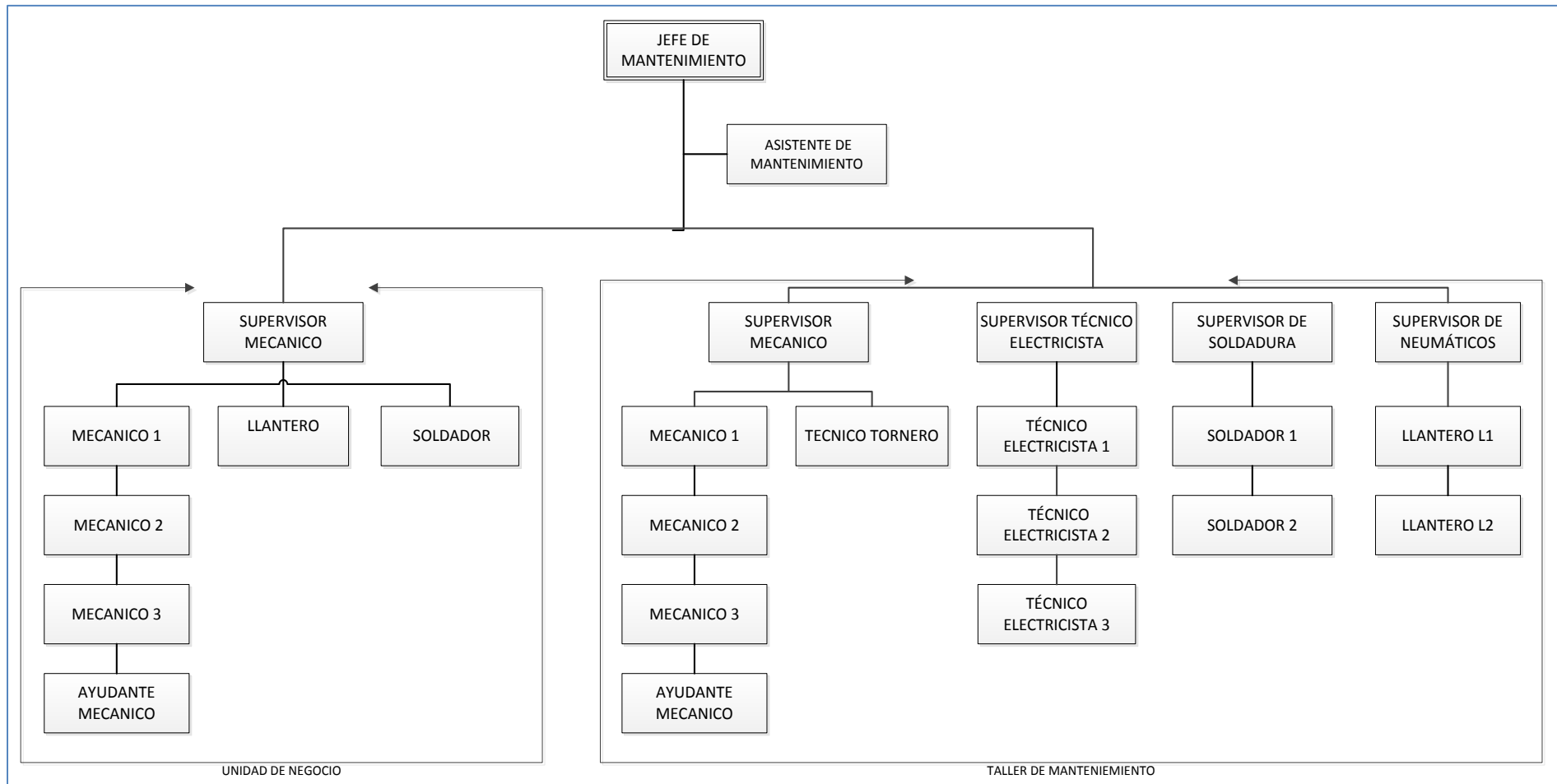


Figura 27. Organigrama del área de mantenimiento de DCR Minería y Construcción S.A.C.

Fuente: Sistema integrado de gestión DCR Minería y Construcción S.A.C.

3.4.2 Gestión del proceso de mantenimiento

3.4.2.1 Planificación y programación de mantenimiento

Respecto a la gestión de los subprocesos de planificación y programación, estos no cuentan con una regularidad periódica y surgen continuamente reprogramaciones, porque las actividades del área han caído en una especie de atención de emergencias, es decir, apaga incendios, esta situación, no permite garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

El programa de mantenimiento actual obedece a una lista semanal de equipos que deben ingresar a mantenimiento, con una gran parte de trabajos pendientes y atención de emergencias.

Para los equipos programados, se indica el tipo de intervención de mantenimiento, la fecha de entrega a través de la emisión de una orden de trabajo.

3.4.2.2 Documentos y flujos de información

Las operaciones actuales en el área de mantenimiento, se efectúan de manera informal y muy variable, inclusive los operadores solicitan los trabajos de manera desordenada y esto mayormente no coincide con el nivel de prioridad como equipo o con la necesidad del área de operaciones.

Básicamente se llevan a cabo las siguientes actividades:

- **Verificación de solicitudes de mantenimiento:** Como se indicó anteriormente, estos requerimientos son manuales y verbales solicitados por los operadores y jefe de operaciones.
- **Verificación y/o requerimiento de repuestos, componentes mayores y materiales:** Se verifica directamente el stock, sin embargo, al no contar con una planificación, normalmente no hay stock disponible.
- **Generación de órdenes de trabajo:** La realiza el asistente o auxiliar de mantenimiento y la entrega a taller.
- **Requerimiento de repuestos, componentes mayores y materiales:** Se efectúa el vale de salida de almacén por los repuestos y materiales necesarios y que tengan stock disponible.
- **Requerimiento de servicios de terceros:** Se solicita los trabajos a terceros para la reparación de componentes mayores, sin embargo, en su mayoría incurren en frecuentes incumplimientos.

3.4.2.3 Control del mantenimiento

Dentro de las actividades de control y seguimiento:

- **Seguimiento de las operaciones de mantenimiento:** Para todos los frentes se efectúa desde la sede central en Arequipa.

- **Control y generación de indicadores:** Sólo algunos indicadores se obtienen al final del periodo, con un enfoque netamente informativo, es decir, no llegan formalmente al personal técnico, lo que no permite mejor efectividad en la gestión de mantenimiento.
- **Administración de backlogs:** No se encontró evidencia de un mecanismo sostenido de administración de trabajos pendientes.
- **Tiempos de ejecución efectiva del mantenimiento preventivo:** No existe un control de estos tiempos, la ejecución podría prolongarse.

3.4.3 Análisis de la ubicación y distribución del área de mantenimiento

La empresa cuenta con un taller en la sede de Arequipa para realizar las actividades de mantenimiento a sus equipos, excepto los que se encuentran destacados en los frentes, donde cuenta con áreas destinadas para tal fin. La elección de esta ubicación obedece a un tema estratégico por el negocio de transporte de materiales peligrosos y por la centralización de almacenes, supervisión, herramientas y equipos necesarios para las intervenciones.

Con el crecimiento que ha sostenido DCR, la flota de equipos se incrementó, por lo tanto, el taller de mantenimiento quedó pequeño, no cuenta con una sección de lavado de equipos y un pique adecuado para la

verificación y cambio de aceites que preste las condiciones para evitar la contaminación.

Las áreas de soldadura y pintura, electricidad y llantería se han visto reducidas y con equipo obsoleto, la sección de maestranza presenta muchas restricciones básicamente en la operatividad del torno horizontal por antigüedad.

Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar la necesidad de un nuevo local que permita optimizar las labores de mantenimiento, brinde las condiciones de seguridad al personal y equipos.



Figura 28. Plano de distribución del taller sede central DCR Minería y Construcción S.A.C.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. Análisis de vehículos y equipos

El estudio abarca toda la flota de equipos de DCR, en la siguiente tabla la clasificación por familias, modelos y tipo de transporte:

Tabla 5
Clasificación de equipos de la flota de DCR

EQUIPO PESADOS	FAMILIA	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
	Excavadoras		320 – 329	330 - 336
Cargadores		924 – 962	966 - 980	988 - 990
Motoniveladoras		120 – 135	140 - 12	14 - 16
Tractores		D3 - D6G	D6M - D8	D9 - D10
Retro-excavadoras		Todos	--	--
Rodillos		Todos	--	--
EQUIPO LIVIANOS	FAMILIA	TRANSPORTE DE PERSONAS	TRANSPORTE DE CARGA	NO MOTORIZADOS PARA EL TRANSPORTE DE CARGA
	Camión Tracto (Remolcador)	--	G410 - G460	--
		--	FH - FM	--
Camión Volquete	--	--	FMX	--
		--	P460	--
Camioneta	HI LUX - PICK UP - BT	--	--	--
Couster	COUNTY	--	--	--
Cisterna Agua	--	--	FM	--
Camión Lubricador	--	--	DUTRO	--
		--	--	BALONERA
		--	--	BOMBONA
		--	--	CARRETA METALERA
		--	--	CAMABAJA
Semirremolque	--	--	--	CISTERNA DE GAS
		--	--	PLATAFORMA
		--	--	PORTACONTENEDOR
		--	--	TOLVA
		--	--	TOLVA
		--	--	ENCAPSULADA

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, muestro imágenes de los equipos que componen la flota de DCR Minería y Construcción:



Figura 29. Excavadora 374DL
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 30. Cargador frontal 962H
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 31. Motoniveladora 140K
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 32. Tractor D8T
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 33. Retroexcavadora 420F
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 34. Rodillo CS533E
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 35. Volquetes Volvo y Scania
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 36. Bombonas
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 37. Encapsulados
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 38. Cisterna de gas
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 39. Plataforma transporte de cianuro
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 40. Plataformas transporte de peróxido
Fuente: Flota de equipos DCR.



Figura 41. Carreta
Fuente: Flota de equipos DCR.

A continuación, la Figura 42 muestra la composición de la flota de DCR, se puede ver que el 53 % corresponde a camiones volquetes y tractos, de este grupo una parte son atendidos en el taller central y otros en los frentes respectivos, el 30 % que corresponde a semirremolques y el 8 % de vehículos de transporte de personal, utilizan el taller de Arequipa para los servicios de mantenimiento.

Finalmente, el 9 % de equipo pesado, básicamente son intervenidos en los respectivos frentes donde se encuentran destacados.

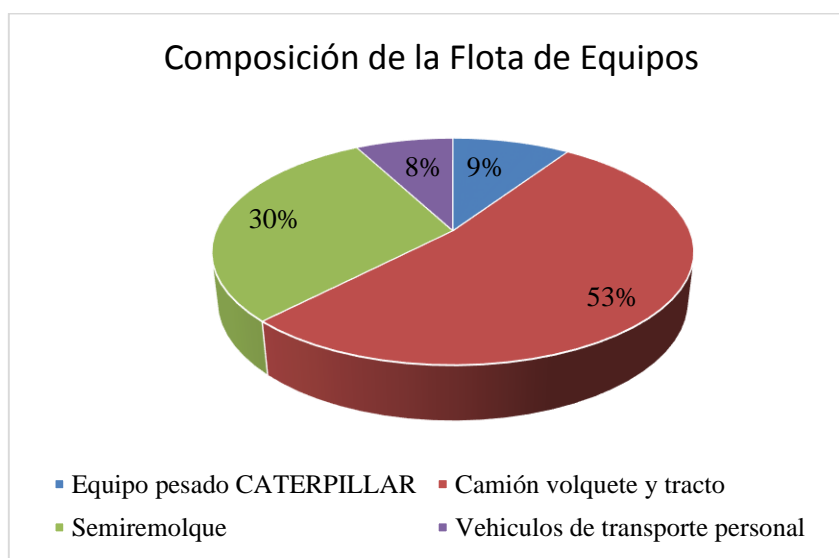


Figura 42. Composición de la flota de equipos de DCR

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del grupo de equipo pesado, de los 35 equipos, predominan las excavadoras con 12 equipos y cargadores frontales con 10, como los más representativos.

La tabla 6 muestra el detalle de equipos.

Tabla 6

Flota de equipo pesado CATERPILLAR

Familia	Modelos	Prefijo	SMP	Cantidad
Motoniveladora	140K	JPA	250 h	1
		SZL	250 h	2
		A8F	250 h	4
Excavadora	320DL	A6F	250 h	3
		TMF	250 h	1
	336DL	M4T	250 h	3
	374DL	TAS	250 h	1
Retroexcavadora	420F	LTG	250 h	3
	950H	M1G	250 h	1
Cargador Frontal	962H	SSA	250 h	5
		M3G	250 h	4
		CS533E	TJL	250 h
Rodillo Compactador	CS56B	M4M	250 h	1
		437	250 h	1
Tractor	D6TXL	GCT	250 h	2
	D7R II	BRM	250 h	1
	D8T	J8B	250 h	1
Total Equipo Pesado				35

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se puede ver el detalle de camiones, tractos y cisternas.

Tabla 7

Flota de equipo liviano camión volquete, tractos y cisternas

Marca	Familia	Modelos	Tracción	SMP	Nro. Equipos
VOLVO	Camión Tracto (Remolcador)	FH	6X4T	20000 km	40
		FM	6X4T	20000 km	6
	Camión Volquete	FMX	6X4R	400 h	47
			8X4R	400 h	10
SCANIA	Camión Tracto (Remolcador)	G410	A6X4	15000 km	18
		G420	A6X4	15000 km	26
		G460	A6X4	15000 km	34
	Camión Volquete	P460	B6X4	300 h	13
HINO	Cisterna Agua	FM		5000 km	1
	Camión Lubricador	DUTRO		5000 km	1
Total Equipo Liviano Camiones, tracto y cisterna					196

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se tiene que, de 111 semirremolques, 26 son cisternas de gas y 20 carretas metaleras.

Tabla 8

Flota de equipos semirremolque

Familia	Nro. Ejes	Nro. llantas	SMC	Nº Equipos
Balonera	3	12	A condición	6
Bombona	3	12	A condición	10
Carreta Metalera	3	12	A condición	20
Camabaja	3	12	A condición	5
Cisterna de Gas	3	12	A condición	26
Plataforma	3	12	A condición	12
Portacontenedor	3	12	A condición	13
Tolva	3	12	A condición	12
Tolva encapsulada	3	12	A condición	7
Total Semirremolque				111

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se tiene los vehículos de transporte de personal, predominan las camionetas Toyota HILUX como muestra la tabla 9:

Tabla 9
Flota de vehículos de transporte de personal

Familia	Marca	Modelo	SMP	Nro. Equipos
Camioneta	TOYOTA	HI LUX	5000 km	23
	NISSAN	FRONTIER	5000 km	2
	MAHINDRA	PICK UP	5000 km	1
	MAZDA	BT	5000 km	1
Couster	HYUNDAI	COUNTY	5000 km	2
Total equipos livianos				29

Fuente: Elaboración propia.

a) Análisis de equipos según marca

En cuanto a marcas, tomando en consideración la línea amarilla, volquetes, tractos y semirremolques, se tiene 33 % de semirremolques de diversas marcas, seguido de VOLVO con 30 %, luego SCANIA con el 27 % y finalmente CATERPILLAR con 10 %.

Dentro del grupo de camiones y tractos, esta diversificación brinda ciertas ventajas, como un mayor poder de negociación ante los proveedores para compra de equipos, esfuerzos por parte de los proveedores para brindar un eficiente soporte técnico a DCR, sin embargo, también trae consigo desventajas, como un mayor manejo logístico para manejar repuestos para ambas marcas de equipos, lo que podría

representar incrementos del stock, por otro lado, en el tema técnico, es necesario una mayor especialización de los técnicos para atender ambas marcas de equipos. En la Figura 43 se tiene la composición de la flota de DCR según marca de equipo.

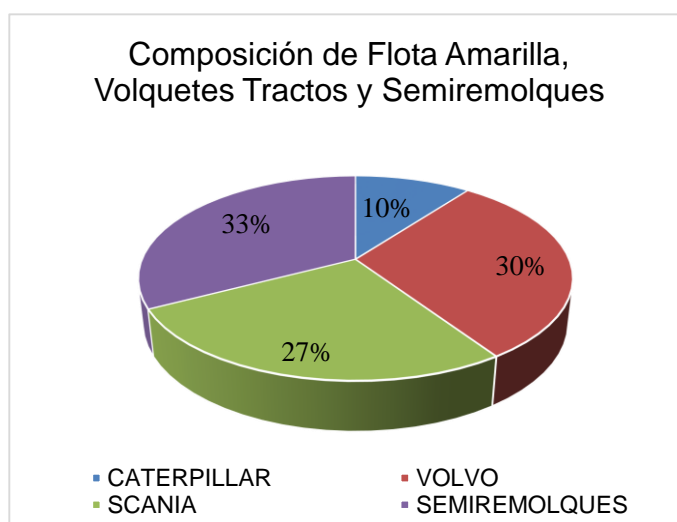


Figura 43. Composición de flota amarilla, volquetes tractos y semirremolques por marca
Fuente: Elaboración propia.

b) Análisis de equipos según antigüedad y marca

En cuanto a la antigüedad de equipo pesado CATERPILLAR, de los 35 equipos CAT, 23 de ellos son del año 2013 en adelante, sin embargo, 12 de ellos son del 2012 hacia atrás, inclusive se tiene 03 equipos del 2010 hacia atrás.

En el grupo de equipos VOLVO, de los 103 equipos, 82 no tiene una antigüedad mayor a 3 años, se puede decir que es una flota medianamente moderna, aspecto que brinda ventaja competitiva a DCR.

En los equipos SCANIA, de los 91, sólo 16 tienen una antigüedad menor a 03 años, por lo tanto, es una flota antigua camino a la obsolescencia.

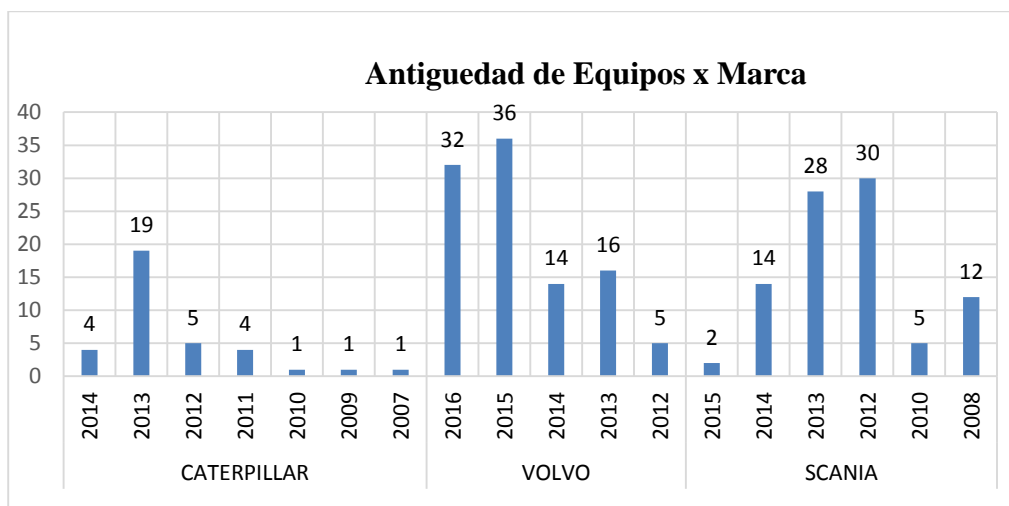


Figura 44. Antigüedad de equipos Caterpillar, Volvo y Scania

Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis de equipos según recorrido y marca

Los principales equipos de la flota lo constituyen los tractos, volquetes y la línea amarilla CAT, considerando que el recorrido de los equipos es la variable de mayor impacto en la vida útil, confiabilidad y disponibilidad, es que se procederá a efectuar el análisis se define la siguiente escala para cada tipo de equipo:

Tabla 10
Escalas de recorrido de equipos según marca

Calificación	Volquetes (Horas)	Línea Amarilla (Horas)	Tractos (Kilómetros)
I Recorrido Muy Bajo (Equipo casi nuevo)	[0 – 2 400]	[0 – 2 000]	[0 – 120 000]
II Recorrido Bajo	[2 401 – 4 800]	[2 001 – 4 000]	[120 001 – 240 000]
III Recorrido Medio	[4 801 – 9 600]	[4 001 – 6 000]	[240 001 – 480 000]
IV Recorrido Alto	[9 601 - 14 400]	[6 001 – 12 000]	[480 001 – 600 000]
V Recorrido muy alto (Equipo cumplió su ciclo de vida.)	[14 401 a más]	[12 001 a más]	[600 001 a más]

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 10 se ha definido rangos de recorrido del I al V, es decir, muy bajo (verde), bajo (celeste), medio (azul), alto (naranja) y muy alto (rojo), donde el rango I indica que el equipo tiene un recorrido bajísimo, es decir, está casi nuevo y el rango V indica que el equipo tiene un amplio recorrido y prácticamente está obsoleto.

Dentro de este contexto, de los 35 equipos CAT, 12 tiene un recorrido bajo y medio, la mayoría que son 20 equipos tiene un recorrido alto y 03 equipos se consideran prácticamente obsoletos con recorridos superiores a 12 000 horas, consecuentemente, se puede decir que la línea amarilla CAT es una flota de alto recorrido y que necesita evaluaciones para renovación de equipos.

Analizando la flota de volquetes Scania, aquí se tiene una flota desgastada, 3 de ellos con alto recorrido y 9 equipos con recorrido muy alto, en consecuencia es una flota desgastada.

Finalmente, dentro los volquetes Volvo se tiene una distribución regular de antigüedad y se puede destacar de los 57 volquetes, 13 son prácticamente nuevos, 27 con recorridos bajo y regular, sin embargo, 14 de ellos están por encima de 14 401 horas, a pesar de ello, se califica esta flota como relativamente nueva y en proceso de renovar los 14 equipos de la última clase.

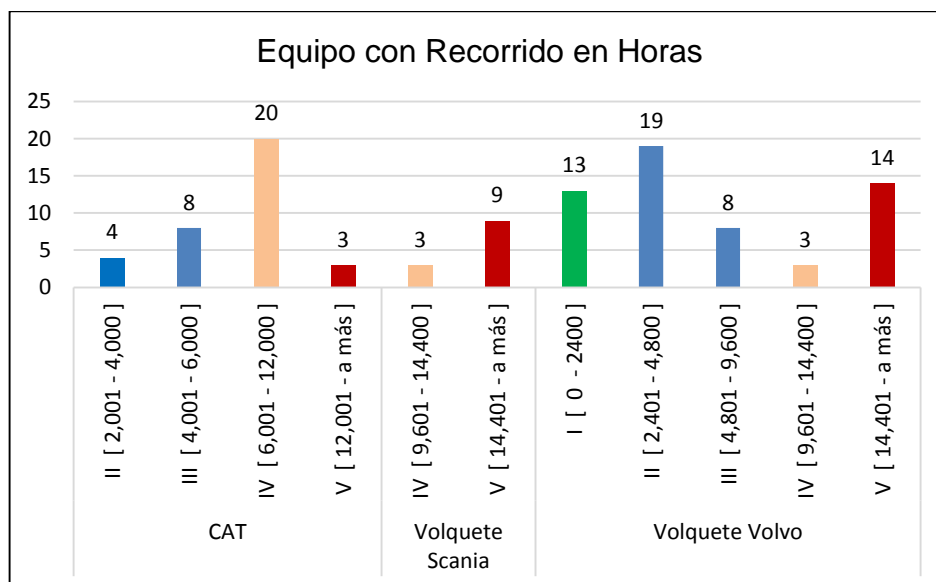


Figura 45. Antigüedad de equipos por marca según recorrido en horas

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los tractos Scania, de los 78 equipos, el 20 % son prácticamente nuevos, el 61 % tienen un recorrido bajo y medio y sólo el 3 % se puede considerar como equipo obsoleto con 600 000 km de recorrido, en este sentido, los tractos Scania son una flota prácticamente nueva, lo que brinda ventajas competitivas a DCR.

Del mismo modo, la flota de tractos Volvo prácticamente es nueva, el 78 % de equipos tiene menos de 120 000 km de recorrido y el resto tiene recorrido bajo.

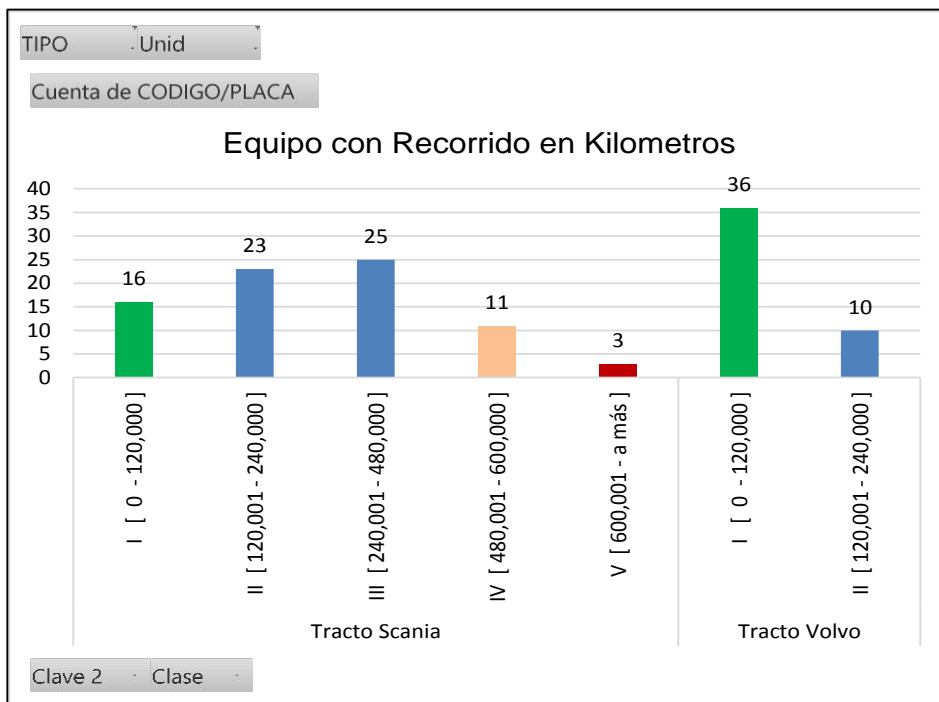


Figura 46. Antigüedad de equipos por marca según recorrido en kilómetros.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. Gestión del talento humano

DCR no cuenta con planes de capacitación relacionado a habilidades técnicas, en general, el conocimiento técnico de los supervisores y mecánicos deviene de la experiencia acumulada a lo largo de los años de servicio y es complementada con información de los manuales de equipos.

Otro factor relevante, es la alta rotación del personal técnico tanto mecánico, electricista como electrónicos, lo cual impacta en la calidad, tiempos y costos de mantenimiento, ante este contexto que caracteriza al sector minería y construcción, DCR no cuenta con un programa de retención del talento y/o estrategias de mediano y largo plazo.

Finalmente, se pudo comprobar en todos los niveles de la estructura organizativa de DCR Minería y Construcción, una debilidad de conocimientos conceptuales en gestión estratégica de mantenimiento bajo el enfoque de mejora continua, lo que no contribuye a mejorar de manera importante la competitividad de la empresa.

3.4.6. Indicadores de mantenimiento

Como parte de las funciones del asistente de mantenimiento se tiene la obtención de indicadores, como son, el cumplimiento al programa de mantenimiento, tiempo medio de reparación, tiempo medio entre fallas, precisión del mantenimiento preventivo, sin embargo, la confiabilidad de la información base es baja, por otro lado, los indicadores obtenidos no son comunicados de manera continua y sostenible a los supervisores, técnicos de taller y campo.

3.5. Conclusiones

A continuación, las conclusiones del diagnóstico de la situación actual en el área de mantenimiento de DCR Minería y Construcción:

- 1) DCR Minería y Construcción tiene una misión y visión con propósitos estratégicos claramente definidos, sin embargo, la estructura organizativa y procedimental del área de mantenimiento carecen del mismo sentido estratégico, es decir, no están alineadas a tales declaraciones.
- 2) No existe un sistema de gestión de mantenimiento orientado a la mejora continua que contemple desde los conceptos estratégicos del área de mantenimiento, procedimientos y herramientas de gestión para el cumplimiento de los objetivos del área y objetivos empresariales.
- 3) El flujo de información, a través del proceso de gestión de mantenimiento, no contempla la estandarización y utilización sostenida de formatos de apoyo como solicitudes de trabajo, checklist, backlogs, informes y cartillas de mantenimiento preventivo.
- 4) La estructura organizativa del área de mantenimiento no contempla el puesto de Planner, las funciones propias de este puesto las efectúa el asistente del jefe de mantenimiento generando una

sobrecarga laboral que se traduce en el incumplimiento cabal de las funciones de planificación y programación.

- 5) Desde la línea de mando de jefatura, asistencia y supervisión, no se utilizan herramientas que permita mejorar la gestión de mantenimiento, por ejemplo, análisis de criticidad, análisis de causa raíz, modos y efecto de falla, etc.
- 6) El área de mantenimiento no cuenta con un plan de capacitación anual que permita la actualización de conocimientos técnicos y permita cerrar las brechas en habilidades duras y blandas, y así mejorar las competencias de los colaboradores de mantenimiento.
- 7) Las actividades del área de mantenimiento de DCR, están orientadas en gran medida a la atención de fallas, es decir, de manera intrínseca sigue una estrategia correctiva.
- 8) En el contexto actual, los planes y programas de mantenimiento que se emiten sufren incumplimientos y reprogramaciones por incumplimiento de entrega del equipo por parte de operaciones, falta de repuestos o falta de disponibilidad de técnicos.
- 9) De manera general la flota de DCR se ubica en un punto medio de modernidad y vida útil, sin embargo, la compra y/o renovación de equipos no se soporta en herramientas de análisis como por ejemplo el análisis de costo de ciclo de vida (LCCA).

- 10) Si bien existen algunos indicadores clave de desempeño, se denota la falta de confiabilidad en la información base, lo cual se atribuye a la debilidad organizacional del área, falta de un sistema de gestión y el escaso uso de los indicadores en el día a día.
- 11) En el mismo sentido que los indicadores, la falta de un sistema de gestión y las restricciones de información oportuna y confiable, no permite controlar a nivel de detalle los costos del área, ni obtener indicadores de costos.
- 12) El tiempo de respuesta y abastecimiento de repuestos por parte del área logística no cumple con los requerimientos del área de mantenimiento, debido a lo engorroso e informal del trámite de aprobación, justificación y por la ausencia de proyecciones y pronósticos de consumo de repuestos.
- 13) Hoy en día, las instalaciones del taller de mantenimiento presentan restricciones de espacio y distribución, lo que tiene impacto en la productividad y seguridad.
- 14) Finalmente, existe riesgo potencial de contaminación, consecuentemente multas por incumplimientos de la normativa ambiental vigente, específicamente en el manejo adecuado de aceites y lubricantes usados.

CAPÍTULO IV

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

4.1. Diseño del modelo estratégico

DCR Minería y Construcción desarrolla su propio modelo de acuerdo al negocio en el que compete y al medio en que se desenvuelve, dicho modelo es dinámico, para ello se desarrolla el proceso de planificación estratégica con los pasos descritos en la siguiente figura:

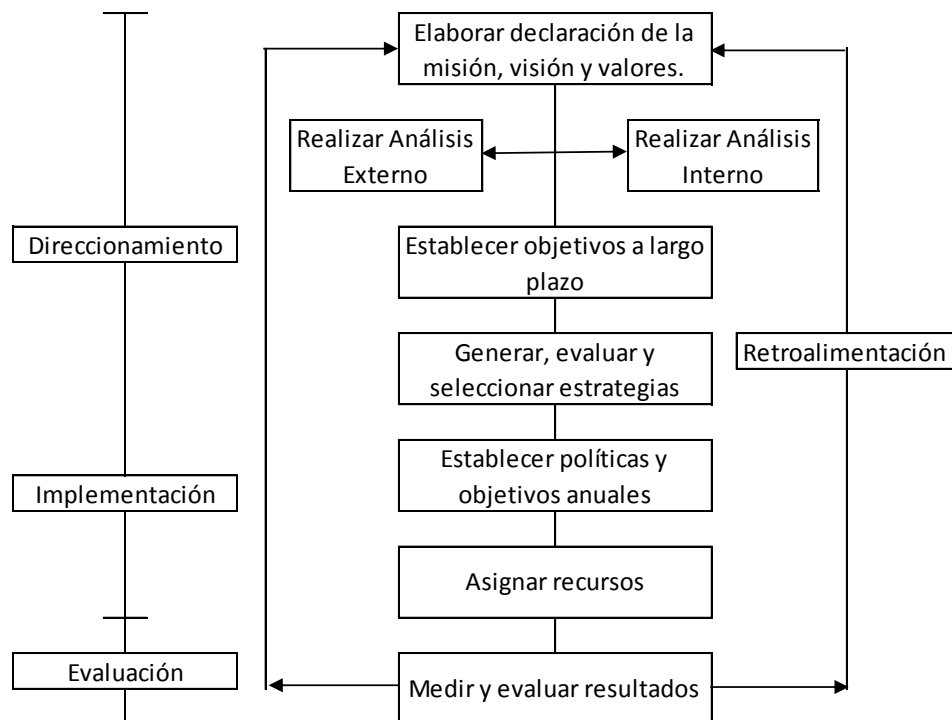


Figura 47. Modelo de planificación estratégica

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Visión y misión de DCR Minería y Construcción S.A.C.

A partir de la misión y visión empresarial descritas en los acápites 3.3.1 y 3.3.2, se da inicio a la etapa de planificación estratégica.

4.2.1. Objetivos

Las declaraciones de misión y visión de DCR resaltan la importancia de establecer estrategias enfocadas a satisfacer las expectativas de los accionistas, clientes, colaboradores, sociedad, gobierno, proveedores, etc. y a desarrollar ventajas competitivas a base del cumplimiento de nuestros compromisos normativos y con nuestros clientes.

Para cumplirlas, tenemos los siguientes objetivos estratégicos:

- 1) Incrementar el valor agregado económico de DCR Minería y Construcción SAC. posicionándola como empresa innovadora en servicios especiales, potenciando su crecimiento y haciéndola altamente rentable y competitiva.
- 2) Alcanzar el máximo de eficiencia en las operaciones de DCR Minería y Construcción SAC. a fin de entregar un servicio de excelente calidad, que genere la fidelización del cliente, a través de un servicio superior.
- 3) Mejorar de forma significativa los procesos de gestión al interior de la organización, a través de la utilización de técnicas y herramientas

que contribuyan al cumplimiento de los compromisos.

- 4) Mejorar la imagen y relaciones con la comunidad, colaboradores, clientes, gobierno y proveedores; y fortalecer la responsabilidad social, la seguridad y salud ocupacional y cuidado del medio ambiente.

4.2.2. Factores críticos de éxito

Los factores críticos de éxito (FCE) son aquellas capacidades que la empresa puede controlar y en las que tiene que sobresalir para que alcance una ventaja competitiva sostenible a largo plazo y un nivel de rentabilidad por sobre los estándares del mercado.

Los factores críticos de éxito que a continuación se describen fueron generados y ponderados, a través de un taller que se realizó con los gerentes y personal clave de la organización.

- Rentabilidad para los accionistas.
- Innovación de servicios y procesos.
- Excelencia en servicio al cliente.
- Eficiencia operativa.
- Responsabilidad social y ambiental.
- Colaboradores capaces y creativos.

4.2.3. Formulación de estrategias

4.2.3.1. Estrategias competitivas genéricas

Antes de formular las estrategias detalladas en la matriz FODA, se procederá a validar la estrategia competitiva genérica de la empresa.

La estrategia genérica que permite hacer frente al entorno cada vez más competitivo en el sector minería y construcción, corresponde a la de enfoque o alta segmentación, en este sentido, la presencia en este negocio radica en los servicios especiales como el transporte de materiales peligrosos y en el negocio de acarreo de concentrados, materiales y transporte de GLP, en estos últimos se habla de negocios orientados a liderazgo en costos.

En la siguiente figura se muestra las estrategias genéricas de DCR en el sector industrial en que compete:

	Singularidad recibida por el cliente	Posición de bajo costo
Objetivo Estratégico	Diferenciación	Liderazgo en Costos
		Transporte de carga sobredimensionada Acarreo de materiales Transporte de concentrado de materiales Transporte de GLP Acarreo de material agregado Ingeniería y Construcción
	Enfoque o Alta Segmentación	
	Transporte de materiales peligrosos	

Figura 48. Estrategias genéricas de DCR Minería y Construcción

Fuente: Elaboración propia en base al texto de M. Porter "Estrategia competitiva".

4.3. Análisis estratégico del área de mantenimiento

A través de un taller y con la participación del jefe de mantenimiento, asistente, supervisores de taller y el gerente de operaciones, se definió la misión, visión, objetivos del área y los factores críticos de éxito que determinarán alcanzarlos.

4.3.1. Misión del área de mantenimiento

“Optimizar el uso de los recursos aumentando el ciclo de vida útil de los activos físicos de la empresa.”

4.3.2. Visión del área de mantenimiento

“Ser un departamento que brinde atención técnica reconocida por su calidad, con un talento humano dispuesto a una permanente superación, trabajando con infraestructura física y tecnológica renovadas, acorde a las necesidades y demandas de nuestro servicio dentro de un buen ambiente de trabajo.”

4.3.3. Objetivos del área de mantenimiento

A continuación, se detalla los objetivos estratégicos definidos para el departamento de mantenimiento:

- 1) Optimizar los procesos de planificación, programación y control del mantenimiento, integrando adecuadamente los procesos con la utilización de mejores herramientas.
- 2) Maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la empresa.
- 3) Mejorar el servicio al área de operaciones a través del cumplimiento de las fechas de compromiso.
- 4) Fortalecer la integración y trabajo en equipo con las áreas relacionadas y profesionalizar el recurso humano.

4.3.4. Factores críticos de éxito del área de mantenimiento

A nivel funcional, los FCE definidos son las capacidades que el departamento de mantenimiento puede controlar y en los que debe sobresalir para alcanzar su visión, estos fueron generados a través de un taller con la herramienta Brainstorming, que se realizó con los colaboradores de mantenimiento:

- Tiempos de entrega.
- Optimización del plan y programas de mantenimiento.
- Abastecimiento oportuno de repuestos, insumos y materiales.
- Flexibilidad del sistema de mantenimiento.
- Responsabilidad y trabajo en equipo.

4.3.5. Formulación de estrategias del área de mantenimiento

4.3.5.1. Matriz FODA

En el análisis situacional del acápite 3.3.3 se describieron las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades del área de mantenimiento, a continuación, en el siguiente acápite se formulan las estrategias del área de mantenimiento que le permitirán alcanzar los objetivos.

