

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y DE
ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA



DISEÑO DE ESTRATEGIAS EN
MANTENIMIENTO PARA EL AUMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD EN UNA FLOTA DE
CARGUÍO Y ACARREO DE UN
PROYECTO MINERO
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO
RENZO MARTIN MANINI ROJAS
CALLAO, MARZO, 2016
PERÚ

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado en los pasos y en su inmensa sabiduría, me dio las oportunidades que me colocaron en las situaciones precisas de la vida.

A mi madre, mujer que me apoyo en todo, cuando más necesitaba de alguien, supo estar allí, sin condición alguna y llena de amor.

A mis hermanas, Claudia y Fabiola, mis pequeñas cómplices en casi todos los aspectos de mi vida, las cuales me motivan a ser mejor.

A mí mismo, por terminar lo que empecé.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, ante todo, por lo que se me ha brindado a través de todos estos años la oportunidad de continuar con mi crecimiento profesional a través del título universitario.

A mi familia, madre y hermanas, por darme el amor y el apoyo que solo ellas me supieron brindar en distintas etapas de mi vida, siendo fuente de inspiración en todo sentido.

A mi hermosa facultad, mi adorada FIME, a los profesores, personal administrativo y todos lo que conforman esta hermosa familia, por haberme albergado durante el tiempo perfecto para enseñarme de todo, dentro y fuera de sus aulas además de concederme su amistad y creer en mí, antes de que yo mismo crea.

A mis compañeros de viaje y mentores: Tristan Croft, Marco Romero, Marcelo Avendaño, Gerard Stanke, Mariano Huamani, Larry Chacon, José Portugal y José Huatuco, por enseñarme que la ingeniería mecánica es más que una rama de la ingeniería, es una pasión que se lleva a todos los campos de tu vida.

A mis amigos más cercanos: Angel Burga, Diego Arevalo y Catty Zevallos, por todos los buenos deseos y ánimos durante estos años.

Y finalmente a mi padre, por enseñarme que, en las situaciones más difíciles, el ingenio y el recurso, es lo que prevalece.

ÍNDICE

TABLAS DE CONTENIDO	5
RESUMEN	23
ABSTRACT	25
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	27
1.1. Identificación del problema	27
1.2. Formulación del problema	28
1.3. Objetivos de la investigación	29
1.4. Justificación	29
1.5. Importancia	30
CAPITULO II. MARCO TEORICO	31
2.1. Antecedentes de estudio	31
2.2. Definición de términos	32
CAPITULO III. VARIABLES E HIPÓTESIS	36
3.1. Variables de la investigación	36
3.2. Operacionalización de las variables	36
3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas	37
CAPITULO IV. METODOLOGÍA	38

4.1. Tipo de investigación	38
4.2. Diseño de la investigación	38
4.2.1. Parámetros básicos de investigación	39
4.2.2. Etapas de la investigación	41
4.2.3. Detalle de la investigación	41
4.3. Población y muestra	44
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
4.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para el análisis y selección de activos	44
4.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la componentización de equipos	45
4.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para el comisionamiento de activos	45
4.5. Procedimientos de recolección de datos	46
4.5.1. Procedimientos de recolección de datos para el análisis y selección de activos	46
4.5.2. Procedimiento de recolección de datos para la Componentización de equipos	51

4.5.3. Procedimiento de recolección de datos para el comisionamiento de activos	56
4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos	69
4.6.1. Procesamiento y análisis de datos para el análisis y selección de activos	69
4.6.2. Procesamiento y análisis de datos para la componentización de equipos	75
4.6.3. Procesamiento y análisis de datos para el comisionamiento de activos	143
CAPITULO V. RESULTADOS	161
5.1. Resultados del análisis y selección de activos	161
5.2. Resultados de la componentización de equipos	162
5.3. Resultados del comisionamiento de activos	163
CAPITULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	165
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados	165
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares	165
CAPITULO VII. CONCLUSIONES	167
CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES	169

CAPITULO IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	170
ANEXOS	173
ANEXO 1. Matriz de consistencia	173
ANEXO 2. Plan de minado proyecto Constancia periodo 2013-2030	174
ANEXO 3. Brochure pala hidráulica Hitachi EX 5600-6	175
ANEXO 4. Brochure camión minero Caterpillar 793F	191

TABLAS DE CONTENIDO

TABLA 4.1 – CRONOGRAMA DE SOLICITUD Y EVALUACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS	46
TABLA 4.2 – FORMATO DE PRODUCCIÓN HORARIA PARA LA FLOTA DE CONSTRUCCIÓN	47
TABLA 4.3 – FORMATO DE PRODUCCIÓN HORARIA PROMEDIO PROYECTADA	47
TABLA 4.4 – FORMATO DE COMPARATIVO PARA LAS OPCIONES DE FLOTA PARA MINADO	48
TABLA 4.5 – FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA EQUIPO DE CARGUÍO	49
TABLA 4.6 – FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA EQUIPO DE ACARREO	50
TABLA 4.7 – FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EQUIPO DE CARGUÍO	50
TABLA 4.8 – FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EQUIPO DE ACARREO	51

TABLA 4.9 – CRONOGRAMA DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA ESTRATEGIA DE COMPONENTIZACIÓN DE ACTIVOS	52
TABLA 4.10 – FORMATO DE INGRESO DE EQUIPOS AL PORTAFOLIO DE ACTIVOS	52
FIGURA 4.1 – NOMENCLATURA DE CODIFICACIÓN	53
TABLA 4.11 – FORMATO CODIFICACIÓN DE ACTIVOS	53
TABLA 4.12 – FORMATO DE COMPONENTIZACION DE ACTIVOS	54
TABLA 4.13 – FORMATO DE IDENTIFICACION DE REPUESTOS AUXILIARES APL	55
TABLA 4.14 – FORMATO DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN HORAS DE LOS COMPONENTES	55
TABLA 4.15 – CRONOGRAMA DE ESTRATEGIA DE COMISIONAMIENTO DE EQUIPOS	56
TABLA 4.16 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL MOTOR	57
TABLA 4.17 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL TREN DE POTENCIA	57

TABLA 4.18 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS CUBOS	58
TABLA 4.19 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	58
TABLA 4.20 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS IMPLEMENTOS	59
TABLA 4.21 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS	59
TABLA 4.22 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA CABINA O TECHO	60
TABLA 4.23 – FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS ACCESORIOS Y VARIOS	60
TABLA 4.24 – FORMATO DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN LOS ACTIVOS	61
TABLA 4.25 – CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE LA INSPECCIÓN USANDO ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	62

TABLA 4.26 – FORMATO DE REGISTRO PARA OBSERVACIONES POR ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LOS ACTIVOS	63
TABLA 4.27 – FORMATO DE RESULTADOS DE OBSERVACIONES REALIZADAS POR EL ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	64
TABLA 4.28 – FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6	65
TABLA 4.29 – FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F	66
TABLA 4.30 – FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6	67
TABLA 4.31 – FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F	68

TABLA 4.32 – FORMATO DE RESULTADO DE OBSERVACIONES	
PARA EL ARMADO Y PRUEBAS EN LOS ACTIVOS	69
TABLA 4.33 – PRODUCCIÓN HORARIA PARA LA FLOTA	
DE CONSTRUCCIÓN	69
TABLA 4.34 – PRODUCCIÓN HORARIA PROMEDIO PROYECTADA	70
TABLA 4.35 – COMPARATIVO PARA LAS OPCIONES DE FLOTA	
PARA MINADO	71
TABLA 4.36 – ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA	
EQUIPO DE CARGUÍO	73
TABLA 4.37 – ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA	
EQUIPO DE ACARREO	73
TABLA 4.38 – ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA	
EQUIPO DE CARGUÍO	74
TABLA 4.39 – ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA	
EQUIPO DE ACARREO	74
FIGURA 4.2 – PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	76
FIGURA 4.3 – CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	76

TABLA 4.40 – INVENTARIO DE EQUIPOS A UTILIZAR EN	
EL PROYECTO	77
FIGURA 4.4 – COMPONENTIZACIÓN DE ACTIVOS	78
FIGURA 4.5 – SISTEMA DE MOTOR EN PALA HIDRÁULICA	
HITACHI EX 5600-6	78
FIGURA 4.6 – SUBSISTEMA TREN DE POTENCIA EN PALA	
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	79
FIGURA 4.7 – SUBSISTEMA DE GIRO EN PALA HIDRÁULICA	
HITACHI EX 5600-6	79
FIGURA 4.8 – SUBSISTEMA TREN DE RODAJE EN PALA	
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	80
FIGURA 4.9 – SUBSISTEMA TREN DE RODAMIENTO EN PALA	
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	80
FIGURA 4.10 – SUBSISTEMA DE CILINDROS EN PALA	
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	81
FIGURA 4.11 – SUBSISTEMA DE MOTORES Y BOMBAS EN PALA	
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	81

FIGURA 4.12 – SUBSISTEMA DE CUERPO EN PALA HIDRÁULICA	
HITACHI EX 5600-6	82
FIGURA 4.13 – SISTEMA DE MOTOR EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	83
FIGURA 4.14 – SUBSISTEMA DE TREN DE POTENCIA EN CAMIÓN	
MINERO CATERPILLAR 793F	83
FIGURA 4.15 – SUBSISTEMA DE TREN DE RODAJE EN CAMIÓN	
MINERO CATERPILLAR 793F	84
FIGURA 4.16 – SUBSISTEMA DE CILINDROS EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	84
FIGURA 4.17 – SUBSISTEMA DE LEVANTE EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	85
FIGURA 4.18 – SUBSISTEMA DE RUEDAS EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	85
FIGURA 4.19 – SUBSISTEMA DE DIRECCIÓN EN CAMIÓN	
MINERO CATERPILLAR 793F	86
FIGURA 4.20 – SUBSISTEMA DE SUSPENSIÓN EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	86

FIGURA 4.21 – SUBSISTEMA DE CUERPO EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	87
FIGURA 4.22 – SUBSISTEMA DE CUERPO EN CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	87
TABLA 4.41 – COMPONENTIZACIÓN DE PALA HIDRÁULICA	
HITACHI 5600-6	88
TABLA 4.42 – COMPONENTIZACIÓN DE CAMIÓN MINERO	
CATERPILLAR 793F	89
FIGURA 4.23 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE MOTOR DIÉSEL	90
FIGURA 4.24 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE TERMOSTATO	91
FIGURA 4.25 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE VÁLVULAS DE MOTOR	92
FIGURA 4.26 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE TURBOCOMPRESOR	93
FIGURA 4.27 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BOMBA DE COMBUSTIBLE	94

FIGURA 4.28 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE INYECTORES DE COMBUSTIBLE	95
FIGURA 4.29 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BOMBA DE ACEITE	96
FIGURA 4.30 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BOMBA DE AGUA	97
FIGURA 4.31 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE MOTOR DE ARRANQUE	
ELÉCTRICO	98
FIGURA 4.32 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CAJA DE ENGRANAJES	99
FIGURA 4.33 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE RODAJE Y ENGRANAJE DE	
TORNAMESA	100
FIGURA 4.34 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE REDUCTOR DE GIRO	101
FIGURA 4.35 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE MANDO FINAL	102

FIGURA 4.36 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE TEMPLADOR DE CADENA	103
FIGURA 4.37 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CILINDRO DE LEVANTE DE	
AGUILÓN	104
FIGURA 4.38 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CILINDRO DE CUCHARON	105
FIGURA 4.39 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CILINDRO DE CHAPAleta	106
FIGURA 4.40 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CILINDRO DE ATAQUE Y	
CILINDRO DE NIVEL	107
FIGURA 4.41 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BOMBA DE GIRO	108
FIGURA 4.42 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BOMBA DE IMPLEMENTOS	109
FIGURA 4.43 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE MOTOR DE GIRO	110

FIGURA 4.44 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE MOTOR DE TRASLACIÓN	111
FIGURA 4.45 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BASTIDOR LATERAL	112
FIGURA 4.46 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BASTIDOR CHASIS	113
FIGURA 4.47 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE AGUILÓN	114
FIGURA 4.48 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE CHAPAleta Y CUCHARON	115
FIGURA 4.49 – APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	
COMPONENTE BRAZO DE ATAQUE	116
FIGURA 4.50 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE MOTOR DIÉSEL	117
FIGURA 4.51 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE VÁLVULAS DE MOTOR	118
FIGURA 4.52 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE TURBOCOMPRESOR	119

FIGURA 4.53 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BOMBA DE COMBUSTIBLE	120
FIGURA 4.54 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BOMBA DE TRANSFERENCIA DE	
COMBUSTIBLE	121
FIGURA 4.55 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE INYECTORES DE COMBUSTIBLE	122
FIGURA 4.56 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE COMPRESOR	123
FIGURA 4.57 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE SECADOR DE AIRE	124
FIGURA 4.58 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BOMBA DE AGUA	125
FIGURA 4.59 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BOMBA DE AGUA DE	
AFTERCOOLER	126
FIGURA 4.60 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE ALTERNADOR	127

FIGURA 4.61 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE MOTOR DE ARRANQUE	
NEUMÁTICO	128
FIGURA 4.62 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE CONVERTIDOR DE TORQUE	129
FIGURA 4.63 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE TRANSMISIÓN	130
FIGURA 4.64 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE MANDO FINAL IZQUIERDO Y	
DERECHO	131
FIGURA 4.65 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE DIFERENCIAL	132
FIGURA 4.66 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE CILINDRO DE LEVANTE IZQUIERDO	
Y DERECHO	133
FIGURA 4.67 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BOMBA DE LEVANTE	134

FIGURA 4.68 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE RUEDA IZQUIERDA Y DERECHA	135
FIGURA 4.69 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE CILINDRO DE DIRECCIÓN	
IZQUIERDO Y DERECHO	136
FIGURA 4.70 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE CILINDRO DE SUSPENSIÓN	
DELANTERA	137
FIGURA 4.71 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE CILINDRO DE SUSPENSIÓN	
POSTERIOR	138
FIGURA 4.72 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE BASTIDOR SUPERIOR E	
INFERIOR	139
FIGURA 4.73 – APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	
COMPONENTE TOLVA	140
TABLA 4.43 – TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES EN	
PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6	141

TABLA 4.44 – TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F	142
TABLA 4.45 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL MOTOR EN LOS ACTIVOS	143
TABLA 4.46 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL TREN DE POTENCIA EN LOS ACTIVOS	144
TABLA 4.47 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS CUBOS EN LOS ACTIVOS	144
TABLA 4.48 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL CHASIS Y TREN DE RODAMIENTOS EN LOS ACTIVOS	145
TABLA 4.49 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS IMPLEMENTOS EN LOS ACTIVOS	145
TABLA 4.50 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LOS ACTIVOS	146
TABLA 4.51 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA CABINA O TECHO EN LOS ACTIVOS	146

TABLA 4.52 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS ACCESORIOS Y VARIOS	147
TABLA 4.53 – FORMATO DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN LOS ACTIVOS	148
FIGURA 4.74 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6	149
FIGURA 4.75 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LA ESTRUCTURA DEL CHASIS DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6	150
FIGURA 4.76 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL AGUILÓN DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6	151
FIGURA 4.77 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL BRAZO DE ATAQUE DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6	151

FIGURA 4.78 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL CUCHARÓN DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6	152
FIGURA 4.79 – OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LOS CHASISES DE LOS CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F	153
TABLA 4.54 – REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6	155
TABLA 4.55 – REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F	156
TABLA 4.56 – OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6	157
TABLA 4.57 – OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F	158
TABLA 4.58 – RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN POR ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LOS ACTIVOS	159

TABLA 4.59 – RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DEL

ARMADO Y PRUEBAS EN LOS ACTIVOS

160

RESUMEN

Las operaciones mineras en el Perú, tienen por característica desarrollar cuatro etapas a lo largo de su ciclo de vida, las cuales son: exploración, construcción, explotación y cierre de mina. El objeto de estudio de este trabajo se ubica en la etapa de transición de construcción a explotación, donde ya se tienen varias facilidades habilitadas, como las vías de acarreo, instalaciones edificadas (planta, pozos, grifos, talleres, campamentos, entre otros) e instalación de tuberías de alcantarillado dentro del proyecto.