Tabla 11
Matriz FODA y estrategias del área de mantenimiento

FODA del área de Mantenimiento - DCR Minería & Construcción	Fortalezas - F		Debilidades - D		
	F1	Iniciativa y voluntad de los colaboradores	D1	Incumplimientos de fechas de entrega a clientes.	
	F2	Capacidad de emprendimiento	D2	Políticas y estrategias de mantenimiento genéricas.	
	F3	Procedimientos y manuales de operación	D3	Ausencia de sistema información de mantenimiento	
	F4	Equipamiento tecnológico moderno.	D4	Baja confiabilidad del plan de mantenimiento	
	F5	Know How del personal técnico	D5	Costos operativos elevados.	
	F6	Sistema integrado de gestión organizacional	D6	Bajos niveles de productividad	
	F7	Personal motivado, adecuado, experiencia y cultura organizacional.	D7	Excesivo tiempo de respuesta a emergencias	
		D8	Equipo deficiente para realizar tareas de mantenimiento.		
		D9	Retraso en emisión de órdenes de trabajo		
		D10	Falta de equipos modernos de diagnóstico		
		D11	Ausencia de indicadores de gestión		
		D12	Baja integración con áreas relacionadas		
		D13	Resistencia al cambio y clima laboral		
Oportunidades - O		Estrategias FO		Estrategias DO	
O1	Disponibilidad de capacidad instalada de equipos	Diseñar formatos estructurados que permitan documentar y guardar registro de las actividades de mantenimiento ejecutadas, ordenes de trabajo e historial de equipos (F1-F3-F6-O2-O6)		Desarrollar herramientas de control de repuestos y materiales críticos (D1-D4-D5-D6-D7-O1-O2-O8)	
O2	Crecimiento de sector minero y construcción.				
O3	Estabilidad económica del país				
O4	Disponibilidad de recursos en el sistema financiero				
O5	Oferta diversa para capacitación en temas de mantenimiento y operación de equipos.	Desarrollo e implementación de un programa de capacitación focalizado (F1-F2-F7-O2-O5-O7-O8)		Implementar un sistema de control a través de indicadores de clase mundial (D1-D2-D3-D4-D11-O1--O2-O8)	
O6	Normalización y certificación internacional de operaciones.	Desarrollar planes de carrera para colaboradores con talento y alto potencial (F1-F4-F7-O2-O5-O7-O8)		Establecer parámetros de calidad de servicio para reducir tiempos de paro y reducción de costos de mantenimiento (D1-D3-D4-D5-D6-D7-O1-O2-O7-O8)	
O7	Disponibilidad de nuevas tecnologías en maquinaria y equipo y sistemas informáticos.	Implementar procedimientos y flujos de información que regulen las actividades del área de mantenimiento (F1-F3-F6-F7-O2-O6-O8)		Aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad (D1-D2-D4-D5-D6-D7-D10-D11-A3-A7)	
O8	Diversas técnicas y herramientas de planificación, programación y control de mantenimiento.				
Amenazas - A		Estrategias FA		Estrategias DA	
A1	Disminución del presupuesto de mantenimiento.	Elaborar procedimientos de mantenimiento para garantizar la calidad del servicio (F1-F3-F5-F6-A2-A4-A9)		Desarrollar anualmente el plan operativo de mantenimiento alineado al plan estratégico de DCR (D1-D2-D4-D5-D6-D8-D10-D11-A1-A2-A4-A5-A6-A7-A9)	
A2	Mayores exigencias del área comercial y operaciones.				
A3	Incumplimiento en la entrega de componentes por parte de proveedores.	Potenciar el taller de maestranza (F1-F5-F7-A1-A2-A3-A5)		Diseñar e implementar un modelo de Sistema de Gestión de Mantenimiento bajo el enfoque del ciclo de mejora Continua (D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D9-D11-D12-D13-A1-A2-A3)	
A4	Competencia invierte en equipos y maquinaria moderna.	Implementar metodologías modernas de análisis de Criticidad, Causa Raíz, Análisis de modos y efectos de falla (F1-F5-F7-A2-A5-A8)		Fortalecer el plan de inversiones para reemplazo de equipos (D1-D4-D5-D6-D10-A1-A2-A4-A5-A7)	
A5	Atenuamiento de la velocidad de obsolescencia de maquinaria y equipo debido al avance tecnológico.				
A6	Casos de inestabilidad social alrededor del sector minero.	Definir e implementar nueva estructura organizacional de Mantenimiento (F1-F6-F7-A1-A2-A8-A9)		Desarrollar alianzas estratégicas con proveedores. (D1-D4-D6-D7-A1-A2-A3-A7)	
A7	Alta rivalidad en el sector por el exceso de capacidad instalada.	Desarrollar programas de capacitación orientado a cambiar la cultura organizacional de la empresa. (F1-F5-F7-A6-A8-A9)		Mejorar los canales de comunicación con los colaboradores (D2-D13-A2-A6-A8-A9)	
A8	Alta rotación de personal en el sector minero y construcción.				
A9	Legislación laboral, social y ambiental cada vez más exigente.			Rediseñar las políticas de reclutamiento, selección y evaluación de personal (D11-D12-D13-A1-A6-A8-A9)	

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

5.1. Metodología

Siguiendo la metodología explicada en el acápite 1.5 a continuación las fases III y IV, para diseñar el sistema de gestión de mantenimiento y el plan de mantenimiento. Para el desarrollo de estas fases, se conformó un equipo de trabajo con la participación del jefe de operaciones, jefe de mantenimiento, asistente y supervisores de taller, llevándose a cabo reuniones de trabajo con el apoyo de la técnica lluvia de ideas e información detallada en la bibliografía.

5.2. Modelo de gestión de mantenimiento

A continuación, se presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento bajo el enfoque del **Ciclo de Mejora Continua**, que se alinea perfectamente a los objetivos y estrategias definidas en el acápite 4.2.3, 4.3.3 y 4.3.5.1 del capítulo de planificación estratégica.

El modelo propuesto surge de la necesidad de contemplar en la gestión de mantenimiento el contexto estratégico y operacional existente, esto se consigue atendiendo a una serie de aspectos reales necesarios

para convertir un modelo teórico en un modelo real de gestión del mantenimiento.

El modelo describe cómo gestionar y optimizar de una manera real y continua todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, todo ello contemplando un contexto operacional real.

Es un modelo dinámico, secuencial y en bucle cerrado que determina de forma precisa el curso de acciones a llevar a cabo en el proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo, las etapas son las siguientes:

- Etapa 1. Análisis de la situación actual.
- Etapa 2. Jerarquización y criticidad de equipos.
- Etapa 3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.
- Etapa 4. Planificación del mantenimiento y recursos necesarios.
- Etapa 5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.
- Etapa 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.
- Etapa 7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos.

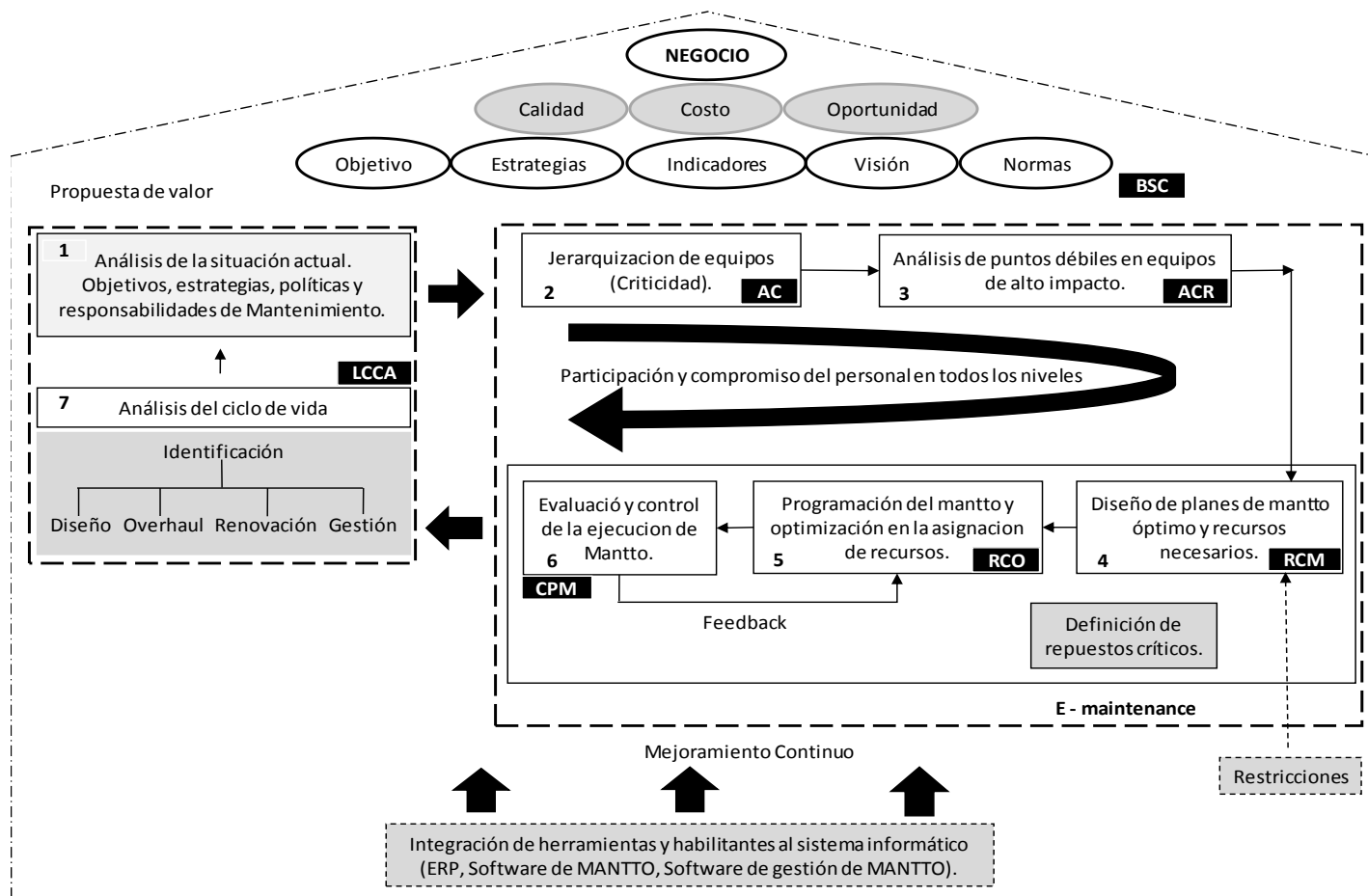


Figura 49. Modelo del sistema de gestión de mantenimiento de DCR

Fuente: Viveros, Pablo, Stegmaier, Raúl, Kristjanpoller, Fredy, Barbera, Luis, & Crespo, Adolfo. (2013). "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo". *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

A continuación, se describen las etapas del modelo que permitirá a DCR mejorar continuamente la gestión de mantenimiento.

5.2.1. Análisis de la situación actual

En base a la información recopilada y técnicas de análisis aplicadas, en el capítulo III se desarrolló el diagnóstico de la situación actual, pasando luego a la definición de objetivos y estrategias del área de mantenimiento, los cuales se encuentran detalladas en el acápite 4.3.3 y 4.3.5.1 del capítulo IV de planificación estratégica.

5.2.2. Jerarquización de equipos y análisis de criticidad

Una vez que se han definido los objetivos y diseñado las estrategias de mantenimiento, resulta de vital importancia discretizar los equipos en base a su criticidad, es decir, su mayor o menor impacto en el sistema productivo global y/o seguridad del sistema.

➤ Estructura arbórea

En esta etapa se deben definir los sistemas, subsistemas y componentes de los equipos, para el desarrollo fue necesario la revisión de diversas fuentes de información como manuales, catálogos de los fabricantes del equipo, despieces en el campo del equipo, internet y los ya existentes en el sistema de información actual.

Tabla 12

Descomposición de excavadora hidráulica 374DL

EQUIPO: EXCAVADORA HIDRAULICA 374DL_PAS			
TREN MOTRIZ	SISTEMA	SUBSISTEMA	ACCESORIOS
MOTOR	Sistema de Lubricación	Bomba de Aceite	
		Líneas de Lubricación de Metales	
	Sistema de Refrigeración	Líneas de lubricación del Turbocompresor	
		Radiador	
		Intercooler	
	Sistema de Admisión y Escape	Ventilador	
		Líneas de Refrigeración	
	Sistema de Combustible	Turbocompresor	
		Líneas de Admisión y Escape	
	Sistema Eléctrico	Inyectores HEUI	
Bomba de transferencia HUEI			
Baterías			
Unidad de ECM			
HIDRÁULICO	Bomba Hidráulica	Alternador/Arrancador	
	Sistema de Implementos	Línea de Cableado y alumbrado	
		Cilindros Hidráulicos	
	Sistema de Ventilación	Bomba y Motor de Ventilación	
	Sistema de Refrigeración	Enfriador de Aceite	
TREN DE FUERZA	Sistema de Traslación	Mandos Finales	Sprocket RH y RL
	Sistema de Giro	Motores de Traslación	
		Reductores de Giro	
		Motores de Giro	Frenos

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Análisis de criticidad (nivel equipos)**

Inicialmente se desarrolla el análisis de criticidad a nivel de equipos para determinar el ranking de los mismos y definir las estrategias de ejecución de mantenimiento a aplicarles, el desarrollo de la metodología se encuentra en el anexo N° 03.

A través del análisis realizado por el grupo multidisciplinario, se determinó los valores de criticidad para cada equipo de la flota, encontrándose que el equipo más crítico es la Excavadora 374DL, a continuación, la Tabla 13 y Figura 50 con los resultados:

Tabla 13

Criticidad de la flota de equipos de DCR

N°	EQUIPO	Criticidad	%	%Acum
1	Excavadora 374DL	294	30%	30%
2	Tractor D8T	166	17%	47%
3	Excavadora 336DL	135	14%	60%
4	Cargador Frontal 962H	82	8%	68%
5	Volquetes Volvo FMX 440	44	4%	73%
6	Volquetes Volvo FMX 480	44	4%	77%
7	motoniveladora 140K	42	4%	82%
8	Cargador Frontal 950H	40	4%	86%
9	Volquetes Scania P460	32	3%	89%
10	Rodillo Compactador CS56B	28	3%	92%
11	Excavadora 320DL	20	2%	94%
12	Tractor D7R	18	2%	96%
13	Retroexcavadora 420F BE	18	2%	97%
14	Tractor D6TX	14	1%	99%
15	Rodillo Compactador CS533	12	1%	100%
		989	100%	

Fuente: Elaboración propia.

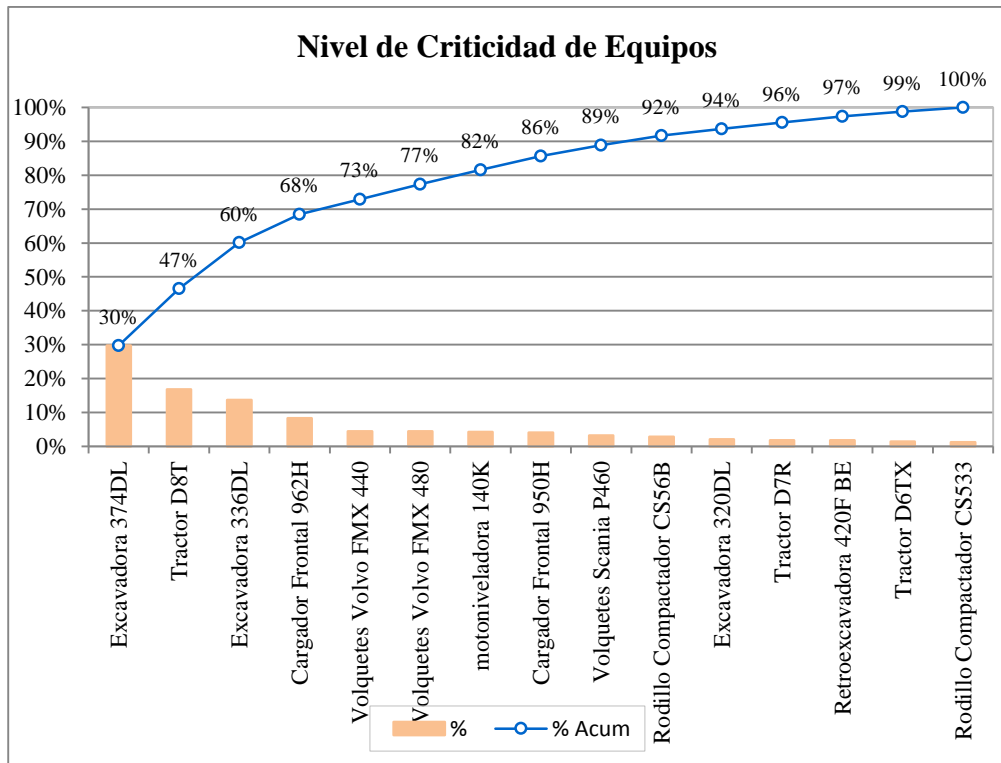


Figura 50. Nivel de criticidad de equipos

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Análisis de criticidad (nivel sistemas y subsistemas)**

Una vez elegido como equipo crítico, la excavadora 374DL, se procede bajo la misma metodología con el análisis de criticidad a nivel de sistemas y subsistemas:

- **Criticidad a nivel de sistemas**

En cuanto a la criticidad a nivel de sistemas se determinó que el motor es el sistema crítico de la excavadora 374DL, en el anexo N° 04 se detalla el análisis, a continuación, los resultados:

Tabla 14

Criticidad a nivel de sistemas - excavadora 374DL

N°	Sistema	Criticidad	%	% Acum
1	Motor	162	62%	62%
2	Sistema Hidráulico	90	34%	97%
3	Tren de Fuerza	9	3%	100%
		261	100%	

Fuente: Elaboración propia.

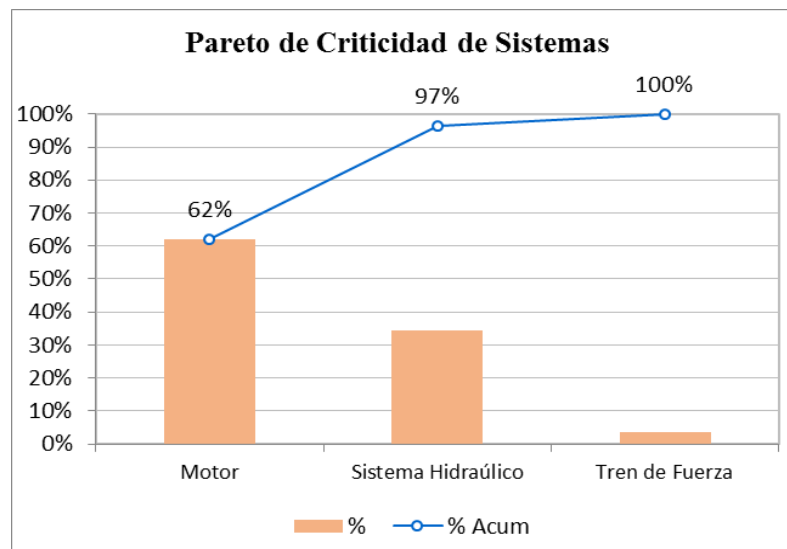


Figura 51. Nivel de criticidad de sistemas – excavadora 374DL

Fuente: Elaboración propia.

- **Criticidad a nivel se subsistemas**

Elegido el motor como el sistema crítico de la excavadora 374DL, se efectúa el análisis de criticidad a nivel de los subsistemas que conforman el motor y se determina al sistema de combustible como el crítico, el detalle del análisis se muestra en el anexo N° 04, a continuación, los resultados:

Tabla 15

Criticidad a nivel de subsistemas - excavadora 374DL

N°	Subsistemas	Criticidad	%	% Acum
1	Sistema de Combustible	96	55 %	55 %
2	Sistema Eléctrico	40	23 %	79 %
3	Sistema de admisión y escape	21	12 %	91 %
4	Sistema de Refrigeración	10	6 %	97 %
5	Sistema de lubricación	6	3 %	100 %
		173	100%	

Fuente: Elaboración propia.

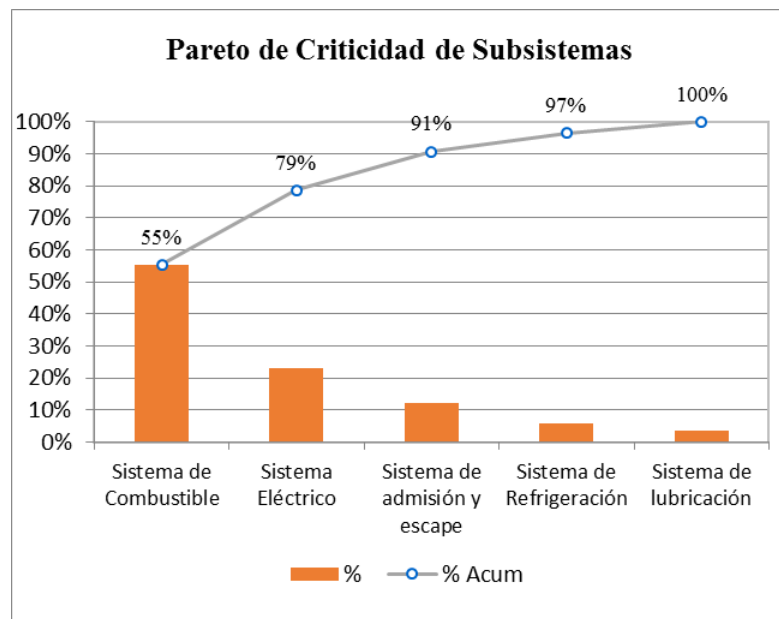


Figura 52. Nivel de criticidad de subsistemas – excavadora 374DL

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto y análisis de causa raíz

Partiendo de la jerarquización de los equipos en función de su criticidad, se ha planteado la realización de inspecciones técnico-visuales a detalle de los equipos clasificados como críticos, las herramientas para esta actividad son los Checklist.

Los equipos semicríticos y no críticos serán inspeccionados someramente, con un menor nivel de detalle.

La inspección previa de los equipos permite conocer el estado actual de operación de los equipos, deficiencias en su funcionamiento, entorno de operación y toda la información relevante para determinar las necesidades específicas de mantenimiento.

En los equipos críticos, previo desarrollo de las acciones constituyentes de los planes de mantenimiento, es recomendable analizar los posibles fallos repetitivos y crónicos (a partir del historial de equipos) cuya frecuencia de aparición pueda considerarse excesiva.

La identificación de las causas raíz, que provocan este tipo de fallos crónicos, permite eliminar el modo de falla o, si no fuera posible debido por ejemplo a que el costo de eliminación supera en gran medida al costo por falla del equipo, se podría controlar dicho modo de falla.

La eliminación o en su defecto el control de los modos de fallo contribuye a lograr un alto retorno inicial a la inversión en nuestro programa de gestión de mantenimiento, asimismo, facilita las fases sucesivas de análisis y diseño de planes de mantenimiento, que requieren de una importante inversión de tiempo y recursos.

➤ **Metodología de análisis causa raíz (ACR)**

A continuación, se muestran los resultados de la metodología del análisis de causa raíz, como son el listado cronológico de hechos y el árbol de fallos desarrollado para el problema definido como “pérdida de fuerza y ruido extraño en el motor” de la excavadora 374DL.

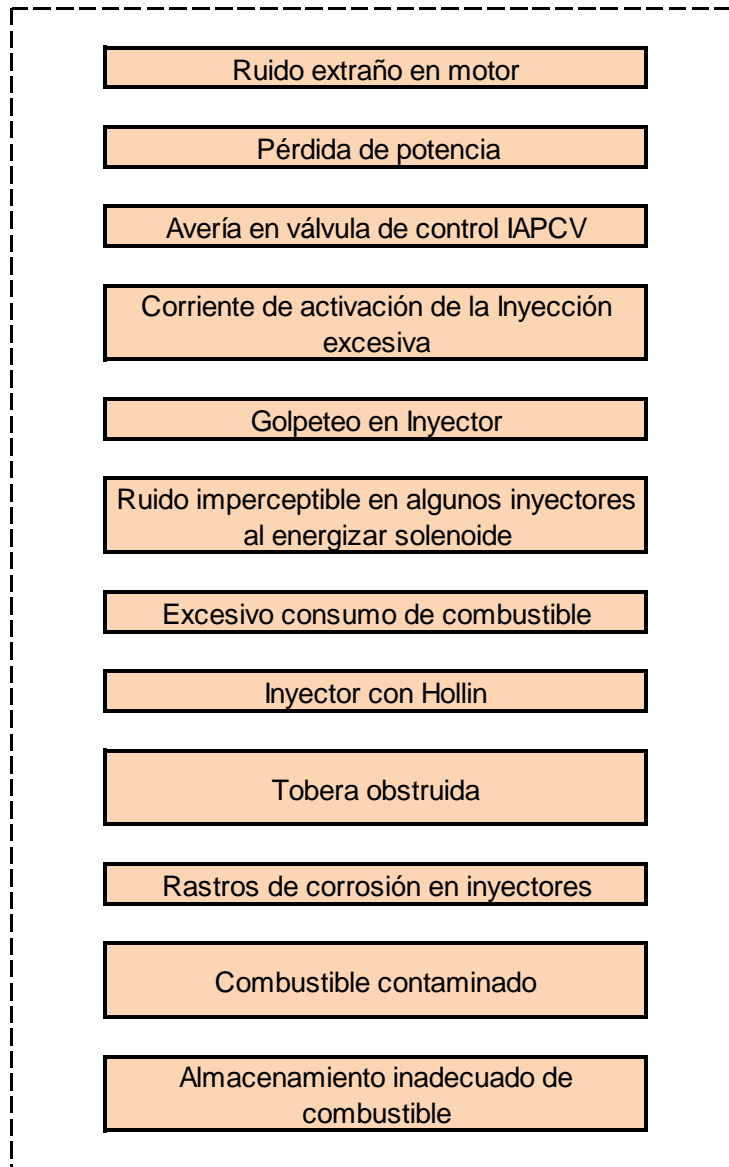


Figura 53. Listado cronológico de hechos

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, el árbol de fallos:

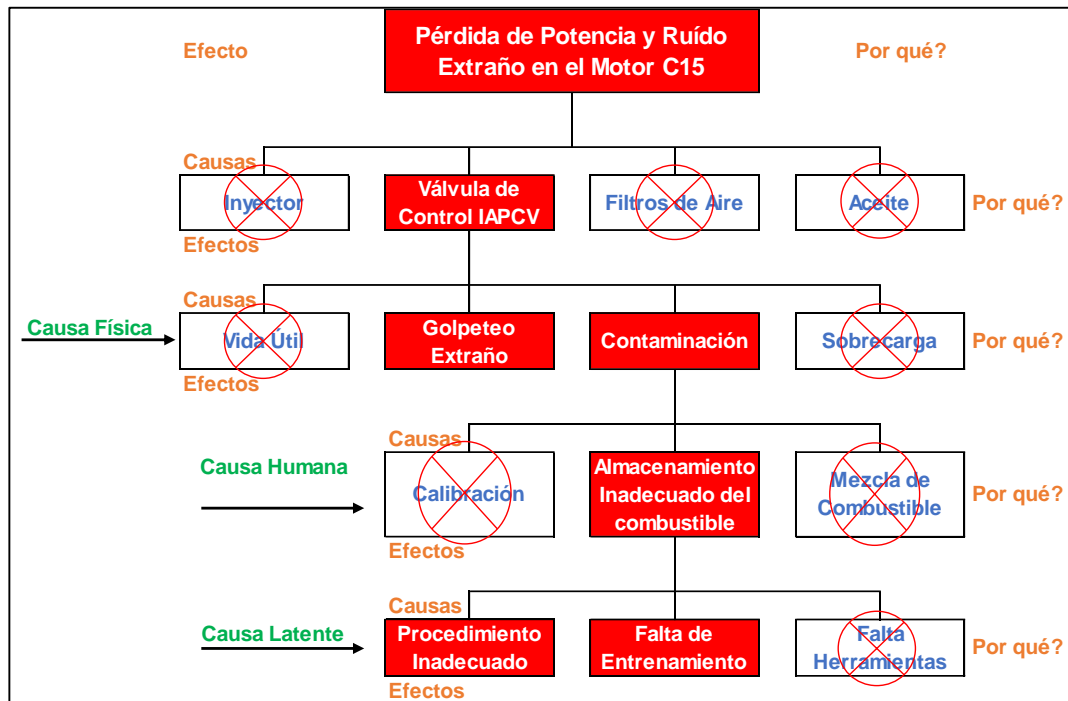


Figura 54. Árbol lógico de fallas

Fuente: Elaboración propia.

- La causa raíz de la pérdida de potencia y ruido extraño en el motor C15 de la Excavadora 374DL fue error humano debido al manejo y almacenamiento inadecuado del combustible, lo que generó la contaminación del combustible.
- Es muy probable que la misma falla presenten otros equipos, debido a que son abastecidos del mismo combustible, bajo las mismas condiciones y sin procedimientos adecuados.

- Se concluye con la prueba de placa de cobre, que existe presencia de corrosión en los inyectores HEUI, debido a la presencia de agua en el combustible.
- El sistema de combustible de inyección directa que utiliza el motor C15 de la excavadora 374DL es muy sensible a la calidad de combustible, por lo tanto, los filtros juegan un papel importante para garantizar el óptimo funcionamiento del motor.
- Dado que la corriente de activación de la válvula de control de activación de la inyección está fuera de rango, la bomba HEUI debe ser reemplazada, además Caterpillar lo recomienda.
- La contaminación del combustible se generó por falta de infraestructura y procedimientos adecuados de almacenamiento y manejo.

En el anexo N° 05 se detalla la aplicación metodológica del ACR como parte del modelo de gestión de mantenimiento implementado en DCR Minería y Construcción.

Seguidamente se definirá la metodología para el diseño de los planes de mantenimiento para la excavadora 374DL (equipo crítico) y seguidamente para los otros equipos.

El diseño de los planes de mantenimiento para la excavadora 374DL (equipo crítico) se puede dividir en dos partes fundamentales:

- **La información**, la cual recopila la ficha técnica del equipo, los checklist, informes de mantenimiento, backlogs, monitoreo de condiciones (acápites 5.5.1) y se determinan sus distintas funciones del equipo analizado en su contexto operacional. Posteriormente, se determinan para cada función las posibles fallas.

A continuación, se identifican los modos de falla, es decir, el evento que precede a la falla. Por último, y solo si fuera necesario, se analizarían las causas raíz de las fallas que así lo requieran (ACR, etapa 3), con todos estos datos, se realiza una evaluación de las consecuencias de cada falla en cada una de las escalas (operacional, seguridad, medio ambiente y costo).

- **La decisión**, donde se establecen tareas de prevención (técnicamente factibles y económicamente rentables) para evitar las consecuencias de los modos de falla. Se determinan para cada modo de falla o causa raíz la tarea de mantenimiento a realizar, la frecuencia con que se va a llevar a cabo, el responsable de ejecutarla, así como el nuevo riesgo resultante de aplicar el plan de mantenimiento.

A partir de dichas recomendaciones finales, se deberá proceder a la redacción del plan o estrategia de mantenimiento propuesta para el equipo, asignando recursos necesarios para ello.

➤ **Modo y efectos de falla**

A continuación, se detalla la aplicación de la metodología del análisis de modo y efectos de falla al sistema de combustible de la Excavadora 374DL, en primer lugar, las tablas de modos y efectos de falla, la criticidad de los modos de fallas, número de prioridad del riesgo (NPR) de los sistemas, subsistemas o componentes, la tabla de consecuencias y finalmente las hojas de decisión.

Tabla 16

Análisis de modo y efectos de falla del sistema de combustible

Análisis Modo y Efectos de Falla						
Sistema: Motor		Realizado por: Jaime Santisteban		Fecha: 2016-08-08		
Sub sistema: Sistema de Combustible		Revisado por: Walter Yanqui		Fecha: 2016-08-08		
Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efectos de los Modos de Falla		
1	Transferir Combustible desde el tanque de combustible a los inyectores de combustible a una presión entre 60 y 80 psi y devolver el exceso al tanque.	A	Incapaz de transferir el combustible	1	Tanque sin combustible	Es evidente por que no arranca el motor, el circuito de combustible se llenara de aire. No afecta al medio ambiente, no afecta a la seguridad, afecta al mantenimiento, afecta a las operaciones. El tiempo de paro sería aproximadamente 30 minutos.
				2	Carcasa o Engranajes de la bomba HUI desgastados.	Es Evidente, el motor no arranca, no afecta a la seguridad ni al medio ambiente, afecta a las operaciones para ello se debe desmontar la bomba de combustible. El tiempo de paro es aproximadamente 8 horas. Afecta al mantenimiento con 7 horas de mano de obra y costo de repuesto de la bomba de HUI es \$ 8500,00
				3	Eje de la bomba de Alimentación no gira	Es Evidente, no hay abastecimiento de petróleo. Funcionamiento irregular del motor. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente, afecta a las operaciones el tiempo de paro es aproximadamente 4 horas. Afecta el mantenimiento con 3,5 horas de mano de obra y costo de repuesto de la bomba de \$ 120,00
				4	Falla en ECM	Es evidente por la falta de señal load sensing a la válvula compensadora de flujo. No afecta al medio ambiente, no afecta a la seguridad, afecta a las operaciones y el tiempo de paro del equipo es de 3 horas. Afecta el mantenimiento con 2 horas de mano de obra, costo del repuesto es de \$ 25 000,00
				5	Tubería de aspiración, prefiltro, filtro, acopladas incorrectamente con la bomba	Es evidente por que no arranca el motor. Afecta a la seguridad y al medio ambiente debido a la posibilidad de derrame de combustible. Afecta a las operaciones, el tiempo de paro sería aproximadamente 30 minutos, afecta el mantenimiento con mano de obra de 20 minutos.
				6	Falla del Primary Speed/Timing Sensor	Es evidente el motor no arranca. La falla se detecta con la presencia de cogido activo. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones, el tiempo de paro sería aproximadamente 1,5 horas. Afecta el mantenimiento con mano de obra de 1 hora y un costo de repuesto del sensor \$ 100,00
				7	Falla en el tensor de las correas para la Pre Bomba	El motor arranca la falla de tensor de las correas de mando no habría la transmisión entre el cigüeñal y el eje de bomba de alimentación. La detección de la falla es a través de pruebas cíclicas. No afecta la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones con un tiempo de paro de 2,5 horas. Afecta al mantenimiento y toma 2 horas de mano de obra.
				8	Falla de Correa	El motor arranca la falla de la correa puede ser el deshilachamiento, reseca, no habría buena transmisión entre el cigüeñal y el eje de la pre bomba de alimentación. La detección de la falla es a través de pruebas cíclicas. No afecta la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones tiempo de paro aproximado de 2,5 horas. Afecta al mantenimiento y toma 2 horas de mano de obra y \$ 150,00 como costo del repuesto.

Análisis Modo y Efectos de Falla						
Sistema: Motor		Realizado por: Jaime Santisteban		Fecha: 2016-08-08		
Sub sistema: Sistema de Combustible		Revisado por: Walter Yanqui		Fecha: 2016-08-08		
Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efectos de los Modos de Falla		
1	Transferir Combustible desde el tanque de combustible a los inyectores de combustible a una presión entre 60 y 80 psi y devolver el exceso al tanque.	B	Transfiere combustible por debajo del valor	1	Acoplamientos incorrectos con la bomba	Es evidente pérdida de potencia y con un efecto secundario como la cavitación de la bomba. No afecta al medio ambiente. Afecta a la seguridad y a las operaciones el tiempo de paro es de 30 minutos. Afecta el mantenimiento con un tiempo de 20 minutos y el costo de repuestos es de \$ 4,00
				2	Filtro de combustible obstruido	Es evidente la falta de potencia. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Afecta a las operaciones con un tiempo de paro aproximadamente de 1,5 horas. Afecta el mantenimiento con un tiempo de reparación de 1 hora y costos de filtros de \$ 230,00
				3	Carcasa o engranajes de la bomba HEUI desgastados.	Es evidente por falta de potencia, no tiene presión de flujo, no afecta a la seguridad ni al medio ambiente, afecta a las operaciones para ello se debe desmontar la bomba de combustible. El tiempo de paro es aproximadamente 8 horas. Afecta al mantenimiento con 7 horas de mano de obra y costo de repuesto de la bomba de \$ 8 500,00
				4	Obstrucción tubería de aspiración, prefiltro, filtro	Es evidente la pérdida de potencia del motor y funcionamiento irregular, presión de flujo bajo. Afecta la seguridad y medio ambiente ante la posibilidad de derrame de combustible. Afecta a las operaciones con un retraso aproximado de 1 hora afecta el mantenimiento con 40 minutos de mano de obra.
				5	Bomba HEUI desincronizado	Es evidente la falta de potencia, el equipo se apaga, arranque irregular. La distribución no tiene la sincronización adecuada, no hay transmisión adecuada a la bomba HUI de alimentación. La detección de falta de sincronización de los engranajes de mando a través de pruebas de calentamiento. No afecta a la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta a las operaciones con retraso de 8 horas. Afecta el mantenimiento con 7 horas de mano de obra.
	C	Transfiere combustible por encima del valor	1	Falla de la válvula compensadora de flujo	Es evidente por las revoluciones inestables del motor a altas velocidades. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Afecta a las operaciones. El tiempo de paro es aproximadamente 3 horas. Afecta el mantenimiento con 2,5 horas de mano de obra y costo de repuesto de la válvula es de \$ 1 200,00	
			2	Obstrucción de tubería de combustible	Es evidente, el circuito de combustible se llena de aire y el motor funciona de forma errática, y se apagará. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Afecta a las operaciones de aproximadamente 3 horas. Afecta el mantenimiento, con 2 horas hombre.	

Análisis Modo y Efectos de Falla						
Sistema: Motor		Realizado por: Jaime Santisteban		Fecha: 2016-08-08		
Sub sistema: Sistema de Combustible		Revisado por: Walter Yanqui		Fecha: 2016-08-08		
Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de los Modos de Falla			
2	Dosificar e inyectar la cantidad axacta de combustible dentro de la camara de combustion, en el instante correcto, atomizado y a alta presion (Aprox. 1500 bar)	A	Incapaz de Inyectar combustible, o lo hace de manera deficiente.	1	Bloqueo o gripado del elemento de bombeo del inyector	Es evidente, debido a la perdida de potencia del motor. No afecta a la seguridad y al medio ambiente. Afecta a las operaciones, el tiempo de paro seria aproximadamente 03 horas. Afecta a mantenimiento, con 2,5 horas hombre, un costo por repuesto de \$ 500,00
				2	Perdida de combustible de la junta torica del Inyector	Es evidente, el motor no arranca. No afecta la seguridad, pero afecta al medio ambiente debido a las fugas de combustible. Afecta las operaciones con un tiempo de paro de 8 horas. Afecta el mantenimiento y se requiere 7,5 horas hombre, un costo por repuesto de \$ 6 200,00
				3	Estuche de inyectores deficiente	Es evidente, el motor emite humo blanco. Baja Inyeccion de combustible. Atomizacion deficiente, No afecta la seguridad, pero si afecta al medio ambiente por la contaminacion de la emision de los humos. Afecta a las operaciones con un tiempo de parada de 30 minutos. Afecta al mantenimiento, con 20 minutos hombre.
				4	Sistema mecanico de inyeccion deficiente	Es evidente, el motor sufre perdida de potencia. La falla se detecta por desgaste de los balancines de los Inyectores. No afecta a la seguridad, no afecta al medio ambiente. Afecta a las operaciones con una parada de 3,5 horas. Afecta al mantenimiento con 3 horas y el costo del repuesto es \$ 1 033,00
				5	Falla de los cables energizacion de los solenoides	Es evidente el motor no arranca. La falla se detecta como un codigo de falla presente. No afecta al medio ambiente. No afecta a la seguridad. Afecta las operaciones por un periodo de 3 horas. Afecta al mantenimiento con 2 horas hombre. y cambios de los conectores de tipo espigas el costo de los repuestos de los conectotes espigas \$ 150,00
				6	Falla del primary speed/timing sensor	Es evidente el motor no arranca. La falla se detecta con la presencia de codigo de falla activo. No afecta a la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones con 1,5 horas. Afecta al mantenimiento el cambio del primary speed/timing sensor tomara 1 horas hombre, el costo del repuesto es de \$ 100,00
3	Refrigeracion de los componentes del sistemas de combustion.	A	No llega a refrigerar los componentes de los sistemas de combustible.	1	Falla en el intercambiador de calor	Es evidente. La falla es detectada por el exceso consumo de combustible. No afecta a la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones en 5 horas. Afecta al mantenimiento con 4 horas hombre, la reparacion del repuesto es \$ 900,00
				2	Sensor de temperatura defectuosa	Es evidente exceso consumo de combustible. No afecta a la seguridad. No afecta al medio ambiente. Afecta las operaciones en 3 horas. Afecta al mantenimiento con 2 horas hombre, el mcosto del repuesto es \$ 400,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Cálculo del nivel de prioridad del riesgo (NPR)

Código	Nombre	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR
1B2	Filtro de combustible obstruido	7	4	7	196
2A2	Pérdida de combustible de la junta tórica del Inyector	7	4	5	140
1A5	Tubería de aspiración, pre filtro, filtro, acopladas incorrectamente con la bomba	7	3	6	126
1C2	Obstrucción de tubería de combustible	7	3	6	126
2A1	Gripado del elemento de bombeo del inyector	7	9	2	126
1B4	Obstrucción Tubería de aspiración, pre filtro, filtro	7	5	3	105
1B1	Acoplamientos incorrectos con la bomba	7	3	3	63
1B5	Bomba HEUI desincronizada	7	4	2	56
1A2	Carcasa o Engranajes de la bomba HEUI desgastados.	8	3	2	48
1A3	Eje de la bomba de Alimentación no gira	8	3	2	48
1B3	Carcasa o Engranajes de la bomba HEUI desgastados.	8	3	2	48
1C1	Falla de la válvula compensadora de flujo	8	2	3	48
1A8	Falla de correa	9	4	1	36
2A5	Falla de los cables energización de los solenoides	6	2	3	36
1A4	Falla en ECM	8	2	2	32
1A7	Falla en el tensor de las correas para la Bomba	8	2	2	32
2A4	Sistema mecánico de inyección deficiente	4	4	2	32
2A3	Estuche de inyectores deficiente	5	2	2	20
1A6	Falla del Primary Speed/Timing Sensor	9	1	2	18
2A6	Falla del primary speed/timing sensor	9	1	2	18
1A1	Tanque sin combustible	8	1	2	16
3A1	Falla en el intercambiador de calor	4	2	2	16
3A2	Sensor de temperatura defectuosa	4	2	2	16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Consecuencias de los modos de falla

Nombre	Referencia				Evidente	Seguridad	M. Ambiente	Consecuencia		
	F	FF	MF	NPR				Producción	Mantenimiento	Costo Total
Filtro de combustible obstruido	1	B	2	196	SÍ	NO	NO	144,00	238,25	\$ 382,25
Pérdida de combustible de la junta tórica del Inyector	2	A	2	140	SÍ	NO	NO	768,00	6 265,73	\$ 7 033,73
Tubería de aspiración, prefiltro, filtro, acopladas incorrectamente con la bomba	1	A	5	126	SÍ	NO	NO	48,00	7,75	\$ 55,75
Obstrucción de tubería de combustible	1	C	2	126	SÍ	NO	NO	288,00	34,25	\$ 322,25
Gripado del elemento de bombeo del inyector	2	A	1	126	SÍ	NO	NO	288,00	511,75	\$ 799,75
Obstrucción Tubería de aspiración, prefiltro, filtro	1	B	4	105	SÍ	NO	NO	96,00	10,08	\$ 106,08
Acoplamientos incorrectos con la bomba	1	B	1	63	SÍ	NO	NO	48,00	6,12	\$ 54,12
Bomba HEUI desincronizado	1	B	5	56	SÍ	NO	NO	768,00	73,78	\$ 841,78
Carcasa o Engranajes de la bomba HEUI desgastados.	1	A	2	48	SÍ	NO	NO	768,00	8 565,73	\$ 9 333,73
Eje de la bomba de Alimentación no gira	1	A	3	48	SÍ	NO	NO	384,00	148,88	\$ 532,88
Carcasa o Engranajes de la bomba HEUI desgastados.	1	B	3	48	SÍ	NO	NO	768,00	8 565,73	\$ 9 333,73
Falla de la válvula compensadora de flujo	1	C	1	48	SÍ	NO	NO	288,00	1 222,35	\$ 1 510,35
Falla de correa	1	A	8	36	SÍ	NO	NO	240,00	165,58	\$ 405,58
Falla de los cables energización de los solenoides	2	A	5	36	SÍ	NO	NO	288,00	161,68	\$ 449,68
Falla en ECM	1	A	4	32	SÍ	NO	NO	288,00	25 011,68	\$ 25 299,68
Falla en el tensor de las correas para la Bomba	1	A	7	32	SÍ	NO	NO	240,00	15,58	\$ 255,58
Sistema mecánico de inyección deficiente	2	A	4	32	SÍ	NO	NO	336,00	1 061,17	\$ 1 397,17
Estuche de inyectores deficiente	2	A	3	20	SÍ	NO	NO	48,00	4,24	\$ 52,24
Falla del Primary Speed/Timing Sensor	1	A	6	18	SÍ	NO	NO	144,00	132,76	\$ 276,76
Falla del primary speed/Timing sensor	2	A	6	18	SÍ	NO	NO	144,00	132,76	\$ 276,76
Tanque sin combustible	1	A	1	16	SÍ	NO	NO	0,00	0,00	\$ -
Falla en el intercambiador de calor	3	A	1	16	SÍ	NO	NO	288,00	432,76	\$ 720,76
Sensor de temperatura defectuosa	3	A	2	16	SÍ	NO	NO	480,00	932,76	\$ 1 412,76

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19
Hoja de Decisión RCM

HOJA DE DECISIÓN																				
Sistema: Motor								Nr			Realizado por:			Jaime Santisteban			Fecha: 2016-08-15		Hoja	
Subsistema: Sistema de Combustible								Ref			Revisado por:			Walter Yanqui			Fecha: 2016-08-15		1 de 2	
Referencia de Información			Evaluación de las Consecuencias					Árbol Lógico de Decisión							Estrategias			Viabilidad		
								H1	H2	H3	Tareas "a falta de"				Tipo de Decisión	Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	Técnica		A realizar por
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4								
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución Cíclica	Mantto Preventivo/Predictivo	250 h	Cortar y abrir el filtro usado con el Grupo de corte del filtro. Inspeccione para determinar si hay contaminación excesiva en el filtro. Determine la fuente de la contaminación. Hacer las reparaciones necesarias. Cambio de los filtros primario y secundario.	Técnicos: Mecánico M2 y Ayudante		
2	A	2	S	N	N	S	S							A condición	Mantto Correctivo/Predictivo	5 000 h	Comprobar el ajuste del juego de las válvulas correspondiente al cilindro del inyector unitario que se sospecha que no funciona bien. Cambio de los inyectores, tomar muestra del combustible.	Técnicos: Mecánico M1, Ayudante Laboratorio		
1	A	5	S	N	S	S	N	S						Sustitución Cíclica	Mantto Preventivo/Correctivo	250 h	Cambio de las tuberías si es que requiere, cambio de los filtros de combustible si es que es necesario, realizar las inspecciones visuales, realizar la revisión del plano del flujo de combustible para realizar el correcto acoplamiento.	Técnicos: Mecánico M3 y Ayudante		
1	C	2	S	N	N	S	S							A Condición	Mantto Preventivo/Correctivo	250 h	Purgar el aire que pueda haber en el sistema de combustible, Sistema de combustible cebar. Cambio de las tuberías si es que requiere, realizar las pruebas de flujo de combustible.	Técnicos: Mecánico M2 y Ayudante		
2	A	1	S	N	N	S	N	S						Reacondicionamiento Cíclico	Limpieza de inyector bomba	1 000 h	Descargar y analizar la información del ECM de motor / inspeccionar, verificar la presión de combustible.	Técnico: Mecánico M2		
1	B	4	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución Cíclica	Mantto Preventivo/Correctivo	250 h	Observar el flujo de combustible durante la puesta en marcha del motor. Buscar si hay burbujas de aire en el combustible. Si no hay combustible en la mirilla, cebe el sistema de combustible.	Técnicos: Mecánico M1 y M3		
1	B	1	S	N	N	S	S							A Condición	Mantto Correctivo	250 h	Inspeccionar todas las tuberías de combustible para detectar si hay fugas. Las tuberías de combustible tienen que estar libres de restricciones o dobladuras defectuosas.	Técnico: Mecánico M3		
1	B	5	S	N	N	S	S							A Condición	Mantto Correctivo	250 h	Verificar que el nivel correcto de contrajuego, medir el contrajuego entre el engranaje del árbol de levas y la herramienta de segmento de engranajes. Cuando se mantiene fija la herramienta del segmento de engranaje, el contrajuego entre los engranajes es de 0.356 ± 0.254 mm (0.014 ± 0.010 inch).	Técnicos: Mecánico M1 y M2		
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución Cíclica	Mantto Correctivo	5 000 h	Cambio de bomba HEUI	Técnicos: Mecánico M1, Ayudante		
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución Cíclica	Mantto Correctivo	4 000 h	Verificación del eje de la bomba, cambio del eje.	Técnicos: Mecánico M2 y Ayudante		
1	B	3	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución Cíclica	Mantto Correctivo	5 000 h	Cambio de bomba HEUI	Técnicos: Mecánico M1, Ayudante		

Sistema: Motor							Nr							Realizado por:			Jaime Santisteban			Fecha: 2016-08-15			Hoja		
Subsistema: Sistema de Combustible							Ref							Revisado por:			Walter Yanqui			Fecha: 2016-08-15			2 de 2		
Referencia de Información			Evaluación de las Consecuencias				Árbol Lógico de Decisión							Estrategias			Viabilidad								
							H1	H2	H3	Tareas "a falta de"				Tipo de Decisión	Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	Técnica			A realizar por					
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	S1								S2	S3	O1	O2	O3
1	C	1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución Cíclica	Mantto Correctivo	250 h	Abrir la válvula de regulación de presión de combustible girándola dos vueltas y media, abrir el tornillo de purga de aire. Girar el motor durante 30 segundos, si la falla persiste cambio de valvula.			Técnicos: Mecánico M2 y M3						
1	A	8	S	N	N	S	S						A Condición	Mantto Correctivo	50 h	Inspeccionar visualmente, si se requiere realizar el cambio de correa.			Técnicos: Mecánico M3 y Ayudante						
2	A	5	S	N	N	S	S						A Condición	Mantto Correctivo	250 h	Descargar y analizar la informacion del ECM de motor / inspeccionar voltajes en los terminales del selenoide.			Técnico: Eléctrico E1						
1	A	4	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución Cíclica	Mantto Correctivo	Hasta la falla	Cambio de ECM			Técnico: Eléctrico E1						
1	A	7	S	N	N	S	N	S					Reacondicionamiento Cíclico	Mantto Correctivo	50 h	Ralizar tensado de correa			Técnicos: Mecánico M3 y Ayudante						
2	A	4	S	N	N	S	S						A condición	Mantto Correctivo/Predictivo	1 000h	Quitar el inyector unitario sospechoso y comprobar para determinar si tiene señales de exposición al refrigerante. Si no se soluciona el problema, reemplazar el inyector sospechoso con un inyector nuevo. Para verificar que el inyector nuevo está funcionando apropiadamente, efectúe la Prueba del corte de cilindros. Tomar muestra de combustible.			Técnicos: Mecánico M1, Ayudante						
2	A	3	S	N	N	S	N	S					Reacondicionamiento Cíclico	Mantto Correctivo	4 000 h	Limpieza y calibracion de estuche de inyectores			Técnico: Mecánico M3						
1	A	6	S	N	N	S	S						A Condición	Mantto Correctivo	250 h	Descargar y analizar la informacion del ECM, test de prueba con software			Técnicos: Eléctrico E1 y Mecánico M2						
2	A	6	S	N	N	S	S						A Condición	Mantto Correctivo	250 h	Descargar y analizar la informacion del ECM, test de prueba con software			Técnicos: Eléctrico E1 y Mecánico M2						
1	A	1	N				S						A Condición	Inspecciones	Inicio de jornada	Comprobar el nivel del combustible en el tanque de combustible. Asegurar de que la abertura de descarga en la tapa del tanque de combustible no esté llena de suciedad.			Operador						
3	A	1	S	S			S						A Condición	Mantto Correctivo	2 000 h	Descargar y analizar la informacion del ECM, verificar codigos de falla.			Técnicos: Eléctrico E1 y Mecánico M2						
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S				No realizar Mantto	Mantto Correctivo	2 000 h	Reemplazar el sensor.			Técnicos: Eléctrico E1 y Mecánico M2						

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Monitoreo de condiciones**

Representa una de las técnicas que potencia el sistema de gestión de mantenimiento y sobre la cual se espera obtener impactos importantes en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, consecuentemente en la reducción de costos, a continuación, los resultados de análisis de aceite del sistema de combustible de la excavadora 374DL:

CLIENTE: DCR MINERIA Y CONSTRUCCION SAC
 NÚMERO DE EQUIPO: 14
 COMPONENTE: SISTEMA COMBUSTIBLE
 NÚMERO DE SERIE: PAS00452
 MARCA: CAT
 MODELO: 374D_CAT
 LUGAR DE TRABAJO: AREQUIPA - CONSTRUCCION
 NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA:

ORDEN DE TRABAJO: ARE KA07194 R5
 SERIE COMPONENTE:
 MODELO DEL COMP:
 FABRICANTE DEL COMP:
 NUMERO DE ETIQUETA DE LA MUESTRA:
 MARCA/GRADO ACEITE:
 TIPO DE FLUIDO:
 FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT:



NUMERO CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	CAMBIO ACEITE	ACEITE AGREGADO	UNIDADES DEL RELLENO	CAMBIO FILTRO
R080-47037-5006	01/11/2017	02/08/2017	6975		No			
AR	LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ES ELEVADO. PQ INDICARIA PRESENCIA DE PARTICULAS FERROSAS. SE OBSERVA PRESENCIA DE PARTICULAS VISIBLES.INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. EL NIVEL DE LIMPIEZA PARA COMBUSTIBLES RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES DE 18/18/13.							
R080-46351-5008	12/05/2018	12/16/2018	6721		Desconocido			
SEG	LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ESTA LIGERAM/ALTO. PQ INDICARIA PRESENCIA DE PARTICULAS FERROSAS. SE OBSERVA PRESENCIA DE PARTICULAS VISIBLES.INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. EL NIVEL DE LIMPIEZA PARA COMBUSTIBLES RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES DE 18/18/13.							
R080-46320-5012	11/01/2018	11/15/2018	6477		No			
AR	Lectura de Contador de Partículas Estaría Elevado. SE OBSERVA PRESENCIA DE PARTICULAS VISIBLES. INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. EL NIVEL DE LIMPIEZA RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES 18/18/13.							
R080-46274-5022	09/17/2018	09/30/2018	6210		Desconocido			
AR	Lectura de Contador de Partículas Estaría Elevado. SE OBSERVA PRESENCIA DE PARTICULAS VISIBLES. INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. EL NIVEL DE LIMPIEZA RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES 18/18/13.							

Elementos de desgaste(ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47037-5006	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	1
R080-46351-5008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
R080-46320-5012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
R080-46274-5022	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0

Condición de Fluido/Conteo Partículas	W	A	4µ	6µ	10µ	14µ	18µ	21µ	38µ	50µ	ISO	ISO4	ISO8	ISO14	PQI	PVI
R080-47037-5006	N	N	41885	20479	7509	3109	1339	776	76	4	23/22/19	23	22	19	48	11.60
R080-46351-5008	N	N	22898	8823	3398	1515	828	619	191	62	22/20/18	22	20	18	45	5.51
R080-46320-5012	N	N	31660	14167	4765	1675	649	355	31	4	22/21/18	22	21	18	42	6.89
R080-46274-5022	N	N	42612	16441	3837	1090	328	156	17	5	23/21/17	23	21	17	41	5.76

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mo = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, V = Vanadio, Zn = Zinc, A = Antioangelante, F = Combustible, W = Agua, P = Positivo, N = Negativo, T = Trace, E = Excesivo, NIT = Nitración, OXI = Oxidación, ST = Hollín, SULF = Sulfatación, ISO = Nivel de limpieza, PQI = Índice PQ, NaW = Agua salada, FL Pt = Punto de Inflamación, TAN = Número Total Acido, TBN = Número Total Básico, H2O = Karl Fisher result, V100 = Viscosidad a 100C, V40 = Viscosidad a40C

Nota: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Figura 55. Resultados del análisis de combustible motor C15

Fuente: Fuente Ferreyros.

➤ **Backlog**

Constituyen los trabajos pendientes de cada equipo, los cuales forman parte de la información de entrada a la planificación con la finalidad de consolidar su intervención preventiva, a continuación, se muestra en la Figura 56 el formato para el registro de trabajos pendientes.

DCR Mantenimiento y Operación		REGISTRO DE BACKLOG		Código:	QHSE-DCR-Fman015
				Revisión:	0
				Fecha:	8/12/2015
VIENE DE:	AT1 <input checked="" type="checkbox"/> AT2 <input type="checkbox"/>	TIPO DE SERVICIO:	PM3	FECHA:	15/12/2016
MODELO:	374DL	SERIE:	PAS00452	HOROMETRO:	8265 HRS.
SISTEMA:	HIDRAULICO/LUBRICACIÓN		OT:	MAN06240	
OBSERVACIÓN:	FALTA DE MERNO/MANGUERA HUMEDECE/ VALVULA DE DRENAJE Y TAPON DANADO				
POSIBLE CAUSA:	FALTA DE AJUSTE/ CHICOTEO DE MANGUERAS/ GOLPES POR EL TRABAJO				
¿QUÉ DAÑO PUEDE OCASIONAR EN CASO DE NO TOMAR ACCIÓN?					
1.- FUGA DE ACEITE HIDRAULICO, DESGARRAMIENTO DE BASTAGO DEL PISTON					
2.- FUGA DE ACEITE DEL MOTOR, CONTAMINACION A PARTES DEL MOTOR					
3.- FUGA DE ACEITE DE MOTOR POR EL TAPON DE CARTER, CONTAMINACION AL MEDIO AMBIENTE					
¿CUÁL ES LA ACCIÓN A SEGUIR?					
1.- INSTALAR PERNO					
2.- REEMPLAZAR					
3.- REEMPLAZAR					
PRIORIDAD DE ATENCIÓN					
URGENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGRAMAR	<input type="checkbox"/>	MONITOREAR	<input type="checkbox"/>
NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCION				CANT.
7Y-5239	PERNO DE CABEZA HUECA				1
310-9498	HOSE				1
310-9500	HOSE				1
152-2938	SEAL O-RING				3
228-7092	SEAL O-RING				1
5I-8067	WASHER SEALING				1
7W-3556	WASHER				1
183-8176	VALVE (OIL PAN)				1
183-8177	PLUG				1
TIEMPO ESTIMADO PARA COPRREGIR EL POSIBLE DAÑO					
2	TECNICOS M2 y M3				3.0 horas
PERSONAL TECNICO					
Supervisor:	Marlon Palomino	Firma:			
T. Lider:	Miguel Barra	Firma:			
T.Mecanico 1:	Juan Trellez	Firma:			
T.Mecanico 2:		Firma:			

VISTA DE DESPIECE

FOTOS DEL COMPONENTE

FALTA PERNO EN LA TAPA DEL CILINDRO HIDRAULICO DE LA BOMBA

PRENSADO DE MANGUERA

PRENSADO DE MANGUERA

Figura 56. Backlog de excavadora 374DL

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Cartillas de mantenimiento preventivo**

Antes de mostrar el detalle de las cartillas de mantenimiento, es importante mencionar que todos los fabricantes definen los tipos de intervención por cada equipo, el detalle se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 20
Tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo

Equipo	Tipo de Mantenimiento	Tamaño del Equipo		
		Pequeña	Mediana	Grande
		Tiempo efectivo de ejecución de PM (horas)		
Equipo Pesado	PM1 (250 h)	3,5	4	6,5
	PM2 (500 h)	5,5	6	7,5
	PM3 (1 000 h)	8,5	10	12,5
	PM4 (2 000 h)	15	20	25
EQUIPOS LIVIANOS	Transporte de Carga			
		Camión Tracto Scania/Volvo	Camión Volquete Scania/Volvo	
		Tiempo efectivo de ejecución de PM (horas)	Tiempo efectivo de ejecución de PM (horas)	Tiempo efectivo de ejecución de PM (horas)
		Tipo de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento
	X (15 000 km)	2,5	X (300 h)	2
	S (30 000 km)	3,5	S (600 h)	3
	M (60 000 km)	5,5	M (1 200 h)	5
	L (120 000 km)	6,5	L (2 400 h)	6
	B1 (20 000 km)	2,5	B1 (400 h)	2
	B2 (40 000 km)	3,5	B2 (800 h)	3
ME (60 000 km)	5,5	ME (1 200 h)	5	
C (12 0000 km)	6,5	C (2 400 h)	6	

Fuente: Manual de servicio de mantenimiento y operación del proveedor.
Elaboración propia.

Las intervenciones de mantenimiento basadas en recorrido, ya sea horómetro o kilometraje, obedecen a las recomendaciones del fabricante, para la ejecución se ha diseñado cartillas de mantenimiento donde se especifica las tareas a ejecutar y los repuestos necesarios, a continuación, se muestran las 04 cartillas aplicables a los volquetes VOLVO FMX 440HP y 480HP 6x4R-8x4R, las cartillas correspondientes a los demás equipos de la flota se encuentran en el anexo N° 06.

Como puede verse para el caso de equipos livianos camiones tractos y volquetes, la frecuencia de intervención se define en base al catálogo de fabricante y los tiempos requeridos según el know how de la empresa.

Para los equipos de línea amarilla CAT se tiene desde el PM1 con frecuencia de cada 250 horas, hasta el PM4 con una frecuencia de 2 000 horas.


	CARTILLA DE MANTENIMIENTO BÁSICO "B1" 400 HORAS VOLVO FMX 440HP Y 480HP 6X4R-8X4R			Código:	
				Revisión:	
				Fecha:	
PLACA		HOROMETRO		FECHA	
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SÍ	NO		
MOTOR	Cambio de aceite y filtros. Revisar el ventilador del radiador /tenciones de las correas y el estado. Revisar y/o limpiar filtros de aire.				
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Revisar nivel de refrigerante.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible. Purgar filtro racor.				
EMBRAGUE	Revisar nivel de liquido.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
SIST DE FRENOS	Regular palancas de freno.				
DIRECCIÓN	Revisar nivel de aceite.				
SISTEMA ELÉCTRICO	Revision de luces en general. Comprobar el nivel de lelectrolito de batería.				
BASTIDOR	Revisar rajaduras o pernos faltantes.				
LUBRICACIÓN	Engrase general.				
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN	Revisar fuga de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO BÁSICO B1	CÓD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SÍ	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	pza	2,00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	pza	1,00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	20976003	Jgo	1,00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	Jgo	1,00		
ACEITE DE MOTOR 15W 140 VDS4	85121022	Gal	10,00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECÁNICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Figura 57. Cartilla de mantenimiento B1 Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R

Fuente: Elaboración propia.


	CARTILLA DE MANTENIMIENTO BÁSICO "B2" 800 HORAS VOLVO FMX 440HP Y 480HP 6X4R-8X4R					Código:	
						Revisión:	
						Fecha:	
PLACA		HOROMETRO		FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO					
		SÍ	NO				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.						
	Revisar el ventilador del radiador /tenciones de las correas y estado.						
	Revisar y/o limpiar filtros de aire.						
	Revisar soportes de motor.						
	Verificar posibles códigos de falla.						
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Revisar nivel de refrigerante.						
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible.						
	Cambio de filtro racord.						
EMBRAGUE	Revisar nivel de liquido.						
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite y nivel.						
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.						
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa.						
SISTEMA DE FRENOS	Revisar sistema de dirección.						
	Regular palancas de frenos y purgar calderines.						
SUSPENSIÓN	Revisión visual de amortiguadores delanteros.						
	Revisar hojas de ballesta y/o abrazaderas.						
DIRECCIÓN	Revisar nivel de aceite.						
CABINA	Revisar nivel de líquido lavaparabrisas.						
SISTEMA ELÉCTRICO	Revisar nivel de electrolito de baterías.						
	Revisar funcionamiento de luces en general						
LUBRICACIÓN	Engrase general.						
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN	Revisar fuga de lubricantes ,agua y aire.						
REPUESTOS MANTENIMIENTO BÁSICO B2	CÓD. FABRICANTE	440HP	480HP	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
						SÍ	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	X	X	Pza	2,00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	X	X	Pza	1,00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	20976003	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO FMX	8149064	X	-	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	21337557	-	X	Pza	1,00		
ACEITE DE MOTOR 15W 140 VDS4	85121022	X	X	Gal	10,00		
OBSERVACIONES:							
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:							
VºB MECÁNICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR			VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO		

Figura 58. Cartilla de mantenimiento B2 Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R

Fuente: Elaboración propia.


	CARTILLA DE MANTENIMIENTO MEDIUN "ME" 1 200					Código:	
	HORAS VOLVO FMX 440HP Y 480HP 6X4R-8X4R					Revisión:	
						Fecha:	
PLACA		HOROMETRO				FECHA	
TAREA	PROCEDIMIENTO					REALIZADO	
						SÍ	NO
MOTOR	Cambio de aceite y filtros.						
	Revisar el ventilador del radiador /tenciones de las correas y estado.						
	Revisar el intercooler,mangueras,tuberias y flujo.						
	Revisar soportes de motor.						
	Verificar posibles codigos de falla.						
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Revisar nivel de refrigerante.						
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambio de filtro de combustible.						
	Cambio de filtro racord.						
EMBRAGUE	Revisar nivel de liquido.						
CAJA DE CAMBIOS	Cambiar aceite y revisar fugas.						
PUENTE TRASERO	Revisar nivel de aceite de coronas.						
CABINA	Revisar bocinas delanteras de suspensión de cabina.						
CUBOS Y RUEDAS	Revisar nivel de aceite de cubos.						
SISTEMA DE FRENOS	Regular palancas de frenos y su correcto funcionamiento.						
BASTIDOR	Revisar rajaduras o pernos faltantes.						
SUSPENSIÓN	Comprobar si las hojas de muelle estan dañadas y revisar abrasaderas de muelle.						
	Comprobar si los fuelles, embolos estan dañados.						
	Revisión visual de amortiguadores.						
DIRECCIÓN	Cambio de aceite y filtro.						
	Revisar rotulas de barras						
SISTEMA ELÉCTRICO	Revisar nivel de electrolito de baterías.						
	Revisar funcionamiento de luces en general.						
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.						
LUBRICACIÓN	Engrase general.						
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN	Revisar fugas de lubricantes, agua y aire.						
REPUESTOS MANTENIMIENTO MEDIUM ME	CÓD. FABRICANTE	440HP	480HP	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
						SÍ	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	X	X	Pza	2,00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	X	X	Pza	1,00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	20976003	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	8149064	X	-	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21041296	X	-	Pza	1,00		
FILTRO SECADOR DE AIRE	21620181	X	-	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	21337557	-	X	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21348756	-	X	Pza	1,00		
FILTRO SECADOR DE AIRE	22223804	-	X	Pza	1,00		
FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	21479106	X	X	Pza	1,00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4	85121022	X	X	Gal	10,00		
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 75W 90 VT2514B	1161933	X	X	Gal	4,50		
OBSERVACIONES:							
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:							
VºB MECÁNICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR			VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO		

Figura 59. Cartilla de mantenimiento ME Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R
Fuente: Elaboración propia.


 CARTILLA DE MANTENIMIENTO COMPLETO "C" 2 400 HORAS VOLVO FMX 440HP Y 480HP 6X4R-8x4R		Código:					
		Revisión:					
		Fecha:					
PLACA	HOROMETRO	FECHA					
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO					
		SÍ	NO				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.						
	Cambiar filtros de aire.						
	Revisar soportes de motor.						
	Revisar el ventilador del radiador /tenciones de las correas y estado.						
	Calibrar Válvulas en general.						
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Cambiar y/o aumentar líquido refrigerante.						
	Revisar abrazaderas y mangueras.						
	Revisar soporte de radiadores e intercooler.						
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambio de filtro de combustible.						
	Cambio de filtro racord.						
EMBRAGUE	Revisar disco de embrague.						
	Cambiar y/o aumentar líquido.						
CAJA DE CAMBIOS	Cambiar aceite y revisar fugas.						
EJE DELANTERO	Revisar juego de cojinetes de pivote.						
PUENTE TRASERO	Cambiar aceite y revizar fugas.						
CUBOS Y RUEDAS	Cambiar aceite y/o grasa.						
SISTEMA DE FRENOS	Cambio de filtro secador de aire.						
	Purgar tanques de aire.						
	Revisar fajas de frenos.						
	Regular palancas de freno.						
BASTIDORES DE CHASIS	Revisar rajaduras o pernos faltantes.						
SUSPENSIÓN	Revisión visual de amortiguadores.						
	Revisión presión de los neumáticos.						
	Cambio de aceite y filtro.						
DIRECCIÓN	Revisar rotulas de barras.						
	Mantenimiento general de luces y sistema eléctrico.						
SISTEMA ELÉCTRICO	Mantenimiento general de instrumentos de tablero.						
	Realizar mantenimiento de alternador.						
	Realizar mantenimiento de arrancador.						
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.						
	Mantenimiento general y limpieza de baterías.						
CABINA	Revisar bocinas delanteras de suspensión de cabina						
	Cambiar filtro de calefacción.						
LUBRICACIÓN	Engrase general						
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN	Revisar fuga de lubricantes, agua y aire.						
REPUESTOS MANTENIMIENTO COMPLETO C	CÓD. FABRICANTE	440HP	480HP	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
						SÍ	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	X	X	Pza	2,00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	X	X	Pza	1,00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	20976003	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	X	X	Jgo	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	8149064	X	-	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21041296	X	-	Pza	1,00		
FILTRO SECADOR DE AIRE	21620181	X	-	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	21337557	-	X	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21348756	-	X	Pza	1,00		
FILTRO SECADOR DE AIRE	22223804	-	X	Pza	1,00		
FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	22023120	X	X	Pza	1,00		
FILTRO DE AIRE DE CABINA	21758906	X	X	Pza	1,00		
FILTRO DE DIRECCION HIDRAULICA	349619	X	X	Pza	1,00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4	85121022	X	X	Gal	10,00		
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 75W 90V T2514B	1161933	X	X	Gal	4,50		
ACEITE DE EJE TRASERO 85W 140 RT3210HV	1161279	X	X	Gal	13,00		
ACEITE DE DIRECCION HIDRAULICA	1161995	X	X	Gal	1,00		
OBSERVACIONES:							
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:							
VºB MECÁNICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO			

Figura 60. Cartilla de mantenimiento C Volvo FMX 440HP 6x4R- 8x4R
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Planificación del mantenimiento

A continuación se muestra el plan de mantenimiento preventivo, con ese formato se busca establecer las fechas proyectadas para la ejecución de mantenimientos preventivos de acuerdo a la frecuencia de cada uno de los tipos de mantenimiento, para ello, se monitorea el kilometraje y/o horómetro, para calcular continuamente la fecha en la cual corresponde la intervención considerando el $\pm 10\%$ de holgura, para solicitar al área de operaciones el ingreso del equipo a taller, esta labor recae sobre el Planner.


Previamente al proceso de planificación, es importante la consolidación de información de entrada a este proceso, como son los checklist, informes de mantenimiento, backlogs e información técnica del equipo crítico Excavadora 374DL, que se obtiene con herramientas como son los modos y efectos de falla, las actividades de monitoreo de condiciones, el análisis causa raíz efectuados, etc.

En la planificación también se determinan los recursos y personal necesario para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, antes que se inicie el trabajo.

Finalmente, se ha diseñado cartillas donde se especifica las actividades a ejecutar para cada tipo de mantenimiento, herramientas necesarias y el tiempo requerido.

Tabla 21

Plan de mantenimiento preventivo

 PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA EJECUCION																											
IT.	PLACA	MARCA	MODELO	SERIE	ULTIMO SERVICIO DE MANTENIMIENTO EJECUTADO			PROXIMO SERVICIO A EJECUTAR		FECHA DE ACTUALIZACION		HORAS TRAB. POR DIA	DIFER. HR/DIA	NRO. DIAS	FECHA PARA MANTTO.	ENERO				FEBRERO				MARZO			
					TIPO MANTTO	KM/HR.	FECHA	TIPO MANTTO	KM/HR.	KM/HR	FECHA					Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Programación del mantenimiento

A partir de la planificación, se realiza la programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, considerando para ello las necesidades de producción y el costo de oportunidad para el negocio. La programación de las actividades de mantenimiento pretende optimizar la asignación de recursos tanto humanos como materiales, así como minimizar el impacto en la producción.

Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento, es decir, una buena planeación previa del trabajo es un requisito para la programación acertada y viceversa, a su vez, para que la planificación sea exitosa es necesaria una retroalimentación de la programación.

El mantenimiento rutinario está a cargo del personal de mantenimiento de cada unidad operativa donde DCR brinda servicios, para esto se utiliza el checklist donde el operador y/o técnico de mantenimiento registra el mantenimiento diario de cada máquina.

Una vez que ya es inspeccionada cada máquina se procede a llenar esta ficha y luego es firmada por el supervisor, para luego ser archivada como parte del legajo del equipo y finalmente reportada a la sede central, a continuación, se presenta el programa de mantenimiento:

Tabla 22

Programa de mantenimiento preventivo

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANA 46 EMPRESA: DCR MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C. PERÍODO: (15-11-08 - 15-11-14)																	
N°	Equipo	Placa/Serie	Marca	Modelo	Ubicación del Equipo	km/h Actual	km/h Prox Mantto	km/h Faltantes	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	Tiempo Estimado de Mantto	Comentarios
									1	2	3	4	5	6	7		
1																	
3																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
<hr/> Area Mantenimiento									<hr/> Area Operaciones								

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento

La ejecución de las actividades de mantenimiento (una vez diseñadas, planificadas y programadas tal y como se ha descrito en apartados anteriores) debe ser evaluada y las desviaciones controladas para perseguir continuamente los objetivos del área de mantenimiento y de la empresa, para tal efecto, se obtienen y evalúan los indicadores seleccionados.

El control de la ejecución permite realimentar y optimizar el diseño de los planes de mantenimiento mejorando de este modo su eficacia y eficiencia.

Los datos que posteriormente se analizarán deben ser lo más fiables posible, es decir, el diseño de la orden de trabajo de mantenimiento ha de ser tal que los operarios y encargados la encuentren sencilla y estándar, ya que sólo así se podrán obtener datos útiles y fiables.

5.2.6.1. Rendimiento y costo de neumáticos

Dentro del costo total de mantenimiento, los neumáticos se encuentran dentro de los más representativos, en este sentido, el control del desgaste y costo horario resultan importantes, a continuación, se detalla los controles de rendimiento, desgaste y costo implementados en la flota de equipos destacada al frente Inmaculada:

En la Figura 61 se observa que los volquetes y cargadores frontales representan el 90 % del costo en neumáticos, por lo tanto, la incidencia de inspecciones, programas de rotación y recambio son vitales para lograr ahorros importantes en este rubro.

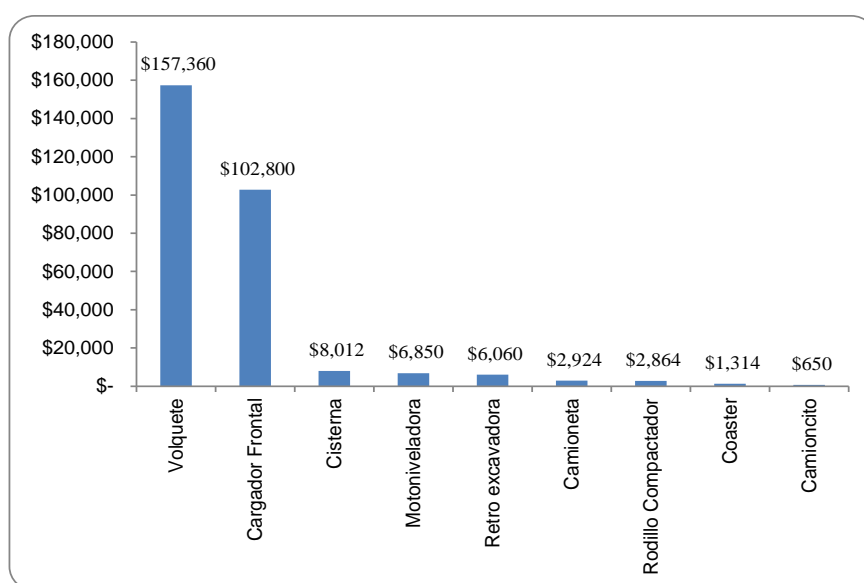


Figura 61. Costo total de neumáticos - Frente Inmaculada
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23 se observa el rendimiento promedio (horas rodadas) y el rendimiento proyectado, en el caso de volquetes se observa que se tiene en promedio 1 169 horas rodadas y se espera un rendimiento promedio de 2 241 horas.

Para los cargadores frontales, se tiene en promedio 2 475 horas rodadas con una proyección de 3 870 horas, se nota que para los neumáticos se espera 5 570 horas, lo cual representa fuentes para análisis y encontrar oportunidades de mejora de alto impacto.

Tabla 23

Rendimientos de neumáticos - Frente Inmaculada

Tipo vehículo	Medida	Marca	Diseño	Rendimiento Promedio (horas)	Rendimiento Proyectado (horas)
Volquete	12.00-20	Goodyear	CT162	1 039	2 348
			STK	1 874	2 740
			IZH	779	1 312
			IHR	822	1 302
		Duratread	OTR55D	1 178	2 654
			IZH	1 277	2 040
			IHR	1 541	1 825
Total volquete				1 169	2 241
Cargador frontal	23.5R25	Goodyear	L4	2 473	4 534
		Bridgestone	L4	2 438	3 629
		Michelin	L4	2 756	5 570
Total Cargador frontal				2 475	3 870
Cisterna	11.00-20	Goodyear	CT162	299	2 213
	12.00R20	Goodyear	IZH	1 159	2 360
	12.00-20	Goodyear	CT162	1 651	1 984
	7.5R16	Bridgestone	R200	348	557
			SL 301	348	835
Total cisterna				679	1 901
Motoniveladora	14.00-24	Goodyear	E3	886	3 287
		Yokohama	E3	2 462	2 491
Total motoniveladora				1 412	3 022
Retro excavadora	12.5/80-18	Goodyear	R3	2 162	2 148
		Advance	R3	2 721	5 874
		Solideal	R3	1 341	1 425
	19.5L-24	Goodyear	R3	2 721	8 994
	16.9-28	Goodyear	R3	1 341	1 859
			BKT	R3	2 204
Total Retro excavadora				2,150	3 903
Camioneta	245/75R16	Goodyear	Duratrack MT	14 624	22 780
		Kumho	KL71 MT	24 314	24 314
Total camioneta				17 854	23 292
Rodillo compactador	23.1-26	Goodyear	I3	3 768	6 241
Coaster	7.50-16	Goodyear	CT162	6 306	37 836
			CT176	6 306	50 448
Total Coaster				6 306	42 040
Camioncito	7.5-16	Goodyear	CT176	29 407	29,407
			TUK	9 122	72,976
Total Camioncito				15 884	58 453
Total general				1 906	4 038

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, dentro del rubro de neumáticos, tenemos el costo horario real y proyectado, en el siguiente cuadro promedio (\$/h) para grupo de equipo, tipo y marca del neumático.

Tabla 24

Costo \$/hora de neumáticos - Frente Inmaculada

Tipo vehículo	Medida	Marca	Diseño	Costo Promedio \$/Hora	Promedio Costo \$/Hora Proyectado
Volquete	12.00-20	Goodyear	CT162	0,99	0,26
			STK	0,82	0,29
			IZH	0,36	0,18
			IHR	0,18	0,12
		Duratread	OTR55D	1,25	0,23
			IZH	0,16	0,08
			IHR	0,10	0,09
Cargador frontal	23.5R25	Goodyear	L4	0,77	0,42
		Bridgestone	L4	5,65	1,94
		Michelin	L4	0,69	0,37
Cisterna	11.00-20	Goodyear	CT162	1,37	0,19
	12.00-20	Goodyear	CT162	0,28	0,23
	12.00R20	Goodyear	IZH	0,13	0,06
	7.5R16	Bridgestone	R200	0,86	0,54
			SL 301	0,86	0,36
Motoniveladora	14.00-24	Goodyear	E3	0,79	0,15
		Yokohama	E3	0,31	0,31
Retro excavadora	12.5/80-18	Goodyear	R3	0,17	0,17
		Advance	R3	0,15	0,07
		Solideal	R3	0,18	0,17
	19.5L-24	Goodyear	R3	0,24	0,07
	16.9-28	Goodyear	R3	0,48	0,35
			BKT	R3	0,29
	Camioneta	245/75R16	Goodyear	Duratrack MT	0,03
Kumho			KL71 MT	0,01	0,01
Rodillo compactador	23.1-26	Goodyear	I3	0,22	0,13
Coaster	7.50-16	Goodyear	CT162	0,04	0,01
			CT176	0,03	0,00
Camioncito	7.5-16	Goodyear	CT176	0,01	0,01
			TUK	0,01	0,00

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2. Costos de mantenimiento

Los costos determinan en gran medida los resultados del sistema de gestión de mantenimiento y estos son el fruto de la ejecución en cuanto a tiempos, materiales empleados y la calidad del trabajo efectuado, en el acápite 5.6 se detallará el cálculo de los costos de mantenimiento.

5.2.6.3. Indicadores de mantenimiento

Se enlista los indicadores implementados para la evaluación del sistema de gestión de mantenimiento:

- Cumplimiento de mantenimiento preventivo.
- Precisión de mantenimiento preventivo.
- Backlog.
- Tiempo medio de reparación (MTTR).
- Tiempo medio entre fallas (MTBF).
- Disponibilidad..
- Confiabilidad
- Utilización de mano de obra.

A continuación, en la Figura 62 se muestra el tiempo medio entre fallas para la línea amarilla del frente Inmaculada, se puede observar una mejora sostenida del MTBF en el mes de diciembre, lo que indica que la presencia de una falla se da cada 47,05 horas.

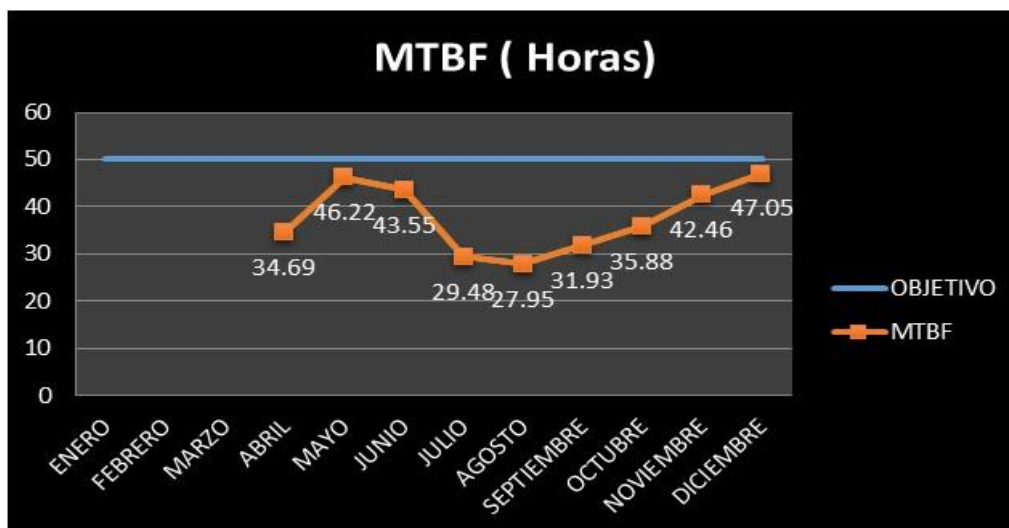


Figura 62. Tiempo medio entre fallas equipos CAT - Frente Inmaculada
Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Figura 63, se observa una notable reducción del tiempo medio para reparar, habiendo registrado en mes de diciembre el valor es de 1,15 horas.