En todo este proceso de construcción, se han utilizado una gran cantidad de equipos que, en su mayoría, son excavadoras y camiones mineros de mediana capacidad. El área de mantenimiento tiene la responsabilidad de que estos equipos trabajen de manera continua, asegurando el cumplimiento de la producción y los objetivos establecidos de acuerdo al plan de minado.

Para asegurar el cumplimiento de la producción y los objetivos del plan de minado, se plantea desarrollar estrategias de mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero, con el propósito de optimizar los costos, la vida útil de los equipos y los riesgos de los activos; en la etapa de transición de construcción a explotación minera. Además, se evalúa desde que el activo es concebido como idea, realizar el proceso de análisis y selección, identificación y componentización de equipos, análisis de ciclo de vida,

comisionamiento y armado de equipos; todo esto alineado a la política de gestión de activos de la empresa.

Se investigó sobre la gestión de activos, su estructura y requerimientos; a fin de desarrollar y diseñar estrategias específicas en mantenimiento para la flota que se utilizará en la etapa de explotación de la mina.

Los beneficios de la aplicación de estrategias en mantenimiento son: un adecuado manejo del riesgo en los activos, incremento de la vida útil de los activos, reducción de costos por paradas de mantenimiento y sobre todo asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero en su etapa de explotación.

ABSTRACT

Mining operations in Peru, are by nature develop four stages throughout their life cycle, which are: exploration, construction, operation and mine closure. The study object of this work is located in the transition from construction to operation, which already have several enabled facilities such as haulage ways, built facilities (plant, wells, taps, workshops, camps, etc.) and installation of sewer pipes within the project.

In all this construction process, we have used a lot of equipment that mostly are excavators and medium capacity mining trucks. The maintenance division is responsible for this equipment to work continuously, ensuring compliance of production and the targets set according to the mining plan.

To ensure compliance with production and objectives of the mining plan, it aims to develop maintenance strategies for increasing productivity in a fleet of loading and hauling of a mining project, in order to optimize costs, service life equipment and risks of assets; in the transition from construction to mining. In addition, it is evaluated since the asset is conceived as an idea, make the process of analysis and selection, identification and componentization equipment, life-cycle assessment, commissioning and assembly of equipment; this aligned asset management policy of the company.

It was investigated on asset management, structure and requirements; to develop specific strategies and maintenance for the fleet to be used in the exploitation phase of the mine.

The benefits of the implementation of strategies in maintenance are: proper management of risk assets, increase the useful life of assets, reduced costs for maintenance shutdowns and above all ensure reliability and availability of equipment for a fleet of loading and hauling of a mining project in its operational stage.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

El objetivo de esta investigación fue diseñar las estrategias en mantenimiento de equipos para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero ubicado en los terrenos de las comunidades de Uchucarcco y Chilloroya, distritos de Chamaca y Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cuzco, a una elevación variable entre 4,000 y 4,500 msnm. El proyecto consiste en la explotación de una mina a tajo abierto, con valores recuperables de cobre y molibdeno con tres frentes de trabajo. Tiene una vida estimada de 22 años, por lo que se evaluó las diferentes opciones para los equipos con lo la finalidad de que se encuentran realizando las actividades de explotación de la mina.

Al evaluar los equipos se tomaron las mejores decisiones para la selección de la flota que realiza la explotación de la mina. Esta fue la que más se ajustó a las necesidades y está contribuyendo con el cumplimiento del plan de minado.

En la etapa de construcción, se utilizaron para el acarreo cuarenta y cinco camiones volquete Scania P440 8x4, con una capacidad de tolva de 24t. y como equipos de carguío, cuatro excavadoras Caterpillar 385C, con una

capacidad de cucharón de 5.3 m³; lo que comprendía un 85% de los equipos en total para esta etapa.

De acuerdo con el plan de minado proyectado para los siguientes diecisiete años se debe realizar el movimiento de tierras anual de 60,854 Kt., con picos de producción que rodean los 81,043 Kt. El término de las actividades con los activos que se tienen en la etapa de construcción no es inmediata, se tiene proyectado realizar de manera progresiva por lo cual no se cuenta con una flota disponible para el arranque de la explotación.

Es necesario enfatizar que con los activos que se contaban solo se tenía una capacidad de producción anual de 23068.8 Kt. anualmente, representando la mitad de la producción anual y casi un tercio de la producción pico proyectada, de acuerdo al plan de minado.

1.2. Formulación del problema

Luego de haber planteado el escenario en que se iban a desarrollar las actividades de explotación, se procedió a formular el problema del siguiente modo: ¿Cómo se pueden diseñar las estrategias en mantenimiento de equipos para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero?

1.3. Objetivo de la investigación

Objetivo principal

Diseñar las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero.

Objetivos específicos

Evaluar y seleccionar los equipos que serán utilizados para la explotación de la mina.

Realizar la componentización de los activos, identificando lo siguiente: sistemas, sub sistemas, componentes, partes auxiliares y horas de los componentes.

Establecer los parámetros para el comisionamiento de los equipos seleccionados.

1.4. Justificación

La presente investigación tiene varios tipos de justificaciones, empezando por la teórica, ya que con estas nuevas estrategias en mantenimiento se obtiene un conocimiento específico sobre la aplicación de la gestión de activos en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero. También podemos decir que tiene su justificación económica, pues con el aumento de la productividad utilizando estas estrategias, los costos de producción y mantenimiento se reducen. Finalmente tiene una justificación legal, debido a que se están utilizando las normas ISO 55000, ISO 9001 y la NIC 16, las

cuales se aplican a la gestión de activos y son requisito para el cumplimiento del D.S N°055-2010-EM referida al texto único ordenado de la ley general de minería.

1.5. Importancia

El presente trabajo encontró en el diseño de estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero el desarrollo de una metodología que ayudara al proyecto a alcanzar los objetivos del plan de minado, esto también incluye el nuevo conocimiento generado en etapas previas de la puesta en marcha de los activos y la gestión de los equipos desde un nivel pre operativo. El uso de recursos de manera eficiente también es importante, debido a que se pudo alcanzar los objetivos del proyecto con los equipos necesarios sin tener que excederse del presupuesto. Finalmente darle un valor agregado al nuevo conocimiento del personal sobre las especificaciones que se manejan en las empresas de clase mundial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Con respecto al trabajo presentado se cuentan con los siguientes antecedentes:

Abrill Cisneros, Pablo Javier. **Mantenimiento de motores diésel aplicando un programa integral de control de activos fijos**. Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2007. En este trabajo el autor concluye que el control de activos físicos es lo más importante que puede realizar una empresa, permitiendo a todas las áreas interactuar entre ellas participando en este control, siendo mantenimiento el eje principal de este, reflejando así una empresa altamente organizada y competitiva.

Luis Martínez, José. **Diseño de estrategias de mantenimiento para la gestión de activos físicos en empresas distribuidoras de energía eléctrica en Argentina**. Tesis de grado. Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. 2006. Las mejores prácticas, aunque existe una variedad de estrategias, de las empresas líderes en mantenimiento tienen elementos comunes, destinados a optimizar la gestión de sus activos físicos. La mejora en estas estrategias se da en la personalización del tratamiento en el mantenimiento según el contexto operativo lo cual se verá reflejado en el aumento de la rentabilidad de la empresa, es lo que concluye el autor.

Amendola, Luis. **Organización y gestión del mantenimiento**. Valencia. Ediciones PMM Institute for Learning. Segunda edición. 2012. El autor en este libro plantea identificar la realidad y el contexto situacional donde nos encontramos como área de mantenimiento, programar los trabajos según los recursos que necesitemos y tengamos, recibir y registrar los datos que se obtienen de la ejecución de las actividades en mantenimiento, procesar y analizar la información recogida para poder tomar decisiones que sean necesarias.

Kelly, Anthony. **Maintenance strategy**. Oxford. Butterworth-Heinemann. Tercera edición. 2002. Las diferentes metodologías que se han desarrollado a lo largo de la historia del mantenimiento, desde el mantenimiento correctivo hasta las más complejas técnicas predictivas, son parte de lo que el autor propone, concluyendo que, por muchas herramientas que tenga para tener una óptima gestión de mantenimiento, debemos condicionar estas a las necesidades existentes.

2.2. Definición de términos

Gestión de Activos

De acuerdo a la bibliografía elaborada por la BSI (British Standards Institute), la definición de gestión de activos es la siguiente: Actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y sistemas de

activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional.

Activos

Estos son los elementos que tengan un valor específico para la organización, pueden ser y no se limitan a: Plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos y otros.

Optimización

Lograr por medio de un método cuantitativo o cualitativo, según sea apropiado, la relación que proporcione el mejor valor entre los factores en conflicto tales como el desempeño, costos y riesgo admitido dentro de cualquier restricción no negociable.

Productividad

Es el producto generado sea por toneladas extraídas versus los recursos que han sido utilizados para este proceso.

Componentización

Proceso de descomposición de los activos en unidades denominadas componentes.

Comisionamiento

Es un proceso en el cual se aseguran y validan las condiciones en las que se entregaran los activos a sus usuarios finales.

Estrategia de mantenimiento

Conjunto de acciones planeadas para identificar, recopilar, desarrollar e implementar una óptima gestión del mantenimiento de los activos y/o sistemas de una empresa.

Vida útil

Periodo en que se espera que un activo pueda ser utilizado de manera adecuada y obtener beneficios económicos futuros.

Aguilón

Base del brazo de una pala o excavadora, esta brinda los movimientos de arriba y abajo, generalmente van instalados en ellos dos cilindros que permiten estos movimientos.

APL

La Lista de Partes Auxiliares (Ancillary Part List, por sus siglas en ingles), son el conjunto de repuestos que se consideran, cuando se realiza el cambio de un componente mayor o menor.

Backlog

Actividades o tareas de mantenimiento pendientes de ejecución por falta de cualquier tipo de recurso.

Brazo de ataque

Parte central de una pala o excavadora, esta brinda los movimientos de extensión y contracción, generalmente van instalados en ellos un cilindros que permiten estos movimientos.

Cucharón

Parte final de una pala o excavadora, esta recoge el material y realiza movimientos giratorios en un angulo máximo de 210° , generalmente van instalados en ellos dos cilindros que permiten estos movimientos.

CAPITULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación

- **Variable independiente:** Estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero.
- **Variable dependiente:** Mejora en la gestión de equipos por parte de mantenimiento.

3.2. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES
Variable independiente: Estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero.	Selección de equipos, identificación de componentes y comisionamiento de activos.	• Productividad de la flota
		• Frecuencias de cambios de componentes
		• Índice de fallas en los equipos
Variable dependiente: Mejora en la gestión de equipos por parte de mantenimiento	Aplicabilidad en la gestión de activos	• Análisis de indicadores de gestión en mantenimiento

3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas

Hipótesis general

"Al diseñar las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero, se consiguió cumplir con el plan de minado con respecto al movimiento de tierras"

Hipótesis específica

El procesamiento de la información técnica y comercial de equipos ayudó a seleccionar de manera óptima los activos necesarios para las actividades a ejecutarse.

La estructura de componentización de los activos, permitió tener identificadas las partes de los equipos y ayudará en el desarrollo del planeamiento, programación y ejecución de los mantenimientos.

El comisionamiento de los equipos, aseguró la confiabilidad de los activos en el proceso de inspección y armado para su utilización por parte de los operadores.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1. Tipo de investigación

De acuerdo al objeto de estudio la investigación fue de tipo descriptiva - correlacional, debido a que se están diseñando estrategias de mantenimiento basándose en análisis técnicos, identificando elementos que pertenecen a los equipos contribuyendo a la programación de trabajos y asegurándose que en los procesos de ensamblaje y armado se tenga un registro para posteriores trabajos. Esto para aumentar la productividad de la flota de explotación.

4.2. Diseño de la investigación

La presente investigación fue de tipo descriptivo – correlacional, se inició con la identificación del problema, que consistía en la insuficiente capacidad de producción para satisfacer la etapa de explotación en el proyecto minero, esta consta de cuarenta y cinco camiones de 24t. y cuatro excavadoras de 5.3 m³, debido a que la producción anual era 23068.8 Kt. y la producción pico dentro del periodo de explotación de la mina sería de casi tres veces la producción anual con la flota que se contaba, era necesario el aumento de la cantidad de equipos o el redimensionamiento de la flota con equipos de mayor capacidad, con los cuales se podía cumplir con el plan de minado. Para esto se solicitó de la información de los equipos

que se tenían que utilizar en la operación: características técnicas que sean aplicables a la necesidad del proyecto, disponibilidad para la entrega de los equipos, garantías de producto, precios y condiciones contractuales; luego se seleccionarían los activos y se realizarían la identificación de componentes, repuestos y tiempo de vida útil en los activos: análisis de equipos por sistemas, identificación de partes críticas, análisis de ciclo de vida de componentes; finalmente con el comisionamiento se realizaron las inspecciones de todos los componentes y armado de los equipos, asegurando la confiabilidad de los equipos en todo este proceso, coordinando con el fabricante las especificaciones de pruebas de operación y mantenimiento de flota.

4.2.1. Parámetros básicos de investigación

El análisis de la investigación partió de la necesidad de cumplir con el plan de minado proyectado a lo largo de la vida de la mina, para tal fin se realizó con el redimensionamiento de la flota de carguío y acarreo. El área de mantenimiento fue responsable de brindar las mejores opciones de equipos de carguío y acarreo de acuerdo a los análisis técnicos de los equipos, considerando las variables de operación donde se utilizan los activos, por ejemplo: altura sobre el nivel del mar, potencia de motor, estabilidad de los equipos en rampas, capacidades de producción, tiempos de ciclado, etc. Una vez identificados los equipos, se realizó la componentización de los activos, básicamente consistió en identificar los sistemas, sub sistemas,

componentes y piezas auxiliares que conforman el equipo. Esta información es fundamental para dar inicio a la programación de los Mantenimientos Preventivos y también realizar el seguimiento de los componentes aplicando el Mantenimiento Predictivo. Finalmente, en el comisionamiento de equipos, se realizó el seguimiento del armado, ensamblaje y pruebas de los activos, identificando en este proceso las fallas y dando oportunidad para reprogramar los trabajos una vez que los equipos salgan a operar a la mina.

Para esta investigación se definieron los parámetros de acuerdo a cada estrategia a desarrollar, encontrando en cada una de ellas información que se puede medir y a su vez gestionar. De acuerdo a lo anteriormente expuesto para el análisis y selección, redimensionamiento de flota, se utilizaron los siguientes parámetros:

- Cantidad de material minado;
- Cantidad de camiones utilizados;
- Costos de mantenimiento;
- Variación de cronograma de proyecto.

Para las estrategias de componentización de equipos y comisionamiento de activos, que son básicamente estrategias de confiabilidad, se utilizaron los parámetros descritos a continuación:

- Identificación de componentes críticos;
- Tiempo de vida útil de los componentes;

- Fallas de producto en la inspección de activos;
- Calidad de ensamblado y prueba de equipos.

4.2.2. Etapas de la investigación

Las metodologías que se usaron en el desarrollo de las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero estuvieron compuestas de las siguientes estrategias:

- Estrategia de análisis y selección de equipos;
- Estrategia de componentización de activos;
- Estrategia de comisionamiento de equipos.

4.2.3. Detalle de la investigación

Estrategia de análisis y selección de equipos

En esta primera estrategia, se realizó el análisis y selección de la flota de equipos necesarios o mejor dicho el redimensionamiento de la flota, esto pudo involucrar la adquisición de los activos o el uso de los activos existentes del portafolio de activos de la empresa.

Tomando características técnicas de los equipos que cumplían con la producción proyectada, se pudieron tomar decisiones que garantizaron la optimización de costos, la disponibilidad y utilización; y la seguridad en la flota que realiza la explotación en el proyecto.

Para este caso, mantenimiento como área de soporte técnico en los equipos, proporciono el análisis de dos escenarios: el primero donde se aumentó la cantidad de equipos de la flota existente, excavadoras con capacidad de 5.3 m³ de cucharón y camiones de 24 t, para conseguir la cantidad necesaria de producción y el segundo donde se propuso la adquisición de una flota con mayor capacidad de producción. Siendo este un proyecto de similares características a la operación minera Yanacocha, se sugiere trabajar con tres palas hidráulicas que tienen una capacidad de cucharón de 28 m³ y dieciocho camiones mineros con capacidad de tolva de 250 t. En ambos casos el objetivo fue cumplir el plan de minado establecido para el proyecto.

Una vez que se identificó la flota, se generó la solicitud de la información técnica y comercial a los respectivos representantes de los equipos que se manejan dentro del mercado. La información técnica dio las características técnicas de los equipos, frecuencia de mantenimiento, tipos de consumibles a utilizar, cantidad de mano de obra, etc.; mientras que la información comercial sirvió para determinar las condiciones de soporte que se tendrían por parte del representante de la marca, como: garantías, disponibilidad de componentes, personal técnico especializado, entre los más resaltantes.

Estrategia de componentización de activos

La estrategia de componentización de activos consistió en desglosar los activos hasta paquetes o unidades denominadas componentes. Esto utilizando los manuales técnicos y conocimientos ya adquiridos por parte del personal que ejecuta esta estrategia. A su vez se tuvo la información brindada por parte del representante de la marca con las horas de vida útil de estos componentes. Esta fue una información poderosa para poder programar los cambios de componentes, realizar el seguimiento a los comportamientos de estos utilizando herramientas de mantenimiento predictivo, ayuda también a reducir el tiempo de identificación de fallas por causa – raíz, entre otras.

Identificando las partes con la estrategia de componentización de activos, se pudo tener una proyección del presupuesto anual de mantenimiento con respecto a los cambios de componentes, tener la logística planificada para poder trasladar y almacenar los componentes, entre otras ventajas.

Estrategia de comisionamiento de equipos

Esta última estrategia fue la más crítica, aquí se realizó la inspección de forma visual y ensayos no destructivos de la condición de las partes que fueron utilizadas para el ensamblaje de los equipos; en el proceso de armado y ensamblaje, que se encuentran dentro de esta estrategia, se aseguraron que este proceso se realizó siguiendo las recomendaciones del fabricante; para finalizar se ejecutaron las pruebas necesarias para

asegurar el buen funcionamiento de los equipos. Dentro de esta estrategia se utilizaron diversos formatos para registrar las observaciones en los equipos y programar los trabajos de mantenimiento correctivo programado de acuerdo a su criticidad.

4.3. Población y muestra

La población, objeto de esta investigación fue una flota de equipos de construcción compuesta por excavadoras con capacidad de 5.3 m³ de cucharón y camiones con capacidad de tolva de 24 t y una flota de equipos de minado la cual estaba conformada por palas hidráulicas con capacidad de cucharón de 28 m³ y camiones mineros con capacidad de tolva de 250 t. Las capacidades de los equipos de construcción fueron con los que se venían trabajando desde esa etapa en el proyecto minero; mientras que las capacidades de los equipos mineros son de acuerdo al análisis de cantidad de material que se necesitó mover y los frentes de trabajo.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la estrategia de análisis y selección de equipos

Para esta estrategia en mantenimiento, se realizaron las encuestas correspondientes al área de operación y basándose en el plan de minado que se tiene del proyecto. El plan de minado es un documento fundamental con el cual se dan las cantidades de producción en la mina, con este

documento se hizo el análisis de producción proyectada; los partes diarios de producción son documentos que son entregados por los operadores donde indican la cantidad de viajes realizados y el material trasladado, para este caso se analizó la cantidad de viajes y la cantidad de material trasladado; finalmente con la información técnica comercial proporcionada por los representantes de los equipos para minado se realizó el comparativo teniendo en consideración la disponibilidad de equipos, costos de mantenimiento y garantías, como las más resaltantes.

4.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la estrategia de componentización de activos

El análisis documental en los manuales de parte y catálogos de los equipos que se seleccionaron, fueron de un gran soporte para la identificación de los componentes críticos y vida útil de los componentes, estos se colocaron en tablas que identifiquen de manera específica a que sistema del activo corresponden. La inspección visual de los equipos sirvió para cerciorarse que la información brindada de manera teórica es la correcta y se realizó la identificación y registro en un formato de observaciones.

4.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para el comisionamiento de activos

Finalmente, para la estrategia de comisionamiento de activos se utilizó como en el paso anterior el método de la inspección visual de los equipos donde se tuvieron formatos de identificación y registro de las observaciones

encontradas, así como también se realizaron las pruebas y ensayos para dar conformidad con el armado de los equipos establecidos de acuerdo a fabrica, los cuales se registraron dentro del sistema con las observaciones encontradas en los formatos presentados.

4.5. Procedimiento de recolección de datos

4.5.1. Procedimiento de recolección de datos para la estrategia de análisis y selección de equipos

Para la recolección de datos en esta estrategia, se estableció un cronograma de entrega de la información donde se analizó los datos que se tienen del plan de minado, partes diarios de producción e información solicitada a los representantes comerciales de los equipos como se muestra en la tabla 4.1.

TABLA 4.1
CRONOGRAMA DE SOLICITUD Y EVALUACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

FLOTA	2014															
	ABR				MAY				JUN				JUL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Requerimiento del proyecto																
2. Estudio de mercado																
3. Análisis de propuestas																
3.1. Evaluación técnica																
3.2. Evaluación comercial																
4. Descarte de propuestas																
5. Estudio de la situación actual																
6. Requerimiento final																
6.1. Estudio del producto																
6.2. Evaluación de soporte																
6.3. Evaluación económica																
6.4. Evaluación de riesgos/oportunidades																
7. Resultados																
9. Plan de acción																

Actividad principal
 Actividad secundaria

Fuente: Propia.

Con la información del plan de minado se analizaron las cantidades de equipos con los que se venían trabajando y sus capacidades de carguío y acarreo, para poder determinar la producción horaria de la flota de construcción. Toda esta información se recopiló en el formato de producción horaria como se especifica en la tabla 4.2.

TABLA 4.2
FORMATO DE PRODUCCIÓN HORARIA PARA LA FLOTA DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	FLOTA ACTUAL
Cantidad de excavadoras	
Capacidad de cucharón (m3)	
Cantidad de camiones	
Capacidad de tolva (t)	
Número de viajes por hora	
Producción (t / hr)	

Fuente: Propia.

También fue importante conocer de acuerdo al plan de minado cuales eran los promedios de producción horaria proyectada, para facilitar el análisis se procedió a agruparlos en periodos de cuatro años, de acuerdo al formato que se puede encontrar especificado en la tabla 4.3.

TABLA 4.3
FORMATO DE PRODUCCIÓN HORARIA PROMEDIO PROYECTADA

PERIODO	PRODUCCIÓN (t / hr)
2014 - 2017	
2018 - 2021	
2022 - 2025	
2026 - 2029	

Fuente: Propia.

Una vez que se identificaron las producciones horarias promedio proyectadas, se tuvieron que plantear opciones de flotas para el cumplimiento del plan de minado, por ello se debió trabajar en un formato único donde se puedan comparar las flotas de equipos con respecto a la flota de construcción, como se muestra en la tabla 4.4.

TABLA 4.4
FORMATO DE COMPARATIVO PARA LAS OPCIONES DE FLOTA PARA MINADO

DESCRIPCIÓN	FLOTA ACTUAL	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
Cantidad de excavadoras			
Capacidad de cucharón (m3)			
Cantidad de camiones			
Capacidad de tolva (t)			
Número de viajes por hora			
Producción requerida (t / hr)			
Producción (t / hr)			

Fuente: Propia.

Luego de plantear las opciones, solo quedó tomar la mejor decisión teniendo en cuenta la productividad, sostenibilidad, costos de mantenimiento, cantidad de personas a cargo del mantenimiento, consumo de combustible, tiempo de ciclado, frentes de trabajo, etc.

Al lograr identificar los equipos que se necesitarían para la explotación minera, se procedería a solicitar con los representantes de equipos mineros a gestionar la información necesaria de los equipos con las características de producción indicadas previamente.

Los principales puntos que se solicitaron fueron:

- **Técnicos:** Capacidad de carguío, capacidad de acarreo, potencia de motor, tipo de sistema hidráulico, sistema eléctrico, especificación en tren de potencia, peso operacional, dimensiones, tipo de chasis, configuración de tren de rodaje, configuración de neumáticos, tiempos de ciclado.
- **Comerciales:** Costo, marca, modelo y precio del activo, tiempo de entrega de los equipos, capacidad de soporte técnico y comercial, adicionales.

Los datos se colocaron en tablas para el análisis comercial y técnico como se muestran en las tablas 4.5, tabla 4.6, tabla 4.7 y tabla 4.8.

TABLA 4.5
FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA EQUIPO DE CARGUÍO

PROPUESTAS COMERCIALES PARA EQUIPO DE CARGUÍO	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN
DESCRIPCIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
COSTOS DE CAPITAL			
Valor de compra			
Costo total por hora capital			
COSTOS DE OPERACIÓN			
Reparaciones mayores por hora			
Mantenimiento preventivo y fluidos			
Reparaciones menores por hora			
Filtros			
Lubricantes y grasas			
Mano de obra y materiales			
Tren de rodamiento			
GETs			
Cucharón			
Combustible			
Costo total por hora de operación			
TOTAL (CAPEX + OPEX) por hora			

Fuente: Propia.

TABLA 4.6
FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA
EQUIPO DE ACARREO

PROPUESTAS COMERCIALES PARA EQUIPO DE ACARREO	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN
DESCRIPCIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
COSTOS DE CAPITAL			
Valor de compra			
Costo total por hora capital			
COSTOS DE OPERACIÓN			
Reparaciones mayores por hora			
Mantenimiento preventivo y fluidos			
Reparaciones menores por hora			
Filtros			
Lubricantes y grasas			
Mano de obra y materiales			
Uantas			
GFTs			
Tolva			
Combustible			
Costo total por hora de operación			
TOTAL (CAPEX + OPEX) por hora			

Fuente: Propia.

TABLA 4.7
FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA
EQUIPO DE CARGUÍO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPO DE CARGUÍO	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN
DESCRIPCIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Capacidad de cucharón			
Altura			
Ancho			
Largo			
Peso			
Tipo de motor			
Cantidad de motores			
Potencia neta de motor			
Tipo de combustible			
Capacidad de combustible			
Sistema hidráulico			
Velocidad de giro			

Fuente: Propia.

TABLA 4.8
FORMATO DE ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EQUIPO DE ACARREO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPO DE ACARREO	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN
DESCRIPCIÓN	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Capacidad de tolva			
Altura			
Ancho			
Largo			
Peso			
Tipo de motor			
Cantidad de motores			
Potencia neta de motor			
Tipo de combustible			
Capacidad de combustible			
Velocidad máxima promedio			
Aceleración promedio			
Radio de giro			
Marchas			
Neumáticos			

Fuente: Propia.

Ya que contamos con los formatos y la información enviada por parte de los representantes de los equipos mineros se pudo realizar el análisis de la información. Esta debió estar completa de acuerdo a lo solicitado específicamente, de lo contrario el análisis no hubiera sido el adecuado si es que faltara algún dato.

4.5.2. Procedimiento de recolección de datos para la estrategia de componentización de activos

Otra estrategia en mantenimiento que contribuyó al aumento de la productividad sería la componentización de activos. Con la nueva flota de equipos se tenía que generar un plan de gestión para los cambios de componentes en forma programada, de acuerdo a su tiempo de vida útil y

la condición en la que estos se encontraban. Esto aseguraba la confiabilidad de los equipos, evitando paradas imprevistas por fallas mecánicas, falta de repuestos o componentes, ausencia de personal calificado para ejecutar los mantenimientos, etc. A continuación, el cronograma para la componentización de equipos, de acuerdo a la tabla 4.9.

TABLA 4.9

CRONOGRAMA DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA ESTRATEGIA DE COMPONENTIZACIÓN DE ACTIVOS

DESCRIPCIÓN	2014											
	AGO				SEP				OCT			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Ingreso de equipos al portafolio de activos												
2. Codificación de activos												
3. Recepción de información técnica												
4. Análisis de sistemas												
5. Análisis de subsistemas												
6. Análisis de componentes												
7. Análisis de APL												
8. Análisis de horas (vida útil)												
9. Revisión de análisis con equipos												

Actividad

Fuente: Propia.

El ingreso de equipos se ejecutó mediante la codificación de estos, para ello inicialmente se introdujo la descripción del equipo, modelo, marca y su número de serie, de acuerdo a la tabla 4.10.

TABLA 4.10

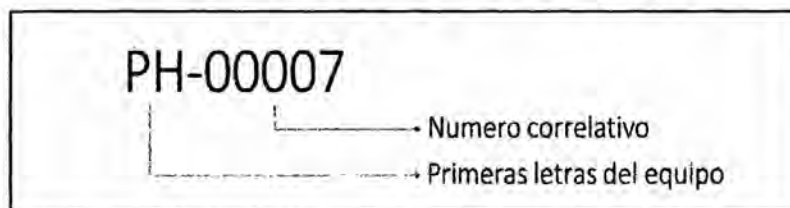
FORMATO DE INGRESO DE EQUIPOS AL PORTAFOLIO DE ACTIVOS.

DESCRIPCIÓN	MODELO	MARCA	SERIE

Fuente: Propia.