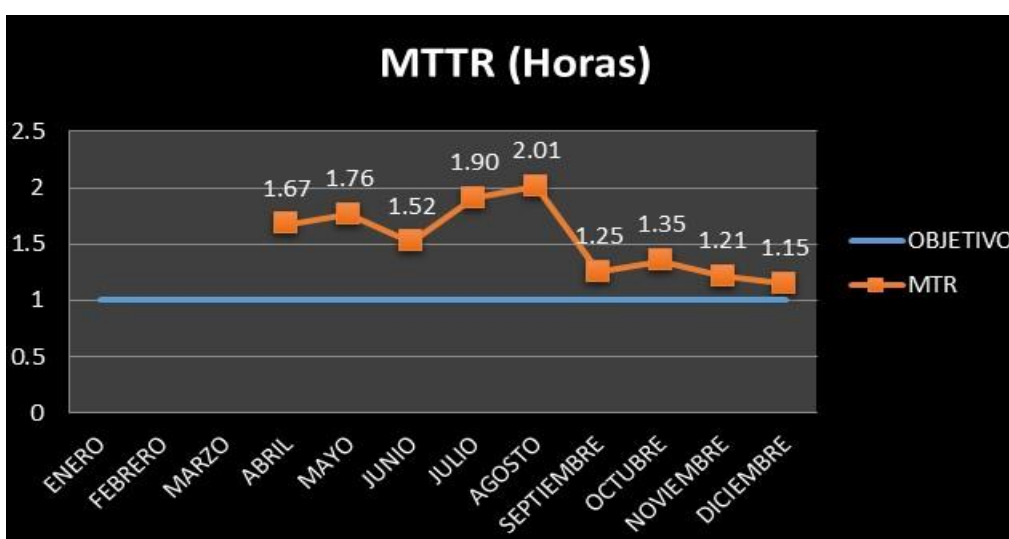


Figura 63. Tiempo medio para reparar equipo CAT - Frente Inmaculada
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 64 se muestra el indicador de disponibilidad de equipos CAT en el frente Inmaculada, como puede observarse este indicador marca una notable mejora llegando a 97,6 %, fruto de la mejora del tiempo medio entre falla y tiempo medio de reparación.

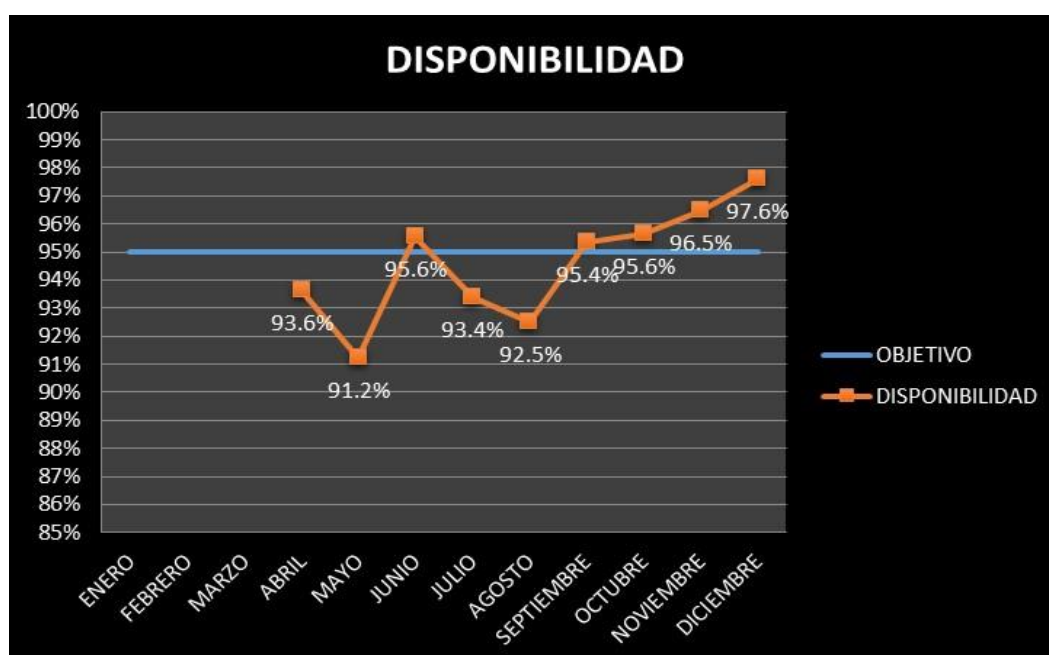


Figura 64. Disponibilidad de Equipos CAT - Frente Inmaculada.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el indicador de precisión de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, en este caso se considera un rango de +/- 10 % del recorrido, en la Figura 65 se muestra la precisión alcanzada en la flota CAT del frente Inmaculada, que fue de 93 %.

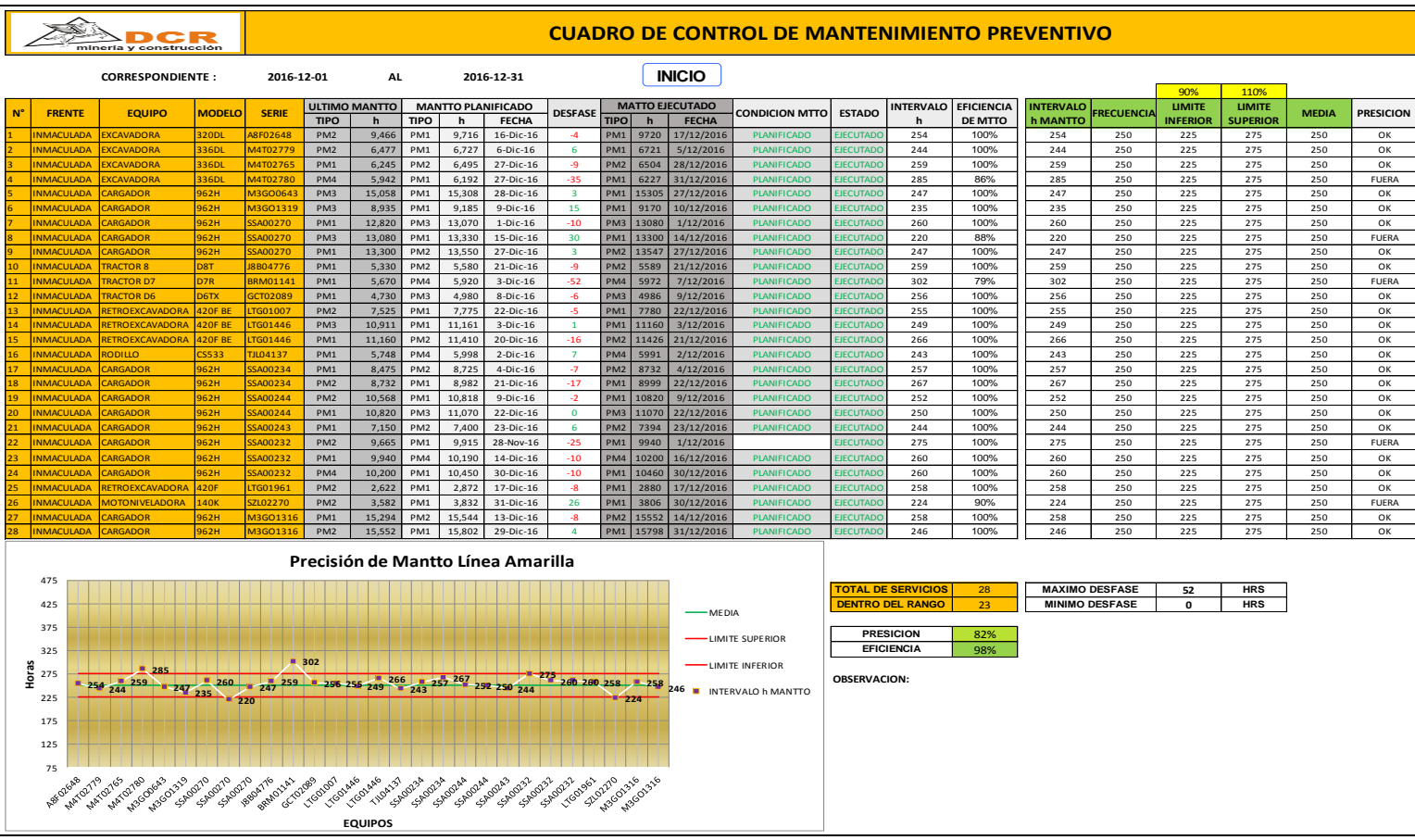


Figura 65. Precisión del mantenimiento preventivo equipos CAT

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7. Análisis de ciclo de vida y renovación de equipos

Un análisis de costos de ciclo de vida resulta necesario para una óptima adquisición de nuevos equipos (reemplazo o nueva adquisición), ya que pone de manifiesto todos los costos asociados con un activo (además del precio de adquisición), permitiendo a la gerencia predecir con mayor precisión.

Análisis para la selección de equipo de carguío para camiones de minería, se cuenta con 02 opciones:

- Excavadora CAT 374DL.
- Excavadora KOMATSU PC600-LC8.

Una vez identificadas las alternativas, se procede con el análisis del costo de ciclo de vida (LCCA) partiendo de la información recopilada para cada alternativa:

Tabla 25

Evaluación para alternativa CATERPILLAR

Equipo	Excavadora Hidráulica		
Marca	CAT	Potencia neta	355kw (476 hp)
Modelo	374DL	Peso Operativo:	
Año	2014	Minimo	70,959 Kg
Motor	CAT C15 ACERT	Maximo	75,596 Kg
Costo inicial + IGV (US\$)		\$ 772 600,00	
Periodo de uso (Años)		15	
Consumo de combustible (gal/h)		16,25	
Costo del combustible (\$/gal)		\$ 4,00	
Utilización de horas al año (h)		4800	
Utilización de horas diarias (h)		16	
Utilización de días al año (Días)		300	
Tren de rodaje			
Sueldo mensual del operador USD		\$ 3 000,00	
Cantidad de operadores		3	
Costo anual de MP (1er Año), cada año aumenta 0,7 %		\$ 116 050,00	
Costo anual de MC (1er Año), cada año aumenta 2 %		\$ 48 900,00	
Venta del activo en 15 años		\$ 90 310,05	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26

Evaluación para alternativa KOMATSU

Equipo	Excavadora Hidráulica		
Marca	KOMATSU	Potencia neta	323kw (433 hp)
Modelo	PC600LC-8	Peso Operativo:	
Año	2014	Minimo	58,640 kg
Motor	KOMATSU SAA6D140E-5	Maximo	60,380 kg
Costo inicial + IGV (US\$)		\$ 749 000,00	
Periodo de uso (Años)		15	
Consumo de combustible (gal/h)		14,05	
Costo del combustible (\$/gal)		\$ 4,00	
Utilización de horas al año (h)		4800	
Utilización de horas diarias (h)		16	
Utilización de días al año (Días)		300	
Tren de rodaje			
Sueldo mensual del operador USD		\$ 3 000,00	
Cantidad de operadores		3	
Costo anual de MP (1er Año), cada año aumenta 0,9 %		\$ 127 000,00	
Costo anual de MC (1er Año), cada año aumenta 3 %		\$ 40 152,00	
Venta del activo en 15 años		\$ 87 551,42	

Fuente: Elaboración propia.

a) Análisis LCCA CAT

Tabla 27

Análisis del costo de ciclo de vida para excavadora CATERPILLAR

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
SALE																	
Precio de Entrega	CI	772,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos de Operación	CO	-	480,566	490,178	499,981	509,981	520,181	530,584	541,196	552,020	563,060	574,321	585,808	597,524	609,474	621,664	634,097
Costos de Mantenimiento	CMP	-	116,050	116,862	117,680	118,504	119,334	120,169	121,010	121,857	122,710	123,569	124,434	125,305	126,182	127,066	127,955
Costos de Reparaciones	CTPF	-	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900	48,900
Costos de Reparaciones Mayores	CMM	-	-	-	-	-	190,000	-	-	-	-	190,000	-	-	-	-	-
ENTRA																	
Valor de Rescate	VR	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90,310
TOTAL		645,516	655,940	666,562	677,385	688,209	699,033	710,057	721,181	732,405	743,729	755,153	766,677	778,301	790,025	801,849	813,773
Valor Presente Neto		8,408,179															

Fuente: Elaboración propia.

b) Análisis LCCA KOMATSU

Tabla 28

Análisis del costo de ciclo de vida para excavadora KOMATSU

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
SALE																	
Precio de Entrega	CI	749,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos de Operación	CO	-	440,760	453,983	467,602	481,630	496,079	510,962	526,290	542,079	558,342	575,092	592,345	610,115	628,418	647,271	666,689
Costos de Mantenimiento	CMP	-	127,000	128,143	129,296	130,460	131,634	132,819	134,014	135,220	136,437	137,665	138,904	140,154	141,416	142,688	143,973
Costos de Reparaciones	CTPF	-	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152	40,152
Costos de Reparaciones Mayores	CMM	-	-	-	-	195,000	-	-	-	195,000	-	-	-	195,000	-	-	-
ENTRA																	
Valor de Rescate	VR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87,551
TOTAL		607,912	622,278	637,051	651,824	667,076	682,828	699,080	715,832	733,084	750,836	769,088	787,840	807,092	826,844	847,096	867,848
Valor Presente Neto		8,440,423															

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tiene el resumen de las 02 alternativas:

Exc. Caterpillar 374D	Valor Presente Neto	\$8 408 179,18
Exc. Komatsu PC600LC-8	Valor Presente Neto	\$8 440 423,27

Se elige la alternativa 1, es decir, la compra de una Excavadora 374DL CAT dado que representa valor presente neto menor.

Adicionalmente, como parte del modelo de gestión y básicamente en las decisiones de renovación de equipos, es importante apoyar la decisión con aspectos técnicos, en estos aspectos el equipo CAT también constituye la mejor opción:

Rendimiento y eficiencia de operación.

- Tiempos de ciclo más rápidos que Komatsu cuando tiene que ir a profundidades mayores.
- Controles electro - hidráulicos CAT son programables para ganar y proporcionar mejor respuesta, esto permite al operador equilibrar los controles con el trabajo en su mano.
- La 374DL tiene una bomba dedicada al giro para una mejor respuesta de la máquina. Komatsu tiene que tomar el flujo de aceite desde el sistema principal, esto hace el sistema hidráulico más lento.

- El sistema CAT de herramientas auxiliar es integrado para maximizar el rendimiento de las herramientas hidro – mecánicas.

Confiabilidad y durabilidad.

- Las mangueras XT-6 hidráulicas proporcionan una capacidad de presión mucho mayor, lo que maximiza la durabilidad de la máquina y tiempo de actividad. Komatsu utiliza partes fundidas, líneas de acero y mangueras plásticas en el área de válvulas, lo cual es muy complicado tener acceso a ellas.
- La 374DL utiliza un “rodillo cruzado” de apoyo para el cojinete de giro, la línea de contacto distribuye las cargas sobre un área más grande para una mayor vida útil, la flexión en la estructura del bastidor superior se reduce drásticamente.
- Forjada en una pieza la brida de la tornamesa y el uso de pernos más largos, maximiza la carga y la durabilidad de la tornamesa.
- Guardas inferiores de servicio pesado para proteger los componentes de las rocas y material en el sitio de trabajo.

Facilidad de servicio y seguridad.

- Enfriadores, radiador y condensador del aire acondicionado colocados, lado a lado, permite fácil acceso a su limpieza y una alta eficiencia de enfriamiento.

- La bomba de cebado de combustible electrónica facilita el servicio y minimiza el riesgo de contaminación, así como el pre-filtraje, Komatsu utiliza una bomba de cebado manual.
- Las tomas múltiples de aceite para el S-O-SSM y los puntos de toma de presión para el diagnóstico reducen los tiempos muertos durante los periodos de mantenimiento, facilitando un monitoreo proactivo.
- El filtro de aire principal de sello radial con ante-filtro tiene un elemento de filtro de doble capa para un filtrado más eficaz, no se requiere de herramienta para cambiar el elemento.
- El sistema Hid Komatsu utiliza el filtro tipo “cartucho” en el tanque del aceite hid. Si la cubierta no está limpia antes de quitar el elemento, es muy fácil que el sistema se contamine con partículas y suciedad.

CAT Puntos de valor claves

- Las fuerzas de la pluma y brazo se distinguen visualmente superiores en la 374DL, esto debido a su mayor potencia hidráulica vs PC600LC-8.
- Estabilidad: CAT 374D es una máquina más estable y asombrosamente superior que PC600LC-8 en cualquier aplicación.

- Brazo: Más fuerza de excavación en el inicio de los ciclos de carga frente a la PC600LC-8. Demostrar esta técnica donde la fuerza se puede sentir por el operador mientras mueve el brazo y al mismo tiempo aplica la fuerza de desprendimiento del cucharón.
- Pluma: La fuerza de la pluma de la 374DL es mayor que la de PC600LC-8, de hecho, la 374DL pueda llevar mayor carga que cualquier máquina en su categoría.
- Durabilidad: con una inspección alrededor de la máquina, visiblemente notará la diferencia en la construcción de la pluma y brazo.
- Tiempo de ciclo: la 374DL es mucho más productiva en las aplicaciones de alta producción. (precio vs valor al cliente).

5.3. Estructura organizacional de mantenimiento

Los objetivos de mantenimiento definidos en el acápite 4.3.3, se consideran como metas asignadas y aceptadas, las cuales requieren de actividades de mantenimiento, cada una de ellas perteneciente a uno de los diferentes niveles de control, desde el estratégico hasta el nivel operativo de mantenimiento.

En términos generales, las estrategias direccionan y definen el plan organizacional para lograr los objetivos, enfocándose en el “cómo” se lograrán, a partir de la coherencia en la definición de estrategias, políticas, procedimientos, estructura organizacional y decisiones en los diferentes niveles, (planificación y estructuración del trabajo de mantenimiento).

A continuación, se presenta la estructura organizacional propuesta, que soportará el modelo de gestión de mantenimiento diseñado para DCR Minería y Construcción S.A.C.

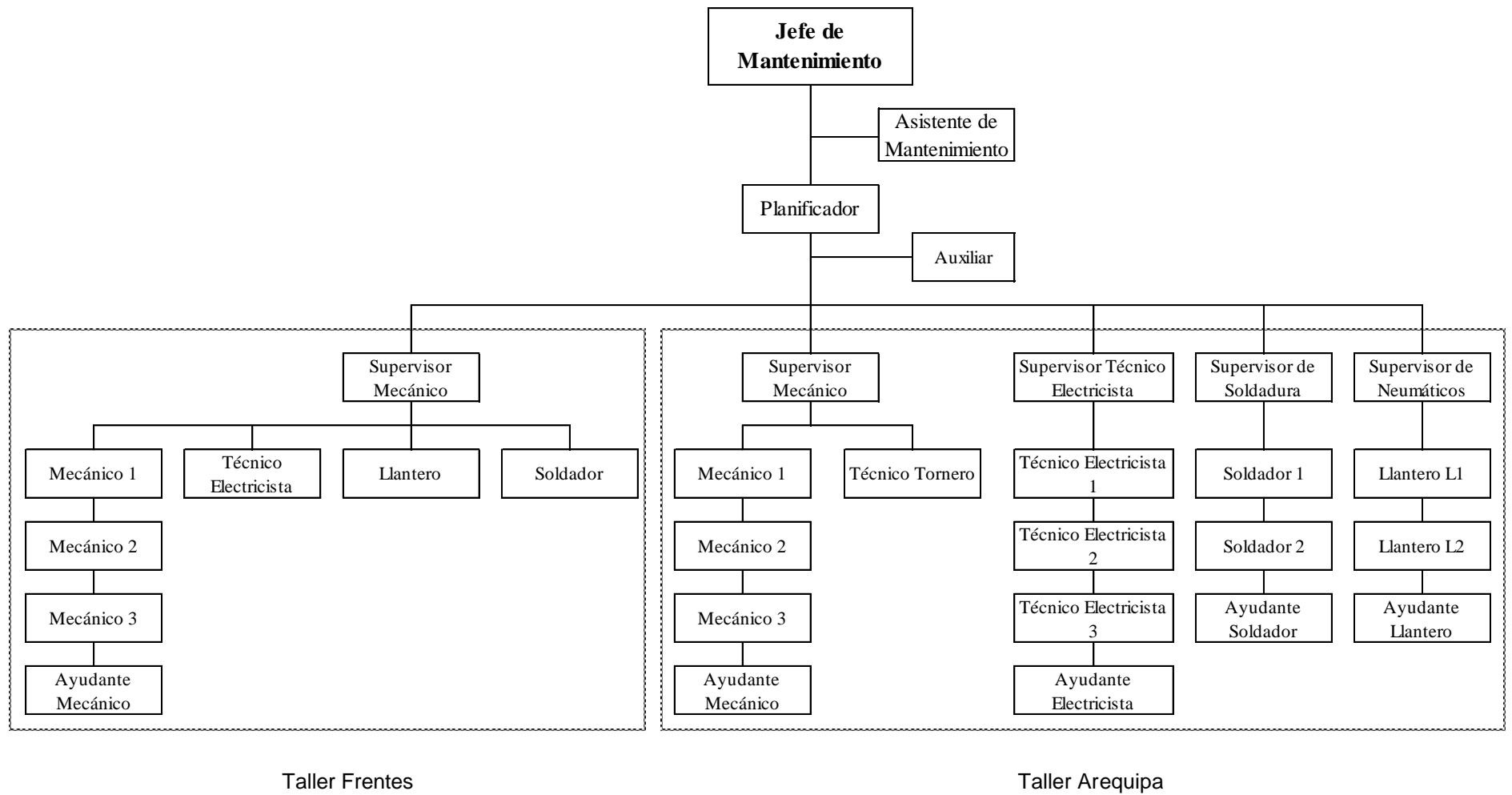


Figura 66. Organigrama propuesto para el área de mantenimiento
 Fuente: Elaboración propia.

5.3.1. Manual de organización y funciones

A partir de la estructura organizacional del área de mantenimiento, se definieron los manuales de organización y funciones (MOF) que describen las funciones específicas y perfil de cada puesto de trabajo.

A continuación se muestra el MOF del jefe de mantenimiento y en el anexo N° 08 los MOF de los otros puestos de trabajo.

CARGO	JEFE MANTENIMIENTO
CÓDIGO	GO-JM-021
LÍNEA DE AUTORIDAD	
DEPENDE DE	GERENTE DE OPERACIONES
SUPERVISA A	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Taller de Mantenimiento • Supervisor de Neumáticos • Supervisor Mecánico de Frentes • Planificador de mantenimiento • Asistente de Mantenimiento
DELEGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de vacaciones, enfermedad, viaje o cualquier tipo de ausencia temporal, será reemplazado por el Supervisor Mecánico, y las personas que se designen para tareas operativas específicas. • Cualquier delegación específica se hará a través de un memorándum.
LÍNEAS DE COORDINACIÓN	
COORDINACIÓN INTERNA	Operaciones, almacén, Compras, SSOMA, RRHH y tesorería
COORDINACIÓN EXTERNA	Proveedores principales.
OBJETIVO DEL PUESTO	
Controlar y supervisar el estado de operatividad óptima que deben tener las unidades de transporte, Determinar qué unidades no están aptas para este menester. Planificar y programar las actividades de mantenimiento mecánico.	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar activamente en todo lo relacionado al cumplimiento de los objetivos, las normas, los procedimientos del Sistema QHSE. 2. Administrar los recursos humanos y equipo con que cuenta el taller mecánico para el desempeño de sus actividades 	

3. Programar, coordinar y dirigir los trabajos diarios de mantenimiento mecánico preventivo, predictivo y correctivo de los equipos.
4. Coordinar y controlar la entrega de materiales y repuestos para los trabajos de mantenimiento, su utilización y reingreso.
5. Verificar el cumplimiento y la calidad de las órdenes de trabajo internas y externas de mantenimiento mecánico.
6. Revisar manuales, planos, diagramas y procedimientos para la ejecución de los trabajos mecánicos.
7. Control del record del mantenimiento preventivo de unidades (mantenimientos si programados) de acuerdo al kilometraje
8. Control del record por mantenimiento de unidades, (mantenimientos no programados).
9. Emitir solicitudes de órdenes de trabajo externa y requerimientos de almacén.
10. Coordinar con encargado de Almacén el retiro de materiales para el mantenimiento.
11. Asistir y participar en las reuniones para análisis de funcionamiento de equipos, modificación y actualización de planes de mantenimiento mecánico.
12. Elaborar mensualmente informes, reportes de rendimiento de su gestión.
13. Establecer las necesidades de aprovisionamiento de materiales, herramientas, repuestos y equipos requeridos para el mantenimiento mecánico.
14. Participar en la actualización de programas de mantenimiento y procedimientos de trabajo de acuerdo a especificaciones de los fabricantes.
15. Asignar recursos humanos, físicos y técnicos adecuados para la labor que debe realizar el Área de mantenimiento en los frentes.
16. Coordinar los trabajos de Mantenimiento Mecánico con Área de Operaciones, Área Seguridad.
17. Elaborar el presupuesto del Área de Mantenimiento Mecánico.
18. Establecer necesidades de capacitación de su área y dar asistencia como instructor en temas técnicos al personal de su Área u otras áreas cuando se requiere.
19. Supervisar el cumplimiento de las tareas asignadas a su personal.
20. Coordinación con los proveedores principales de servicios
21. Recomendar innovaciones en cuanto a equipos, sistemas y procedimientos, coordinando para el efecto con las áreas correspondientes.
22. Cumplir los procedimientos, instructivos y demás disposiciones normativas para la seguridad.
23. Otras, que en el ámbito de sus funciones le sean asignadas por su jefe. Inmediato.

PERFIL DEL PUESTO

PROFESIÓN

Mínimo	Óptimo
<ul style="list-style-type: none"> • Técnico en Mecánica y Electricidad, Ingeniero Titulado en Mecánica o Meca trónica. • Conocimientos de mecánica automotriz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero colegiado en Mecánica, Meca trónica • Capacitación de mecánica automotriz
NIVEL DE FORMACIÓN	
Mínimo	Óptimo

<ul style="list-style-type: none"> • Cursos de Mantenimiento y gestión de equipo pesado • Licencia de Conducir A-II 		<ul style="list-style-type: none"> • Especialización en mantenimiento de Maquinaria Pesada. • Cursos de Sistemas de Suspensión • Curso de Electricidad Automotriz • Cursos de mantenimiento de Motores • Curso de Seguridad Salud Ocupacional • Licencia de Conducir A-II-B 		
NIVEL DE EXPERIENCIA				
Mínimo		Óptimo		
<ul style="list-style-type: none"> • 5 años de experiencia en cargos similares 		<ul style="list-style-type: none"> • 7 años de experiencia en cargos similares 		
HABILIDADES PERSONALES (A,B,C)				
Ética Profesional	A	Precisión.	A	
Calidad de Trabajo	A	Trabajo en equipo	A	
Compromiso	A	Lealtad y sentido de pertenencia	A	
Pensamiento Estratégico	A	Capacidad de Planificación y Organización	A	
Negociación	A	Adaptación al cambio.	A	
HABILIDADES TÉCNICAS (A,B,C)				
HERRAMIENTAS INFORMATIVAS				
Procesador de hojas de texto y de Cálculo.			A	
IDIOMAS				
Inglés			B	
CONDICIONES ESPECIALES DE TRABAJO				
ERGONOMIA	Alto	Medio	Bajo	MEDIDAS DE CONTROL Y/O MITIGACIÓN
Manipulación inadecuada de carga		X		-La persona puede cargar máximo 25 Kg. De ser varón y 15 Kg. de ser dama.
Diseño de Puesto Inadecuado			X	
Trabajos repetitivos		X		-Realizar ejercicios entre descansos periódicos (vista, corporal). -Considerar el QHSE-DCR-est001: Estándar de ergonomía en la oficina.
Posturas inadecuadas		X		-Considerar estándar de ergonomía en oficina -Utilizar un cooler para la laptop. -Realizar monitoreo ergonómico. -Verificar posición correcta de PC/laptop.
AGENTES FÍSICOS	Alto	Medio	Bajo	MEDIDAS DE CONTROL Y/O MITIGACIÓN
Iluminación		X		-Evaluar y encender la luz. -Realizar el monitoreo.
Ruido		X		-Utilizar tapones auditivos.
Temperatura (Calor)		X		-Utilizar el ventilador de ser necesario. -Evaluar utilizar ropa que se adecue al entorno.
Temperatura (Frio)		X		-Evaluar el utilizar ropa abrigadora

Exposición a radiación Solar		X		-Utilizar bloqueador, ropa manga larga y de color claro.
AGENTES QUÍMICOS	Alto	Medio	Bajo	MEDIDAS DE CONTROL Y/O MITIGACIÓN
Productos Químicos			X	
SALUD OCUPACIONAL	Alto	Medio	Bajo	MEDIDAS DE CONTROL Y/O MITIGACIÓN
Condición Física Buena		X		-Realizar ejercicios como mínimo una (1) vez por semana. -Examen médico ocupacional.
Condición mental Estable		X		-Ejecutar un hobby como mínimo una (1) vez por semana -Monitoreo psicosocial

Figura 67. Manual de organización y funciones del jefe de mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

5.4. Políticas y estrategias de mantenimiento

5.4.1. Políticas de mantenimiento

A continuación, se describe las políticas de mantenimiento definidas conjuntamente con la gerencia general, gerencia de operaciones y jefe de mantenimiento:

- El mantenimiento de la flota de DCR será ejecutado con un equipo de mantenimiento propio, básicamente, se busca aprovechar el know how del personal experimentado.
- El operador de equipo deberá realizar diariamente la revisión de los niveles de aceite, agua, anticongelante, líquido de frenos y presión de aire de llantas, que permitan mantener en óptimas condiciones de operación las unidades y equipos; por lo que de comprobarse daños a los vehículos ocasionados por no haber aplicado las medidas

preventivas señaladas, corresponderá al conductor el pago de los importes correspondientes.

- Un vehículo con fallas, observaciones o falta de mantenimiento no deberá ser conducido sin autorización respectiva.
- El margen de kilometraje entre los que se realizan los mantenimientos preventivos son de (+/- 10 %) kilometraje u horas.
- Será responsabilidad de los conductores (operador de tracto, operador de maquinaria amarilla, operador de volquete), presentar los vehículos a mantenimiento preventivo o correctivo en los talleres, con un cuarto (1/4) de tanque de combustible como mínimo en existencia; combustible que permitirá el desarrollo de pruebas, a los trabajos de mantenimiento realizados.
- Las piezas usadas que les fueron retiradas a las unidades deben ser entregadas al jefe de almacén para verificación y cambio.
- En caso de emergencias presentadas cuando se desarrolle el servicio de transporte y la unidad requiere un mantenimiento correctivo inmediato, se tiene dos opciones a realizar:
 - Se coordina con personal de taller de Arequipa para atender la emergencia presentada conformando el “equipo de auxilio mecánico”.

- Se coordina con conductores (operador de tracto, operador de volquete, operador de maquinaria amarilla) y supervisores para realizar el mantenimiento en talleres aledaños a la zona (en caso de mantenimiento mecánico).
- DCR Minería y Construcción S.A.C. establece un sistema de atención de prioridades con los siguientes niveles:

Tabla 29

Prioridades de trabajos de mantenimiento

PRIORIDAD	Tiempo en el que debe comenzar el trabajo	Tipos de trabajos
Urgente	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene efecto inmediato en la seguridad, el ambiente o que parará la operación
Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto dentro de una semana
Programado	Según está programado (cuando se cuente con los recursos o en el periodo de una parada)	Mantenimiento preventivo y de rutina

Fuente: Sistemas de mantenimiento; Salih DUFFUA; Abdul RAOUF; Jhon Campbell.

5.4.2. Estrategias de ejecución del mantenimiento

En base al modelo de gestión de mantenimiento propuesto, a continuación, se detallan las estrategias mixtas para su ejecución, las cuales son fruto del análisis de la situación actual de proceso de mantenimiento, análisis de criticidad de equipos, sistemas y subsistemas (AC), el análisis de causas raíz (ACR) y el análisis de modo y efectos de falla (AMEF):

- **Estrategia correctiva:**
Será aplicable a equipos no críticos, de bajo costo y pequeñas consecuencias de falla.
- **Estrategia sistemática:**
Esta estrategia preventiva será aplicable en base a la utilización de los equipos (horómetros y kilometraje), cada intervención será sobre la base de cartillas de mantenimiento donde se especifican las actividades a efectuar, incluye actividades de engrase, limpieza, ajustes y reemplazos de partes de alta rotación a frecuencias determinadas.
- **Estrategia condicional:**
Consistente en el empleo de técnicas de monitoreo de condiciones y pruebas de control a frecuencias determinadas, con el fin de monitorear la condición de parámetros y compararlos con los establecidos por el fabricante para determinar el nivel de desgaste.
Las técnicas de monitoreo serán el análisis periódico de aceite S.O.S., inspecciones del equipo, análisis de mantenimiento y operaciones en sitio.
- **Estrategia de alta disponibilidad**
Estrategia resultante de la combinación de las dos anteriores, se orienta a mantener una operatividad de equipos mayor al 90 % y el

éxito de su ejecución radica en una planificación óptima que permita agrupar tareas de mantenimiento en periodos definidos para minimizar el impacto en la producción.

5.5. Administración del mantenimiento

5.5.1. Documentación de mantenimiento

La documentación de mantenimiento es el conjunto de instrumentos técnicos y administrativos que brindan soporte al sistema de gestión de mantenimiento, permiten dar fluidez y suministrar información necesaria para establecer los planes y programas de mantenimiento, entre ellos se tiene las fichas técnicas de equipos, solicitudes de trabajo, checklist, ordenes de trabajo, requerimientos de materiales y servicios, informes, etc. Todos ellos bajo el siguiente flujo:

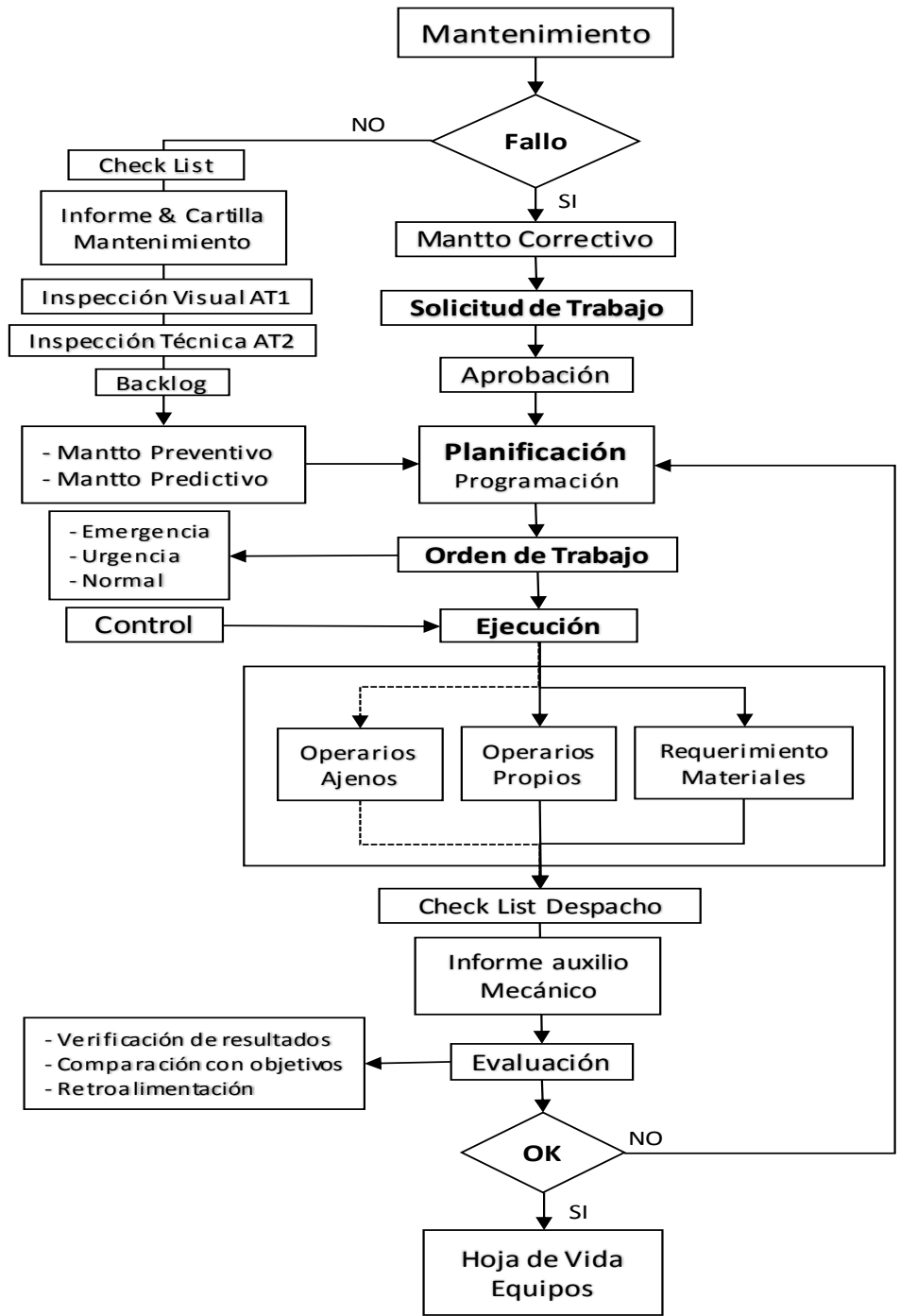


Figura 68. Flujo de mantenimiento


Fuente: Elaboración propia

5.5.1.1. Ficha técnica de equipo

Documento que contiene los datos generales del equipo, características, funcionamiento, especificaciones, servicio, mantenimiento y son proporcionadas por los fabricantes, CATERPILLAR, VOLVO, SCANIA, TOYOTA, etc.

5.5.1.2 Solicitud de trabajo

Documento donde se denuncia la existencia de un síntoma o falla, consecuentemente genera un requerimiento de atención por parte del área de mantenimiento y constituyen inputs para la planificación y programación de las actividades de mantenimiento. En la siguiente figura se muestra el formato correspondiente:

	SOLICITUD DE TRABAJO	Código:	
		Revisión:	
		Fecha:	

EQUIPO		MP=mantto preventivo, MC = mantto correctivo, R = reproces		Tipo de Servicio
OPERADOR		PLACA DE RODAJE		Preventivo: ()
RUTA		HRS/KM DE SALIDA		Correctivo: ()
FECHA LLEGADA		HRS/ KM DE LLEGADA		Express : ()

Para ser llenado por el Operador Para ser llenado por el Supervisor: (√)=ok (P)=pendiente

Ocurrencias	Estado	Ocurrencias	Estado
1.-	()	11.-	()
2.-	()	12.-	()
3.-	()	13.-	()
4.-	()	14.-	()
5.-	()	15.-	()
6.-	()	16.-	()
7.-	()	17.-	()
8.-	()	18.-	()
9.-	()	19.-	()
10.-	()	20.-	()

EQUIPO	
PLACA	TIPO DE SERVICIO

Para ser llenado por el Operador Para ser llenado por el Supervisor: (√)=ok (P)=pendiente

Ocurrencias	Estado	Ocurrencias	Estado
1.-	()	11.-	()
2.-	()	12.-	()
3.-	()	13.-	()
4.-	()	14.-	()
5.-	()	15.-	()
6.-	()	16.-	()
7.-	()	17.-	()
8.-	()	18.-	()
9.-	()	19.-	()
10.-	()	20.-	()

FIRMA DEL OPERADOR	V°B° SUPERVISOR

Original: Planner de mantto 1ra Copia: Supervisor de taller 2da Copia: Operador

Figura 69. Formato de solicitud de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.3 Checklist de mantenimiento

Las listas de chequeo u hojas de verificación, son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento o estado de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.

Se usan para comprobaciones sistemáticas del estado de partes y/o componentes de un sistema y/o equipo, asegurándose de que el técnico o supervisor no se olvida de nada importante y deja constancia de lo encontrado.