Para el código de los equipos, estos comprenden de siete caracteres, las dos primeras serán letras, estas tomadas de las dos primeras palabras del nombre del equipo separadas de un guion; finalmente se le asignara el número correlativo al equipo. De acuerdo a la figura 4.1, se muestra de manera gráfica lo previamente expuesto.

FIGURA 4.1
NOMENCLATURA DE CODIFICACIÓN



Fuente: Propia.

En la figura 4.1, se evidencia como ejemplo la codificación de la séptima pala hidráulica, dentro del portafolio de activos de la empresa. Finalmente, la codificación con la información quedo de acuerdo al formato mostrado en la tabla 4.11.

TABLA 4.11
FORMATO CODIFICACIÓN DE ACTIVOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MODELO	MARCA	SERIE

Fuente: Propia.

Una vez ingresados los equipos al portafolio de activos, estos automáticamente se crearon en el sistema, con la información técnica

recibida, se realizó la identificación de los sistemas, subsistemas y componentes de los activos, lo cual se plasmó en una tabla de acuerdo al formato mostrado a continuación en la tabla 4.12.

TABLA 4.12
FORMATO DE COMPONENTIZACION DE ACTIVOS


SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE
Sistema 1	Subsistema 1	Componente 1
		Componente 2
	Subsistema 2	Componente 3
		Componente 4
	Subsistema 3	Componente 5
		Componente 6
		Componente 7
Sistema 2	Subsistema 4	Componente 8
		Componente 9
	Subsistema 5	Componente 10
		Componente 11
		Componente 12
Sistema 3	Subsistema 6	Componente 13
		Componente 14
	Subsistema 7	Componente 14

Fuente: Propia.

Finalizada la componentización de los activos, se identificaron los repuestos auxiliares que serán desmontados al realizar los cambios de los componentes, la tabla 4.13 nos muestra el formato utilizado.

TABLA 4.13

FORMATO DE IDENTIFICACION DE REPUESTOS AUXILIARES APL



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida

Fuente: Propia.

Al haber identificado todos los componentes y las piezas que van a ser cambiadas en los activos, se analizó la información brindada por el proveedor y el fabricante sobre el tiempo de vida útil de los componentes y se identificaron las horas, el formato utilizado es el que se muestra en la tabla 4.14.

TABLA 4.14

FORMATO DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN HORAS DE LOS COMPONENTES

SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE	HORAS
Sistema 1	Subsistema 1	Componente 1	Horas 1
		Componente 2	Horas 2
	Subsistema 2	Componente 3	Horas 3
		Componente 4	Horas 4
	Subsistema 3	Componente 5	Horas 5
		Componente 6	Horas 6
		Componente 7	Horas 7

Fuente: Propia.

Con la información que se recopilaría se esperaba que el aumento de productividad con respecto a esta estrategia se pudiera medir con la identificación de cambio programado de componentes, horas que el equipo no trabajaría por falta de componentes para su cambio.

4.5.3. Procedimiento de recolección de datos para el comisionamiento de activos

En esta estrategia final se tuvo la recepción, inspección, conformidad, armado y pruebas de los equipos que fueron adquiridos. El cronograma detallado de toda la estrategia se puede ver en la tabla 4.15.

**TABLA 4.15
CRONOGRAMA DE ESTRATEGIA DE COMISIONAMIENTO DE EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	2014												2015							
	OCT				NOV				DIC				ENE				FEB			
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1. Recepción de flotas de carguío y acarreo																				
2. Inspección visual de los activos																				
3. Inspección por análisis de partículas magnéticas																				
4. Conformidad y visto bueno de las inspecciones																				
5. Armado de equipos																				
6. Pruebas técnica de equipos																				
7. Puesta en marcha																				

Actividad

Fuente: Propia.

Para la inspección visual de los equipos se tomó como referencia un formato único de cada sistema para ambos tipos de activos, esto según como se muestran desde la tabla 4.16 hasta la tabla 4.23.

TABLA 4.16

FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL MOTOR

MOTOR	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	Buscar daños, grietas, roturas, abolladuras, deformaciones, superficies sin pintar, etc.
Daños	Buscar tubos doblados, varillajes doblados, grietas en chapa metálica, abolladuras y piezas desalineadas.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Bomba de cebado	Mover el émbolo hacia adentro y afuera para comprobar que funcione la bomba.
Ruido inusual	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.
Control del regulador	Mover el regulador en todo su recorrido una vez que se haya calentado el motor. Cerciorarse de que no este atascado el varillaje. Además, la válvula de estrangulación debe controlar el motor. Revisar las RPM con la válvula de estrangulación totalmente abierta.
Fugas de aceite	Inspeccionar atentamente el área del motor para detectar fugas. Buscar fugas en conexiones, sellos, etc.
Fricción en las mangueras	Ver si hay mangueras en contacto con bordes filosos y demasiado cerca de otras mangueras.
Fricción en los cables	Ver si hay cables en contacto con bordes filosos o mangueras de malla de alambre.
Conexiones flojas en los cables	Ver si hay cables o conectores flojos.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.

Fuente: Propia

TABLA 4.17

FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL TREN DE POTENCIA

TREN DE POTENCIA	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas abolladuras, deformaciones, etc.
Daños exteriores	Buscar tubos doblados, varillajes doblados, grietas en chapa metálica, abolladuras y piezas desalineadas.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Alarma de retroceso	Poner la transmisión en MARCHA ATRÁS. Debe activarse la alarma de corte, de desplazamiento o de retroceso.
Ruido	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.
Vibración	Si se siente demasiada vibración, identificar el área donde se origina.
Fugas de aceite	Inspeccionar atentamente el área del tren de fuerza para detectar fugas. Buscar fuga en conexiones, sellos, etc.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.

Fuente: Propia.

TABLA 4.18
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS CUBOS

CUBOS	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas abolladuras, deformaciones, etc.
Daños exteriores	Buscar tubos doblados, varillajes doblados, grietas en chapa metálica, abolladuras y piezas desalineadas.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Fugas de aceite	Inspeccionar atentamente el área para detectar fugas. Revisar conexiones, sellos, etc.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.
Ruido	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.

Fuente: Propia.

TABLA 4.19
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA EL CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO

CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Chapa metálica	Buscar abolladuras, dobleces o encajes defectuosos.
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas abolladuras, deformaciones, etc.
Daños	Buscar tubos doblados, varillajes doblados, grietas en chapa metálica, abolladuras y piezas desalineadas.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Puerta - cerraduras y picaportes	Abrir y cerrar todas las puertas del compartimento. Comprobar que cierren bien y se manejan sin esfuerzo. Hacer funcionar todos los picaportes y todas las cerraduras con llave. Comprobar cada acción de traba.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.
Soldadura	Inspeccionar las soldaduras para detectar defectos, especialmente grietas.

Fuente: Propia.

TABLA 4.20
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS IMPLEMENTOS

IMPLEMENTOS	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas, abolladuras, deformaciones, etc.
Daños	Inspeccionar todos los implementos para detectar daños: abolladuras, dobleces, grietas o piezas deformadas, torcidas o rotas.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Posiciones del implemento	Operar todos los controles y mover el implemento a todas las posiciones.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.
Soldaduras	Inspeccionar las soldaduras para detectar defectos.

Fuente: Propia.

TABLA 4.21
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

SISTEMAS HIDRÁULICOS	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Vástagos de cilindros	Inspeccionar las superficies del vástago para detectar raspaduras u otros daños al cromado, corrosión o pinturas en aerosol.
Tanques hidráulicos	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y que el nivel sea adecuado.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas.
Controles	Hacer funcionar todos los controles hidráulicos. Cerciorarse de que todas las posiciones funcionen bien.
Ruido	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.
Fugas de aceite	Inspeccionar atentamente el área del sistema hidráulico para detectar fugas.
Fricción en las mangueras	Ver si hay mangueras en contacto con bordes filosos y otras mangueras. Mover las mangueras para ver los puntos de fricción.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.

Fuente: Propia.

TABLA 4.22
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA CABINA O TECHO

CABINA O TECHO	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Chapa metálica	Buscar abolladuras, dobleces, soldaduras defectuosas, sujetadores faltantes o encajes defectuosos.
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas, abolladuras, corridas excesivas, deformaciones, etc.
Vidrios	Inspeccionar todas las ventanillas, los espejos y las luces para detectar grietas, raspaduras y roturas.
Cinturones de seguridad	Inspeccionar los cinturones de seguridad para detectar cortes, degarros y agujeros. Revisar los pernos de sujeción y la hebilla.
Ajustes de asiento	Poner el asiento en varias posiciones para revisar sus ajustes. En los asientos con suspensión, revisar la suspensión debajo de los asientos.
Puertas y ventanillas	Abrir y cerrar todas las puertas y ventanillas. Tienen que funcionar sin esfuerzo.
Cerraduras y picaportes	Cerciorarse de que los picaportes de puertas y ventanillas funcionen correctamente. Usar la llave para comprobar todas las cerraduras.
Espejos	Revisar si hay daños. Cerciorarse de que el espejo esté en la posición correcta.
Ruido inusual	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.
Fugas de agua	Inspeccionar atentamente el área de la cabina para detectar fugas.
Funda del asiento	Revisar si hay desgarros, cortaduras o manchas.
Estribos y agarraderas	Comprobar su correcta instalación.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.

Fuente: Propia.

TABLA 4.23
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS ACCESORIOS Y VARIOS

ACCESORIOS Y VARIOS	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Placas de número de serie	Encontrar todas las placas de número de serie. Cerciorarse de los número de serie de los componentes figuren correctamente en la placa maestra con número de serie.
Accesorios correctos	Revisar el pedido de envío de la máquina. Se deben adjuntar a la máquina todos los accesorios que figuren en la lista.
Calcomanías	Cerciorarse de que estén bien colocadas todas las calcomanías
Pintura	Buscar daños, grietas y roturas, abolladuras, deformaciones, etc.
Conexiones de engrase	Comprobar su limpieza, que no haya residuos y tengan tapas adecuadas
Placas de advertencia	Cerciorarse de que estén bien colocadas todas las placas de advertencia.
Fugas	Inspeccionar atentamente el área de los accesorios para detectar fugas.
Sujetadores flojos o faltantes	Inspeccionar tuercas, pernos, clips, etc. Ver si hay sujetadores flojos o faltantes.
Ruido inusual	Si se oyen ruidos extraños, identificar el área donde se originan.

Fuente: Propia.

Con los formatos de inspección visual de los sistemas de los activos se contabilizarían en un formato único de resultados de la inspección visual, son los que se pueden observar en la tabla 4.24.

TABLA 4.24
FORMATO DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN LOS
ACTIVOS

FLOTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS HIDRÁULICAS	MOTOR	
	TREN DE POTENCIA	
	CUBOS	
	CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	
	IMPLEMENTOS	
	SISTEMAS HIDRÁULICOS	
	CABINA O TECHO	
	ACCESORIOS Y VARIOS	
CAMIONES MINEROS	MOTOR	
	TREN DE POTENCIA	
	CUBOS	
	CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	
	IMPLEMENTOS	
	SISTEMAS HIDRÁULICOS	
	CABINA O TECHO	
	ACCESORIOS Y VARIOS	
	TOTAL	

Fuente: Propia.

Para el análisis con partículas magnéticas se utilizaron los siguientes criterios aceptación, de acuerdo al estándar ANSI AWS D1.1/D1.1M:2014, como se puede apreciar en la tabla 4.25.

TABLA 4.25

CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE LA INSPECCIÓN USANDO ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Categoría de la discontinuidad y criterio de aceptación	Conexiones No Tubulares Estáticamente Cargados	Conexiones No Tubulares Cíclicamente Cargados	Conexiones Tubulares (todas las cargas)
1. Prohibición de fisuras Cualquier fisura debe ser inaceptable, sin interesar su tamaño y ubicación.	X	X	X
2. Fusión soldadura - metal base Debe existir fusión entre capas adyacentes de metal de soldadura y entre metal de soldadura y metal base.	X	X	X
3. Sección transversal del cráter Todos los cráteres deben ser llenados a la sección transversal completa de la soldadura. Excepto a los extremos de las soldaduras de filete más allá de su largo efectivo.	X	X	X
4. Perfiles de la soldadura Los perfiles de las soldaduras estarán de acuerdo a la norma.	X	X	X
5. Tiempo de Inspección La inspección visual de todos los aceros puede iniciarse inmediatamente después que toda la soldadura ha enfriado a temperatura ambiente. El criterio de aceptación para aceros ASTM A514, A517 y A709 con grado 100 y 100W, deben estar basados en inspección visual realizada no menos de 48 horas después del término de la soldadura.	X	X	X
6. Soldaduras con menor tamaño En todos los casos, las porciones de menor tamaño de la soldadura no deben exceder el 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras ala-alma en perfiles, la falta de dimensiones deben estar prohibidas en los extremos para una longitud igual a dos veces el ancho del ala.	X	X	X
7. Socavación Para materiales menores de 1" (25 mm) de espesor, la socavación no debe exceder 1/32" (1 mm), con la siguiente excepción, no debe exceder 1/16" (2 mm) para cualquier longitud acumulada de hasta 2" (50 mm) en cualquier 12" (300 mm). Para materiales igual o más grande que 1" de espesor, la socavación no debe exceder 1/16" (2 mm) para cualquier longitud de soldadura.	X		
En miembros principales, la socavación no debe ser más de 0.01" (0.25 mm) de profundidad cuando las soldaduras son transversales a las tensiones de tracción bajo cualquier condición de carga de diseño. La socavación no debe ser mayor de 1/32" (1 mm) de profundidad para todos los otros casos.		X	X
8. Porosidad Soldaduras en canal con penetración completa en juntas tope transversales a la dirección de los esfuerzos a tracción calculados, no tendrán porosidad tubular visible. Para todas las otras soldaduras en canal y para soldadura en filete, la suma de porosidad tubular visible es de 1/32" (1 mm) o más grandes en diámetro no debe exceder los 3/8" (10 mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no debe exceder 3/4" (20 mm) en cualquier longitud de soldadura de 12" (300 mm)	X		
La frecuencia de la porosidad tubular en soldaduras de filete no excederá 1" por cada 4" (100 mm) de longitud de soldadura y el máximo diámetro no debe exceder 3/32" (2.5 mm). Excepción: para soldaduras en filete que conectan refuerzos al alma (de un perfil) la suma de los diámetros de la porosidad tubular no debe exceder 3/8" (10 mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no debe exceder 3/4" (20 mm) en cualquier longitud de soldadura de 12" (300 mm).		X	X

Fuente: American Welding Society estándar D1.1/D1.1M:2004

Se debió registrar las observaciones encontradas después de haber realizado la inspección de los activos utilizando el análisis de partículas magnéticas. El formato de registro, mostrado en la tabla 4.26, fue el que se utilizó en este proceso.

TABLA 4.26
FORMATO DE REGISTRO PARA OBSERVACIONES POR ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN LOS ACTIVOS

IMAGEN	
Zona	Observación

Fuente: Propia.

Los resultados de las observaciones realizadas por el análisis de partículas magnéticas tendrían que colocarse en el formato indicado en la tabla 4.27, la cual se muestra a continuación.

TABLA 4.27

**FORMATO DE RESULTADOS DE OBSERVACIONES REALIZADAS
POR EL ANÁLISIS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS**

FLOTA	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS HIDRÁULICAS	ESTRUCTURA PRINCIPAL	FISURAS	
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	
		SOCAVACIÓN	
		POROSIDAD	
	CHASIS	FISURAS	
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	
		SOCAVACIÓN	
		POROSIDAD	
	AGUILÓN	FISURAS	
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	
		SOCAVACIÓN	
		POROSIDAD	
	BRAZO DE ATAQUE	FISURAS	
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	
		SOCAVACIÓN	
		POROSIDAD	
CUCHARÓN	FISURAS		
	CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL		
	SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO		
	SOCAVACIÓN		
	POROSIDAD		
CAMIONES MINEROS	CHASIS	FISURAS	
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	
		SOCAVACIÓN	
		POROSIDAD	
		TOTAL	

Fuente: Propia.

Para el armado de equipos se tuvo que cerciorar seguir todos los pasos de acuerdo al manual de ensamblado otorgado por los fabricantes. Cualquier anomalía en este proceso se identificó y registró en el sistema. En la tabla 4.28 y tabla 4.29, muestran los pasos a seguir en el armado de las palas y camiones mineros respectivamente.

TABLA 4.28

FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6

TAREA	OBSERVACION
1. Preparación del ensamblado	
2. Instalación del bastidor derecho con la estructura principal	
3. Instalación del bastidor izquierdo con la estructura principal	
4. Conectar las líneas de grasa de la estructura principal	
5. Conectar las líneas hidráulicas a los mandos finales	
6. Instalación del chasis sobre la estructura principal	
7. Conectar las líneas hidráulicas al chasis	
8. Conectar las líneas de grasa al chasis	
9. Instalación del control de válvulas	
10. Instalación del tanque de aceite	
11. Instalación del tanque de combustible	
12. Instalación de cuarto de motor lado izquierdo	
13. Instalación del tanque de reserva lado izquierdo	
13. Instalación de barandas y escaleras del lado izquierdo	
14. Instalación de la escalera principal	
15. Instalación de cabina	
16. Instalación de la unidad de escape del motor izquierdo	
17. Instalación del tanque de agua izquierdo	
18. Instalación de cuarto de motor lado derecho	
19. Instalación del tanque de reserva derecho	
20. Instalación de barandas y escaleras del lado derecho	
21. Instalación de la unidad de escape del motor derecho	
22. Instalación del tanque de agua derecho	
23. Instalación de la unidad de enfriamiento de combustible	
23. Instalación de la bomba de aceite hidráulico	
24. Instalación de tuberías de succión en motores	
25. Instalación de contrapesos	
26. Instalación de barandas periféricas	
27. Instalación de cámaras y luces	
28. Conectar líneas hidráulicas de giro	
29. Conectar líneas hidráulicas de traslado	
30. Conectar mangueras de combustible	
31. Conectar líneas de aire acondicionado	
32. Conectar arneses y cables eléctricos	
33. Instalación de cilindro de nivel en el aguilón	
34. Instalación de las líneas hidráulicas del cucharón en el aguilón	
35. Instalación del cilindro de ataque en el aguilón	
36. Instalación de cilindros del aguilón en el aguilón	
37. Conectar líneas hidráulicas del cilindro de aguilón	
38. Conectar las líneas de grasa del cilindro de aguilón	
39. Instalación del aguilón al chasis	
40. Instalación de los cilindros de aguilón	
41. Conectar líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	
42. Instalación del cilindro de cucharón en el aguilón	
43. Instalación del brazo de ataque al aguilón	
44. Instalación del cilindro de nivel al brazo de ataque	
45. Instalación del cilindro de ataque al brazo de ataque	
46. Conectar líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	
47. Instalación de los cilindros de cucharón al brazo de ataque.	
48. Instalación del cucharón	
49. Instalación las líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	
50. Colocar calcamanías y accesorios	

Fuente: Manual de armado de palas hidráulicas Hitachi EX 5600-6.

TABLA 4.29

FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F

TAREA	OBSERVACION
1. Preparación del ensamblado	
2. Instalación de barandas delanteras	
3. Instalación de barandas del acceso posterior	
4. Instalación del tren de potencia	
5. Instalación de ruedas, frenos y suspensión	
6. Instalación del tanque de combustible	
7. Instalación de estructura contra impactos de cabina	
8. Instalación de cabina	
9. Instalación de pasarela frontal	
10. Instalación de plataforma del lado derecho	
11. Instalación de escalera neumática	
12. Instalación de pasarela lado derecho	
13. Instalación de pasarela lado izquierdo	
14. Instalación del brazo y unión de la dirección	
15. Instalación de líneas y cableado de rueda, frenos y suspensión	
16. Instalación de líneas y cableado del tren de potencia	
17. Instalación de líneas de aire del turbocompresor	
18. Instalación del precleaner	
19. Instalación del sistema de escape	
20. Instalación del arreglo para la detección de objetos	
21. Instalación de espejos	
22. Instalación del parachoques	
23. Instalación del lubricador automático	
24. Instalación del indicador de desgaste de frenos	
25. Instalación del sensor de presión	
26. Instalación de llantas delanteras	
27. Instalación de llantas traseras	
28. Instalación del encendido auxiliar por éter	
29. Instalación de protector del tanque hidráulico	
30. Instalación de odómetro	
31. Instalación de la tolva	
32. Instalación del supresor de ruido	
33. Instalación del comando eléctrico	
34. Instalación del cableado de la plataforma	
35. Instalación del comando de señales	
36. Instalación de la caja detectora de objetos	
37. Instalación del cableado en el parachoque	
38. Instalación del cableado de la antena	
39. Instalación de las líneas de dirección	
40. Instalación del cableado de la señal comando	
41. Instalación de calcomanías y accesorios	

Fuente: Manual de armado de camiones Caterpillar 793F.

Finalmente, con el proceso de armado y ensamblaje finalizado, se realizaron las pruebas en los equipos para asegurarse de que estos son aptos para la operación y concederles el visto bueno para su puesta en marcha. Los formatos de pruebas para las palas y los camiones son los que se detallan en la tabla 4.30 y tabla 4.31, respectivamente.

TABLA 4.30

FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6

TAREA	OBSERVACIONES
1. Inspección de niveles de fluidos.	
2. Inspección de fugas o pérdidas de fluidos.	
3. Inspección de interferencia de mangueras o cables.	
4. Revisión de torques en la instalación de componentes.	
5. Descarga de parámetros y datos del sistema.	
5.1. Descarga resumen de los componentes en el sistema.	
5.2. Capturar códigos de diagnóstico activos.	
5.3. Capturar códigos de diagnóstico registrado.	
5.4. Capturar configuración del motor.	
5.5. Capturar configuración del sistema hidráulico.	
5.6. Capturar configuración del sistema computarizado principal.	
5.7. Capturar configuración de los implementos.	
5.8. Capturar configuración del chasis.	
5.9. Capturar configuración del monitor.	
5.10. Capturar configuración del detector de objetos.	
5.11. Capturar configuración del detector de temperatura de fluidos.	
5.12. Capturar la calibración de los sistemas.	
6. Evaluación del motor.	
6.1. Prueba de solenoide del inyector.	
6.2. Prueba de calibración de inyectores.	
6.3. Parámetros de Estado (RPM bajas en vacío)	
6.4. Parámetros de Estado (RPM altas en vacío)	
6.5. Parámetros de Estado (RPM altas en calado)	
6.6. Datos y gráficos en posición de calado.	
7. Evaluación de sistemas de máquina.	
7.1. Pruebas del sistema hidráulico.	
7.2. Pruebas de traslado y giro.	
7.3. Pruebas del tren de potencia.	
7.4. Pruebas de implementos.	
7.5. Pruebas del sistema eléctrico.	
7.6. Pruebas de accesorios de cabina.	

Fuente: Manual de armado de palas hidráulicas Hitachi EX 5600-6.

TABLA 4.31

FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F

TAREA	OBSERVACIONES
1. Inspección de niveles de fluidos.	
2. Inspección de fugas o pérdidas de fluidos.	
3. Inspección de interferencia de mangueras o cables.	
4. Revisión de torques en la instalación de componentes.	
5. Descarga de parámetros y datos del sistema.	
5.1. Descarga resumen de los componentes en el sistema.	
5.2. Capturar códigos de diagnóstico activos.	
5.3. Capturar códigos de diagnóstico registrado.	
5.4. Capturar configuración del motor.	
5.5. Capturar configuración de la transmisión.	
5.6. Capturar configuración del sistema computarizado principal.	
5.7. Capturar configuración de los frenos.	
5.8. Capturar configuración del chasis.	
5.9. Capturar configuración del monitor.	
5.10. Capturar configuración del detector de objetos.	
5.11. Capturar configuración del detector de temperatura de fluidos.	
5.12. Capturar la calibración de los sistemas.	
6. Evaluación del motor.	
6.1. Prueba de solenoide del inyector.	
6.2. Prueba de calibración de inyectores.	
6.3. Parámetros de Estado (RPM bajas en vacío)	
6.4. Parámetros de Estado (RPM altas en vacío)	
6.5. Parámetros de Estado (RPM altas en calado)	
6.6. Datos y gráficos en posición de calado.	
7. Evaluación de sistemas de máquina.	
7.1. Pruebas del convertidor par.	
7.2. Pruebas de transmisión	
7.3. Pruebas del sistema de dirección.	
7.4. Pruebas de levante.	
7.5. Pruebas de frenos.	
7.6. Pruebas del sistema eléctrico.	
7.7. Pruebas de accesorios de cabina.	

Fuente: Manual de armado de camiones Caterpillar 793F.

Para finalizar, los resultados de las observaciones de armado y pruebas en los activos serian ingresadas en el formato de resultado de observaciones para el armado y pruebas en los activos ensamblados de acuerdo a la tabla 4.32.

TABLA 4.32
FORMATO DE RESULTADO DE OBSERVACIONES PARA EL
ARMADO Y PRUEBAS EN LOS ACTIVOS

FLOTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS HIDRÁULICAS	ARMADO	
	PRUEBAS	
CAMIONES MINEROS	ARMADO	
	PRUEBAS	

Fuente: Propia.

4.6. Procesamiento estadísticos y análisis de datos

4.6.1 Procesamiento y análisis de datos para el análisis y selección de activos

Para el procesamiento y análisis de datos para esta estrategia se empezó con la información del plan de minado, se analizaron las cantidades de equipos con los que se venían trabajando y sus capacidades de carguío y acarreo para poder determinar la producción horaria de la flota de construcción. Esto es especificado en la tabla 4.33.

TABLA 4.33
PRODUCCIÓN HORARIA PARA LA FLOTA DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	FLOTA ACTUAL
Cantidad de excavadoras	4
Capacidad de cucharón (m3)	5.3
Cantidad de camiones	45
Capacidad de tolva (t)	24
Número de viajes por hora	3
Producción (t / hr)	3204

Fuente: Propia.

Por lo que se puede evidenciar es que la producción horaria de acuerdo a los números de viajes, capacidad de tolva y cantidad de camiones es de 3204 t/hr. Ahora, de acuerdo al plan de minado se tiene que el promedio de producción horaria proyectada, agrupándolos en periodos de cuatro años es el que se puede encontrar especificado en la tabla 4.34.

TABLA 4.34
PRODUCCIÓN HORARIA PROMEDIO PROYECTADA

PERIODO	PRODUCCIÓN (t / hr)
2014 - 2017	10602.75
2018 - 2021	12424.25
2022 - 2025	11170
2026 - 2029	7176.25

Fuente: Propia.

De acuerdo a la última tabla mostrada, se observa un pico de producción de 12424.25 t/hr, el cual equivalía a casi 4 veces la producción de la flota de construcción.

Por lo tanto, fue necesario tomar una decisión para el aumento de la productividad, por ello se planteó dos opciones para el rediseño de la flota:

- Opción 1: Equipos con mayor capacidad de acarreo para el movimiento de tierras, por lo consiguiente, el equipo de carguío también debe aumentar en su capacidad de cucharón. Esto debido a que en otras minas de condiciones semejantes se utiliza este tipo de flota.

- Opción 2: Aumento de la cantidad de equipos manteniendo la misma capacidad de carguío y acarreo. Esto para obtener redundancia y continuar con el producto manteniendo las buenas relaciones con el representante.

La productividad la definimos como la relación de cantidad de material movido en la mina con respecto a la cantidad de recursos utilizados.

De acuerdo a la cantidad de material que se debía mover por hora y los frentes de trabajo que se iban a tener, se da como opción de flota de carguío a las tres palas hidráulicas que tienen una capacidad de cucharón de 28 m³ y dieciocho camiones mineros con capacidad de tolva de 250 t.

En la tabla 4.35 mostrada a continuación, se puede evidenciar la comparación de la cantidad de equipos y su producción de acuerdo a las opciones planteadas.

TABLA 4.35
COMPARATIVO PARA LAS OPCIONES DE FLOTA PARA MINADO

DESCRIPCIÓN	FLOTA ACTUAL	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
Cantidad de excavadoras	4	3	16
Capacidad de cucharón (m ³)	5.3	28	5.3
Cantidad de camiones	45	18	173
Capacidad de tolva (t)	24	250	24
Número de viajes por hora	3	3	3
Producción requerida (t / hr)	12424.25	12424.25	12424.25
Producción (t / hr)	3024	13500	12456

Fuente: Propia.

Ambas opciones presentadas, teóricamente cumplen con el aumento de la productividad, pero se debió analizar si las propuestas eran sostenibles. A continuación, los comentarios del análisis realizado a las dos opciones propuestas:

- El costo de mantenimiento es directamente proporcional a la cantidad de equipos que se encuentran operando;
- La cantidad de personas a cargo del mantenimiento es directamente proporcional a la cantidad de equipos que se encuentran operando;
- Los consumos de combustible son ligeramente iguales;
- Al tener muchos camiones dentro del ciclo de acarreo pueden generar colas y se pierde tiempo, esto genera baja productividad;
- Al tener muchos camiones en el proyecto faltarían frentes de trabajo donde ubicar las excavadoras y estarían parqueadas.
- La cantidad de equipos es proporcional a las gestiones y coordinaciones que se deben realizar para obtener los repuestos, consumibles, entre otros.

Por ello se concluyó que: la opción 1 es la más indicada para el aumento de la productividad en el proyecto minero. Luego identificar los equipos que se necesitan para la explotación minera, se procedió a gestionar la información de los equipos con las características de producción indicadas previamente, lo cual se muestra en la tabla 4.36, tabla 4.37, tabla 4.38 y tabla 4.39 mostradas a continuación.

TABLA 4.36
ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA EQUIPO DE CARGUÍO

DESCRIPCIÓN	EX5600 (HITACHI)	RH200 (CATERPILLAR)
	PROPUUESTAS COMERCIALES PARA EQUIPO DE CARGUÍO	
COSTOS DE CAPITAL		
Valor de compra	9,705,970.00	9,151,955.00
Costo total por hora capital	177.94	167.79
COSTOS DE OPERACIÓN		
Reparaciones mayores por hora	124.50	153.80
Mantenimiento preventivo y fluidos	140.00	141.60
Reparaciones menores por hora	86.78	86.37
Filtros	13.47	23.10
Lubricantes y grasas	9.79	7.15
Mano de obra y materiales	30.00	25.00
Tren de rodamiento	91.74	91.74
GETs	52.23	52.23
Cucharón	5.00	15.00
Combustible	327.81	327.81
Costo total por hora de operación	751.36	782.15
TOTAL (CAPEX + OPEX) por hora	929.30	949.94

Fuente: Propia.