Se ha desarrollado checklist específicos para los volquetes, tractos y camionetas, los cuales forman parte del sistema de gestión de mantenimiento, a continuación, se muestra el checklist de tractos y volquetes, los otros se adjuntan en el anexo N° 09


		CHECK LIST TRACTO - VOLQUETE				Código:					
						Revisión:					
						Fecha:					
1.- DATOS											
MARCA:				FRENTE:							
MODELO:				HOROMETRO/KILOMETRAJE:							
PLACA:				FECHA:							
COLOR:				ENCARGADO DE LA INPECCION:							
NRO DE CHASIS:				PERSONA A QUIEN SE ENTREGA :							
2.- INSPECCION											
COLOCAR UN ASPA SEGÚN CORRESPONDA LA CONDICION Y/O ESTADO DEL COMPONENTE A INSPECCIONAR B: BUENO, R: REGULAR Y M: MALO. ASI MISMO COLOCAR EN EL CASILLERO CANT. LA CANTIDAD DE CADA COMPONENTE A INSPECCIONAR.											
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	ESTADO			ITEM	DESCRIPCION	CANT.	ESTADO		
			B	R	M				B	R	M
01	TARJETA DE PROP. SOAT Y PLACA DE RODAJE					35	PUERTAS				
02	MANULA DE SERVICIO Y ESTUCHE					36	ASIENTO PILOTOS				
04	BOLSA DE HERRAMIENTAS					37	CINTURONES DE SEGURIDAD				
	Triangulo de seguridad					38	CABINA INTERIOR				
	LLave de ruedas					39	GUANTERA				
	Pin de remolque					40	VENTANAS				
	Desarmador					41	PARABRISAS				
	Gata y cuña					42	E. RETROVISOR	IZ			
	Tuerca de Seguro de ruedas.							DR			
05	EXTINTOR					43	ESPEJO LATERAL				
06	PALANCA DE CABINA					44	CABINA EXTERIOR				
07	PALANCA RETARDER					45	PINTURA				
08	MANGUERA					46	ALERONES				
09	TANQUE DE COMBUSTIBLE Y LLAVES					47	VICERAS				
10	MEDIDOR DE ACEITE					48	MÁSCARA DELANTERA				
11	TANQUE LIMPIAPARABRISA Y TAPA					49	ESTADO DE PLACA	DL			
12	TANQUE DE EXPANSION Y TAPA							PS			
13	DESPOSITO LIQUIDO EMBRAGUE E HIDROLINA					50	LOGOTIPO DE MARCA DCR				
14	TABLERO DE CONTROL					51	PARACHOQUES				
15	DISCO DE TACOGRAFO Y TACOGRAFO					52	CAJUELA				
16	RADIO					53	CARROCERIA DELANTERO				
17	RELOJ					54	GUARDAFANGO DELANTERO				
18	CLAXON					55	GUARDAFANGO POSTERIOR				
19	CAMAROTE LAMPARA					56	LLANTA DELANTERA				
20	RELAY CHASIS					57	LLANTA POSTERIOR				
21	PARLANTES Y ANTENA					58	LLANTA REPUESTO				
22	LLAVE DE CONTACTO					59	PROTECTOR DE TUERCAS				
23	LEVANTA LUNAS					60	TOMA FUERZA				
24	ENCENDEDOR/CENICERO					61	QUINTA RUEDA Y TOMA ELECTRICA				
25	TRICO LIMPIAPARABRISAS Y PLUMILLAS					62	PIN DE REMOLQUE				
26	CAJA C/FOCOS Y DESARMADORES					63	AROS				
27	DEFLECTOR SUPERIOR					64	MOTOR				
28	FAROS DELANTEROS Y POSTERIORES					65	TRANSMISIÓN				
29	LUCES DIRECCIONALES					66	DIRECCIÓN				
30	FOCO PIRATA					67	FRENOS				
31	CIRCULINA					68	AMORTIGUADORES				
32	NEBLINEROS					69	CONTROL DE SUSPENSION				
33	ALARMA DE RETROCESO										
34	LLAVE GENERAL DE BATERIA										
3.- OBSERVACIONES											
V° B° SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO		V° B° MECANICO RESPONSABLE			V° B° OPERADOR						

Figura 70. Formato de checklist tracto volquete


Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.4 Informe de mantenimiento

Los informes de mantenimiento son formatos orientados a registrar y evidenciar las actividades realizadas en las intervenciones, actividades pendientes, constituyen el complemento de las órdenes de trabajo y forman parte del legajo del equipo, fueron diseñados para los equipos de línea amarilla:

Tabla 30


Informe de mantenimiento preventivo excavadora hidráulica

	INFORME DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EXCAVADORA				Código:		
					Revisión:		
					Fecha:		
TIPO DE PM:		SISTEMA:		FRECUENCIA:			
MODELO:		FECHA:		FRENTE:			
N° SERIE:		HOROMETRO:		TECNICO:			
COD. EQUIPO:		UBICACIÓN:		SEMANA:			
EQ. OPERATIVO		BACKLOGS		OBSERVAC.			
TRABAJOS A REALIZAR							
FILTROS Y SELLOS A UTILIZAR							
IT.	DESCRIPCIÓN	SISTEMA	CANT.	N° PARTE	PM	OK	COMENTARIO
1	Filtro aceite de motor	Motor	1	1R-1808	PM1		
2	Filtro de combustible primario	Motor	1	326-1644	PM1		
3	Filtro de combustible secundario	Motor	1	1R-0762	PM1		
4	Filtro de aire primario	Motor	1	142-1339	PM2		
5	Filtro de aire secundario	Motor	1	142-1404	PM3		
6	Filtro hidraulico (case)	Hidraulico	1	093-7521	PM3		
7	Filtro hidráulico	Hidraulico	1	179-9806	PM4		
8	Filtro hidraulico piloto	Hidraulico	1	5I-8670	PM3		
9	Seal Oring	Respirador	1	9F-4446	PM2		
10	Seal Oring	Mando final	4	7M-8485	PM3		
11	Seal Oring	Tanque hidraulico	1	095-1735	PM4		
12	Seal Oring	Screen hidraulico	1	5H-5672	PM4		
13	Seal Oring	Filtro hidraulico	1	095-1681	PM4		
14	Seal Oring	Filtro hidraulico	2	123-2003	PM4		
15	Seal Oring	Tanque de comb	1	9X-8600	PM2		
16	Seal	Motor	1	285-4106	PM4		
LUBRICANTES A UTILIZAR							
						OK	COMENTARIO
1	Aceite de Motor CAT DEO 15W40	Motor	2	3E-9712	PM1		
2	Aceite de Diferenciales TDTO SAE 50	Transmision	2	8T-9576	PM3		
3	Aceite Hidraulico HYDO 10W	Hidraulico	11	309-6931	PM4		
OBSERVACIONES Y PENDIENTES:							
DOCUMENTOS ADJUNTOS						APLICA	CANTIDAD
- FORMATO DE INSPECCION AT1						SI	
- SEC DE CARRILERIA						SI	
- FORMATOS BACKLOGS						SI	
- FORMATO DE INSPECCION AT2						SI	
TOMA DE MUESTRAS DE ACEITE SOS							
COMPARTIMENTOS					PM	OK	COMENTARIO
1	Tomar muestra de Aceite de Motor				PM1		
2	Todos los demas compartimentos			PM2, PM3, PM4			
PERSONAL TECNICO							
Supervisor:	Juan Cuadros Prado				Firma:		
T. Lider:					Firma:		
T.Mecanico 1:					Firma:		
T.Mecanico 2:					Firma:		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31


Checklist de mantenimiento preventivo excavadora hidráulica

		CHECK LIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EXCAVADORA		Código:	
				Revisión:	
				Fecha:	
TIPO DE PM:		SISTEMA:		FRECUENCIA:	
MODELO:		FECHA:		FRENTE:	
N° SERIE:		HOROMETRO:		TECNICO:	
COD. EQUIPO:		UBICACIÓN:		SEMANA:	
EQ. OPERATIVO		BACKLOGS		OBSERVAC.	
LABORES A REALIZAR					
IT.	DESCRIPCIÓN	PM	OK	COMENTARIO	
1	Revisar lamparas frontales	Cuando se requiera			
2	Inspeccionar paneles de radiador y enfriadores	Cuando se requiera			
3	Inspeccionar reservorio de agua y plumillas	Cuando se requiera			
4	Inspeccionar compartimento de motor	Cuando se requiera			
5	Inspeccionar y purgar filtro separador de agua	Cuando se requiera			
6	Inspeccionar auxiliar de arranque - ether	Cuando se requiera			
7	Inspeccionar fusibles	Cuando se requiera			
8	Inspeccionar fugas	Cuando se requiera			
9	Verificar ajuste de la cadena	Cuando se requiera			
10	Inspeccionar filtros de aire y precleaner	Diario			
11	Inspeccionar herramientas de corte y cucharon	Diario			
12	Nivel de fluidos (refrigerante, motor, transmision, hidraulico, etc)	Diario			
13	Inspeccionar y purgar filtro separador de agua	Diario			
14	Inspeccionar cinturón de seguridad	Diario			
15	Lubricar sistemas y compartimentos	Diario			
16	Inspeccionar círculo de giro	Todos los PM's			
17	Revisar y ajustar conexiones en general	Todos los PM's			
18	Examinar cables eléctricos en general (desgaste, flojo, uniones)	Todos los PM's			
19	Verificar niveles de aceite de todos los sistemas	Todos los PM's			
20	Evaluar estado mangueras en general (rozamiento, cortes, y flexibilidad).	Todos los PM's			
21	Probar indicadores y medidores de cabina.	Todos los PM's			
22	Registrar códigos activos del monitor caterpillar	Todos los PM's			
23	Inspeccionar gomas soportes de motor.	Todos los PM's			
24	Inspeccionar soportes de motor.	Todos los PM's			
25	Inspeccionar fugas externas del motor (mangueras, empaque, oring)	Todos los PM's			
26	Inspeccionar Sistema de Lubricación Automática.	Todos los PM's			
27	Inspeccionar fugas externas del tren de potencia (mangueras, empaques, orin)	Todos los PM's			
28	Revisar tanque hidráulico	Todos los PM's			
29	Lubricar Cojinetes del Mando del Ventilador.	Todos los PM's			
30	Limpia el respirador de motor	Todos los PM's			
31	Limpia Tapa de combustible	Todos los PM's			
32	Inspeccionar el turbo	Todos los PM's			
33	Revisar baterías	Todos los PM's			
34	Inspeccionar y limpiar los bornes de las baterías.	Todos los PM's			
35	Inspeccionar y ajustar fajas del ventilador y del alternador.	Todos los PM's			
36	Probar alarma de retroceso y bocina.	Todos los PM's			
37	Revisar alternador	Todos los PM's			
38	Revisar arrancador de motor	Todos los PM's			
39	Revisar el sistema de luces	Todos los PM's			
40	Revisar circulina	Todos los PM's			
41	Evaluar y revisar harness de circuitos electricos	Todos los PM's			
42	Verificar lubricación en todos los implementos	Todos los PM's			
43	Verificar comba de la cadena	Todos los PM's			
PERSONAL TECNICO					
Supervisor:			Firma:		
T. Líder:			Firma:		
T.Mecanico 1:			Firma:		
T.Mecanico 2:			Firma:		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Evaluación de tren de rodamiento excavadora hidráulica

	EVALUACION DE TREN DE RODAMIENTO (SEC)		Código:																																								
			Revisión:																																								
			Fecha:																																								
FRENTE DE TRABAJO																																											
Frente :		Fecha:																																									
Dirección :		Telefono:																																									
Responsable :																																											
ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINA																																											
SAE:		Serie :																																									
Máquina:	Excavadora	Ubicación:																																									
Modelo:		Horometro :																																									
MEDIDAS ACTUALES DE LOS ELEMENTOS DEL TREN DE RODAMIENTO (mm.)																																											
1.- CADENAS:																																											
Cant.	<input type="text"/>	Sellada	<input type="text"/>	Bocina volteada	<input type="text"/>	Esl. Mast.	<input type="text"/>																																				
Lubric.	<input type="text"/>	Secc.	<input type="text"/>	Zapata calzada	<input type="text"/>	Pin Mast.	<input type="text"/>																																				
. Desgaste int. pines y bocinas						Observaciones:																																					
. Altura de eslabón						_____																																					
. Diámetro exterior de bocinas						_____																																					
. Altura de garra de zapata						_____																																					
. Espesor de zapata						_____																																					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>LH</th> <th>%</th> <th>RH</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>								LH	%	RH	%																																
LH	%	RH	%																																								
2.- RODILLOS INFERIORES:																																											
No.	TIPO	LH	%	TIPO	RH	%	Observaciones: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____																																				
1																																											
2																																											
3																																											
4																																											
5																																											
6																																											
7																																											
8																																											
3.- RODILLOS SUPERIORES:																																											
No.	TIPO	LH	%	TIPO	RH	%	Observaciones: _____ _____ _____																																				
1																																											
2																																											
4.- RUEDAS GUIAS:																																											
No.	TIPO	LH	%	TIPO	RH	%	Observaciones: _____ _____ _____																																				
1																																											
2																																											
5.- RUEDA DENTADA MOTRIZ:																																											
Cant.	<input type="text"/>	Segmentos	<input type="text"/>	Aros	<input type="text"/>	Desgaste	<input type="text"/>																																				
Observaciones: _____																																											
OBSERVACIONES GENERALES: _____																																											
PERSONAL TECNICO																																											
Supervisor:				Firma:																																							
T. Lider:				Firma:																																							
T.Mecanico 1:				Firma:																																							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33
Inspección visual para excavadora hidráulica AT-1

Inspección Visual para Excavadora Hidráulica AT-1			
Evaluación del estado	ñ- Normal	M – Monitorcar	A – Acción
			En blanco - No aplicable
1. Preparar la Inspección de la Máquina			
#	Estado	Descripción	Comentarios
1.1		Consulte con el operador sobre las posibles fallas	
1.2		Preparar la máquina para la inspección	
1.3		Realizar inspecciones de seguridad / preparación	
1.4		Descargar los códigos de error de la máquina	
		Compruebe Link de producto	
		¿La máquina está equipada con PL?	
		¿Está activado el PL?	
		¿Está PL funcionando correctamente?	
1.5		Observe los colores de los gases del escape del motor	
1.76		Escuchar ruidos extraños	
Item No.		Comentario Adicional	
2. Inspección de Nivel Inferior			
#	Estado	Descripción	Comentarios
2.1		Mandos finales y rueda motriz	
2.2		Motores de desplazamiento y válvula del freno	
2.3		Tensor de cadena	
2.4		Rodillos superiores	
2.5		Rodillos inferiores	
2.6		Ruedas guía delanteras	
2.7		Guías de cadena	
2.8		Zapatas de cadena	
2.9		Eslabones de la cadena, pasadores y bujes	
2.10		Bastidores y chasis de los rodillos de cadenas	
2.11		Recipiente de aceite del motor	
Item No.		Comentario Adicional	
3. Inspección de Nivel Medio			
#	Estado	Descripción	Comentarios
3.1		Cabina exterior	
3.2		Cabina interior	
3.3		Escalones y pasamanos	
3.4		Luces de trabajo	
3.5		Filtro de aire	
3.6		Baterías y cables de la batería	
3.7		Radiador, enfriador de aceite, condensador y	
3.8		Radiador inferior y manguera del enfriador de aceite	
3.9		Contrapeso	
3.10		Colector de aceite del motor	
3.11		Compartimiento de la bomba hidráulica	
3.12		Engranaje del mando del giro	
Item No.		Comentario Adicional	
4. Inspección de Nivel Superior			
#	Estado	Descripción	Comentarios
4.1		Capó y plataforma	
4.2		Múltiple de escape	
4.3		Turbocompresor	
4.4		Culata de cilindro y tapa de válvula	
4.5		Montajes del motor	
4.6		Poleas, correas y embrague del compresor	
4.7		Protector del ventilador y ventilador	
4.8		Radiador superior, entrada de aire, enfriador de aceite y	
4.9		Radiador/rejilla del enfriador de aceite	
4.10		Bomba de agua	
4.11		Tapa del radiador	
4.12		Bomba de cebado de combustible, filtro secundario de	
4.13		Mazo de cables del motor	
4.14		Compartimiento del mando de giro	
4.15		Mando de giro	
4.16		Válvula de control hidráulico principal	
Item No.		Comentario Adicional	

5. Inspección de Implementación			
#	Estado	Descripción	Comentarios
5.1		Área alrededor de los cilindros de la pluma y plataforma	
5.2		Área inferior de la pluma	
5.3		Cilindro de la pluma	
5.4		Área donde la pluma se conecta al brazo	
5.5		Cilindro del brazo	
5.6		Cilindro del cucharón	
5.7		Varillaje del cucharón	
5.8		Planchas de desgaste del cucharón	
5.9		Orejetas	
5.10		Puntas y adaptadores	
Item No.		Comentario Adicional	
6. Condiciones del Sitio			
#	Estado	Descripción	Comentarios
6.1		Temperatura ambiente	
		NORMAL: -18° a 32°C (0° a 90°F)	
		MONITOREAR: 32° a 46°C o -18° a -29°C (90° a 115°F o 0° a -20°F)	
		ACCION: Encima 46°C o Abajo -29°C (Encima 115° o Abajo -20°F)	
6.2		Altitud	
		NORMAL: 0 a 1524 m (0 a 5000 ft)	
		MONITOREAR: 1524 a 3048 m (5000 a 10,000 ft)	
		ACCION: Encima 3048 m (Encima 10,000 ft)	
6.3		Grado de la carretera recorrida	
		NORMAL: Plano	
		MONITOR: Templado	
		ACCION: Escarpado	
6.4		Condición de la carretera recorrida	
		NORMAL: Banca positiva, giros graduados, buen control de la erosión	
		ACCION: Banca negativa, giros bruscos, control de erosión deficiente	
6.5		Humedad	
		NORMAL: Abajo 25%	
		MONITOREAR: 25 a 60%	
		ACCION: Encima 60%	
6.6		Calidad del aire	
		NORMAL: Sin polvo	
		MONITOREAR: Polvo ligero	
		ACCION: Polvo pesado	
6.7		Condición bajo los pies	
		NORMAL: Superficie plana seca	
		MONITOREAR: Grados moderados, mezcla de superficies fangosas / sec	
		ACCION: Gradas escarpadas, fangosas, nieve, hielo	
6.8		Utilización de la máquina	
		NORMAL: 0 a 10 Horas	
		ACCION: Encima 10 Horas	
6.9		Función del equipo	
		NORMAL: Utilidad	
		MONITOREAR: Apoyo	
		ACCION: Producción	
6.10		Material de trabajo	
		NORMAL: Baja brasión no compactada	
		MONITOREAR: Moderada abrasión, moderadamente compacta	
		ACCION: Alta Abrasión, Compacta, Densa	
6.11		Prácticas de mantenimiento	
		NORMAL: Excelente	
		MONITOREAR: Bueno	
		ACCION: Pobre	
6.12		Primary Industries	
6.13			
Item No.		Comentario Adicional	
Otras Observaciones			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

Inspección técnica para excavadora hidráulica AT-2

Inspección Técnica para Excavadora Hidráulica AT-2								
Evaluación del estado		ü- Normal	M - Monitorear	A - Accion	En blanco - No aplicable			
1. Motor								
1.1 Sistema de Refrigeracion								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.1.1		Alivio de la presión del radiador (Tapa del Radiador)						
1.1.2		Prueba del enfriador del motor						
		Compruebe el punto de congelación del enfriador del motor						
		Examine el acondicionador del enfriador del motor						
1.1.3		Examine la tensión de la correa						
1.1.4		Temperatura del enfriador del motor						
1.1.5		Descenso en la temperatura del radiador						
		Temperatura del compartimento superior						
		Temperatura del compartimento inferior						
1.2 Sistema del Combustible								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Nuevo	Reconstruido	Límite de servicio	Comentarios
					rpm ± tol		min / max	
1.2.1		Velocidad del motor- Comprobar						
		Sin carga del régimen bajo						
		Sin carga del régimen superior - (AEC interruptor in posición de						
		Sin carga del régimen superior - (AEC interruptor en posición de						
		Máxima velocidad con carga - (Estado de calado de la bomba)						
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.2.2		Presión del sistema del combustible - Comprobar						
		Presión del combustible en baja en vacío						
		Presión del combustible en alta en vacío						
1.3 Sistema de Lubricación								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.3.1		Presión del aceite del motor - Comprobar						
		Presión del aceite en baja en vacío						
		Presión del aceite en alta en vacío						

1. Motor								
1.4 Motor Básico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.4.1		Prueba del circuito del solenoide del inyector (Prueba de corte del cilindro)						
1.4.2		Presión del carter del motor (Escape de gases) - Comprobar (Plena carga)						
1.5 Sistema de Entrada del Aire y Escape de Gases								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.5.1		Presión del múltiple de admisión - Comprobar (Refuerzo a carga plena)						
1.5.2		Temperatura de escape - Comprobar (Medir para cada cilindro)	Und.	Cyl	Observado	Cyl	Observado	
				#1		#2		
				#3		#4		
				#5		#6		
1.6 Miscellaneous Motor								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
1.6.1								
1.6.2								
1.6.3								
2. Comprobaciones de Rendimiento								
2.1 Controles de Rendimiento Hidráulico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Nuevo	Reconstruido	Limite de servicio	Comentarios
2.1.1		Velocidad de desplazamiento sobre el suelo						
		Velocidad de desplazamiento - Comprobar						
		Distancia recorrida						
		Alta en avance						
		Alta en retroceso						
		Baja en avance						
		Baja en retroceso						
		Desviación de la velocidad - Comprobar						
		Alta en avance						
		Alta en retroceso						
		Baja en avance						
		Baja en retroceso						
2.1.2		Velocidad de desplazamiento sobre el suelo - Comprobar (Prueba opcional)						
		Velocidad de desplazamiento (Cadena derecha) - Comprobar (Con cada cadena elevada)						
		Alta en avance						
		Alta en retroceso						
		Baja en avance						
		Baja en retroceso						

2. Comprobaciones de Rendimiento

Estado	Descripción	Und.	Observado	Nuevo	Reconstruido	Limite de servicio	Comentarios
	Velocidad de desplazamiento (Cadena izquierda) - Comprobar (Con cada cadena elevada)						
	Alta en avance						
	Alta en retroceso						
	Baja en avance						
	Baja en retroceso						
2.1.3	Máquina desplazándose lentamente en una pendiente - comprobar						
2.1.4	Velocidad de giro y sobregiro sobre terreno horizontal - Comprobar						
	Velocidad de giro (giro derecho)						
	Velocidad de giro (giro izquierdo)						
	Sobregiro (giro derecho)						
	Sobregiro (giro izquierdo)						
2.1.5	Velocidad de giro y máquina en pendiente - Comprobar						
	Velocidad de giro (giro derecho)						
	Velocidad de giro (giro izquierdo)						
	Corrimiento del giro (giro derecho)						
	Corrimiento del giro (giro izquierdo)						
2.1.6	Corrimiento del cilindro- Comprobar (cucharón cargado)						
	Peso del cucharón cargado						
	Cilindro de la pluma						
	Cilindro del brazo						
	Cilindro del cucharón						
2.1.7	Corrimiento del cilindro- Comprobar (cucharón vacío)						
	Cilindro de la pluma						
	Cilindro del brazo						
	Cilindro del cucharón						
2.1.8	Velocidad del cilindro - Comprobar						
	Extensión de la pluma						
	Retracción de la pluma						
	Extensión del brazo						
	Retracción del brazo						
	Extensión del cucharón						
	Retracción del cucharón						

3. Sistema hidráulico

3.1 Sistema Piloto								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.1.1		Válvula de alivio (Piloto) - Comprobar y Ajustar						
3.1.2		Acumulador (Piloto) - Comprobar y Ajustar						
3.2 Válvula del control principal								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.2.1		Válvula de alivio (principal) - Comprobar y ajustar						
		Bomba 1						
		Bomba 2						
		Extensión de la pluma						
		Extensión del brazo						
		Retracción del brazo						
		Extensión del cucharón						
		Retracción del cucharón						
3.2.2		Válvula de alivio (principal) - Comprobar y ajustar (elevación de cargas						
3.3 Sistema de Giro								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.3.1		Válvula de alivio (giro) - Probar y ajustar						
		Válvula de alivio (Giro derecho)						
		Válvula de alivio (Giro izquierdo)						
3.3.2		Medir el movimiento de los cojinetes de giro - Medir						
		Movimiento vertical del cojinete de giro						
3.4 Sistema de desplazamiento								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.4.1		Válvula de alivio (Cruzada) - Comprobar y ajustar						
		Presión de la servotransmisión (Fija) - Ajustar						
		Válvula de alivio cruzado (Desplazamiento izquierdo hacia						
		Válvula de alivio cruzado (Desplazamiento izquierdo hacia atrás)						
		Válvula de alivio cruzado (Desplazamiento derecho hacia adelante)						
		Válvula de alivio cruzado (Desplazamiento derecho hacia atrás)						
3.5 Sistema de Ventilación Hidráulico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.5.1		Ventilador hidráulico (Si tiene)						
		Velocidad del ventilador (Mínima)						
		Velocidad del ventilador (Límite superior)						

3. Sistema hidráulico								
3.6 Miscellaneous Hidráulico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
3.6.1								
3.6.2								
3.6.3								
4. Sistema Eléctrico								
4.1 Sistema Eléctrico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
4.1.1		Voltaje de la batería						
		Motor apagado						
		Velocidad baja en vacío						
		Velocidad alta en vacío						
4.1.2		Inspeccionar los cables de la batería						
4.1.3		Verificar arranque						
4.2 Miscellaneous Eléctrico								
	Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)/Tol	(-)/Tol	Comentarios
4.2.1								
4.2.2								
4.2.3								
5. S·O·S								
5.1 S·O·S Muestreo								
	Estado	Descripción	Obtener	Comentarios				
5.1.1		Muestra del aceite del motor						
5.1.2		Muestra del refrigerante del motor (Nivel II)						
5.1.3		Muestra del aceite hidráulico						
5.1.4		Muestra de aceite del mando final derecho						
5.1.5		Muestra de aceite del mando final izquierdo						
5.1.6		Muestra de aceite del mando del giro						

Fuente: Elaboración propia.

	REGISTRO DE BACKLOG		Código:	
			Revisión:	
			Fecha:	
VIENE DE:	AT1 <input type="checkbox"/>	AT2 <input type="checkbox"/>	TIPO DE SERVICIO:	
MODELO:			FECHA:	
	SERIE:		HOROMETRO:	
SISTEMA:			OT:	
OBSERVACIÓN:				
POSIBLE CAUSA:				
¿QUÉ DAÑO PUEDE OCASIONAR EN CASO DE NO TOMAR ACCIÓN?				
¿CUÁL ES LA ACCIÓN A SEGUIR?				
PRIORIDAD DE ATENCIÓN				
URGENTE 	PROGRAMAR 	MONITOREAR 		
NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANT.		
TIEMPO ESTIMADO PARA COPRREGIR EL POSIBLE DAÑO				
PERSONAL TECNICO				
Supervisor:		Firma:		
T. Lider:		Firma:		
T.Mecanico 1:		Firma:		
T.Mecanico 2:		Firma:		
			VISTA DE DESPIECE	
			FOTOS DEL COMPONENTE	

Figura 71. Formato de Backlog

Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.5 Orden de trabajo

Es un formato donde se detallan las instrucciones, recursos y técnicos asignados para el trabajo que se va a realizar, y facilitar el control de los trabajos requeridos y costos incurridos.

La administración de las órdenes de trabajo es responsabilidad del planificador, quién una vez emitida la orden de trabajo la entrega al técnico asignado al trabajo, la orden de trabajo contiene la siguiente información:

- Descripción del equipo, ubicación.
- Persona que solicita el trabajo
- Descripción y especificación del trabajo.
- Prioridad del trabajo y fecha en que se requiere.
- Repuestos, materiales e insumos requeridos.
- Tiempo real empleado.
- Costos de mantenimiento.
- Hora en que se terminó el trabajo.
- Causa de la falla.

Cuando al realizar el trabajo solicitado se encuentran trabajos adicionales requeridos y que no se hayan sido incluidos en la solicitud, estos trabajos deben realizarse y su descripción debe agregarse.

5.5.1.6 Requerimiento de materiales y/o servicios

Este documento se emite cuando en la orden de trabajo se especifica el reemplazo de algún repuesto y cuando el mecánico encargado requiera realizar el cambio del elemento averiado por uno nuevo.

Debe ser aprobado por el jefe de mantenimiento y planificador, luego el mecánico con este documento solicita los repuestos en la bodega.

DCR Minería y Construcción S.A.C.								
Requerimiento de Repuestos, Materiales y/o Servicios								
0105-00074565								
Fecha:	26/12/2016							
Almacén Salida:	ALMACÉN PRINCIPAL							
Frente de Trabajo:	INMACULADA							
Placa y/o Serie de Equipo:	Multiple consignación a detalle							
Responsable:	SANTISTEBAN CACERES JAIME							
Observaciones:	ENVIAR A INMACULADA / URGENTE							
Operación:	01-76686 Atendido							
Id Artículo	Código Fabricante	Cantidad	Und.	Descripción	Marca	OT	Frente de Trabajo	Placa y/o Serie de Equipo
15994	209-9886	1.000	PZ	GRUPO DE TIRANTE 420F	CATERPILLAR	TI-752FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA LTG01446
15993	3N-4968	2.000	PZ	CONO DE COJINETE COJINETE 420F	CATERPILLAR	TI-752FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA LTG01446
15995	6D-1734	2.000	PZ	COPA DE COJINETE 420F	CATERPILLAR	TI-752FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA LTG01446
15996	198-7825	2.000	PZ	SELLO	CATERPILLAR	TI-752FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA LTG01446
14335	250-0841	1.000	PZ	TURBO COMPRESOR	CATERPILLAR	TI-748FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA SSA00243
14336	7C-7431	1.000	PZ	GASKET	CATERPILLAR	TI-748FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA SSA00243
15997	9X-6620	4.000	PZ	CONTRATUERCA	CATERPILLAR	TI-748FRENTE	INMACULADA	LINEA AMARILLA SSA00243

Figura 73. Formato de requerimiento de repuestos, materiales y/o servicios

Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.7 Checklist de despacho de equipos

Son aplicados a los equipos que salen de taller (ejemplo hacia frentes) después de una intervención, con la finalidad de verificar y controlar el cumplimiento o estado de partes y/o componentes de un sistema y/o equipo, asegurándose de que el técnico o supervisor no se olvidó de nada importante. Se adjunta al informe de mantenimiento.


		CHECK LIST DEPACHO DE EQUIPO PESADO				Código:	
						Revisión:	
						Fecha:	
DATOS DE ENVÍO							
Procedencia	CEQ <input type="checkbox"/>	OBRA <input type="checkbox"/>	Código Frente	Nombre Frente	Fecha Envío		
DATOS DE RECEPCIÓN							
Destino	CEQ <input type="checkbox"/>	OBRA <input type="checkbox"/>	PROVEEDOR <input type="checkbox"/>	Nombre Frente / Proveed	Fecha Recepción		
DATOS DE EQUIPO							
Código		Serie		Placa		Año	
Área de Gestión Técnica		Familia		Subfamilia			
Marca		Modelo		Valor Reposición (S/.)			
Descripción	TRACTOR S/ORUGAS						
Horometro y/o Kilometraje de Salida		Horometro y/o Kilometraje de		Kilómetros o Horas de			
CHECKLIST DE ACCESORIOS/DOCUMENTOS							
Indicar SI / NO ó NA (no aplica)		ENVÍO	RECEPCIÓN	Fecha vencimiento / OBS de Envío	OBS de Recepción		
Documentos de Propiedad							
1	Tarjeta de propiedad						
2	SOAT						
3	Revisión Técnica MTC o privada						
4	Póliza de seguro TREC						
5	Permiso de Osinerming						
6	Placas de Rodaje						
7	Tarjeta de circulación						
8	Tarjeta de cubicación						
Documentos Técnicos		ENVÍO	RECEPCIÓN	OBS de Envío	OBS de Recepción		
1	Inspección Técnica de Equipo (ITE)						
2	Evaluación Funcionalidad Tipo AT2						
3	Evaluación Neumáticos o Tren de rodamiento realizado						
4	Histograma						
5	Manual de operación en español						
6	Manual de partes						
7	Procedimiento de Montaje						
8	Procedimiento de Arranque de Equipo						
9	Certificado de Opacidad						
Implementos de Seguridad		Indicar CANTIDAD ó NA (No aplica)		OBS de Envío	OBS de Recepción		
		ENVÍO	RECEPCIÓN				
1	Botiquín						
2	Circulina estroboscópica color ámbar torre alta						
3	Conos de Seguridad						
4	Extintor de Seguridad						
5	Llave de contacto de arranque (und.)						
6	Llave de puerta de cabina (und.)						
7	Llave de Corta Corriente						
8	Tacos						
9	Cable de Remolque						
10	Kit de Herramientas						
11	Kit Antiderrame						
Inspección de Partes Externas		Indicar SI / NO ó NA (no aplica)		OBS de Envío	OBS de Recepción		
		ENVÍO	RECEPCIÓN				
1	Chasis: ¿Presenta abolladuras?						
2	Espejos: ¿Completos y en buen estado?						
3	Parabrisas: ¿Completos y en buen estado?						
4	Plumillas : ¿Completos y en buen estado?						
5	Faros : ¿Completos y en buen estado?						
6	Luces de peligro: ¿Completos y en buen estado?						
7	Llanta de Repuesto: ¿Lleva llanta en buen estado?						
8	Batería: ¿Lleva batería y en buen estado? Indicar Marca y						
Niveles de Envío de Equipo		Niveles de Salida			Niveles de Llegada		Observaciones
		Combustible	Aceite Motor	Aceite Hidráulico	Combustible	Aceite Motor	
1	Vacio						
2	1/4						
3	1/2						
4	3/4						
5	Full						
6	Para Aceites (Nivel Sugerido por el Fabricante)						
Rendimiento de Combustible en el Transporte							
1	Km x Galón			Galón x Hrs			
Status Final de Recepción (marcar)		RECEPCIÓN CONFORME <input type="checkbox"/>			RECEPCIÓN NO CONFORME <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES ADICIONALES DE ENVÍO				OBSERVACIONES ADICIONALES DE RECEPCIÓN			
RESPONSABLE DE ENVÍO				RESPONSABLE DE RECEPCIÓN			
Nombre:				Nombre:			
Cargo:				Cargo:			
Firma:				Firma:			

Figura 74. Checklist de despacho de equipo
Fuente: Elaboración propia.

5.5.1.8 Informe de auxilio mecánico

Son formatos orientados a registrar y evidenciar las actividades realizadas en las intervenciones, actividades pendientes, constituyen el complemento de las órdenes de trabajo y forman parte del legajo del equipo. Se aplican a equipos de la línea de transportes (Ruta).

	INFORME DE AUXILIO MECANICO		Código:	
			Revisión:	
			Fecha:	
FECHA HORA AUXILIO		N° DE INFORME		
CHOFER DE LA UNIDAD		MECANICOS RESPONSABLE		
UNIDAD DE TRANSPORTE		FRENTE PROYECTO / RUTA		
PLACA:		FRENTE PROYECTO:		
DESCRIPCION:		RUTA (SERVICIO)	TRAMO DE RUTA:	
KILOMETRAJE:		FECHA DE INICIO	FECHA FINAL:	
TIPO DE AUXILIO: _____		RESPONSABILIDAD: _____	DIAS DE DURACIÓN: _____	
REPORTE DE AUXILIO MECANICO ¿Qué ORIGINO EL HECHO? (CHOFER DE LA UNIDAD)				
DIAGNOSTICO (MECANICO)				
PROCEDIMIENTOS MECANICOS (MECANICO)				
RECOMENDACIONES/OBSERVACIONES (MECANICO)				
				
FIRMA DEL MECANICO		FIRMA DEL OPERADOR		FIRMA DE SEGURIDAD

Figura 75. Formato de informe de auxilio mecánico

Fuente: Elaboración propia.

5.6. Costos de mantenimiento

5.6.1. Costos de mano de obra

A continuación, se detalla los costos de mano de obra:

1) Trabajo en mina: régimen 20x10 (10 horas diarias)

Tabla 35

Costos de mano de obra en frentes

CARGO	SUELDO MENSUAL S/	BENEFICIOS	SUBTOTAL	IMPLEMENTOS	AFILIACIONES	TOTAL MENSUAL	SUELDO MENSUAL \$	SUELDO/ HORA S/	SUELDO/ HORA \$
M1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/19,04	\$ 5,84
M2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/15,31	\$ 4,70
M3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/13,82	\$ 4,24
AM	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/11,59	\$ 3,55
PM	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 6,38	\$ 1,96
E1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/19,04	\$ 5,84
E2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/15,31	\$ 4,70
E3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/13,82	\$ 4,24
AE	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/11,59	\$ 3,55
PE	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 6,38	\$ 1,96
S1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/19,04	\$ 5,84
S2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/15,31	\$ 4,70
S3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/13,82	\$ 4,24
AS	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/11,59	\$ 3,55
PS	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 6,38	\$ 1,96
L1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/19,04	\$ 5,84
L2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/15,31	\$ 4,70
L3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/13,82	\$ 4,24
AL	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/11,59	\$ 3,55
PL	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 6,38	\$ 1,96

Fuente: Elaboración propia.

2) Trabajo en taller Arequipa: 08 horas diarias

Tabla 36

Costos de mano de obra en taller Arequipa

CARGO	SUELDO MENSUAL S/	BENEFICIOS	SUBTOTAL	IMPLEMENTOS	AFILIACIONES	TOTAL MENSUAL	SUELDO MENSUAL \$	SUELDO / HORA S/	SUELDO / HORA \$
M1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/ 15,86	\$ 4,87
M2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/ 12,76	\$ 3,91
M3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/ 11,52	\$ 3,53
AM	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/ 9,66	\$ 2,96
PM	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 5,31	\$ 1,63
E1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/ 15,86	\$ 4,87
E2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/ 12,76	\$ 3,91
E3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/ 11,52	\$ 3,53
AE	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/ 9,66	\$ 2,96
PE	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 5,31	\$ 1,63
S1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/ 15,86	\$ 4,87
S2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/ 12,76	\$ 3,91
S3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/ 11,52	\$ 3,53
AS	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/ 9,66	\$ 2,96
PS	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 5,31	\$ 1,63
L1	2 500,00	0,43	3 575,00	83,33	148,96	3 807,29	1 167,88	S/ 15,86	\$ 4,87
L2	2 000,00	0,43	2 860,00	83,33	119,17	3 062,50	939,42	S/ 12,76	\$ 3,91
L3	1 800,00	0,43	2 574,00	83,33	107,25	2 764,58	848,03	S/ 11,52	\$ 3,53
AL	1 500,00	0,43	2 145,00	83,33	89,38	2 317,71	710,95	S/ 9,66	\$ 2,96
PL	800,00	0,43	1 144,00	83,33	47,67	1 275,00	391,10	S/ 5,31	\$ 1,63

Fuente: Elaboración propia.

LEYENDA:			
M1	MECANICO NIVEL 1	S1	SOLDADOR NIVEL 1
M2	MECANICO NIVEL 2	S2	SOLDADOR NIVEL 2
M3	MECANICO NIVEL 3	S3	SOLDADOR NIVEL 3
AM	AYUDANTE MECANICO	AS	AYUDANTE SOLDADOR
PM	PRACTICANTE MECANICO	PS	PRACTICANTE SOLDADOR
E1	ELECTRICO NIVEL 1	L1	LLANTERO NIVEL 1
E2	ELECTRICO NIVEL 2	L2	LLANTERO NIVEL 2
E3	ELECTRICO NIVEL 3	L3	LLANTERO NIVEL 3
AE	AYUDANTE ELECTRICO	AL	AYUDANTE LLANTERO
PE	PRACTICANTE ELECTRICO	PL	PRACTICANTE LLANTERO

5.6.2. Costos de mantenimiento preventivo equipo pesado

Para el control de los costos, se toma como base las cartillas de mantenimiento diseñadas para cada equipo de la flota de DCR y se calcula el costo \$/h, se incluye el costo de mano de obra, repuestos, fluidos, con una proyección de 2 000 horas de servicio.

A continuación, se muestra el cálculo de costos para la excavadora 374DL, en el anexo N° 09 se detalla el costo para el resto de flota.

Tabla 37

Costo de mantenimiento preventivo excavadora 374DL

Familia	Excavadoras Hidráulicas		Modelo	374DL	Prefijo	PAS	
	Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 h	Gran Total Por Evento
	PM 1	157,19	208,23	81,20	446,62	4	1 786,47
	PM 2	845,33	208,23	93,69	1 147,25	2	2 294,51
	PM 3	1 299,65	328,20	229,14	1 857,00	1	1 857,00
	PM 4	1 494,06	1 737,51	458,29	3 689,85	1	3 689,85
						Total(USD):	9 627,82
						USD/h:	4,81

Fuente: Elaboración propia.