TABLA 4.37
ANÁLISIS DE PROPUESTA COMERCIAL PARA EQUIPO DE ACARREO

DESCRIPCIÓN	793 F (CATERPILLAR)	830E - AC (KOMATSU)
	PROPUUESTAS COMERCIALES PARA EQUIPO DE ACARREO	
COSTOS DE CAPITAL		
Valor de compra	3,494,179.00	4,209,068.00
Costo total por hora capital	59.25	71.38
COSTOS DE OPERACIÓN		
Reparaciones mayores por hora	75.60	73.70
Mantenimiento preventivo y fluidos	55.70	51.10
Reparaciones menores por hora	23.80	29.50
Filtros	13.70	4.60
Lubricantes y grasas	8.20	5.60
Mano de obra y materiales	10.00	11.40
Llantas	63.00	63.00
GETs	-	-
Tolva	10.00	10.00
Combustible	189.10	189.10
Costo total por hora de operación	393.40	386.90
TOTAL (CAPEX + OPEX) por hora	452.65	458.28

Fuente: Propia.

TABLA 4.38

ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EQUIPO DE CARGUÍO

DESCRIPCIÓN	EX5600 (HITACHI)	RH200 (CATERPILLAR)
	Capacidad de cucharón	27 m ³
Altura	8600 mm	8760 mm
Ancho	10080 mm	8730 mm
Largo	12495 mm	11850 mm
Peso	53300 kg	525000 kg
Tipo de motor	Cummins QSKTA50C	Cummins K 1500-E
Cantidad de motores	2	2
Potencia neta de motor	1069 kw @1800 rpm	1880 Kw @1800 rpm
Tipo de combustible	Diesel	Diesel
Capacidad de combustible	2985 gal	2820 gal
Sistema hidráulico	Sistema de control electrónico	Sistema de control electrónico
Velocidad de giro	3.3 rpm	3.9 rpm

Fuente: Propia.

TABLA 4.39

ANÁLISIS DE PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EQUIPO DE ACARREO

DESCRIPCIÓN	793 F (CATERPILLAR)	830E - AC (KOMATSU)
	Capacidad de tolva	250000 kg
Altura	6533 mm	6880 mm
Ancho	8295 mm	7320 mm
Largo	13702 mm	1440 mm
Peso	390089 kg	385848 kg
Tipo de motor	Cat C175-16	Komatsu SDA 16V 160
Cantidad de motores	1	1
Potencia neta de motor	1848 Kw @1750 rpm	1761 Kw @1900 rpm
Tipo de combustible	Diesel	Diesel
Capacidad de combustible	750 gal	1200 gal
Velocidad máxima promedio	31.8 km/h	31.3 km/h
Aceleración promedio	2.36 m/s ²	2.09 m/s ²
Radio de giro	14000 mm	14200 mm
Marchas	6 + Reversa	6 + Reversa
Neumáticos	40.00R57	40.00R57

Fuente: Propia.

Con los cuadros comparativos se pudo apreciar que las diferencias comerciales no eran tan grandes, por lo que la comparación técnica de los equipos y sumado al soporte que se podía tener de una marca con respecto a otra fue un factor clave en la toma de decisiones para la adquisición de una nueva flota de carguío y acarreo.

Los equipos a seleccionar fueron las palas hidráulica Hitachi EX – 5600 y los camiones mineros Caterpillar 793F.

4.6.2 Procesamiento y análisis de datos para la componentización de equipos

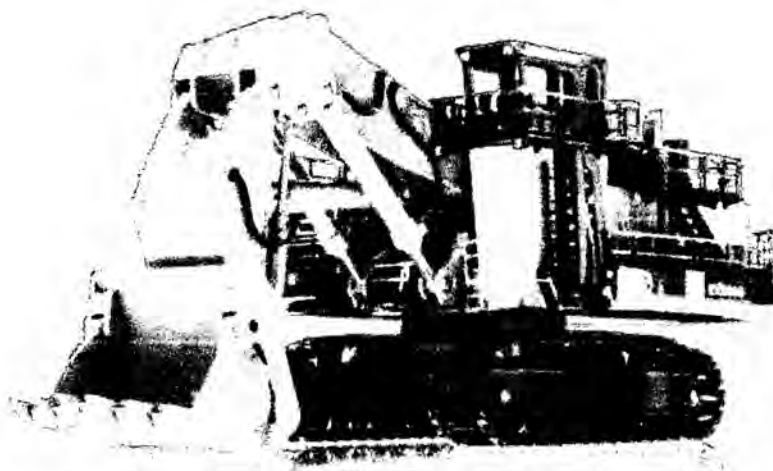
Partiendo de la premisa donde ya se conocen los equipos a ser adquiridos, con la ayuda de los proveedores de equipos, se pudo empezar el proceso de componentización iniciando por el ingreso de estos al portafolio de activos, luego poder identificar sus componentes y estructurar los equipos, complementar con sus APL's y finalmente completar la tarea con las horas de vida útil de cada componente.

Para dar inicio a este procesamiento y análisis de datos se solicitaron los manuales de partes y catálogos de ciclos de vida que se manejan con cada empresa representante de las marcas en los equipos seleccionados.

Los activos que se seleccionaron fueron, pala hidráulica Hitachi EX 5600-6 y el camión minero Caterpillar 793F; como equipos que compondrán el portafolio de activos de este proyecto.

Se pueden apreciar los equipos seleccionados en la figura 4.2 para la pala hidráulica Hitachi EX – 5600 y en la figura 4.3 para el camión minero Caterpillar 793F.

FIGURA 4.2
PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6



Fuente: <http://hi5dogtraining.com/buy-gucci-hitachi-shovel.html>

FIGURA 4.3
CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <http://www.3000toys.com/catalog/products.aspx?find=55273>

Una vez identificados los activos a ser adquiridos, continuo el proceso de ingreso al portafolio de activos, de acuerdo a los formatos establecidos. De acuerdo a la tabla 4.40, se muestra el inventario de equipos a utilizar en el proceso de carguío y acarreo del proyecto.

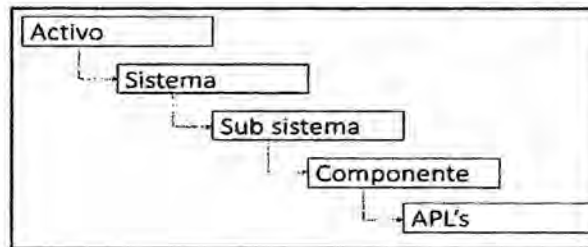
TABLA 4.40
INVENTARIO DE EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO

CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE
CM-00001	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP18902
CM-00002	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP18988
CM-00003	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP18992
CM-00004	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19003
CM-00005	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19009
CM-00006	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19010
CM-00007	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19013
CM-00008	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19017
CM-00009	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19020
CM-00010	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19022
CM-00011	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19025
CM-00012	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19028
CM-00013	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19031
CM-00014	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19034
CM-00015	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19033
CM-00016	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19036
CM-00017	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19039
CM-00018	Camión minero	Caterpillar	793F	SSP19045
PH-00007	Pala hidráulica	Hitachi	EX 5600-6	1002019
PH-00008	Pala hidráulica	Hitachi	EX 5600-6	1002020
PH-00009	Pala hidráulica	Hitachi	EX 5600-6	1002022

Fuente: Propia.

Para los activos, el desarrollo de la componentización se realizará en activos, sistema, subsistema, componente y APL's, como se muestra en la figura 4.4.

FIGURA 4.4
COMPONENTIZACIÓN DE ACTIVOS

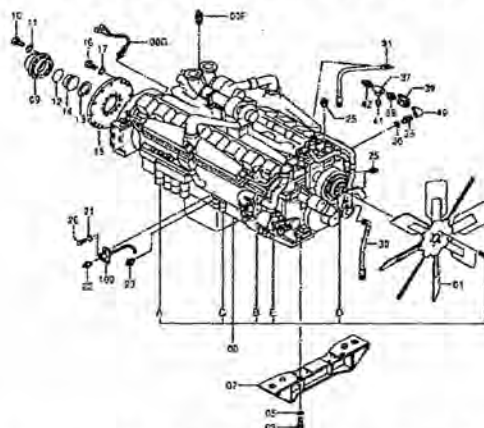


Fuente: Propia.

Para la pala hidráulica Hitcachi EX 5600-6 se procede a dividirlo en cinco sistemas principales: motor, tren de potencia, tren de rodamiento, hidráulico y estructura.

MOTOR. Este sistema está compuesto por los subsistemas: motor básico, sistema de admisión, sistema de combustible, sistema de lubricación, sistema de refrigeración y sistema eléctrico. Mayor detalle a continuación en la figura 4.5.

FIGURA 4.5
SISTEMA DE MOTOR EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6

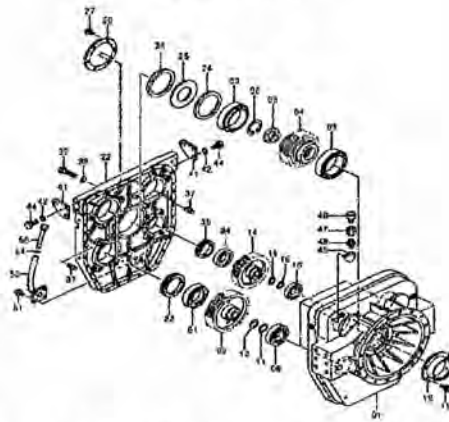


Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

TREN DE POTENCIA. Este sistema está compuesto por los siguientes subsistemas: Tren de potencia, sistema de giro y tren de rodaje. Mayor especificación en la figura 4.6, figura 4.7 y figura 4.8.

FIGURA 4.6

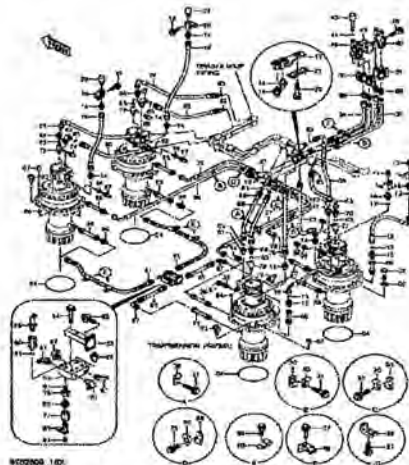
SUBSISTEMA TREN DE POTENCIA EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

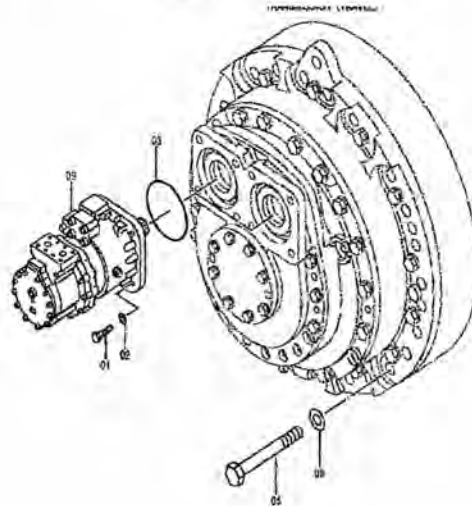
FIGURA 4.7

SUBSISTEMA DE GIRO EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

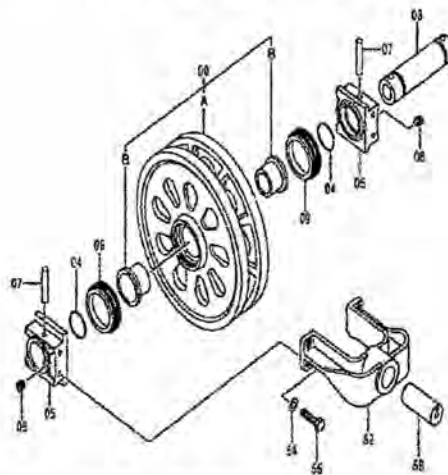
FIGURA 4.8
SUBSISTEMA TREN DE RODAJE EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

TREN DE RODAMIENTO. Compuesto por el subsistema tren de rodamiento.

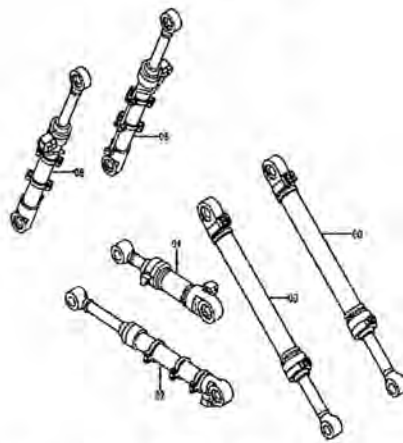
FIGURA 4.9
SUBSISTEMA TREN DE RODAMIENTO EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

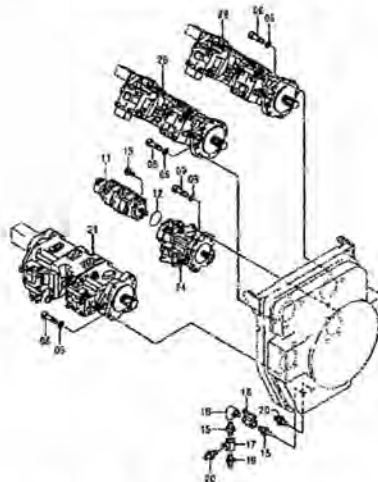
HIDRAULICOS. Este sistema está compuesto por los siguientes subsistemas: Sistemas de cilindros y sistemas de motores y bombas. En la figura 4.10 y figura 4.11 se pueden apreciar los subsistemas.

FIGURA 4.10
SUBSISTEMA DE CILINDROS EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

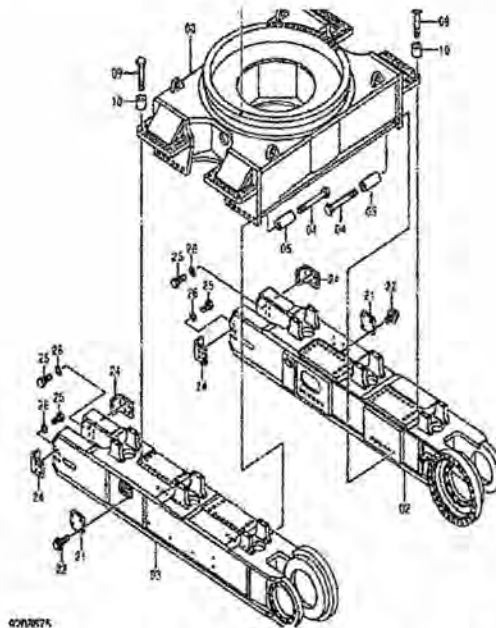
FIGURA 4.11
SUBSISTEMA DE MOTORES Y BOMBAS EN PALA HIDRÁULICA HITACHI EX5600-6



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

ESTRUCTURA. Compuesto por: Subsistema de cuerpo y subsistema de implementos. Mayor detalle en la figura 4.12.