5.6.3. Costo de mantenimiento preventivo equipo liviano

Bajo la misma metodología se tiene los costos para el equipo liviano, \$/km para los tractos con una proyección de recorrido de 12 000 km y para los volquetes el costo \$/h con una proyección de recorrido de 2 400 horas.

Tabla 38

Costo de mantenimiento preventivo camión tracto

Familia	Camión Tracto		Modelo		G410/G460/G420		
	Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 120000 km	Gran Total Por Evento
X	84,75	118,25	26,03	229,03	4	916,10	
S	178,75	118,25	36,44	333,44	2	666,87	
M	277,24	152,75	60,40	490,39	1	490,39	
L	490,09	491,35	107,96	1 089,40	1	1 089,40	
Total(USD):						3 162,75	
USD/km:						0,03	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Costo de mantenimiento preventivo camión volquete

Familia	Camión Volquete		Modelo		P460		
	Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2400 h	Gran Total Por Evento
X	84,75	118,25	20,82	223,82	4	895,28	
S	160,72	118,25	31,23	310,20	2	620,40	
M	212,78	152,75	54,91	420,44	1	420,44	
L	538,43	491,35	99,65	1 129,43	1	1 129,43	
Total(USD):						3 065,55	
USD/h:						1,28	

Fuente: Elaboración propia.

5.7. Seguridad y salud ocupacional

DCR Minería y Construcción cuenta con un sistema integrado de gestión certificado, el cual constituye la base para el desarrollo de todas sus actividades, a continuación, se describe la política integrada de gestión.

DCR Minería y Construcción S.A.C., empresa que brinda los servicios de transporte terrestre de materiales peligrosos a nivel nacional basados en la experiencia calificada y auditada internacionalmente para los sectores minero e industrial, se compromete a:

1. **Identificar los peligros y evaluar los riesgos producidos en nuestras actividades** que afectan la salud y seguridad de nuestros colaboradores y la de terceros para su prevención, fomentando una cultura de auto cuidado y seguridad como responsabilidad de todos.
2. **Prevenir la contaminación al medio ambiente**, controlando nuestros impactos, haciendo uso eficiente de los recursos y asegurando una disposición adecuada de los residuos que generamos.
3. **Cumplir con los requerimientos de nuestros clientes** para lograr su satisfacción.

4. **Cumplir con la legislación vigente aplicable** y con otros requisitos que la empresa suscriba de acuerdo a sus actividades.
5. **Mejorar continuamente la efectividad del sistema integrado de gestión**, en cualquier lugar que operemos vamos a desarrollar y poner en práctica, los principios de gestión de calidad, seguridad y salud en el trabajo y ambientales.

En referencia a la política de seguridad y salud ocupacional se hace referencia a “...Prevenir y controlar cualquier acción que pudiera afectar la Seguridad, Salud...” es decir, es prevenir todos los incidentes y proporcionar un ambiente de trabajo sano y seguro, por lo que está orientada a que todo el personal esté comprometido con este fin. Esto es aplicable para todo el personal de DCR y personas que visiten sus instalaciones.

Como parte de la planificación, DCR planifica sus actividades para desarrollarlas de forma segura y sostenible en el tiempo que dure el contrato sostenido con un cliente. Este proceso está en función del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional establecido por la OHSAS 18001, con el fin de cumplir los objetivos trazados y comprende los siguientes procesos:

- Proceso de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos.

- Proceso de identificación de requisitos legales.
- Proceso de establecimiento de objetivos y metas.

Dentro de la implementación, se tiene los siguientes procesos:

- Proceso de implementación de recursos, funciones y capacitación.
- Desarrollo de competencias.
- Proceso de control operacional.
- Verificación.

5.8. Programa de manejo de aceites lubricantes usados

5.8.1. Problemática ambiental

Se considera que “aceite lubricante usado” es todo aquel aceite lubricante (de motor, de transmisión o hidráulico, con base mineral o sintética) de desecho, generado a partir del momento en que deja de cumplir la función inicial para la cual fue creado.

Los aceites lubricantes se contaminan durante su utilización con productos orgánicos de oxidación, con materiales como carbón, productos provenientes del desgaste de los metales y con otros sólidos. Cuando los aditivos se degradan, el aceite pierde sus propiedades, generándose los aceites lubricantes usados, los cuales deben ser almacenados, transportados, reciclados, reprocesados o eliminados evitando la contaminación del ambiente y la afectación a los seres vivos

El aceite lubricante usado es un residuo peligroso, según lo establece el Anexo I, numerales 8 y 9 del Convenio de Basilea. Sus principales contaminantes son altamente tóxicos y su uso inadecuado afecta no sólo a los seres vivos sino también al ambiente. El aceite lubricante usado contiene diversos compuestos químicos tales como metales pesados, (por ejemplo, cromo, cadmio, arsénico, plomo), hidrocarburos aromáticos polinucleares, benceno y algunas veces solventes clorados, PCBs, etc. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de estos productos son cancerígenos.

Disponer el aceite lubricante usado y materiales contaminados con este aceite en los rellenos sanitarios o en los botaderos a cielo abierto, no es una solución adecuada. Indudablemente, el aceite se convierte en parte del lixiviado y termina en las aguas subterráneas, haciendo que ésta no sea apta para el consumo humano. La contaminación del agua superficial o del suelo no solamente es perjudicial para el hombre, sino para todas las demás formas de vida, puesto que la presencia del aceite altera los procesos de intercambio con el medio ambiente (por ejemplo, intercambio de oxígeno en el agua).

El aceite lubricante usado que se quema bajo condiciones no controladas puede emitir más plomo al aire que cualquier otra fuente

industrial, según estudios desarrollados por la agencia de protección Ambiental – EPA. El cromo, el cadmio y el arsénico son potentes agentes cancerígenos.

El Plomo es una toxina que envenena el sistema nervioso central y detiene el desarrollo en el niño; la exposición a él, aún en pequeñas cantidades, puede llevar al desarrollo de serios problemas de lectura en niños. Puesto que todos los metales pesados, incluyendo el cromo, el cadmio y el arsénico constituyen igualmente una amenaza permanente para la salud y permanecen en el ambiente, se debe prevenir la quema no controlada de aceite lubricante usado el cual puede contener los metales mencionados.

También se debe tener mucho cuidado con el manejo de los aceites residuales, puesto que muchos de los químicos concentrados pueden penetrar los tejidos humanos y dar origen a diversos tipos de cáncer y a otras enfermedades.

Una preocupación universal es el suministro de agua. Los aceites lubricantes usados penetran el suelo y automáticamente contaminan las aguas superficiales y subterráneas.

Conocedores y conscientes de la problemática ambiental que pueden generar un manejo inadecuado de estos materiales peligrosos,

DCR ha dirigido esfuerzos estableciendo un procedimiento para el manejo de estas sustancias.

5.8.2. Manejo de aceites lubricantes usados

Tomando en consideración las operaciones que desarrolla, DCR es considerada como acopiador, entendiéndose como tal, a la persona natural o jurídica que en el desarrollo de su actividad, reúne aceites lubricantes usados para su posterior transporte, almacenamiento, aprovechamiento o disposición final.

Para tal efecto, a continuación, se detalla los elementos necesarios para cumplir con la operación de acopio:

- ✓ **Zona de acopio:** Destinada para tal fin y claramente identificada, está formada por piso sólido e impermeable, no posee ninguna conexión con el alcantarillado y tiene una excelente ventilación.
- ✓ **Embudo y/o sistema de drenaje:** Mediante el cual se garantiza el traslado seguro del aceite lubricante usado desde el motor o equipo hasta el recipiente de recibo primario, por medio de una manguera por gravedad o bombeo.
- ✓ **Recipiente de recibo primario:** Para trasladar el aceite lubricante usado removido, desde el lugar de servicio del motor o equipo hasta la zona para almacenamiento temporal, debe estar elaborado en

materiales resistentes a la acción de hidrocarburos, debe contar con asas o agarraderas que garanticen la manipulación segura del recipiente.

- ✓ **Recipiente para el drenaje de filtros y otros elementos:** el volumen debe ser adecuado para su manipulación y dotado de un embudo o malla que soporte los filtros u otros elementos a ser drenados, debe contar con asas o agarraderas que permitan trasladar el aceite lubricante usado drenado a la zona para almacenamiento temporal de aceites lubricantes usados.
- ✓ **Elementos de protección personal:**
 - Overol o ropa de trabajo.
 - Botas o zapatos antideslizantes.
 - Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos.
 - Gafas de seguridad.
- ✓ **Tanques superficiales o tambores:** Deben garantizar en todo momento la confinación total del aceite lubricante usado almacenado, debe estar elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos y la corrosión, permitirán el traslado por bombeo del aceite lubricante usado, desde el recipiente de recibo primario y hacia el sistema de transporte.

Estarán rotulados con las palabras “ACEITE LUBRICANTE USADO” en letra y tamaño legible, en el sitio de almacenamiento se deben ubicar las señales de “PROHIBIDO FUMAR EN ESTA ÁREA”, y “ALMACENAMIENTO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS”.

- ✓ **Cubierta sobre el área de almacenamiento:** Debe evitar el ingreso de agua de lluvia al sistema de almacenamiento del aceite lubricante usado.
- ✓ **Áreas de acceso a la zona de almacenamiento temporal:** Esta área debe permitir la operación de los vehículos autorizados para la recolección y transporte.
- ✓ **Material oleofílico:** Se debe contar con este material para el control de goteos, fugas y derrames con características absorbentes o adherentes.
- ✓ **Extintores:** Su capacidad mínima debe ser de 20 libras de polvo químico seco para zonas de almacenamiento localizadas en áreas abiertas o ser un extintor multipropósito de 20 libras para zonas de almacenamiento poco ventiladas, debe estar localizado a una distancia máxima de diez (10) metros de la zona de almacenamiento temporal de aceites lubricantes usados.

Procedimiento del acopiador

Antes de realizar el cambio de aceites lubricantes usados, se debe verificar que se cuenta con los elementos necesarios descritos en los párrafos anteriores.

- 1) Los aceites lubricantes usados deben ser removidos del motor o equipo mediante la utilización de un embudo u otro sistema de drenaje y trasladados a un recipiente de recibo primario evitando su derrame, goteo o fuga.
- 2) La hoja de seguridad de los aceites lubricantes usados se debe mantener fijada, en todo momento, en un lugar visible del taller.
- 3) Posteriormente, los aceites lubricantes usados deben ser trasladados en forma manual o mecánica, a la zona de almacenamiento temporal evitando su derrame, goteo o fuga.
- 4) Los aceites lubricantes usados deben ser almacenados en los tanques superficiales o tambores, debidamente rotulados y localizados en la zona de "Aceites usados".

Transporte

Las condiciones y elementos necesarios aquí relacionados se deben encontrar en buen estado de operación durante cualquier actividad de cargue, movilización o descargue de aceites lubricantes usados.

- ✓ **Bomba para cargue o descargue de aceites lubricantes**
usados: de tipo mecánico o manual y de operación centrífuga o de desplazamiento positivo.
- ✓ **Manguera para cargue o descargue de aceites lubricantes**
usados: fabricada en un material flexible que permita su fácil operación y que sea resistente a la acción de hidrocarburos y solventes.
- ✓ Extintores
- ✓ Material oleofílico
- ✓ Elementos de protección personal

Procedimiento de transporte

- 1) Verificar que el tanque, tambor o sistema de almacenamiento se encuentren en perfecto estado, sin abolladuras ni daños en sus bordes, que estén contruidos con materiales resistentes a la corrosión y que se puedan cerrar en forma hermética antes de iniciar su movimiento.
- 2) Para el llenado de los tanques, tambor o sistema de almacenamiento se debe dejar un borde libre de 10 cm y deben estar herméticamente cerrados durante la movilización, evitando en todo momento el derrame del aceite lubricante usado.

- 3) Cada tanque, tambor o sistema de almacenamiento deberá estar rotulado con las palabras SUSTANCIA LÍQUIDA POTENCIALMENTE PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE CONTIENE ACEITE LUBRICANTE USADO.
- 4) La marca que se utilizará para identificar los peligros del aceite lubricante usado será de acuerdo al Rombo NFPA.
- 5) Los vehículos utilizados para el transporte de aceites lubricantes usados deben ser preferiblemente dedicados a esta labor en forma exclusiva.

5.8.3. Plan de contingencias

El plan de contingencia es un documento que establece los mecanismos y acciones de respuesta para atender en forma oportuna, eficiente y eficaz un derrame, incendio o accidente.

Básicamente se consideran las siguientes contingencias: goteos o fugas, derrames e incendios. Las acciones mínimas a realizar son:

➤ **Goteos o fugas**

En caso de presentarse goteo o fuga, seguir cuidadosamente las siguientes indicaciones:

- a) Recoger, limpiar y secar el aceite lubricante usado con materiales oleofílicos absorbentes o adherentes.
- b) Almacenar los materiales contaminados con aceites lubricantes usados en forma independiente, alejado de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- c) Entregar los materiales contaminados a personal de SSOMA (seguridad, salud ocupacional y medio ambiente), para realizar la disposición final, de acuerdo con las normas vigentes.

➤ **Derrames**

En caso de presentarse un derrame, seguir cuidadosamente las siguientes indicaciones:

- a) Identificar el sitio de donde proviene el derrame y suspender inmediatamente la fuente del mismo.
- d) Aislar el área afectada, suspender operaciones en ella.
- e) Confinar el área del derrame con diques de materiales oleofílicos absorbentes o adherentes, evitando que los aceites lubricantes usados entren al sistema de alcantarillado, al suelo o entren en contacto con agua u otro líquido.

- f) El jefe de área y/o personal de SSOMA designarán en el momento de la emergencia, el personal para evacuar los vehículos y otros elementos del lugar.
- g) Recoger, limpiar y secar el aceite lubricante usado con materiales oleofílicos absorbentes o adherentes y recolectar con vasijas o baldes el derrame. Durante esta operación se deberán utilizar guantes resistentes a la acción de hidrocarburos y no se deberá aplicar agua ni otro líquido sobre el aceite lubricante usado.
- h) Almacenar los materiales contaminados con aceites lubricantes usados en forma independiente, alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- i) Entregar los materiales contaminados al personal de SSOMA para disponer realizar la disposición final, de acuerdo con las normas vigentes.

➤ **Incendios**

En caso de presentarse un incendio, seguir cuidadosamente las siguientes indicaciones:

- a) Dar aviso al personal de la presencia de la emergencia y accionar las alarmas disponibles.
- b) Retirar el personal del área de influencia, evacuar clientes y personal operativo a un lugar cercano en el que no corran riesgos.

- c) Combatir el fuego con extintores. Todo el personal del lugar deberá estar en condiciones de realizar esta actividad una vez se da la voz de alarma.
- d) En caso de no poder controlar el fuego, llamar a las entidades de emergencia. cerca del teléfono deben ser ubicados, en un lugar visible, los números telefónicos a los cuales se debe llamar en caso de presentarse un incendio tales como Bomberos, Dirección de Atención y Prevención de Emergencias, Defensa Civil, etc.

En caso de presentarse un incendio, la persona encargada de los aceites lubricantes, debe elaborar un informe de atención a la emergencia en el que se registrará la fecha y hora del incidente, el tipo de incidente, los motivos que lo causaron, las acciones de atención adoptadas, las personas que participaron en la atención de la emergencia y las recomendaciones que permitan evitar este tipo de incidentes en el futuro.

Este documento debe mantenerse en los archivos y deberá servir para rendir informes a las autoridades competentes.

CAPÍTULO VI

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

6.1. Proceso de implementación del sistema de gestión de mantenimiento

Luego de haber diseñado el modelo de gestión de mantenimiento, la tarea que sigue a continuación es la implementación de este sistema en el área de mantenimiento, tanto en la sede central como en los frentes donde opera DCR.

Para llevar a cabo la implementación se definieron los pasos descritos en la siguiente figura.



Figura 77. Proceso de implementación del sistema de gestión de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se detalla cada uno de los pasos:

a) **Conformación del equipo de trabajo**

Considerando que las actividades de mantenimiento se desarrollan tanto en la sede central Arequipa como en los diversos frentes, surge la necesidad de conformar un equipo de trabajo para implementar de manera sistemática y formal el modelo propuesto.

El equipo será conformado por los siguientes colaboradores:

- Jefe de mantenimiento.
- Planner.
- Asistente del mantenimiento.
- Supervisor mecánico.
- Supervisor electricista.
- Supervisor de soldadura.
- Supervisor de neumáticos.
- Ingeniero industrial junior.
- Ingeniero mecánico junior.

b) **Capacitación**

El éxito del sistema de gestión radica en la actitud y desempeño del recurso humano, por lo tanto, la capacitación es el pilar fundamental para alcanzar los objetivos empresariales, esta capacitación va desde traducir la

visión y misión en acciones concretas, los conceptos estratégicos y el flujo del modelo del sistema de gestión de mantenimiento.

c) Soporte a la implementación:

El equipo de trabajo brindará el soporte *in situ* a la utilización del modelo de gestión, adicionalmente se contempla la capacitación y aplicabilidad de las herramientas de análisis de criticidad, análisis de causa raíz, modos y efectos de falla, análisis del ciclo de vida de equipos, etc., en este punto los conocimientos técnicos y Now How del área de mantenimiento será complementado con el soporte que brindarán los ingenieros junior en aspectos metodológicos. El equipo se encargará también de la solución de problemas que se susciten en la implementación.

d) Retroalimentación:

Finalmente, como último paso, se tiene que contemplar la retroalimentación, aspecto importante para comprobar, convalidar y efectuar los ajustes necesarios que surgen en las operaciones diarias.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se efectúa la evaluación económica de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento.

7.1. Cálculo de costos

Para el siguiente cálculo de costos se ha considerado un periodo de implementación de 06 meses, considerando los costos del equipo multidisciplinario, gastos de movilidad, mejora de la plataforma informática y la incorporación temporal de 02 auxiliares, el resumen de costos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40

Costos para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento

Resumen de Costos	Unid	Costo Unitario \$/Hora	Número de Participantes	Tiempo (h) / Cantidad	Costo Total
Equipo Multidisciplinario	Hora	3,2	4	4 992	15 904
Movilidad y viáticos	Viajes	20	5	10	1 000
Sistema de Información e implementación de equipos	Hora	3,2	1	1 248	3 976
Incorporación de Auxiliares	Hora	1,7	3	3 744	6 506
Total					\$ 27 386

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Cálculo de beneficios

Para el cálculo de beneficios o ahorros, se ha tomado en cuenta las siguientes fuentes de ahorro:

- Mejora en la disponibilidad mecánica y su impacto en la producción, consecuentemente, en la facturación mensual.
- Costos actuales de mantenimiento preventivo vs costos de cartilla de mantenimiento preventivo.

Para la evaluación de ambos factores se ha tomado como piloto el frente Inmaculada, donde operan el 100 % de equipos CATERPILLAR y los equipos de mayor criticidad como son la Excavadoras 374DL, 336DL y Tractor D8T.

Tabla 41

Beneficios esperados por la mejora de la disponibilidad de equipos – Frente Inmaculada

Equipo	Modelo	Tarifa \$/h	Horas Promedio Facturada	Disponibilidad Anterior	Disponibilidad Actual	Facturación Promedio Anterior	Facturación Actual	Beneficio Mensual (\$)
Motoniveladora	140K	60,0	443	89,8%	94,6%	26 580	27 856	1 276
Excavadora	320DL	63,0	578	90,1%	95,6%	36 414	38 417	2,003
Excavadora	336DL	81,0	583	89,5%	95,4%	47 223	50 009	2 786
Excavadora	374DL	96,0	591	91,0%	95,7%	56 736	59 403	2 667
Retroexcavadora	420F	43,0	548	90,2%	95,5%	23 564	24 813	1 249
Cargador Frontal	950H	55,0	523	90,4%	94,9%	28 765	30 059	1 294
Cargador Frontal	962H	62,0	566	88,9%	95,7%	35 092	37 478	2 386
Rodillo Compactador	CS533E	41,0	390	91,1%	94,9%	15 990	16 598	608
Rodillo Compactador	CS56B	41,0	420	92,0%	95,2%	17 220	17 771	551
Tractor	D6TXL	69,0	512	89,5%	94,3%	35 328	37 024	1 696
Tractor	D7R II	85,0	555	90,1%	95,0%	47 175	49 487	2 312
Tractor	D8T	92,0	577	90,2%	95,1%	53 084	55 685	2 601
Beneficios por Mejora de Disponibilidad						\$ 423 171	\$ 444 599	\$ 21 428

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Beneficios esperados por reducción de costos de mantenimiento preventivo – Frente Inmaculada.

Equipo	Modelo	Costo Actual MP (\$/h)	Costo PM (\$/h)	Diferencia (\$/h)	Promedio Horas Mes	Beneficio Mensual (\$)
Motoniveladora	140K	6,70	2,65	4,05	443	1 794
Excavadora	320DL	4,95	2,55	2,40	578	1 387
Excavadora	336DL	4,72	2,63	2,09	583	1 218
Excavadora	374DL	7,81	4,81	3,00	591	1 773
Retroexcavadora	420F	3,56	1,70	1,86	548	1 019
Cargador Frontal	950H	3,76	2,17	1,59	523	832
Cargador Frontal	962H	6,95	3,13	3,82	566	2 162
Rodillo Compactador	CS533E	3,29	2,33	0,96	390	374
Rodillo Compactador	CS56B	2,10	3,53	1,43	420	601
Tractor	D6TXL	3,40	3,36	0,04	512	20
Tractor	D7R II	3,70	3,55	0,15	555	83
Tractor	D8T	5,60	4,04	1,56	577	900
Beneficios por Reducción de Costos en PM						\$ 10 963

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculados los costos y beneficios se determina el beneficio neto:

Tabla 43

Evaluación económica para la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Beneficio / Costo	Total
Beneficios Esperados	\$ 194 349,00
Mejora en la Disponibilidad	\$ 128 568,00
Reducción de Costos de Mantenimiento Preventivo	\$ 65 781,00
Costos	\$ 27 386,00
Beneficio Esperado en 06 Meses	\$ 166 963,00

Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que la implementación del sistema de gestión de mantenimiento genera un beneficio mínimo equivalente a \$ 333 927,00 anuales.

CONCLUSIONES

El sistema de gestión de mantenimiento implementado, ha contribuido a mejorar la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de DCR Minería y Construcción, consecuentemente, a incrementar la rentabilidad, disminución de costos, a la excelencia en servicio al cliente e impulsará la comunicación y trabajo en equipo al interior del área de mantenimiento y con las áreas operativas.

Ya se ha denotado mejoras en la operatividad de la flota de maquinaria y equipo, asignables a la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, como son el incremento de la disponibilidad a 96,6 %, el tiempo medio de reparación a 1,21 horas y el tiempo medio entre fallas 43,9 horas.

La evaluación económica muestra un ahorro de \$ 333 927,00 anuales, sin embargo, podemos afirmar que el potencial de mejora es mayor, por lo que la determinación de costos y beneficios reales, puede constituir un estudio complementario de evaluación económica del sistema de gestión de mantenimiento.

El Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una herramienta metodológica con orientación preventiva, ha permitido mejorar la disponibilidad mecánica de la Excavadora CAT 374 de 91 % a 95,7 %.

La aplicación del análisis de criticidad a los equipos constituye una herramienta de gran utilidad, ha permitido facilitar la tarea de establecer prioridades de mantenimiento; ya que estudia los equipos basándose en criterios que toman en consideración cada una de las áreas que pueden verse afectadas con la falla del equipo.

El mantenimiento predictivo ha demostrado ser una estrategia fundamental en la gestión del mantenimiento, orienta sus acciones antes de la falla con el soporte de diagnósticos proactivos.

Se ha seleccionado estrategias mixtas para la operatividad del sistema gestión de mantenimiento, estrategia correctiva para equipos de baja criticidad, estrategia sistemática para equipos de criticidad baja y media como equipos livianos, estrategia condicional y de alta disponibilidad para equipos críticos como la Excavadora 374DL y volquetes asignados a mina Inmaculada.

En el diagnóstico situacional se logra determinar una serie de debilidades del área de mantenimiento, que representan una bolsa de oportunidad importante y totalmente factible de aprovecharla.

Los objetivos estratégicos planteados para DCR Minería y Construcción S.A.C. fueron incrementar el valor económico agregado, alcanzar el máximo de eficiencia en los procesos, mejorar los procesos internos a

través de la utilización de nuevas técnicas y herramientas, mejorar la imagen y relaciones con stakeholders.

Manteniendo la alineación con los objetivos estratégicos y la visión de la empresa, se definieron los siguientes objetivos estratégicos para el área de mantenimiento: maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, mejorar el servicio al área de operaciones, optimizar la planificación, programación y control, y fortalecer la integración y trabajo en equipo, para luego definir como indicadores de gestión más relevantes la disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio de reparación, tiempo medio entre fallas, cumplimiento y precisión del mantenimiento preventivo.

La minería y construcción es uno de los sectores industriales más atractivos e importantes para el desarrollo de la economía del país y es un sector altamente competitivo en costos, lo que obliga a generar ventajas competitivas muchas de las cuales están vinculadas directamente a la gestión del mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Consolidar la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento en los frentes donde opera DCR Minería y Construcción, para ello debe continuar con capacitación a fin implantar una cultura de análisis y preventiva en el área de mantenimiento.

Implementar a nivel de empresa, el planeamiento estratégico y sobre esta base los planes operativos de cada área, esto permitirá establecer los objetivos, las metas, las actividades a realizar y finalmente, determinar los indicadores que medirán el cumplimiento de los planes trazados en el corto plazo.

Diseñar e implementar conjuntamente con el área de recursos humanos el Plan Anual de Capacitación y entrenamiento orientado a todos los niveles de la organización, el cual debe incluir desde temas estratégicos, metodologías, aspectos técnicos y operativos de conducción de equipos.

Potenciar tecnológicamente el sistema de información actual a fin que integre On Line todas las operaciones de la empresa y brinde el soporte para la toma de decisiones.

Se recomienda la elaboración de tableros de gestión de información visual en todos los frentes que opera DCR Minería y Construcción, en donde se

exponga en forma gráfica, los resultados y cumplimiento a los objetivos del sistema de gestión de mantenimiento.

Incentivar la conformación de equipos de mejora multidisciplinarios, liderados por los supervisores, acompañados metodológicamente por facilitadores de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica y con la participación clave de técnicos de mantenimiento.

Nuevas líneas de investigación complementarias

Una vez consolidada la implementación del sistema de gestión de mantenimiento en los frentes donde opera DCR, la determinación con mayor precisión de los beneficios y costos globales a largo plazo del mismo puede convertirse en un tema de estudio complementario.

Implementar en el corto plazo el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en los equipos críticos y semicríticos de la flota de maquinaria y equipo DCR Minería y Construcción, para mejorar drásticamente la disponibilidad y confiabilidad.

Implementar en el mediano plazo el Balanced Scorecard como herramienta de gestión estratégica a nivel de DCR Minería y Construcción, la cual puede albergar y mejorar la administración del sistema de gestión de mantenimiento integrado a toda la empresa, desde las perspectivas

financiera, de servicio al cliente, procesos internos y aprendizaje y herramientas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armijo, Marianela. (2011) Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Blanco, Daniel. (2015). Calidad, Estrategia y Liderazgo.

Fred David, (1997) *Conceptos de Administración Estratégica*, quinta edición, editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, México.

Gestión de Mantenimiento de equipo pesado programa de especialización para profesionales, TECSUP 2016. (GMEPPEP)

Hax Arnoldo y Nicolás Majluf. (1996). *Gestión de empresa con una visión estratégica Santiago*, Ediciones Dolmen. 1997.

Manual del sistema integrado de gestión, DCR minería y construcción.

Moubray, John. (1997) *Reliability Centred Maintenance*, Industrial Press, NY.

Muñiz Gonzales, R. (2010). *Marketing en el siglo XXI*, Madrid, Editorial Centro estudios financieros.

Nachlas, J. (1995). "Fiabilidad" serie de monografías de ingeniería de sistemas n° 8, Isdefe, Madrid.

Norzok Estándar Z-008. Criticality analysis for maintenance purposes, 2001. P.4.

Ogalla Segura, F. Gestión del Cambio, España, Ediciones Díaz de Santos, 2005.

Orrego Barreda, J. "El backlog o acumulación de trabajo", <http://www.Mantonline.com>, Colombia.

PEMEX, "Sistema de confiabilidad operacional, Metodología de análisis de causa raíz", Subdirección de recursos humanos y relaciones laborales.

Porter, M., (1996) "*Estrategia competitiva*", Compañía Editorial Continental, México.

Rey Sacristán, F. (2001), Manual de Mantenimiento Integral en la Empresa. Editorial Fundación Confemetal, Madrid.

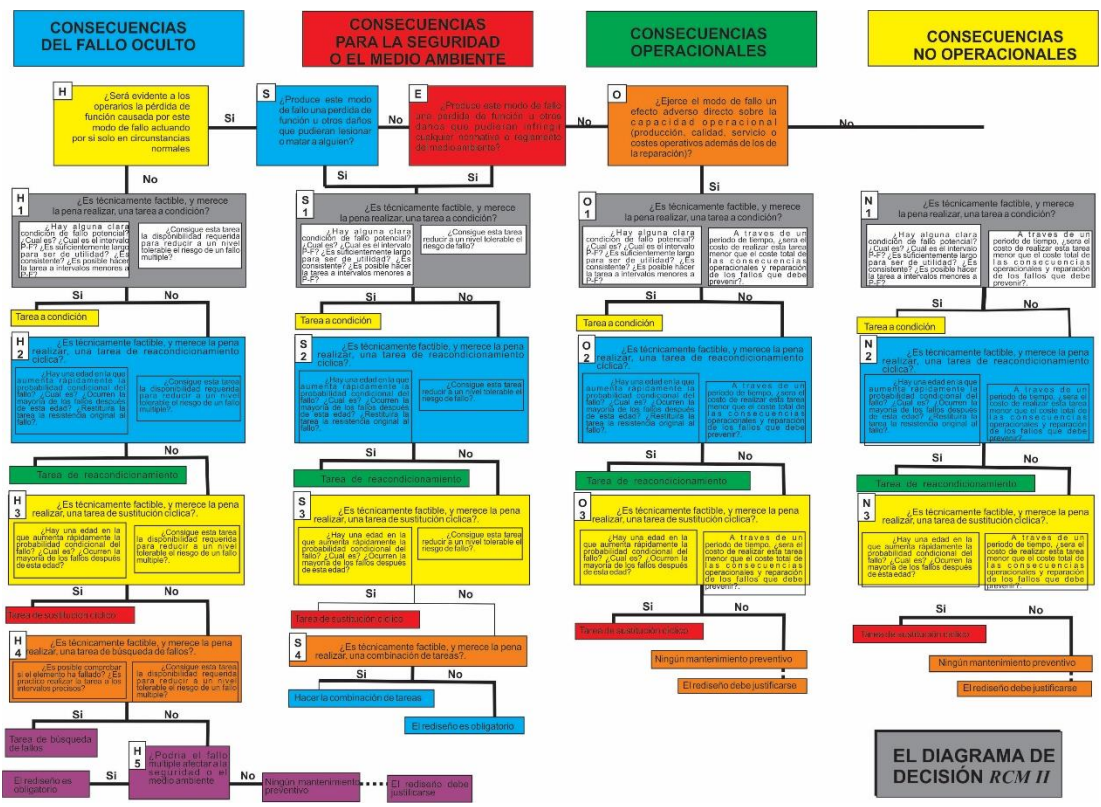
Trejo, M. "Especialización en confiabilidad de sistemas industriales, curso: Metodología análisis causa raíz". Caracas: Universidad Simó Bolívar (2003).

Troubleshooting and Repairing - Diesel Engines – Paul Dempsey - Fourth Edition.

S. DUFFUAA, A. RAOUF, J. DIXON. (2000) *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. 1 ed. México D.F.: Limusa Wiley.

Viveros, Pablo, Stegmaier, Raúl, Kristjanpoller, Fredy, Barbera, Luis, & Crespo, Adolfo. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo Inginiare*. *Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

ANEXOS ANEXO N° 01 Diagrama de decisión RCM



EL DIAGRAMA DE DECISION RCM II

Fuente: MOUBRAY, John. (1997) *Reliability Centred Maintenance*, Industrial Press, NY.

ANEXO N° 02

Formato de cuestionario

N°	Pregunta	Si	No
1	Existen objetivos, políticas, planes y programas claramente definidos para el área de mantenimiento?		
2	La estructura organizacional existente permite cumplir con los trabajos de mantenimiento de manera rápida y eficaz?		
3	Existen procedimientos efectivos para realizar los mantenimientos preventivos, compra de repuestos o partes, reparaciones urgentes y baja de vehículos?		
4	Son suficientes los recursos: Humanos; Materiales; Financieros; Tecnológicos y herramientas para realizar los trabajos de mantenimiento?		
5	Se elabora proyecciones y pronósticos cuantitativos de la demanda de repuestos y servicios en el área?		
6	Qué tipos de mantenimiento aplica el área de mantenimiento a los equipos de la empresa?		
	Correctivo		
	Preventivo		
	Predictivo		
	Proactivo		
7	Se realimenta la planificación general del área de mantenimiento con las aportaciones de: Mecánicos? Choferes? Personal de repuestos? Proveedores? Otros?		
8	Se lleva a cabo un control de los programas de mantenimiento?		
9	Indique qué formatos utiliza para el registro y control de las actividades de mantenimiento?		
	Checklist		
	Orden de trabajo		
	Informe de mantenimiento		
	Cartilla de mantenimiento		
	Backlog		
10	Indique qué herramientas utiliza en la gestión de mantenimiento?		
	Análisis de criticidad		
	Análisis de modo y efectos de falla		
	Análisis de causa raíz		
	Histogramas		
	Ninguno		
11	Existen programas de adiestramiento, entrenamiento, capacitación y desarrollo para el personal de mantenimiento?		
12	Es ágil el procedimiento de compras?		
13	Se lleva un control detallado de los costos de mantenimiento?		
14	Se realizan y analizan proyecciones de gastos de: Inversión y/o reemplazo de equipos?		
15	Se practican actividades de protección del medioambiente, realizando actividades concretas para reducir el nivel de contaminación, control y reciclaje de residuos?		
16	Se evalúa el logro de objetivos a través de la presentación de indicadores?		
17	Se evalúa periódicamente el desempeño del personal de mantenimiento?		

ANEXO N° 03

Análisis de criticidad a nivel de equipos

Matriz para la evaluación de equipos

- Para el Impacto en Seguridad Industrial (Personal e Instalaciones) → ISI

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Pérdida de vidas humanas (operadores, mantenedores u otros) y enormes daños a las instalaciones (taller de mantto y lavado).	7
2	Heridas graves al personal (operadores, mantenedores u otros) y considerables daños a las instalaciones (taller de mantto y lavado).	5
3	Heridas leves al personal (operadores, mantenedores u otros) y pequeños daños a las instalaciones (taller de mantto y lavado).	3
4	Ningún daño tanto al personal (operadores, mecánicos u otros) como a las instalaciones (taller de mantto y lavado).	1

- Para el Impacto Ambiental (Medio Ambiente) → IMA

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Daños irreparables e irreversibles al Medio Ambiente.	5
2	Daños considerables al Medio Ambiente	3
3	Daños menores al Medio Ambiente	1
4	Ningún daño al Medio Ambiente	0

- Para el Impacto en Producción (Sistema Enlazado) → ISP

IT	CRITERIO	PESO	
La falla ocasiona:			
1	Sistema sin versatilidad	Parada total del equipo que repercute en el paro de proceso y planta.	6
2	Sistema de poca versatilidad	Parada total del Equipo que repercute en el paro del proceso.	4
3	Sistema de mediana versatilidad	Parada parcial del equipo que genera perdida de eficiencia.	2
4	Sistema de alta versatilidad	Ninguna alteración en la eficiencia del proceso.	1

- Para el Volumen de Producción Manejado (Improducción) → IVP

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Perdida total de producción.	5
2	Perdida parcial de la producción.	3
3	Ninguna perdida de producción.	1

- Para la Frecuencia de Falla (Confiabilidad) → IFF

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Pobre Mayor de 2 fallas cada 500 horas de operación	4
2	Media Entre 1 y 2 fallas cada 500 horas de operación	3
3	Buena Entre 0 y 1 falla cada 500 horas de operación	2
4	Excelente 0 fallas cada 500 horas de operación	1

- Para el Tiempo Promedio Para Reparar (Mantenibilidad y Logística) → ITPPR

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Pobre De 24 horas a mas	4
2	Media De 12 a 24 horas	3
3	Buena De 6 a 12 horas	2
4	Excelente Menor a 6 horas	1

- Para el Costo de Mantenimiento (Tipo de Equipo) → ICM

IT	CRITERIO	PESO
La falla ocasiona:		
1	Costos por reparación mayores a \$ 30 000.00	3
2	Costos por reparación de \$ 15 000.00 a \$ 30 000.00	2
3	Costos de reparación menores a \$ 15 000.00	1

Escala de Criticidad

NIVEL DE CRITICIDAD	CÓDIGO	RANGO	COLOR
Alta Criticidad (Critico)	AC	200 - 294	
Media Criticidad (Semicritico)	SM	106 - 199	
Baja Criticidad (No Critico)	BC	12 - 105	

Cuadro de criticidad

PROBABILIDAD	7	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294
	6	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252
	5	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
	4	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168
	3	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126
	2	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84
	1	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	
CONCECUENCIA												

Matriz general de criticidad

IT	EQUIPO	CRITERIO									
		Frecuencia de Fallas	Volumen de Producción	Tiempo Promedio Para Reparar	Sistema de Producción	Seguridad Industrial	Medio Ambiente	Costo de Mantenimiento	Criticidad Total (Cuantitativa)	Criticidad Total (Cualitativa)	
		IFF	IVP	ITPPR	ISP	ISI	IMA	ICM			
1	Volquetes Volvo FM X 440	4	3	2	1	3	1	1	44	BC	
2	Volquetes Volvo FM X 480	4	3	2	1	3	1	1	44	BC	
3	Volquetes Scania P460	4	3	1	1	3	1	1	32	BC	
4	Excavadora 320DL	2	1	3	2	1	1	2	20	BC	
5	Excavadora 336DL	3	3	3	4	5	1	3	135	SM	
6	Excavadora 374DL	3	5	3	6	5	0	3	294	AC	
7	Cargador Frontal 950H	4	1	2	1	1	5	2	40	BC	
8	Cargador Frontal 962H	2	3	2	5	5	3	3	82	BC	
9	Tractor D8T	2	5	3	5	5	0	3	166	SM	
10	Tractor D7R	2	1	3	2	1	0	2	18	BC	
11	Tractor D6TX	2	1	2	2	1	0	2	14	BC	
12	motoniveladora 140K	3	3	2	2	1	0	1	42	BC	
13	Retroexcavadora 420F BE	3	1	2	2	1	0	1	18	BC	
14	Rodillo Compactador CS533	2	1	2	2	1	0	1	12	BC	
15	Rodillo Compactador CS56B	2	3	2	2	1	0	1	28	BC	

ANEXO N° 04

Análisis de criticidad a nivel de sistemas y subsistemas

Matriz General de Criticidad de Sistemas

IT	TREN MOTRIZ	CRITERIO								
		Frecuencia de Fallas	Volumen de Producción	Tiempo Promedio Para Reparar	Sistema de Producción	Seguridad Industrial	Medio Ambiente	Costo de Mantenimiento	Criticidad Total (Cuantitativa)	Criticidad Total (Cualitativa)
		IFF	IVP	ITPPR	ISP	ISI	IMA	ICM		
1	Motor	3	3	4	4	3	1	2	162	AC
2	Hidraulico	3	3	2	4	3	1	2	90	SC
3	Tren de Fuerza	1	1	2	2	3	0	2	9	BC

Escala de criticidad de sistemas

TIPO DE CRITICIDAD	CÓDIGO	RANGO
Alta Criticidad (Critico)	AC	111 - 162
Media Criticidad (Semicritico)	SM	60 - 110
Baja Criticidad (No Critico)	BC	09 - 59

Para subsistemas:

Escala de criticidad de subsistemas

TIPO DE CRITICIDAD	CÓDIGO	RANGO
Alta Criticidad (Critico)	AC	66 - 96
Media Criticidad (Semicritico)	SM	36 - 65
Baja Criticidad (No Critico)	BC	06 - 35

Matriz general de criticidad de subsistemas

IT	SISTEMAS	CRITERIO								
		Frecuencia de Fallas	Volumen de Producción	Tiempo Promedio Para Reparar	Sistema de Producción	Seguridad Industrial	Medio Ambiente	Costo de Mantenimiento	Criticidad Total (Cuantitativa)	Criticidad Total (Cualitativa)
		IFF	IVP	ITPPR	ISP	ISI	IMA	ICM		
1	Sistema de Lubricación	2	1	1	1	1	0	1	6	BC
2	Sistema de Refrigeración	2	3	1	1	1	0	1	10	BC
3	Sistema de Admisión y Escape	3	1	1	1	3	1	2	21	BC
4	Sistema de Combustible	4	3	3	2	3	1	2	96	AC
5	Sistema Electrico	4	3	2	1	3	0	1	40	SM

ANEXO N° 05

Análisis de causa-raíz (ACR) – excavadora 374DL

Como parte de la metodología aplicaremos el método de 5 pasos y el árbol de fallos.