FIGURA 4.12
SUBSISTEMA DE CUERPO EN PALA HIDRÁULICA HITACHI
EX 5600-6

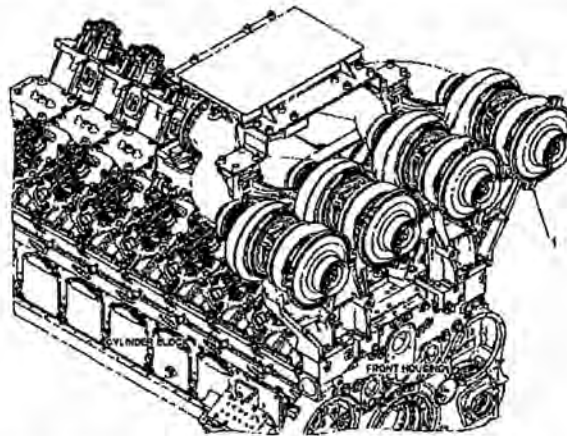


Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

A continuación, para el camión minero Caterpillar 793F, se dividirá en cinco sistemas principales: motor, tren de potencia, hidráulico y cubos.

MOTOR. Este sistema está compuesto por los subsistemas: motor básico, sistema de admisión, sistema de combustible, sistema de compresor, sistema de lubricación, sistema de refrigeración y sistema eléctrico. En la figura 4.13 se podrá apreciar el motor del camión minero Caterpillar 793F.

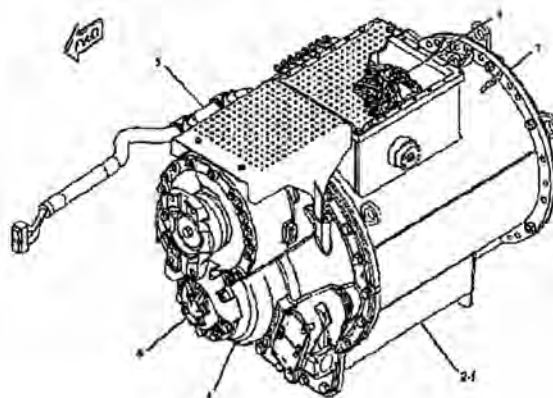
FIGURA 4.13
SISTEMA DE MOTOR EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

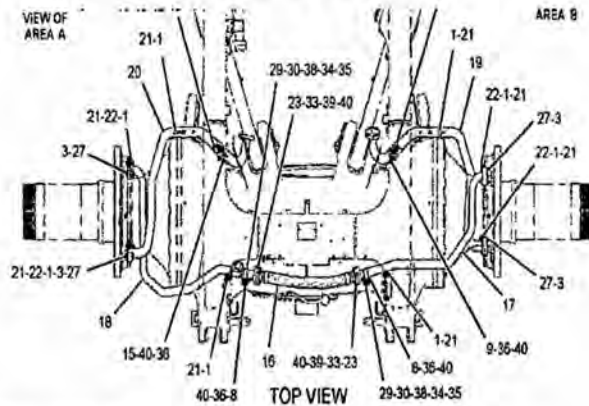
TREN DE POTENCIA. Este sistema está compuesto por los siguientes subsistemas: Tren de potencia y tren de rodaje mostrados en la figura 4.14 y la figura 4.15, respectivamente.

FIGURA 4.14
SUBSISTEMA DE TREN DE POTENCIA EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

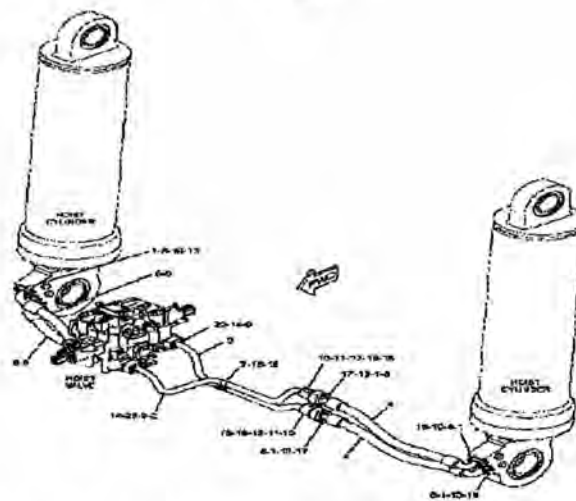
FIGURA 4.15
SUBSISTEMA DE TREN DE RODAJE EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

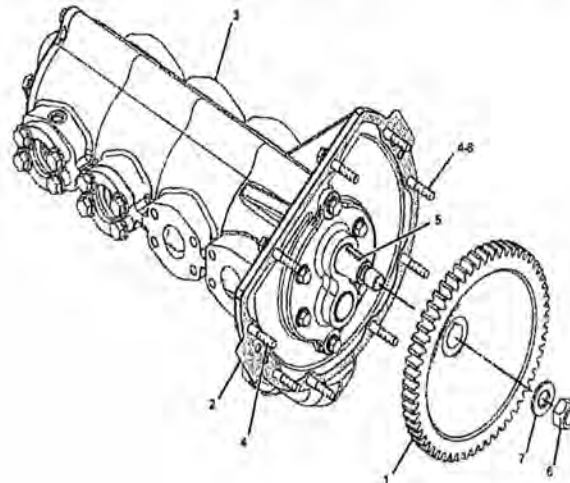
HIDRAULICOS. Este sistema está compuesto por los siguientes subsistemas: Sistemas de cilindros y sistemas de levante. La figura 4.16 y figura 4.17 detallan lo mencionado líneas arriba.

FIGURA 4.16
SUBSISTEMA DE CILINDROS EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

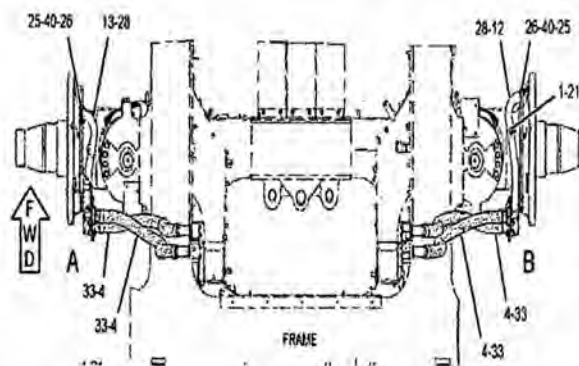
FIGURA 4.17
SUBSISTEMA DE LEVANTE EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

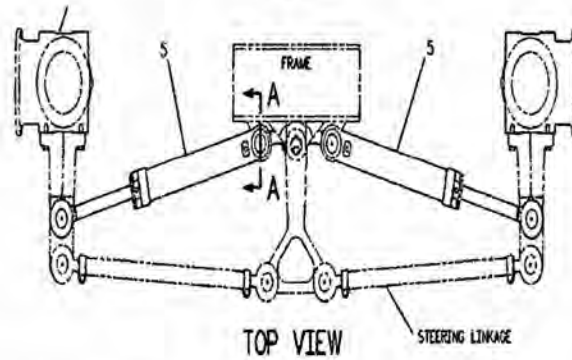
CUBOS. Compuesto por: Subsistema de ruedas, subsistema de dirección y subsistema de suspensión. Se pueden mostrar en la figura 4.18, figura 4.19 y figura 4.20 respectivamente para cada subsistema.

FIGURA 4.18
SUBSISTEMA DE RUEDAS EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



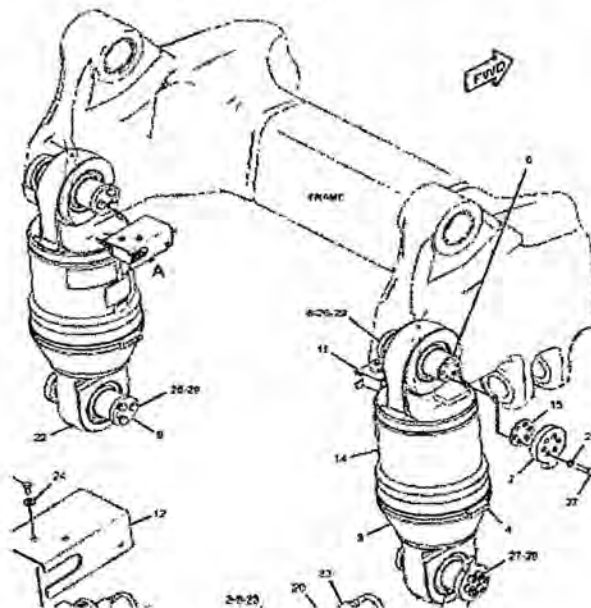
Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

FIGURA 4.19
SUBSISTEMA DE DIRECCIÓN EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

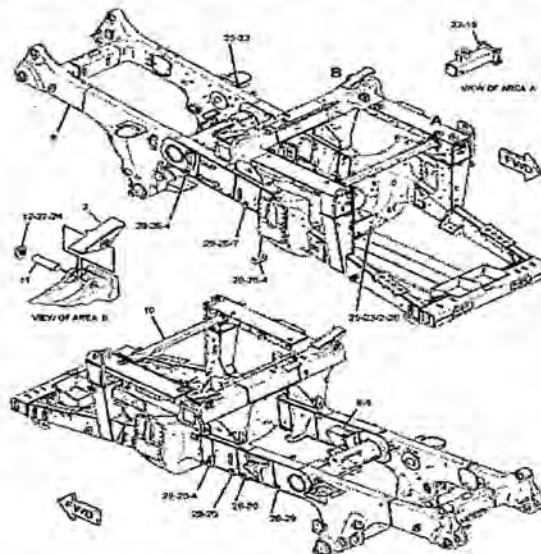
FIGURA 4.20
SUBSISTEMA DE SUSPENSIÓN EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

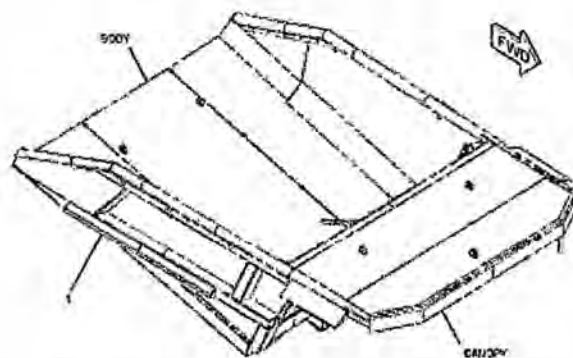
ESTRUCTURA. Compuesto por: Subsistema de cuerpo y subsistema de implementos. Mostrados en la figura 4.21 y figura 4.22.

FIGURA 4.21
SUBSISTEMA DE CUERPO EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

FIGURA 4.22
SUBSISTEMA DE IMPLEMENTOS EN CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F



Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis>

Una vez que se identificaron los componentes de los equipos, la información se colocó en los formatos de componentización

correspondientes, como se muestran en la tabla 4.41 para la pala hidráulica Hitachi EX – 5600 y la tabla 4.42 para el camión minero Caterpillar 793F.

TABLA 4.41
COMPONENTIZACIÓN DE PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6

SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE
Motor	Motor básico	Motor diésel izquierdo
		Motor diésel derecho
		Termostato del motor izquierdo
		Termostato del motor derecho
		Válvulas del motor izquierdo
		Válvulas del motor derecho
	Sistema de admisión	Turbocompresor motor izquierdo
		Turbocompresor motor derecho
	Sistema de combustible	Bomba de combustible izquierdo
		Bomba de combustible derecho
		Inyectores de combustible izquierdo
	Sistema de lubricación	Inyectores de combustible derecho
		Bomba de aceite del motor izquierdo
	Sistema de refrigeración	Bomba de aceite del motor derecho
		Bomba de agua izquierdo
		Bomba de agua derecho
	Sistema eléctrico	Motor de arranque inferior izquierdo
		Motor de arranque superior izquierdo
		Motor de arranque inferior derecho
		Motor de arranque superior derecho
Tren de potencia	Tren de potencia	Caja de engranajes izquierdo
		Caja de engranajes derecho
	Sistema de giro	Rodaje y engranaje de tomamesa
		Reductor de giro delantero izquierdo
		Reductor de giro posterior izquierdo
		Reductor de giro delantero derecho
	Tren de rodaje	Reductor de giro posterior derecho
		Mando final izquierdo
		Mando final derecho
Tren de rodamiento	Tren de rodamiento	Templador de cadena izquierdo
		Templador de cadena derecho
Hidráulicos	Sistema de cilindros	Cilindro de levante de agullón izquierdo
		Cilindro de levante de agullón derecho
		Cilindro de cucharón izquierdo
		Cilindro de cucharón derecho
		Cilindro de chapaleta izquierdo
		Cilindro de chapaleta derecho
		Cilindro de ataque
		Cilindro de nivel
	Motores y bombas	Bomba de giro 1
		Bomba de giro 2
		Bomba de implementos 1
		Bomba de implementos 2
		Bomba de implementos 3
		Bomba de implementos 4
		Motor de giro delantero izquierdo
		Motor de giro posterior izquierdo
		Motor de giro delantero derecho
		Motor de giro posterior derecho
		Motor de traslación delantero izquierdo
		Motor de traslación posterior izquierdo
Motor de traslación delantero derecho		
Motor de traslación posterior derecho		
Estructura	Cuerpo	Bastidor lateral izquierdo
		Bastidor lateral derecho
		Bastidor inferior
		Bastidor superior
	Implementos	Agullón
		Chapaleta
		Cucharón
		Brazo de ataque

Fuente: Propia.

TABLA 4.42
COMPONENTIZACIÓN DE CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F

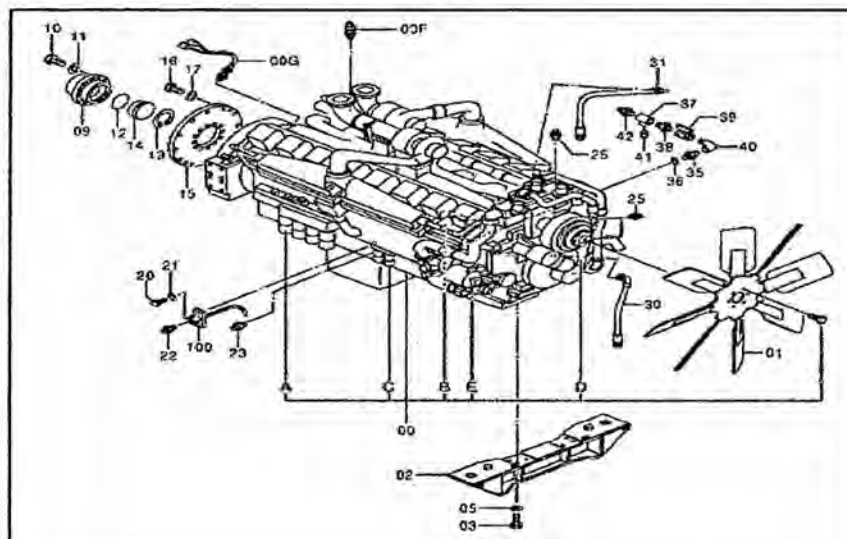
SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE
Motor	Motor básico	Motor diésel
		Válvulas de motor
	Sistema de admisión	Turbocompresor 1
		Turbocompresor 2
		Turbocompresor 3
		Turbocompresor 4
	Sistema de combustible	Bomba de combustible
		Bomba de transferencia de combustible
		Inyectores de combustible
	Sistema de compresor	Compresor
		Secador de aire
	Sistema de refrigeración	Bomba de agua
		Bomba de agua de aftercooler
Sistema eléctrico	Alternador	
	Faja de alternador	
	Motor de arranque neumático	
Tren de potencia	Tren de potencia	Convertidor de torque
		Transmisión
	Tren de rodaje	Mando final izquierdo
		Mando final derecho
Hidráulicos	Sistema de cilindros	Cilindro de levante de tolva izquierdo
		Cilindro de levante de tolva derecho
	Sistema de levante	Bomba de levante
Cubos	Ruedas	Rueda izquierdo
		Rueda derecho
	Sistema de dirección	Cilindro de dirección izquierdo
		Cilindro de dirección derecho
	Sistema de suspensión	Cilindro de suspensión delantero izquierdo
		Cilindro de suspensión posterior izquierdo
		Cilindro de suspensión delantero derecho
Estructura	Cuerpo	Bastidor superior
		Bastidor inferior
	Implementos	Tolva

Fuente: Propia.