Paso 1. Definiendo el problema de manera clara y concisa

El equipo se presenta con pérdida de potencia a altas revoluciones y velocidad inestable a bajas revoluciones, en estas últimas se escucha un ruido extraño a la altura de la culata, la excavadora 374DL se avería determinándose el siguiente problema:

“Pérdida de fuerza y ruido extraño en el motor”

Paso 2. Organizando la recolección de datos

En este paso se describen las técnicas y herramientas experimentales utilizadas en la investigación con los cuales se pretende determinar la causa raíz que llevó a la pérdida de fuerza y ruido extraño en el motor C15 de la Excavadora 374DL.

Las técnicas y herramientas utilizadas se describen en la siguiente tabla:

Técnica	Herramienta	Descripción
Diagnóstico Electrónico	ET	Identificación de códigos de fallas activos
	ET	Identificación de códigos de fallas registrados
	ET	Análisis de Vibración
	ET	Identificación de eventos registrados
	ET	Informe de parámetros del motor
	ET	Prueba de corte de cilindros
	ET	Prueba de Solenoides de Inyectores
Inspección Visual	Desmontaje manual	Inspección visual de los Inyectores
Prueba de D130 de ASTM	Placa de cobre	La placa de cobre debe estar sumergida 3 horas en combustible.
Inspección Visual	Desmontaje y montaje manual	Filtros de Aire del motor
Análisis de Fluidos	Análisis de Fluidos S.O.S	Aceite de Motor

Paso 3. Observe y registre los hechos

Una vez organizada y planificada la recolección de información, procedemos a su levantamiento aplicando las técnicas y herramientas descritas.

a) Identificación de códigos de falla activos

Se procede a conectar el ET (Technician Electronic) y a seleccionar el ECM del motor C15 para revisar **códigos de falla activos**, a continuación la pantalla obtenida en el ET.

Identificación del equipo		950H M1
Número de piza del ECM		1547443-05
Número de serie del ECM		0036D579ED
Número de pieza del grupo del software		2480015-00
Fecha de publicación del grupo del software		SET10
Descripción del grupo del software		374DL
Código de diagnóstico activos presentes		No
Código	Descripción	
Transmisión 374DL		
No hay códigos activos		
C15-374DL (C15C00469)		
No hay códigos activos		
Implemento 374DL		
No hay códigos activos		
Sistema Monitos Cn 374DL		
No hay códigos activos		

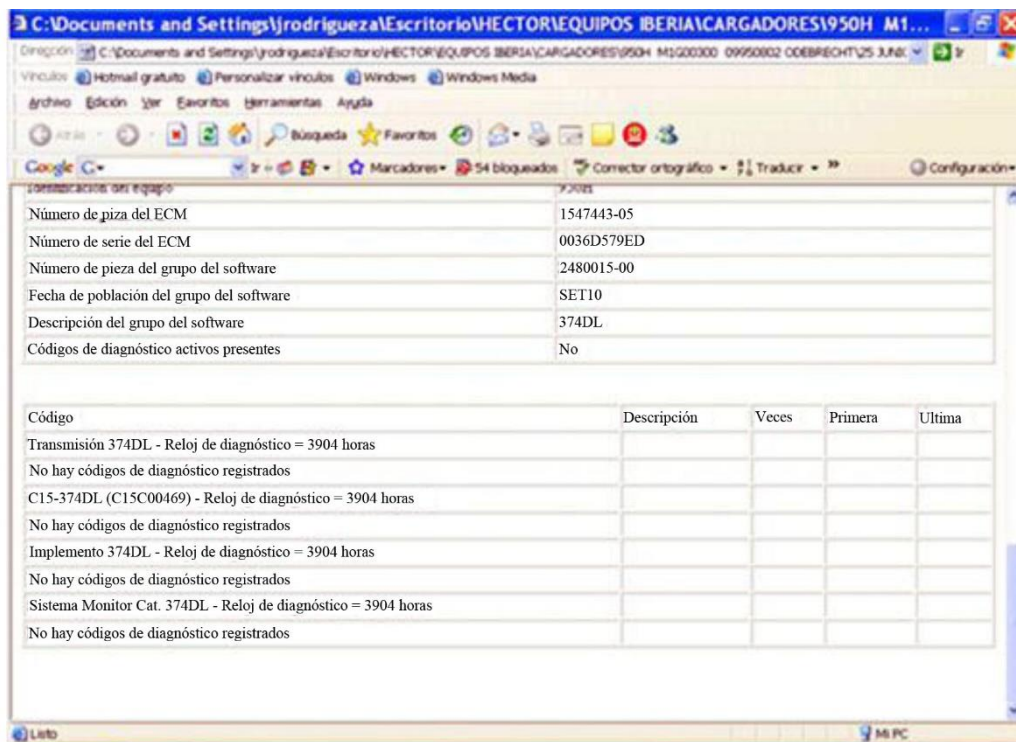
Resultado: como se muestra en la pantalla adjunta no se encontró ningún código de falla activo.

b) Prueba de vibración

Se realiza la prueba vibración comprobándose que ningún cable hace tierra o que el circuito está abierto entre el ECM.

c) Identificación de códigos de falla registrados

Se continúa la inspección con el ET dentro del menú desplegable diagnósticos, revisando **códigos de falla registrados** por el equipo.



Resultado: como se muestra en la pantalla anterior los componentes monitoreados por el ECM se encuentran operando normalmente.

d) Identificación de eventos registrados

En el mismo menú diagnóstico, se procede a revisar los **eventos registrados**, no encontrándose ningún evento.

e) Informe de parámetros de sensores de presión de motor

Accediendo al grupo de **presiones**, encontramos los siguientes parámetros informados por los sensores del motor, mostrados en la pantalla subsiguiente:

Descripción	Valor	Unidad	Min	Máx	ECM
Velocidad del motor	2271	RPM	024	2347	C15-374DL (C15C00469)
Velocidad deseada del motor	23 40	RPM	827	2340	C15-374DL (C15C00469)
Presión atmosférica	14.3	PSI	14.2	14.4	C15-374DL (C15C00469)
Presión de entrada del turbo (abs)	14.2	PSI	14.1	14.4	C15-374DL (C15C00469)
Presión de aceite del motor	45	PSI	36	59	C15-374DL (C15C00469)
Presión del aceite del motor (abs)	60	PSI	50	73	C15-374DL (C15C00469)
Presión de combustible	71	PSI	67	77	C15-374DL (C15C00469)
Presión del combustible (abs)	83	PSI	81	97	C15-374DL (C15C00469)
Presión del salida del turbo (abs)	22	PSI	15	28	C15-374DL (C15C00469)
Presión de refuerzo	0	PSI	0	13	C15-374DL (C15C00469)
Presión de activación de inyección	3851	PSI	1540	4478	C15-374DL (C15C00469)

La bomba HEUI suministra caudal de aceite y mantiene una presión en la recámara de aceite en la culata para que esta a su vez active los inyectores y comprima el combustible a la cámara de combustión, todo esto controlado por el ECM.

Resultados: Analizando los parámetros de operación del motor C15, se encontró todos los valores dentro del parámetro normal de operación excepto la presión de activación de inyección la cual marca 4478 PSI, presión demasiado alta respecto a los 4050 PSI como máximo indicadas en el manual. La Corriente de Activación de Inyección fue de 75% siendo lo normal que se encuentre en un rango de 30 y 55% según manual.

Por otro lado, encontramos un hecho significativo como el golpeteo en los inyectores (válvulas poppet y/o pistón intensificador), perceptible al momento de activarse y estando la máquina a más de 2000 RPM, este golpeteo se puede escuchar hasta la cabina.

f) Prueba de corte de cilindros

Se efectúa la prueba de corte de cilindros de acuerdo a los parámetros de operación, el estado se muestra en la siguiente pantalla:

Resultado de la prueba

Cilindro	Estado
Cilindro 1	Sin Conclusión
Cilindro 2	Sin Conclusión
Cilindro 3	Sin Conclusión
Cilindro 4	Sin Conclusión
Cilindro 5	Sin Conclusión
Cilindro 6	Sin Conclusión

Cilindro	Ciclo número 1	Ciclo número 2	Ciclo número 3
Cilindro 1	44.84	44.90	44.76
Cilindro 2	50.73	50.72	50.62
Cilindro 3	49.22	48.93	48.55
Cilindro 4	49.74	49.77	49.56
Cilindro 5	50.45	50.58	50.59
Cilindro 6	47.02	46.95	46.89

Resultado: Se encontró dificultad a consecuencia de que el motor es inestable y esta prueba debe ser a revoluciones del motor constantes, sin embargo, se logra efectuar 3 ciclos, encontrándose consumos de

combustible altos, en promedio de 48.6 cm³ en los tres ciclos, que comparado con el valor normal 30 cm³ tenemos un consumo de 38 % por encima del parámetro normal.

Por otro lado, analizando los valores individuales por cilindro, notamos que el Cilindro 1 y el Cilindro 6 muestran un consumo promedio de 44.83 y 46.95 respectivamente, valores que aun siendo altos, muestran una desviación considerable respecto al promedio de 48.6, dando lugar a una variación considerable respecto al promedio.

g) Prueba de solenoides de inyectores

Esta prueba sensorial, consiste en enviar una señal de corriente al solenoide del inyector para que este active o desplace la válvula poppet, esta prueba se realiza con el motor apagado, la idea es probar el sonido que emite cada uno de los inyectores tomando nota de su intensidad y uniformidad, en esta prueba se comprobaron los siguientes hechos:

- Ruido imperceptible en algunos inyectores
- No hay ruido en otros

Normalmente el ruido que produce la válvula poppet al ser activado el solenoide se puede escuchar hasta la cabina, como se indicó anteriormente, la ausencia de sonido en las válvulas poppet de algunos inyectores y el ruido imperceptible en otros, nos da lugar a efectuar el siguiente análisis:

Podemos afirmar que si no llegara señal al solenoide producto de un corto o cable dañado, el equipo automáticamente lanzaría un código de falla activo lo cual indicaría que un inyector no está trabajando, sin embargo, como se muestra al inicio de este análisis el sistema monitor no muestra ningún código de falla activo ni registrado relacionado con inyectores.

Concluimos entonces, que llega señal a los solenoides, sin embargo, lo más probable es que exista una restricción en los inyectores que impide que las válvulas poppet operen normalmente, estas restricciones las identificamos como:

- Válvulas poppet trabadas
- Válvulas poppet con escasa carrera de desplazamiento

h) Inspección visual de inyectores

Para efectuar esta inspección, se procede a retirar los inyectores, encontrándose el siguiente hecho presencia de Holling, visible en la siguiente figura:



Resultado: Partiendo de los hechos que las válvulas poppet presentan trabamiento y poca carrera de desplazamiento, podemos afirmar que mediante el accionamiento del solenoide se permite el paso del aceite para que la acción del aceite, comprima el combustible que se encuentra en la parte interna del inyector y pueda iniciarse parte del ciclo de combustión.

Adicionalmente, se observa que los inyectores presentan **signos de corrosión**, para corroborar este hecho más adelante se efectúa una prueba para verificar la posible contaminación del combustible con sustancias que generen esta corrosión.

i) Inspección visual de filtros de aire del motor

Pensando en la pérdida de potencia, se procede a la inspección de los filtros de aire del motor y encontramos los siguientes hechos registrados en la siguiente figura:

- Filtros relativamente limpios
- Horas de cambio recientes



j) Análisis de aceite del motor

Esta prueba consiste en tomar una muestra de aceite del motor y aplicarle el análisis de fluidos S.O.S, cuyos resultados se muestran en la siguiente figura:

CLIENTE: DCR MINERIA Y CONSTRUCCION SAC
 NÚMERO DE EQUIPO: 14
 COMPONENTE: MOTOR
 NÚMERO DE SERIE: PAS00452
 MARCA: CAT
 MODELO: 374D_CAT
 LUGAR DE TRABAJO: AREQUIPA - CONSTRUCCION
 NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA:

ORDEN DE TRABAJO: ARE KA07115 R5
 SERIE COMPONENTE:
 MODELO DEL COMP:
 FABRICANTE DEL COMP:
 NUMERO DE ETIQUETA DE LA MUESTRA:
 MARCA/GRADO ACEITE: CAT / 15W-40
 TIPO DE FLUIDO: CI-4
 FECHA DE TERMINO NUMERO GARANTIA EXT:



NUMERO CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO	HORAS ACEITE	CAMBIO ACEITE	ACEITE AGREGADO	UNIDADES DEL RELLENO	CAMBIO FILTRO
R080-46351-0054	12/05/2016	12/18/2016	6721	244	SI			SI
SEG	NIVEL DE HOLLIN LIG ALTO, REVISAR RELACION AIRE/FUEL. REVISAR PRESION DE BOOST(REFUERZO). REVISAR SINCRONIZACION DE LA INYECCION DEL COMBUSTIBLE. REVISAR FILTROS DE ACEITE/AIRE. REVISAR TEMPERATURAS DEL MOTOR / SOBRECARGAS. INSPECCIONE LA RESTRICCION DEL FILTRO DE AIRE. REVISE ESTADO/AJUSTE/LIMPIEZA DE SIST/ADMISION.							
R080-46320-0095	11/01/2016	11/15/2016	6477	261	SI			SI
SEG	NIVEL DE HOLLIN LIG ALTO, ELLO ESTARIA OCASIONANDO DESGASTE DE HIERRO. REVISAR RELACION AIRE/FUEL. REVISAR PRESION DE BOOST(REFUERZO). REVISAR SINCRONIZACION DE LA INYECCION DEL COMBUSTIBLE. REVISAR FILTROS DE ACEITE/AIRE. REVISAR TEMPERATURAS DEL MOTOR / SOBRECARGAS. REVISE ESTADO/AJUSTE/LIMPIEZA DE SIST/ADMISION. VARIACION DE ADITIVOS. ¿ESTA USANDO O AGREGANDO ALGUN OTRO ACEITE AL INDICADO EN LA ETIQUETA?. VERIFICAR ESTA INFORMACION.							
R080-46274-0345	09/17/2016	09/30/2016	6210		SI			SI
SEG	NO REGISTRA HORAS DEL ACEITE. INCREMENTO DE SILICIO. HIERRO LIG ALTO. CORTE Y ABRA LOS FILTROS DE ACEITE E INSPECCIONE MATERIAL METALICO. REVISAR CONSUMO DE ACEITE. REVISAR INDICIOS DE SOBRECARGAS. REVISAR PRESION DE LUBRICACION. INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. SEGUIR MUESTREANDO PARA MONITOREAR COMPONENTE.							
R080-46114-0088	04/03/2016	04/23/2016	5714	243	SI			SI
AR	NIVEL DE HOLLIN ELEVADO, ELLO ESTARIA OCASIONANDO DESGASTE DE HIERRO/COBRE/PLOMO/ESTAÑO. REVISAR RELACION AIRE/FUEL. REVISAR PRESION DE BOOST(REFUERZO). REVISAR SINCRONIZACION DE LA INYECCION DEL COMBUSTIBLE. REVISAR FILTROS DE ACEITE/AIRE. REVISAR TEMPERATURAS DEL MOTOR / SOBRECARGAS. INSPECCIONE LA RESTRICCION DEL FILTRO DE AIRE. REVISE ESTADO/AJUSTE/LIMPIEZA DE SIST/ADMISION.							

Elementos de desgaste(ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-46351-0054	2	0	16	0	1616	1	1	22	0	1063	0	50	0	1139	2	4	0	2	0	0	0	1353
R080-46320-0095	2	0	22	0	1714	2	1	27	1	1133	0	46	0	1128	1	5	0	3	1	0	0	1420
R080-46274-0345	3	0	1	0	1560	1	2	27	1	1022	0	45	0	1088	2	10	0	2	0	0	0	1321
R080-46114-0088	4	0	35	0	1723	2	142	100	5	953	1	47	0	1105	1	8	0	2	7	0	0	1306

Condición de Fluido/Conteo Partículas	W	A	F	OXI	NIT	SUL	ST	V100	PQI
R080-46351-0054	N	N	N	9	7	17	69	13.1	37
R080-46320-0095	N	N	N	9	7	19	68	13.1	41
R080-46274-0345	N	N	N	9	6	18	59	12.9	42
R080-46114-0088	N	N	N	11	8	23	96	13.6	43

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mo = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, V = Vanadio, Zn = Zinc, A = Anticongelante, F = Combustible, W = Agua, P = Positivo, N = Negativo, T = Tracce, E = Exoesivo, NIT = Nitración, OXI = Oxidación, ST = Hollín, SULF = Sulfatación, ISO = Nivel de limpieza, PQI = Índice PQ, NaW = Agua salada, FL Pt = Punto de Inflamación, TAN = Número Total Acido, TBN = Número Total Básico, H2O = Karl Fisher result, V100 = Viscosidad a 100C, V40 = Viscosidad a40C

Nota: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Resultado: En el reporte de análisis de fluidos S.O.S, los parámetros se encuentran dentro de los rangos de trabajo, con lo cual descartamos la presencia de aceite sucio en el sistema, así mismo, su historial muestra que el aceite se ha mantenido dentro de la franja verde con lo cual descartamos alguna deficiencia en el mantenimiento del equipo en cuanto a su sistema de lubricación.

Por otro lado, el reporte también muestra que el rango de desgastes es aceptable y que lo que lo único que se mostro fue una variación de aditivos esto debido a un aumento de aceite o a la aplicación de otro aceite.

k) Análisis de combustible

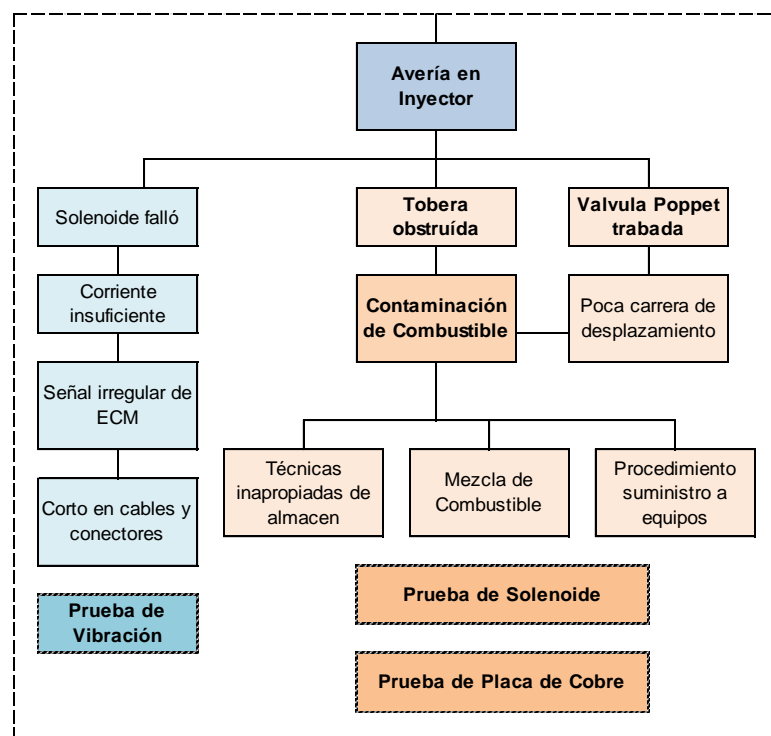
Como se mencionó en la inspección visual de los inyectores, existen evidencias de corrosión, para tal efecto realizamos la prueba D130 de ASTM con la placa de cobre.

Paso 4. Piense de manera lógica con los hechos

Una vez aplicadas las técnicas y herramientas en la observación y registro de hechos, iniciamos el análisis para relacionar lógicamente los resultados y hechos encontrados.

Análisis genérico:

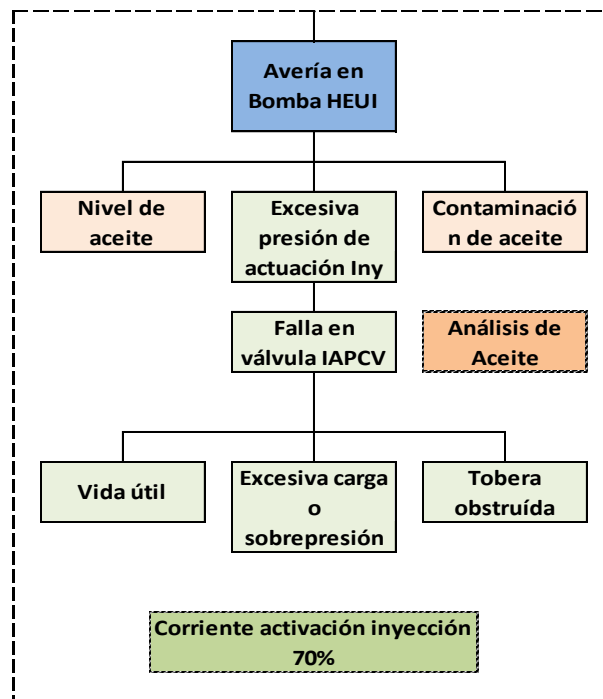
Como se mencionó anteriormente y se mostró en las pruebas con el ET, existe la posibilidad que el equipo haya sido manipulado antes de la recopilación de información y hechos, por este motivo, efectuaremos un previo análisis genérico con ayuda de la siguiente figura:



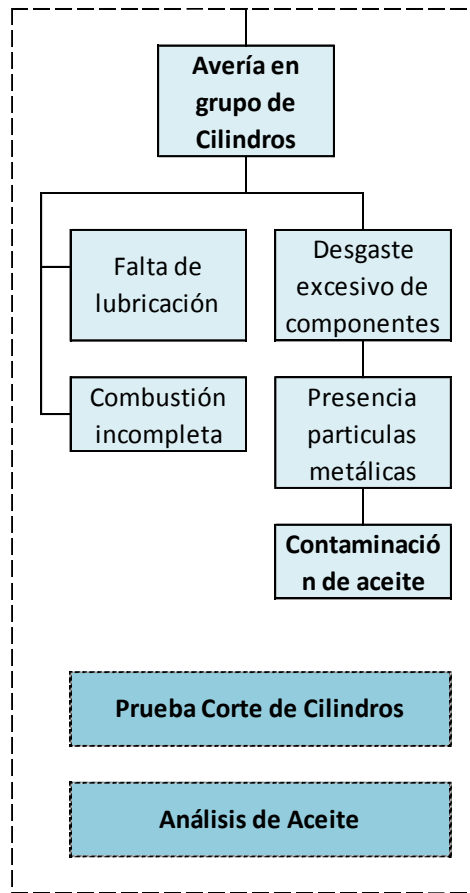
Analizamos a través de relaciones causa – efecto la posible avería de inyectores, en este caso vemos que una posible causa de avería en el solenoide, sin embargo, descartamos esta falla a través de los resultados de la prueba de vibración.

Seguidamente analizamos la posible obstrucción de la tobera y las válvulas poppet, posiblemente por contaminación de combustible, lo

cual confirmamos o descartamos con la prueba de D130 de ASTM (placa de cobre), prueba de solenoide.



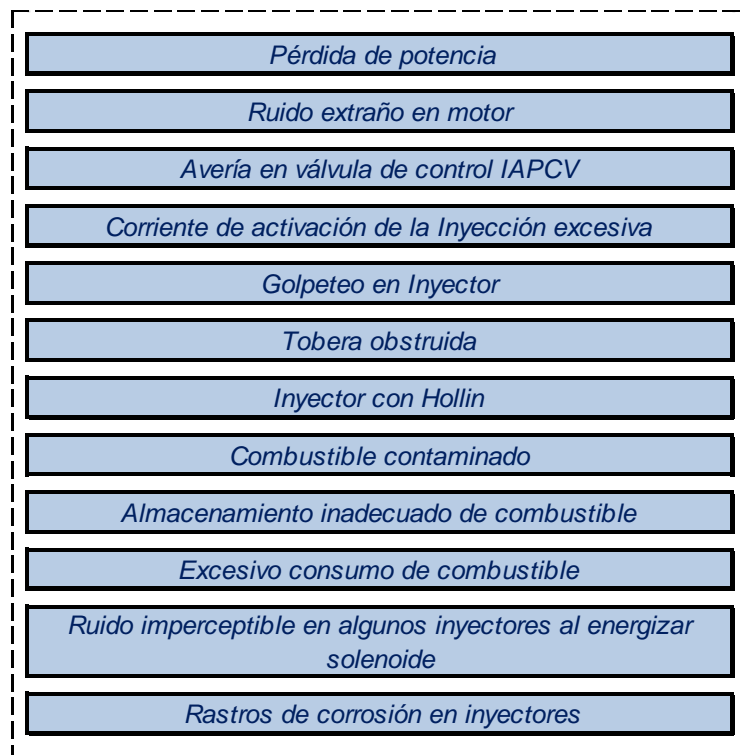
Seguidamente analizamos la bomba HEUI, la cual puede fallar por bajo nivel de aceite, lo cual se descartó, excesiva presión de actuación de la inyección, por alguna avería en la válvula IAPCV que puede ser originada por vida útil, excesiva carga o sobrepresión o por toberas obstruidas, todas estas posibles causas se confirman con la prueba de análisis de aceite y por el valor de corriente de activación de la inyección.



Finalmente, en este análisis genérico, analizamos posible avería en el grupo de cilindros, por falta de lubricación lo cual fue descartado, o por desgaste excesivo de algún componente, lo que generaría la presencia de partículas metálicas debido a la contaminación del aceite, sin embargo, descartamos estos hechos con el análisis de aceite.

Análisis específico:

A continuación **listamos los hechos** encontrados para verificar si cada uno de ellos corresponde a una causa raíz o a un resultado.



Finalmente, una vez listados los hechos se procedió a su análisis, definiendo la secuencia cronológica de hechos y el árbol lógico de fallos mostrado en el acápite 5.2.3

Paso 5. Identifique la causa raíz más probable

Finalmente, identificamos la causa raíz del problema la cual corresponde a un error humano en la manipulación y almacenaje de combustible, lo que originó su contaminación.


ANEXO N° 06

CARTILLAS DE MANTENIMIENTO


Cartilla de mantenimiento tipo "X" camión volquete Scania

PLACA	HOROMETRO	FECHA			
CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "X" 300 HORAS SCANIA P460 B6x4			Código:		
			Revisión:		
			Fecha:		
TAREA	PROCEDIMIENTO			REALIZADO	
				SI	NO
LUBRICACION	Engrase general de la unidad.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.				
	Limpiar filtro centrifugo.				
	Revisar y/o limpiar filtros de aire.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible.				
	Purgar filtro racord.				
EMBRAGUE	Revisar nivel de liquido.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
SIST DE FRENOS	Regular palancas de freno.				
DIRECCION	Revisar nivel de aceite.				
SISTEMA ELECTRICO	Revision de luces en general.				
	Comprobar el nivel de electrolito de batería.				
BASTIDOR	Revisar rajaduras o pernos faltantes.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar fuga de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "X"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR(S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE CARTUCHO	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	


Cartilla de mantenimiento tipo "S" camión volquete Scania

	CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "S" 600 HORAS SCANIA P460 B6x4			Código:	
				Revisión:	
				Fecha:	
PLACA		HOROMETRO		FECHA	
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.				
	Limpia filtro centrifugo y cambiar jebes.				
	Revisar, limpiar y/o cambiar filtros de aire.				
	Revisar soportes de motor.				
	Verificar posibles códigos de falla.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible.				
	Cambio de filtro racord.				
EMBRAGUE	Revisar nivel de liquido.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite y nivel.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
SISTEMA DE FRENOS	Revisar nivel de aceite del retarder.				
	Regular palancas de frenos y purgar calderines.				
SUSPENSION	Revisión visual de amortiguadores delanteros.				
	Revisar hojas de ballesta y/o abrazaderas.				
DIRECCION	Revisar nivel de aceite.				
CABINA	Revisar nivel de líquido lavaparabrisas.				
SISTEMA ELECTRICO	Revisar nivel de electrolito de baterías.				
	Revisar funcionamiento de luces en general.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar fuga de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "S"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR(S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE CARTUCHO	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1421021	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	


Cartilla de mantenimiento tipo "M" camión volquete Scania

 CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "M" 1200 HORAS SCANIA P460 B6x4		Código:			
		Revisión:			
		Fecha:			
PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.				
	Cambio de filtro centrifugo.				
	Limpia filtro centrifugo y cambiar orrines.				
	Revisar soportes de motor.				
	Verificar posibles codigos de falla.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambio de filtro de combustible.				
EMBRAGUE	Cambio de liquido.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar nivel de aceite.				
PUENTE TRASERO	Revisar nivel de aceite de coronas.				
CABINA	Revisar bocinas delanteras de susp. de cabina.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar nivel de aceite de cubos.				
SISTEMA DE FRENOS	Regular palancas de frenos y su correcto funcionamiento.				
BASTIDOR	Revisar rajaduras o pernos faltantes.				
RETARDER	Cambio de aceite y filtro y limpiar el tapón de drenaje.				
SUSPENSION	Comprobar si las hojas de muelle estan dañadas y revisar abrasaderas de muelle.				
	Comprobar si los fuelles, embolos estan dañados.				
	Revisión visual de amortiguadores.				
DIRECCION	Cambio de aceite y filtro.				
	Revisar rotulas de barras.				
SISTEMA ELECTRICO	Revisar nivel de electrolito de baterías.				
	Revisar funcionamiento de luces en general.				
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar fugas de lubricantes, agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "M"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CAANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE CARTUCHO	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR-13 Lts	2022275	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO T-124	1421021	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO S-4	1421021	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA	153468	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA RETARDADOR	1381235	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
ACEITE ATF (MERCONEC III)	9901133L-TOTAL	Gal	3.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento tipo "L" camión volquete Scania

PLACA	HOROMETRO	FECHA	REALIZADO		
			SI	NO	
 CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "L" 2400 HORAS SCANIA P460 B6x4			Código:		
			Revisión:		
			Fecha:		
TAREA	PROCEDIMIENTO			REALIZADO	
LUBRICACION	Engrase general de la unidad.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro.				
	Limpiar filtro centrifugo y cambiar orines.				
	Cambiar filtros de aire.				
	Revisar soportes de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Calibrar Válvulas en general.				
	Cambiar y/o rellenar líquido refrigerante.				
	Revisar abrazaderas y mangueras.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Revisar soporte de radiadores e intercooler.				
	Cambio de filtro de combustible.				
EMBRAGUE	Cambio de filtro racord.				
	Revisar disco.				
CAJA DE CAMBIOS	Cambio de líquido.				
EJE DELANTERO	Revisar nivel de aceite y fugas.				
PUENTE TRASERO	Revisar juego de cojinetes de pivote.				
RETARDER	Revisar nivel de aceite y fugas.				
CUBOS Y RUEDAS	Cambio de aceite y filtro y limpiar el tapón de drenaje.				
	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
SISTEMA DE FRENOS	Cambio de filtro secador de aire.				
	Purgar tanques de aire.				
	Revisar fajas de frenos.				
	Regular palancas de freno.				
BASTIDORES DE CHASIS	Revisar rajaduras o pernos faltantes.				
SUSPENSION	Revisión visual de amortiguadores.				
	Revisión de presión en los neumáticos.				
DIRECCION	Cambio de aceite y filtro.				
	Revisar rotulas de barras.				
SISTEMA ELECTRICO	Mantenimiento general de luces y sistema eléctrico.				
	Mantenimiento general de instrumentos de tablero.				
	Realizar mantenimiento de alternador.				
	Realizar mantenimiento de arrancador.				
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
CABINA	Mantenimiento general y limpieza de baterías.				
	Revisar bocinas delanteras de susp. de cabina.				
	Cambiar filtro de calefacción.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar fuga de lubricantes, agua y aire				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE CARTUCHO	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO T-124	1421021	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO S-4	1421021	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA	153488	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA RETARDADOR	1381235	Pza	1.00		
FILTRO CAJA Y CORONA S-4	1768402	Pza	3.00		
FILTRO SECADOR AIRE S-4	1774598	Pza	1.00		
FILTRO DE CABINA PGR	1913500	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
ACEITE ATF (MERCONEC III) TOTAL	9901133L	Gal	3.00		
ACEITE SINTETICO CAJA 75W 90	1958216	Gal	5.00		
ACEITE SINTETICO CORONA 85W 140	1958216	Gal	10.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento tipo "X" camión tracto Scania

 CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "X" 15000km SCANIA G410, G460 Y G420 A6x4		Código:			
		Revisión:			
		Fecha:			
PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor.				
	Limpia filtro centrifugo de aceite.				
	Limpia filtros de aire.				
	Limpieza de sensor de presion de admision.				
	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante.				
	Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
SISTEMA DE FRENOS	Purgar tanque de aire.				
	Revisar espesor de fajas de freno.				
	Regulacion de frenos.				
SUSPENSION	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.				
	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible.				
	Cambio de filtro Racor de combustible.				
	Revisar mangueras y fugas de combustible.				
EMBRAGUE	Comprobar juego libre de pedal de embrague.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar nivel de liquido de embrague.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite de coronas.				
DIRECCION	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
	Revisar nivel de aceite.				
SISTEMA ELECTRICO	Revisar juego de brazos de direccion y terminales.				
	Revisión de luces en general y alarma de retroceso.				
	Revisión de funcionamiento de instrumentos de tablero.				
	Revisión funcionamiento correcto de alternador y arrancador.				
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
BASTIDOR	Comprobar el nivel de electrolito de batería.				
NEUMATICOS	Revisar y/o regular quinta rueda(Tornamesa).				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Comprobar presiones y remanentes de llantas.				
	Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO CARTUCHO DE PETROLEO PGR	1873018	Pza	1.00		
ACÉITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento tipo "S" camión tracto Scania

PLACA	HOROMETRO	FECHA			
CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "S" 30000km SCANIA G410, G460 Y G420 A6x4			Código:		
			Revisión:		
			Fecha:		
TAREA	PROCEDIMIENTO		REALIZADO		
			SI	NO	
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor.				
	Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos.				
	Cambiodo filtros de aire primario.				
	Revisar soportes de motor.				
	Limpieza de sensor de presion de admision.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
	Verificar posibles codigos de falla.				
	Revisar nivel de refrigerante.				
SISTEMA DE FRENOS	Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
RETARDADOR	Purgar tanques de aire.				
	Revisar espesor de fajas de freno.				
SUSPENSION	Regulacion de frenos.				
	Revisar nivel de aceite del retarder.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Revision de amortiguadres delanteros y posteriores.				
	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
	Cambiar filtro de combustible.				
EMBRAGUE	Cambio de filtro Racor de combustible.				
	Revisar mangueras y fugas de combustible.				
CAJA DE CAMBIOS	Comprobar juego libre de pedal de embrague.				
PUENTE TRASERO	Revisar nivel de líquido de embrague.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.				
DIRECCION	Revisar fugas de aceite de coronas.				
	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
	Revisar nivel de aceite.				
	Revisar juego de brazos de direccion y terminales.				
SISTEMA ELECTRICO	Revision de luces en general y alarma de retroceso.				
	Revision de funcionamiento de instrumentos de tablero.				
	Revision funcionamiento correcto de alternador y arrancador.				
	Revision funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
	Comprobar el nivel de electrolito de batería.				
BASTIDOR	Revisar y/o regular quinta rueda(Tornamesa).				
NEUMATICOS	Comprobar presiones y remanentes de llantas.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO CARTUCHO DE PETROLEO PGR	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO SERIE 4	1485592	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	


Cartilla de mantenimiento tipo "M" camión tracto Scania

CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "M" 60000km SCANIA G410, G460 Y G420 A6x4		Código:			
		Revisión:			
		Fecha:			
PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor.				
	Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos.				
	Cambio de filtro de aire primario y secundario.				
	Revisar soportes de motor.				
	Calibracion de valvulas de motor según requiera.				
	Limpeza de sensor de presion de admision.				
	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar posibles codigos de falla.				
	Revisión de nivel de refrigerante.				
	Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol.				
SISTEMA DE FRENOS	Revisar soportes de radiador e intercooler.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
RETARDADOR	Purgar tanques de aire.				
	Revisión de fajas de freno.				
SUSPENSION	Regular de frenos.				
	Cambio de aceite y filtro del freno retardador.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.				
	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
EMBRAGUE	Cambiar filtro de combustible.				
	Cambio de filtro Racor de combustible.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar mangueras.				
	Limpeza de tanques de combustible.				
PUNTE TRASERO	Comprobar juego libre de pedal de embrague.				
	Revisión de disco de embrague.				
CUBOS Y RUEDAS	Cambio de líquido de embrague.				
	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.				
DIRECCION	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
	Cambio de aceite y filtro de dirección.				
SISTEMA ELECTRICO	Revisar de brazos de direccion y terminales.				
	Regular juego de pines y bujes de direccion.				
	Revisión de luces en general y alarma de retroceso.				
	Revisión de funcionamiento de instrumentos de tablero.				
	Realizar mantenimiento de alternador.				
	Realizar mantenimiento de arrancador.				
BASTIDOR Y CABINA	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
	Comprobar el nivel de electrolito de batería.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Limpeza de filtro de calefaccion.				
	Regular quinta rueda(Tornamesa).				
	Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO CARTUCHO DE PETROLEO PGR	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO SERIE 4	1485592	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO SERIE 4	1759847	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA RETARDADOR	1381235	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA	153468	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
ATF (MERCONEC III)	9901133L-TOTAL	Gal	3.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento tipo "L" camión tracto Scania

CARTILLA DE MANTENIMIENTO TIPO "L" 120000km SCANIA G410, G460 Y G420 A6x4		Código:			
		Revisión:			
		Fecha:			
PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite, cambio de filtro de aceite de motor.				
	Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos.				
	Cambio de filtros de aire primario y secundario.				
	Revisar soportes de motor.				
	Limpeza de sensor de presion de admision.				
	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
	Calibracion de valvulas de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Calibracion de inyectores bomba.				
	Verificar posibles codigos de falla.				
	Cambio de liquido refrigerante de motor.				
SISTEMA DE FRENOS	Revisar de soportes de radiador e intercooler.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
RETARDADOR	Cambio de filtro secador de aire.				
	Purgar tanques de aire.				
	Revisión de espesor de fajas de freno.				
SUSPENSION	Regular frenos.				
	Revisión de holgura de bujes y levas de freno.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y ESCAPE	Cambio de aceite y filtro del freno retardador.				
	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.				
EMBRAGUE	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
	Cambiar filtro de combustible.				
	Cambio de filtro Racor de combustible.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar mangueras.				
	Limpeza de tanques de combustibles.				
PUENTE TRASERO	Revisión o reparación de cilindros de accionamiento de embrague.				
	Revisión de disco.				
CUBOS Y RUEDAS	Cambio de liquido de embrague.				
	Cambio de aceite y filtro de caja de cambios.				
DIRECCION	Cambio de aceite y filtros de coronas, reductores de cubos.				
	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
	Cambio de aceite y filtro de dirección.				
SISTEMA ELECTRICO	Revisar brazos de dirección y terminales.				
	Regular juego de pines y bujes de dirección.				
	Mantenimiento general de luces y sistema eléctrico.				
	Mantenimiento general de instrumentos de tablero.				
	Realizar mantenimiento de alternador.				
	Realizar mantenimiento de arrancador.				
BASTIDOR Y CABINA	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
	Mantenimiento general y limpieza de baterías.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Cambio de filtro de calefacción.				
	Regular quinta rueda (Tornamesa).				
	Mantenimiento de chapas, manijas y cremalleras de puertas.				
Realizar prueba para detectar fugas de lubricantes, agua y aire.					
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
ELEMENTO FILTRANTE RACOR (S-4 ELECTRONICO)	1518512	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE PGR	2022275	Pza	1.00		
FILTRO CARTUCHO DE PETROLEO PGR	1873018	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO SERIE 4	1485592	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO SERIE 4	1759947	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA RETARDADOR	1381235	Pza	1.00		
FILTRO DE HIDROLINA	153468	Pza	1.00		
FILTRO CAJA Y CORONA	1768402	Pza	3.00		
FILTRO SECADOR DE AIRE PGR	1774598	Pza	1.00		
FILTRO CABINA PGR	1913500	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR MINERAL 15W 40	TOTAL (CI 4)	Gal	11.00		
ATF (MERCONEO III)	9901133L-TOTAL	Gal	3.00		
ACEITE SINTETICO CAJA 75W 90	1958216	Gal	5.00		
ACEITE SINTETICO CORONA 85W 140	1958216	Gal	10.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	


Cartilla de mantenimiento básico "B1" camión tracto volvo

PLACA	HOROMETRO	FECHA	REALIZADO		
			SI	NO	
 CARTILLA DE MANTENIMIENTO BASICO "B1" 20000km VOLVO FH Y FM 6x4T			Código:		
			Revisión:		
			Fecha:		
TAREA	PROCEDIMIENTO			REALIZADO	
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor.				
	Limpiar filtro centrifugo de aceite.				
	Limpiar filtros de aire.				
	Limpieza de sensor de presion de admision.				
	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante.				
	Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
SISTEMA DE FRENOS	Purgar tanque de aire.				
	Revisar espesor de fajas de freno.				
	Regulacion de frenos.				
SUSPENSION	Revision de amortiguadores delanteros y posteriores.				
	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible.				
	Cambio de filtro Racor de combustible.				
	Revisar mangueras y fugas de combustible.				
EMBRAGUE	Comprobar juego libre de pedal de embrague.				
	Revisar nivel de liquido de embrague.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
DIRECCION	Revisar nivel de aceite.				
	Revisar juego de brazos de direccion y terminales.				
SISTEMA ELECTRICO	Revision de luces en general y alarma de retroceso.				
	Revision de funcionamiento de instrumentos de tablero.				
	Revision funcionamiento correcto de alternador y arrancador.				
	Revision funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
	Comprobar el nivel de electrolito de batería.				
BASTIDOR	Revisar y/o regular quinta rueda(Tornamesa).				
NEUMATICOS	Comprobar presiones y remanentes de llantas.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	Pza	2.00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	22480372	Pza	1.00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4	85121022	Gal	10.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento básico "B2" camión tracto Volvo

PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor. Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos. Cambie filtros de aire primario. Revisar soportes de motor. Limpieza de sensor de presion de admision. Revisar funcionamiento de freno de motor. Verificar posibles codigos de falla.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Revisar nivel de refrigerante. Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol. Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
SISTEMA DE FRENOS	Purgar tanques de aire. Revisar espesor de fajas de freno. Regulacion de frenos.				
RETARDADOR	Revisar nivel de aceite del retarder.				
SUSPENSION	Revision de amortiguadres delanteros y posteriores. Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambiar filtro de combustible. Cambio de filtro Racor de combustible. Revisar mangueras y fugas de combustible.				
EMBRAGUE	Comprobar juego libre de pedal de embrague. Revisar nivel de liquido de embrague.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.				
PUENTE TRASERO	Revisar fugas de aceite de coronas.				
CUBOS Y RUEDAS	Revisar fugas de aceite y/o grasa. Revisar nivel de aceite.				
DIRECCION	Revisar juego de brazos de direccion y terminales.				
SISTEMA ELECTRICO	Revision de luces en general y alarma de retroceso. Revision de funcionamiento de instrumentos de tablero. Revision funcionamiento correcto de alternador y arrancador. Revision funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas. Comprobar el nivel de electrolito de bateria.				
BASTIDOR	Revisar y/o regular quinta rueda(Tornamesa).				
NEUMATICOS	Comprobar presiones y remanentes de llantas.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	Pza	2.00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	22480372	Pza	1.00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	21834205	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4	85121022	Gal	10.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

Cartilla de mantenimiento mediun "ME" camión tracto Volvo

 CARTILLA DE MANTENIMIENTO MEDIUN "ME" 60000km VOLVO FH Y FM 6x4T		Código:				
		Revisión:				
		Fecha:				
PLACA	HOROMETRO	FECHA				
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO				
		SI	NO			
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.					
MOTOR	Cambio de aceite y filtro de motor.					
	Limpiar filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos.					
	Cambio de filtro de aire primario y secundario.					
	Revisar soportes de motor.					
	Calibración de válvulas de motor según requiera.					
	Limpeza de sensor de presión de admisión.					
	Revisar funcionamiento de freno de motor.					
SISTEMA DE REFRIGERACION	Verificar posibles códigos de falla.					
	Revisión de nivel de refrigerante.					
	Comprobar mezcla de refrigerante/ glicol.					
SISTEMA DE FRENOS	Revisar soportes de radiador e intercooler.					
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.					
RETARDADOR	Purgar tanques de aire.					
SUSPENSION	Revisión de fajas de freno.					
	Regular de frenos.					
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Cambio de aceite y filtro del freno retardador.					
	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.					
EMBRAGUE	Revisar estado de suspensión mecánica o neumática (muelles, bolsas y abrazaderas).					
	Cambiar filtro de combustible.					
	Cambio de filtro Racor de combustible.					
CAJA DE CAMBIOS	Revisar mangueras.					
	Limpeza de tanques de combustible.					
PUENTE TRASERO	Comprobar juego libre de pedal de embrague.					
	Revisión de disco de embrague.					
CUBOS Y RUEDAS	Cambio de líquido de embrague.					
	Revisar fugas de aceite, repare lo necesario.					
DIRECCION	Revisar fugas de aceite de coronas.					
	Revisar fugas de aceite y/o grasa.					
SISTEMA ELECTRICO	Cambio de aceite y filtro de dirección.					
	Revisar de brazos de dirección y terminales.					
	Regular juego de pines y bujes de dirección.					
	Revisión de luces en general y alarma de retroceso.					
	Revisión de funcionamiento de instrumentos de tablero.					
	Realizar mantenimiento de alternador.					
BASTIDOR Y CABINA	Realizar mantenimiento de arrancador.					
	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.					
PRUEBAS DE CONDUCCION	Comprobar el nivel de electrolito de batería.					
	Limpeza de filtro de calefacción.					
		Regular quinta rueda(Tornamesa).				
		Revisar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.				
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"		COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
					SI	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE		21707133	Pza	2.00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS		21707132	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE		22480372	Pza	1.00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD		21380488	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO		21834205	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		21115501	Pza	1.00		
FILTRO SECADOR DE AIRE		22223804	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS		20779040	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4		85121022	Gal	10.00		
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 75W 90 VT2514B		1161933	Gal	4.00		
OBSERVACIONES:						
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:						
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO		

Cartilla de mantenimiento completo "C" camión tracto Volvo

CARTILLA DE MANTENIMIENTO COMPLETO "C" 120000km VOLVO FH Y FM 6x4T		Código:			
		Revisión:			
		Fecha:			
PLACA	HOROMETRO	FECHA			
TAREA	PROCEDIMIENTO	REALIZADO			
		SI	NO		
LUBRICACION	Engrase general de la unidad según requiera.				
MOTOR	Cambio de aceite, cambio de filtro de aceite de motor.				
	Limpiair filtro centrifugo de aceite / cambio de sellos.				
	Cambio de filtros de aire primario y secundario.				
	Revisar soportes de motor.				
	Limpieza de sensor de presion de admision.				
	Revisar funcionamiento de freno de motor.				
	Calibracion de valvulas de motor.				
SISTEMA DE REFRIGERACION	Calibracion de inyectores bomba.				
	Verificar posibles codigos de falla.				
	Cambio de liquido refrigerante de motor.				
SISTEMA DE FRENOS	Revisar de soportes de radiador e intercooler.				
	Revisar mangueras y fugas de refrigerante.				
	Cambio de filtro secador de aire.				
RETARDADOR	Purgar tanques de aire.				
	Revisión de espesor de fajas de freno.				
	Regular frenos.				
SUSPENSION	Revisión de holgura de bujes y levas de freno.				
	Cambio de aceite y filtro del freno retardador.				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y ESCAPE	Revisión de amortiguadores delanteros y posteriores.				
	Revisar estado de suspension mecánica o neumatica (muelles, bolsas y abrazaderas).				
	Cambiar filtro de combustible.				
EMBRAGUE	Cambio de filtro Racor de combustible.				
	Revisar mangueras.				
	Limpieza de tanques de combustibles.				
CAJA DE CAMBIOS	Revisión o reparacion de cilindros de accionamiento de embrague.				
	Revisión de disco.				
PUENTE TRASERO	Cambio de liquido de embrague.				
	Cambio de aceite y filtro de caja de cambios.				
CUBOS Y RUEDAS	Cambio de aceite y filtros de coronas, reductores de cubos.				
	Revisar fugas de aceite y/o grasa.				
DIRECCION	Cambio de aceite y filtro de direccíon.				
	Revisar brazos de direccíon y terminales.				
	Regular juego de pines y bujes de direccíon.				
SISTEMA ELECTRICO	Mantenimiento general de luces y sistema electrico.				
	Mantenimiento general de instrumentos de tablero.				
	Realizar mantenimiento de alternador.				
	Realizar mantenimiento de arrancador.				
BASTIDOR Y CABINA	Revisión funcionamiento de limpiaparabrisas y estado de las plumillas.				
	Mantenimiento general y limpieza de baterías.				
	Cambio de filtro de calefaccion.				
PRUEBAS DE CONDUCCION	Regular quinta rueda(Tornamesa).				
	Mantenimiento de chapas, manijas y cremalleras de puertas.				
Realizar prueba para detectar fugas de lubricantes ,agua y aire.					
REPUESTOS MANTENIMIENTO "L"	COD. FABRICANTE	UNIDAD	CANT.	CAMBIO	
				SI	NO
FILTRO DE ACEITE MOTOR LONG LIFE	21707133	Pza	2.00		
FILTRO DE ACEITE MOTOR BY-PASS	21707132	Pza	1.00		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	22480372	Pza	1.00		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA/CONB. RACORD	21380488	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	21834205	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	21115501	Pza	1.00		
FILTRO SECADOR DE AIRE	22223804	Pza	1.00		
FILTRO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	20779040	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE DE CABINA	82354791	Pza	1.00		
FILTRO DE AIRE DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	21743197	Pza	2.00		
FILTRO DE DIRECCION HIDRAULICA	76321411	Pza	1.00		
ACEITE DE MOTOR 15W 40 VDS4	85121022	Gal	10.00		
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS 75W 90 VT2514B	1161933	Gal	4.00		
ACEITE DE DIRECCION HIDRAULICA	21392404	Gal	1.50		
ACEITE DE EJE TRASERO 85W 140 RT3210HV	1161937	Gal	14.00		
OBSERVACIONES:					
REPORTE DE DAÑOS ACCIDENTALES:					
VºB MECANICO RESPONSABLE		VºBº OPERADOR		VºBº JEFE DE MANTENIMIENTO	

ANEXO N° 07

FORMATOS AT1 – AT2

Inspección Visual para Tractor AT-1		
Evaluación del estado	✓ - Normal	M - Monitorear
	A - Acción	En blanco - No aplicable
1. Preparar la Inspección de la Máquina		
#	Estado Descripción	Comentarios
1.1	Consulte con el operador sobre las posibles fallas	
1.2	Preparar la máquina para la inspección	
1.3	Realizar inspecciones de seguridad / preparación	
1.4	Descargar los códigos de error de la máquina	
1.5	Compruebe Link de producto	
	¿La máquina está equipada con PL?	
	¿Está activado el PL?	
	¿Está PL funcionando correctamente?	
1.6	Observe los colores de los gases del escape del motor	
1.7	Escuchar ruidos extraños	
Item No.	Comentario Adicional	
2. Inspección de Nivel Inferior		
#	Estado Descripción	Comentarios
2.1	Mandos finales y sprockets	
2.2	Rodillos portadores	
2.3	Rodillos de cadena	
2.4	Bogies de rodillos de cadena	
2.5	Rodillos delanteros y traseros	
2.6	Ruedas Guías	
2.7	Zapatas y accesorios de montaje	
2.8	Eslabones de la oruga, clavijas y bujes	
2.9	Bastidor de rodillos de cadena	
2.10	Barra del equalizador	
2.11	Eje de pivote	
2.12	Protectores inferiores	
Item No.	Comentario Adicional	
3. Inspección de Nivel Medio		
#	Estado Descripción	Comentarios
3.1	Pasos y pasamanos	
3.2	Luces de trabajo	
3.3	Campana, plataforma y puertas de acceso	
3.4	Protector de ventilador y ventilador	
3.5	Radiador, condensador, enfriador de aceite y posenfriador	
3.6	Tapa de radiador	
3.7	Mangueras del radiador superior e inferior y mangueras del radiador de aceite	
3.8	Líneas de enfriamiento posterior	
3.9	Filtro de aire y pre-limpiador	
3.10	Cilindro y tapa de la válvula	
3.11	Turbocompresor	
3.12	Colector de escape	
3.13	Poleas, correas y embrague del compresor	
3.14	Bomba de agua	
3.16	Arnés de cableado del motor	
3.16	Líneas de combustible y bomba de combustible	
Item No.	Comentario Adicional	
4. Inspección de Nivel Superior		
#	Estado Descripción	Comentarios
4.1	Exterior de la cabina	
4.2	Interior de la cabina	
4.3	Baterías y cables de batería	
4.4	Compartimiento del tren de fuerza y del filtro de aceite hidráulico	
4.5	Tanque hidráulico	
Item No.	Comentario Adicional	

5. Inspección de Implementación			
#	Estado	Descripción	Comentarios
5.1		Rotulas de bolas y muñones, barras estabilizadoras, cilindros de inclinación y ángulo	
5.2		Cilindro de elevación de la cuchilla	
5.3		Láminas cortantes y puntas de extremo	
5.4		Ripper	
5.5		Cilindros de ripper	
Item No.	Comentario Adicional		
6. Condiciones del Sitio			
#	Estado	Descripción	Comentarios
6.1		Temperatura ambiente NORMAL: -18° a 32°C (0° a 90°F) MONITOREAR: 32° a 46°C o -18° a -29°C (90° a 115°F o 0° a -20°F) ACCION: Encima 46°C o Abajo -29°C (Encima 115° o Abajo -20°F)	
6.2		Altitud NORMAL: 0 a 1524 m (0 a 5000 ft) MONITOREAR: 1524 a 3048 m (5000 a 10,000 ft) ACCION: Encima 3048 m (Encima 10,000 ft)	
6.3		Grado de la carretera recorrida NORMAL: Plano MONITOR: Templado ACCION: Escarpado	
6.4		Condición de la carretera recorrida NORMAL: Banca positiva, giros graduados, buen control de la erosión ACCION: Banca negativa, giros bruscos, control de erosión deficiente	
6.5		Humedad NORMAL: Abajo 25% MONITOREAR: 25 a 60% ACCION: Encima 60%	
6.6		Calidad del aire NORMAL: Sin polvo MONITOREAR: Polvo ligero ACCION: Polvo pesado	
6.7		Condición bajo los pies NORMAL: Superficie plana seca MONITOREAR: Grados moderados, mezcla de superficies fangosas / secas ACCION: Gradas escarpadas, fangosas, nieve, hielo	
6.8		Utilización de la máquina NORMAL: 0 a 10 Horas ACCION: Encima 10 Horas	
6.9		Función del equipo NORMAL: Utilidad MONITOREAR: Apoyo ACCION: Producción	
6.10		Material de trabajo NORMAL: Baja brasión no compactada MONITOREAR: Moderada abrasión, moderadamente compacta ACCION: Alta Abrasión, Compacta, Densa	
6.11		Prácticas de mantenimiento NORMAL: Excelente MONITOREAR: Bueno ACCION: Pobre	
6.12		Industrias primarias	
Item No.	Comentario Adicional		
Otras Observaciones			

Inspección Técnica para Tractor AT-2									
Evaluación del estado		✓ - Normal	M - Monitorear	A - Acción	En blanco - No aplicable				
NOTA: Antes de realizar cualquier ajuste del sistema, consulte el Sistema de Información de Servicio (SIS) para las especificaciones más recientes.									
1. Motor									
1.1 Sistema de Refrigeración									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.1.1	Alivio de presión del radiador (tapa del radiador)								
1.1.2	Refrigerador del motor de prueba								
	Comprobar el punto de congelación del refrigerante del motor								
	Acondicionador de refrigerante del motor de prueba								
1.1.3	Compruebe la tensión de la correa								
1.1.4	Temperatura de anticongelante								
1.1.5	Caída de temperatura del radiador (Out - In)								
1.2 Sistema de Combustible									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.2.1	Velocidad del motor - Compruebe								
	Bajo ralentí								
	Alto ralentí								
1.2.2	Presión del sistema de combustible - Prueba								
	Presión del combustible a bajo ralentí								
	Presión de combustible a alto ralentí								
1.3 Sistema de Lubricación									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.3.1	Presión de aceite del motor - Prueba								
	Presión de aceite a bajo ralentí								
	Presión de aceite a alto ralentí								
1.4 Motor Básico									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.4.1	Prueba de corte del cilindro								
1.4.2	Presión del cárter del motor (Blowby) - Prueba								
1.5 Sistema de Entrada del Aire y Escape de Gases									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.5.1	Torque de bloqueo del convertidor de par (Del sistema del tren de fuerza de T & A)								
	Impulso de presión (aumentar ajustado de TMI)								
	RPM del motor (del sistema del tren de fuerza de T & A)								
Estado	Descripción			Und.	Cyl	Observado	Cyl	Observado	
1.5.2	Temperatura de escape - Prueba (medida en cada cilindro)								
					#1		#2		
					#3		#4		
					#5		#6		
1.6 Miscellaneous Motor									
Estado	Descripción			Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
1.6.1									
1.6.2									
1.6.3									

2. Comprobaciones de Rendimiento								
2.1 Controles de Rendimiento Hidráulico								
Estado	Descripción	Und.	Observado	Max	Min	Comentarios		
2.1.1	Pruebas de velocidad del cilindro							
	Prueba de Velocidad del Cilindro de Inclinación de Bulldozer							
	Tipo de hoja							
	Inclinación total hacia la derecha hasta la inclinación total hacia la izquierda							
	Inclinación total hacia la izquierda hasta la inclinación total hacia la derecha							
	Prueba de Velocidad del Cilindro de Elevación de Bulldozer							
	A tierra completo							
	Completo hasta el suelo (Caída rápida)							
	Pausa en el suelo (Caída rápida)							
	Prueba de velocidad de los cilindros de ripper							
	Completo abajo a completo arriba							
	Caña completa hacia dentro caña completo hacia fuera							
2.1.2	Pruebas de deriva del cilindro		Und.	Observado		Rangos de temperatura del aceite		
	Temperatura del aceite					83° a 118° F	120° a 155° F	156° a 190° F
			Und.	Observado		Movimiento máximo permisible	Tiempo mínimo permisible (segundos)	Tiempo mínimo permisible (segundos)
	Prueba de deriva de los cilindros de elevación del bulldozer							
	Prueba de deriva de los cilindros de inclinación del bulldozer							
	Prueba de deriva de cilindros elevador del ripper							
	Prueba de deriva de cilindros de punta del ripper							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Max	Min	Comentarios		
2.1.3	Comprobación del diámetro del giro de la dirección							
	Dirección completa a la derecha							
	Dirección completa a la izquierda							
2.2 Miscellaneous Comprobaciones de Rendimiento								
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios	
2.2.1								
2.2.2								
2.2.3								

3. Sistema Hidráulico									
3.1 Sistema Hidráulico del Implemento									
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios		
3.1.1	Prueba de reserva de baja presión								
3.1.2	Prueba de parada de alta presión								
3.1.3	Prueba de presión de margen								
3.2 Sistema Hidráulico de Dirección									
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios		
3.2.1	Presión de la bomba de carga de dirección								
	Presión de alivio de la bomba de carga								
		Und.	Observado	"X" Max	"X" Min		Comentarios		
	Presión de descarga de la bomba de carga								
Estado	Descripción	Und.	Observado	Y1		Y2		Comentarios	
3.2.2	Presión del piloto de dirección								
	(A) Girar a la izquierda								
	(B) Girar a la izquierda								
	(C) Girar a la izquierda								
	(A) Girar a la derecha								
	(B) Girar a la derecha								
	(C) Girar a la derecha								
3.2.3	Presión de corte de la bomba de dirección	Und.	Observado				Rangos de temperatura del aceite		
	Temperatura del aceite						??° a ??°	??° a ??°	
			RPM del motor observado						
		Und.	Observado		RPM especificado	Presión especificada	Presión especificada		
	Máxima presión derecha de la dirección								
	Máxima presión izquierda de la dirección								
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios		
3.2.4	Prueba de presión de la caja de la bomba de dirección								
3.3 Sistema de Ventilador Hidráulico (si está equipado)									
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios		
3.3.1	Ventilador hidráulico (si está equipado)								
	Presión mínima de la bomba de control (Alto Inactivo)								
	Presión Máxima de la Bomba Mecánica (Alto Inactivo)								
	Velocidad del ventilador (velocidad del clip)								
	Presión de la bomba del ventilador a la velocidad del clip								
3.4 Miscellaneous Hidráulico									
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios		
3.4.1									
3.4.2									
3.4.3									

4. Tren de Fuerza							
4.1 Dirección diferencial							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
4.1.1	Pruebas de presión de transmisión						
	Presión de entrada del convertidor (P3)						
	Alto ralenti						
	Embrague de velocidad (P1) (presión inicial)						
	Bajo ralenti						
	Embrague de velocidad (P1)						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Dirección Embrague (P2)						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Aceite lubricante de transmisión						
	Bajo ralenti (con frenos encendidos)						
	Alto ralenti (con frenos encendidos)						
	Presión de freno						
	Freno derecho (alto ralenti con los frenos apagados)						
	Freno izquierdo (alto ralenti con frenos encendidos)						
	Freno derecho (bajo ralenti con los frenos apagados)						
	Freno izquierdo (bajo ralenti con frenos encendidos)						
	Freno de mano						
	Bajo ralenti (con los frenos de servicio apagados y el freno de estacionamiento encendido)						
	Alto ralenti (con los frenos de servicio apagados y el freno de estacionamiento encendido)						
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
	Bomba de baja presión (carga del convertidor de par)						
	Alto ralenti						
	Ajuste de válvula prioritaria						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Bomba de aceite de transmisión						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Presión de salida del convertidor						
	Tercera velocidad de avance y convertidor en condiciones de bloqueo						
	Lubricación del freno						
	Freno derecho (alto ralenti con los frenos apagados)						
	Freno izquierdo (alto ralenti con los frenos apagados)						
	Freno derecho (alto ralenti con los frenos encendidos)						
	Freno izquierdo (alto ralenti con los frenos encendidos)						
	Lubricación del accionamiento de la bomba						
	Bajo ralenti (con frenos encendidos)						
	Alto ralenti (con frenos encendidos)						

4. Tren de Fuerza							
4.2 Dirección, Embrague y Freno							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
4.2.1	Pruebas de presión de transmisión						
	Presión de entrada del convertidor (P3)						
	Alto ralenti						
	Embrague de velocidad (P1) (presión inicial)						
	Bajo ralenti						
	Embrague de velocidad (P1)						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Dirección Embrague (P2)						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Aceite lubricante de transmisión						
	Bajo ralenti (con frenos encendidos)						
	Alto ralenti (con los frenos encendidos)						
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
	Presión de freno						
	Freno derecho (alto ralenti con frenos apagados)						
	Freno izquierdo (alto ralenti con frenos encendidos)						
	Freno derecho (bajo ralenti con frenos apagados)						
	Freno izquierdo (bajo ralenti con frenos encendidos)						
	Freno de mano						
	Bajo ralenti (con los frenos de servicio apagados y el freno de estacionamiento encendido)						
	Alto ralenti (con los frenos de servicio apagados y el freno de estacionamiento encendido)						
	Bomba de baja presión (carga del convertidor de par)						
	Alto ralenti						
	Ajuste de válvula prioritaria						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Bomba de aceite de transmisión						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti						
	Presión de salida del convertidor						
	Tercera velocidad de avance y convertidor en condiciones de bloqueo						
	Presión de lubricación del embrague / freno						
	Freno derecho (alto ralenti con los frenos apagados)						
	Freno izquierdo (alto ralenti con frenos desactivados)						
	Lubricación del accionamiento de la bomba						
	Bajo ralenti (con frenos encendidos)						
	Alto ralenti (con frenos encendidos)						
	Presiones de embrague						
	Embrague de la mano izquierda (bajo ralenti con frenos encendidos)						
	Embrague de la mano derecha (Bajo ralenti con frenos encendidos)						
	Embrague de la mano izquierda (alto ralenti con freno izquierdo encendido)						
	Embrague de la mano izquierda (Alto ralenti con freno derecho encendido)						
	Embrague de la mano derecha (alto ralenti con freno izquierdo encendido)						
	Embrague de la mano derecha (alto ralenti con freno derecho encendido)						
4.3 Miscellaneous Tren de Fuerza							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
4.3.1							
4.3.2							
4.3.3							

5. Sistema Eléctrico							
5.1 Sistema Eléctrico							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
5.1.1	Voltaje de la batería						
	Motor parado						
	Bajo ralenti						
	Alto ralenti	V					
5.1.2	Inspeccionar los cables de la batería						
5.1.3	Prueba de arranque	A					
5.2 Miscellaneous Eléctrico							
Estado	Descripción	Und.	Observado	Especificado	(+)Tol	(-)Tol	Comentarios
5.2.1							
5.2.2							
5.2.3							
6. S-O-S							
6.1 S-O-S Muestreo							
Estado	Descripción	Obtener	Comentarios				
6.1.1	Muestra del aceite del motor						
6.1.2	Muestra del refrigerante del motor (Nivel II)						
6.1.3	Muestra de aceite hidráulico						
6.1.4	Muestra de Aceite de Transmisión						

ANEXO N° 08

Manual de organización y funciones

CARGO	SUPERVISOR MECANICO
CÓDIGO	GO-SM-023
LÍNEA DE AUTORIDAD	
DEPENDE DE	Jefe de Mantenimiento
SUPERVISA A	Supervisor mecánico (Ruta y Frentes), Supervisor Eléctrico, Supervisor de soldadura, supervisor de neumáticos, tornero.
DELEGA	En caso de vacaciones, enfermedad, viaje o cualquier tipo de ausencia temporal, será reemplazado por la persona que se designen para tareas específicas. Cualquier delegación específica se hará a través de un memorándum.
LÍNEAS DE COORDINACION	
COORDINACION INTERNA	Mantenimiento, Operaciones, Almacén, Compras, RRHH, Administración y QHSE.
COORDINACION EXTERNA	Proveedores mantenimiento externo, Representantes de Marcas
FUNCIONES GENERALES	
Elaborar, programar y actualizar planes, así como el presupuesto anual de mantenimiento basado en la información técnica del fabricante, inventario e historial de mantenimiento de las unidades y Proyecciones de operaciones.	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar activamente en todo lo relacionado al cumplimiento de los objetivos, las normas, los procedimientos del Sistema QHSE. 2. Programar y Planificar los Mantenimientos Preventivos de Unidades de Transporte de Ruta y Frentes, en coordinación con los Supervisores de Mantenimiento. 3. Elaborar el "Plan de Mantenimiento Anual" y verificar la correcta ejecución. 4. Controlar el programa de órdenes de trabajo para asegurar su cumplimiento al 100% 5. Colaborar en la solicitud de presupuestos para reparaciones, según los índices de rotación. 6. Supervisar la organización y archivo eficiente de órdenes de mantenimiento trabajo y documentación general del Área. 7. Supervisar la información diaria del consumo de piezas de reparación, mantenimiento de la información histórica, la identificación de las desviaciones y las oportunidades de mejora de Ruta y Frentes. 8. Elaborar los índices de gestión del mantenimiento y presentar mensualmente. 9. Mantener un seguimiento y control del gasto en el mantenimiento ruta y frentes. 10. Coordinar con los departamentos involucrados su participación para facilitar el cumplimiento del plan de Mantenimiento. 11. Controlar los KPIs y elaboración de reportes e informes para Gerencia. 	

12. Supervisar los Check List de operatividad, entregas técnicas verificadas y firmadas por el supervisor de mantenimiento y Horómetros, Km de equipos de manera aleatorio costeadas.			
13. Realizar el Análisis rutinario de Historial de Unidades de Transporte.			
14. Elaborar estadísticas todas actividades Mantenimiento.			
15. Asegurar la conformidad de todas las etapas del proceso de planificación e ingeniería, realizar la evaluación del costo de mantenimiento por cada orden.			
16.			
17. Otras, que en el ámbito de sus funciones le sean asignadas por su jefe inmediato.			
PERFIL DEL PUESTO			
PROFESIÓN			
Mínimo		Óptimo	
<ul style="list-style-type: none"> Técnico Mecánico (Egresado TECSUP) o Carrera afines. 		<ul style="list-style-type: none"> Ingeniero Mecánico o Mecatronico – titulado 	
NIVEL DE FORMACIÓN			
Mínimo		Óptimo	
<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de equipos de Maquinaria Pesada y camiones SCANIA, VOLVO. Conocimientos básicos de Operación de Maquinaria y camiones SCANIA, VOLVO. 		<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de equipos de Maquinaria Pesada y camiones SCANIA, VOLVO. Conocimiento en Planificación y Ejecución de Mantenimientos Preventivos. Conocimientos avanzados de Operación de Maquinaria y camiones SCANIA, VOLVO. 	
NIVEL DE EXPERIENCIA			
Mínimo		Óptimo	
<ul style="list-style-type: none"> 3 años de experiencia en puestos similares 		<ul style="list-style-type: none"> 5 años de experiencia en puestos similares 	
HABILIDADES PERSONALES (A,B,C)			
Ética Profesional	A	Precisión.	A
Calidad de Trabajo	A	Trabajo en equipo	A
Compromiso	A	Lealtad y sentido de pertenencia	A
Pensamiento Estratégico	A	Capacidad de Planificación y Organización	A
Mejora continua	A	Adaptación al cambio.	A
HABILIDADES TÉCNICAS (A,B,C)			
HERRAMIENTAS INFORMATIVAS			
Procesador de hojas de texto y de Cálculo.			B
IDIOMAS			
Ingles			NA

ANEXO N° 09

Costos de mantenimiento preventivo (\$/Hora)

Excavadora 336DL (\$/Hora)

Familia	Excavadoras Hidráulicas		Modelo	336DL	Prefijo	M4T
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	110.14	180.98	35.75	326.87	4	1307.49
PM 2	217.32	180.98	53.62	451.92	2	903.84
PM 3	354.86	361.96	136.34	853.16	1	853.16
PM 4	553.89	1376.16	272.69	2202.74	1	2202.74
Total(USD):						5267.22
USD/Hr:						2.63

Excavadora 320 DL (\$/Hora)

Familia	Excavadoras Hidráulicas		Modelo	320DL	Prefijo	A8F/A6F/TM F
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	132.83	180.98	31.28	345.09	4	1380.36
PM 2	247.45	180.98	49.15	477.58	2	955.17
PM 3	410.88	358.80	85.68	855.36	1	855.36
PM 4	668.64	1098.00	151.19	1917.83	1	1917.83
Total(USD):						5108.72
USD/Hr:						2.55

Tractor D7R II (\$/Hora)

Familia	Tractor de cadenas		Modelo	D7R II	Prefijo	BRM
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	149.65	180.98	35.75	366.38	4	1465.52
PM 2	567.77	180.98	53.62	802.37	2	1604.75
PM 3	679.26	892.26	136.34	1707.86	1	1707.86
PM 4	785.75	1259.95	272.69	2318.39	1	2318.39
Total(USD):						7096.51
USD/Hr:						3.55

Tractor D6T XL (\$/Hora)

Familia	Tractor de cadenas		Modelo	D6T XL	Prefijo	GCT
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	120.86	180.98	35.75	337.59	4	1350.36
PM 2	541.46	180.98	53.62	776.06	2	1552.13
PM 3	640.05	803.35	136.34	1579.74	1	1579.74
PM 4	784.11	1171.04	272.69	2227.84	1	2227.84
Total(USD):						6710.06
USD/Hr:						3.36

Cargador frontal 962H (\$/Hora)

Familia	Cargadores frontales		Modelo	962H	Prefijo	M3G/SSA
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	124.89	180.98	31.28	337.15	4	1348.60
PM 2	562.40	180.98	49.15	792.53	2	1585.07
PM 3	636.12	358.80	85.68	1080.60	1	1080.60
PM 4	736.83	1367.02	151.19	2255.04	1	2255.04
Total(USD):						6269.31
USD/Hr:						3.13

Cargador frontal 950H (\$/Hora)

Familia	Cargadores Frontales		Modelo	950H	Prefijo	M1G
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	91.26	100.51	31.28	223.05	4	892.20
PM 2	415.17	100.51	49.15	564.84	2	1129.68
PM 3	463.11	213.57	85.68	762.36	1	762.36
PM 4	564.74	842.05	151.19	1557.98	1	1557.98
Total(USD):						4342.22
USD/Hr:						2.17

Retroexcavadora 420F (\$/Hora)

Familia	Retroexcavadoras		Modelo	420F	Prefijo	LTG
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	63.38	44.00	31.28	138.66	4	554.64
PM 2	295.11	44.00	49.15	388.26	2	776.53
PM 3	393.31	383.72	85.68	862.71	1	862.71
PM 4	393.31	660.92	151.19	1205.42	1	1205.42
Total(USD):						3399.30
USD/Hr:						1.70

Compactador vibratorio CS533E (\$/Hora)

Familia	Compactador vibratorio de Suelo		Modelo	CS533E	Prefijo	TJL
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	55.74	90.49	31.28	177.51	4	710.04
PM 2	116.84	90.49	49.15	256.48	2	512.97
PM 3	350.01	1239.61	85.68	1675.30	1	1675.30
PM 4	380.01	1239.61	151.19	1770.81	1	1770.81
Total(USD):						4669.12
USD/Hr:						2.33

Compactador vibratorio CS56B (\$/Hora)

Familia	Compactador vibratorio de Suelo		Modelo	CS56B	Prefijo	437/M4M
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	172.28	90.49	31.28	294.05	4	1176.20
PM 2	242.86	90.49	49.15	382.50	2	765.01
PM 3	436.50	1861.78	85.68	2383.96	1	2383.96
PM 4	436.50	2138.98	151.19	2726.67	1	2726.67
Total(USD):						7051.84
USD/Hr:						3.53

Motoniveladora 140K (\$/Hora)

Familia	Motoniveladoras		Modelo	140K	Prefijo	JPA/SZL
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2000 Hrs	Gran Total Por Evento
PM 1	133.93	90.49	35.75	260.17	4	1040.68
PM 2	485.10	90.49	53.62	629.21	2	1258.43
PM 3	567.04	357.22	136.34	1060.60	1	1060.60
PM 4	668.88	996.38	272.69	1937.95	1	1937.95
Total(USD):						5297.65
USD/Hr:						2.65

Camión volquete FMX (\$/Hora)

Familia	Camion Volquete		Modelo	FMX-440HP		
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 2400 Hrs	Gran Total Por Evento
B1	125.52	234.50	20.82	380.84	2	761.68
B2	215.52	234.50	31.23	481.25	2	962.50
ME	398.49	347.99	54.91	801.39	1	801.39
C	453.84	678.41	99.65	1231.90	1	1231.90
Total(USD):						3757.47
USD/Hr:						1.57

Camión tracto FH, FM (\$/Hora)

Familia	Camion Tracto		Modelo	FH/FM		
Servicio a Facturar (Evento)	Kit de Repuestos Necesarios para el PM	Fluidos	Tarifa para el Servicio	Total por Evento	Cantidad de Eventos en 120000 Kms	Gran Total Por Evento
B1	126.36	234.50	26.03	386.89	2	773.77
B2	273.95	234.50	36.44	544.89	2	1089.77
ME	645.26	314.62	60.40	1020.28	1	1020.28
C	752.03	694.48	107.96	1554.46	1	1554.46
Total(USD):						4438.28
USD/Km:						0.04

ANEXO N° 10

Validación de Hipótesis

Para la validación, inicialmente, compartimos con los principales participantes desde el gerente de operaciones hasta los técnicos de nivel 2, los resultados del diagnóstico situacional, a fin de analizarlos y obtener retroalimentación sobre las interpretaciones a sus respuestas, esto nos permite comprobar las inconsistencias.

Una vez recopilada la información, para la validación de las hipótesis, utilizamos el enfoque cualitativo, partiendo de la descripción del fenómeno de manera profunda y comprensiva, para ello, recurrimos a realizar entrevistas estructuradas, como base de preguntas abiertas, tratando de llegar al cómo y por qué de las respuestas del entrevistado.

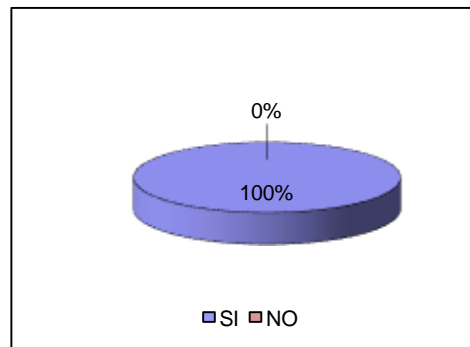
A continuación se detalla la relación del personal entrevistado:

APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGOS SG
GOMEZ BRUNA RAMON ENRIQUE	29451714	GERENTE DE OPERACIONES
OCHOA HUAMANTUPA WALTER	07517545	SUB GERENTE DE OPERACIONES
LAVA AYALA OSCAR IVAN	40813419	SUPERVISOR MECANICO
BARRA ARAPA MIGUEL ANGEL	80256985	TECNICO MECANICO NIVEL 1 EQUIPO PESADO
MELENDEZ SUCA RONALD ALVARO	42863820	TECNICO MECANICO NIVEL 2 EQUIPO PESADO
CORRALES MARQUEZ CESAR AUGUSTO	43094630	TECNICO MECANICO NIVEL 1 EQUIPOS LIVIANOS
NEIRA PRIETO VLADIMIR MARCOS	41310903	TECNICO MECANICO NIVEL 2 EQUIPOS LIVIANOS
HUACANTARA MOYA IVAN ROEL	70086771	TECNICO ELECTRICO NIVEL 1 EQUIPO PESADO / LIVIANO

La siguiente entrevista aplicada al personal de DCR, permitirá la validación teórica de las hipótesis propuestas.

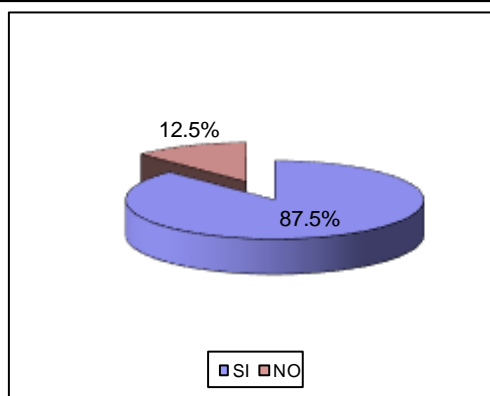
1. ¿Considera usted que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento mejorará la operatividad de la flota de maquinaria y equipo de DCR Minería y construcción?

	Cantidad	%
SI	8	100%
NO	0	0%
Total	8	100%



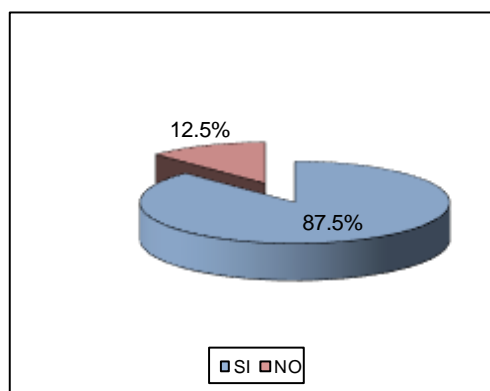
2. ¿El efectuar un diagnóstico situacional del área de mantenimiento de la empresa DCR, permitirá relacionar significativamente e identificar oportunidades de mejora en la operatividad de la flota de maquinaria y equipo?

	Cantidad	%
SI	7	87.5%
NO	1	12.5%
Total	8	100%



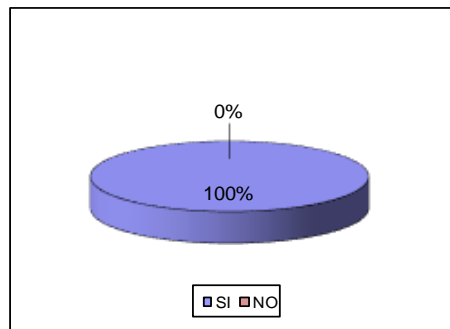
3. ¿Aplicando la planificación estratégica en el área de mantenimiento de la empresa DCR, se logrará mejorar la operatividad de la flota de maquinaria y equipo?

	Cantidad	%
SI	7	87.5%
NO	1	12.5%
Total	8	100%



4. ¿Considera usted que la aplicación de herramientas de gestión como el análisis de criticidad y el análisis de modos y efectos de falla mejorará la confiabilidad y disponibilidad de la flota de maquinaria y equipo de DCR?

	Cantidad	%
SI	8	100%
NO	0	0%
Total	8	100%



5. ¿Considera usted que para reducir los costos de mantenimiento de la flota de maquinaria y equipo de DCR, es importante la implementación del sistema de gestión de mantenimiento?

	Cantidad	%
SI	7	87.5%
NO	1	12.5%
Total	8	100%