Una vez identificados en los equipos los sistemas y subsistemas, se identificaron los componentes y con estos a identificar los APL's, estos se pueden apreciar desde la figura 4.23 a la figura 4.73 para todos los componentes identificados.

FIGURA 4.23

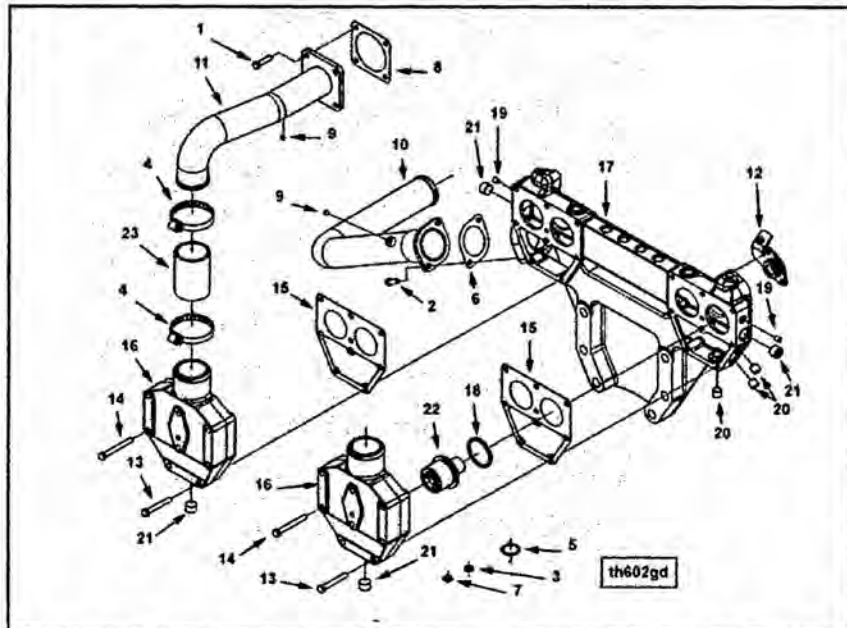
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE MOTOR DIÉSEL



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4636339	FAN	2
J932275	BOLT	12
J222022	WASHER	12
2037448	HUB	2
J932260	BOLT	24
A590922	WASHER SPRING	24
4153553	O-RING	2
4094325	RING RETAINING	2
4605878	STOPPER	2
3109054	PLATE	2
J931665	BOLT	24
J222016	WASHER	24
4652663	HOSE	2
4674202	BELT FAN	2
4675846	BELT	2
4684793	SWITCH PRESS	2
4684786	SENSOR	2

Fuente: <https://quickserv.cummins.com>

FIGURA 4.24
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
TERMOSTATO

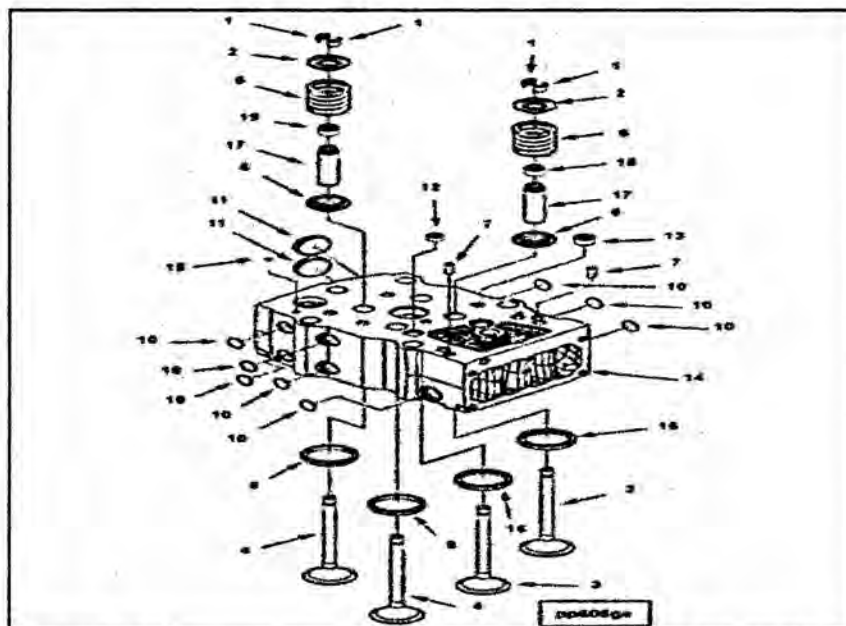


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
2044015	YOKE	2
4400076	ROD	2
J932290	BOLT	16
J222022	WASHER	16
4334171	BOLT	4
4437991	NUT;U	4
4114411	WASHER	4
J833902	BOLT	4
3050944	GASKET, FLANGE	2
206443	GASKET, THERMOSTAT HOUSING	4
3627961	SEAL, THERMOSTAT	8
3629205	THERMOSTAT	8

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.25

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
VÁLVULAS DE MOTOR

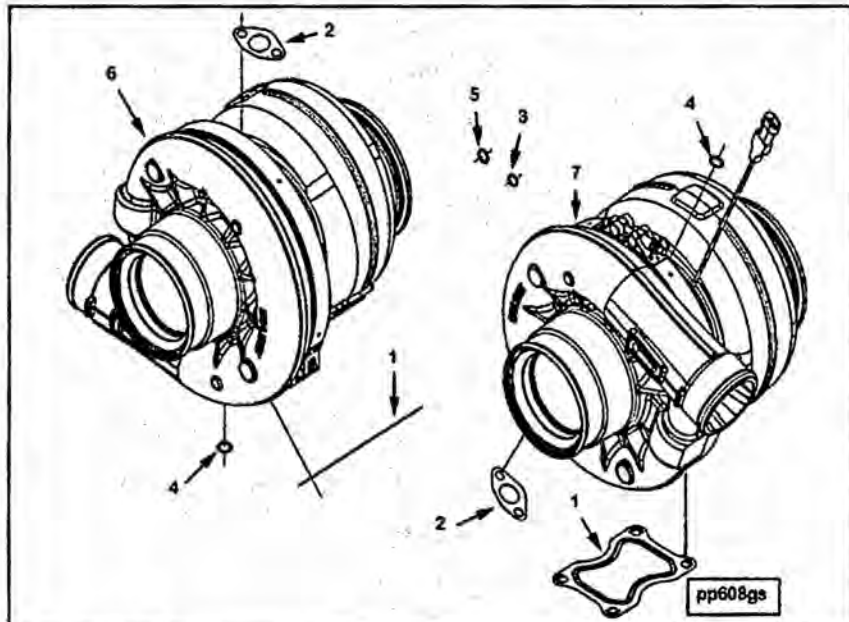


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
205091	VALVE COLLET	8
205094	VALVE SPRING RETAINER	4
4986317	INTAKE VALVE	2
3088389	EXHAUST VALVE	2
3633840	VALVE SPRING	4
3640315	VALVE ROTATOR	4
3635250	GROOVE PIN	2
3086192	VALVE INSERT	2
205401	EXPANSION PLUG	8
206224	EXPANSION PLUG	2
67622	PIPE PLUG	1
S 915 A	PIPE PLUG	1
4916447	CYLINDER HEAD	16
203933	EXPANSION PLUG	1
3086193	VALVE INSERT	2

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.26

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE TURBOCOMPRESOR

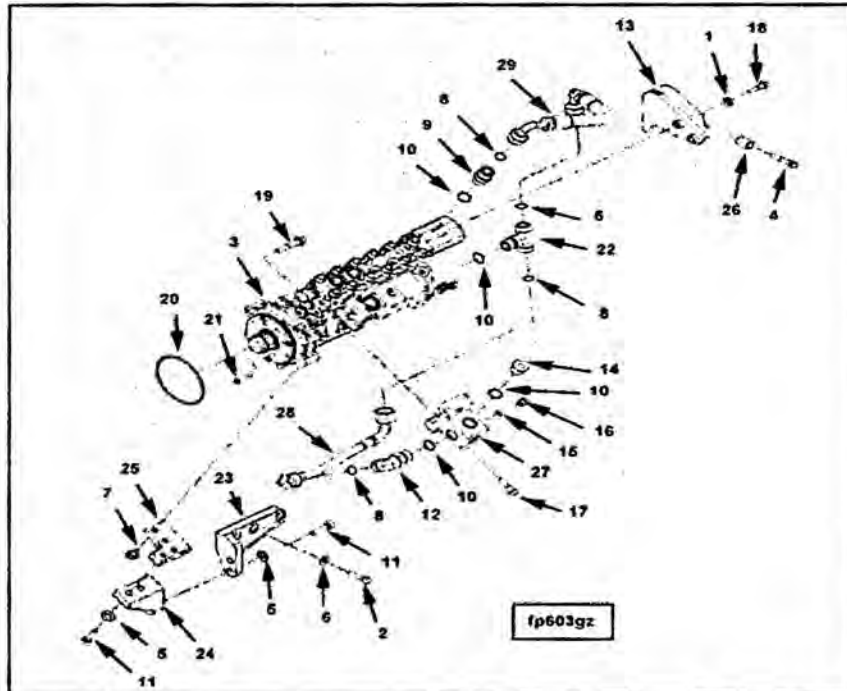


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
3081824	GASKET, TURBOCHARGER	4
3089955	GASKET, CONNECTION	4
3678786	SEAL, O RING	16
4044772	TURBOCHARGER	4
3626804	NUT, LOCK	16
3627095	SCREW, HEX FLANGE HEAD CAP	16
216187	SEAL, O RING	8
3175058	CLIP	16
3629451	CLIP	8
3630742	GASKET, CONNECTION	8
3037537	SEAL, O RING	8
3922794	SEAL, O RING	16
3046201	SEAL, O RING	16
3627695	SEAL, O RING	24
4917415	CLAMP, TUBE	32

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.27

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BOMBA DE COMBUSTIBLE

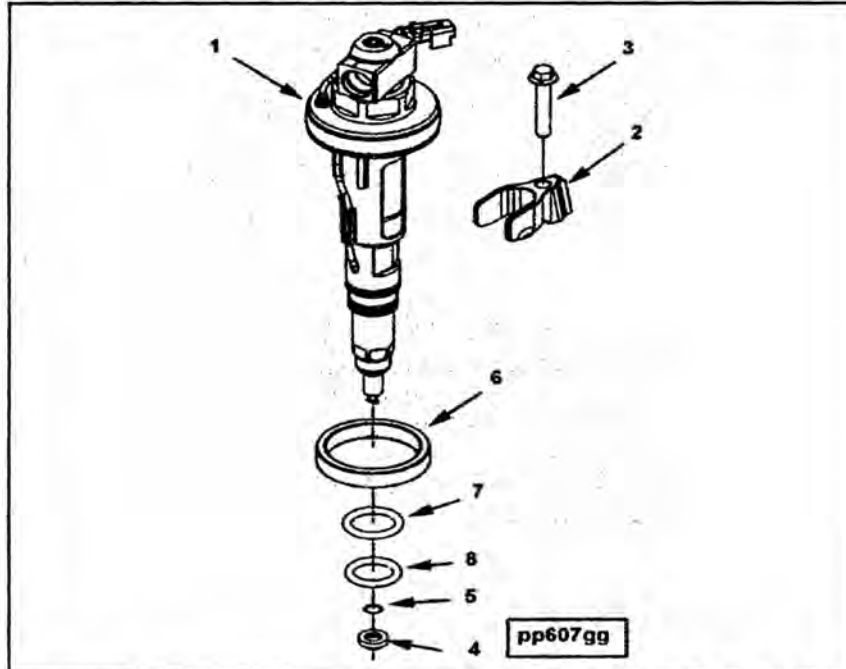


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
2888798	PUMP, FUEL INJECTION	2
3678606	SEAL, O'RING	8
3937692	SCREW, HEXAGON FLANGE HEAD CAP	12
4916449	SEAL, O'RING	2
4916450	SEAL, O'RING	2
3085709	SEAL, O RING	8

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.28

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
INYECTORES DE COMBUSTIBLE

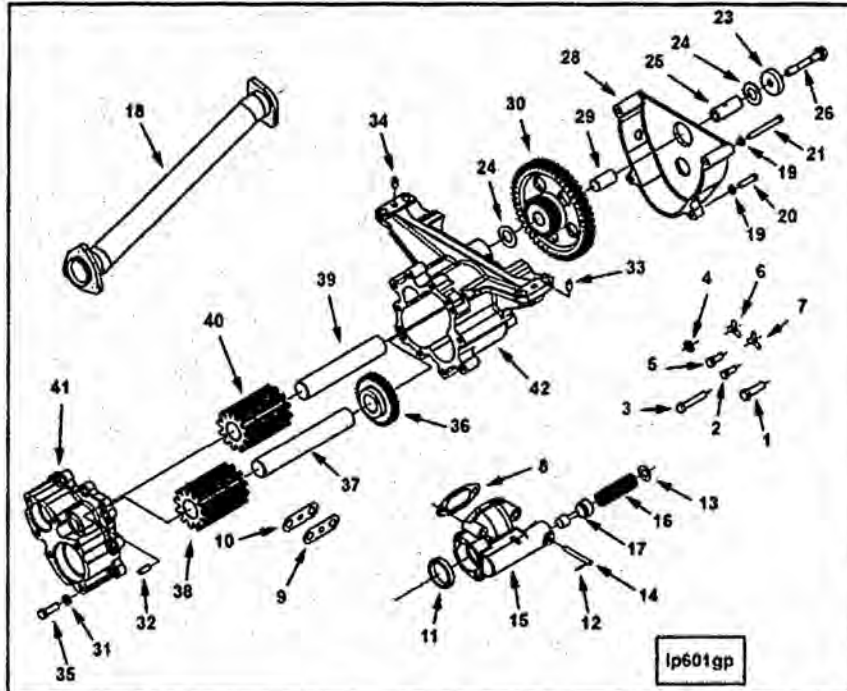


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
2867147	INJECTOR	32
4918068	SEAL, INJECTOR	32
4098956	SEAL, O'RING	32
4916742	SEAL, O'RING	32
4916741	SEAL, O'RING	32

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.29

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BOMBA DE ACEITE

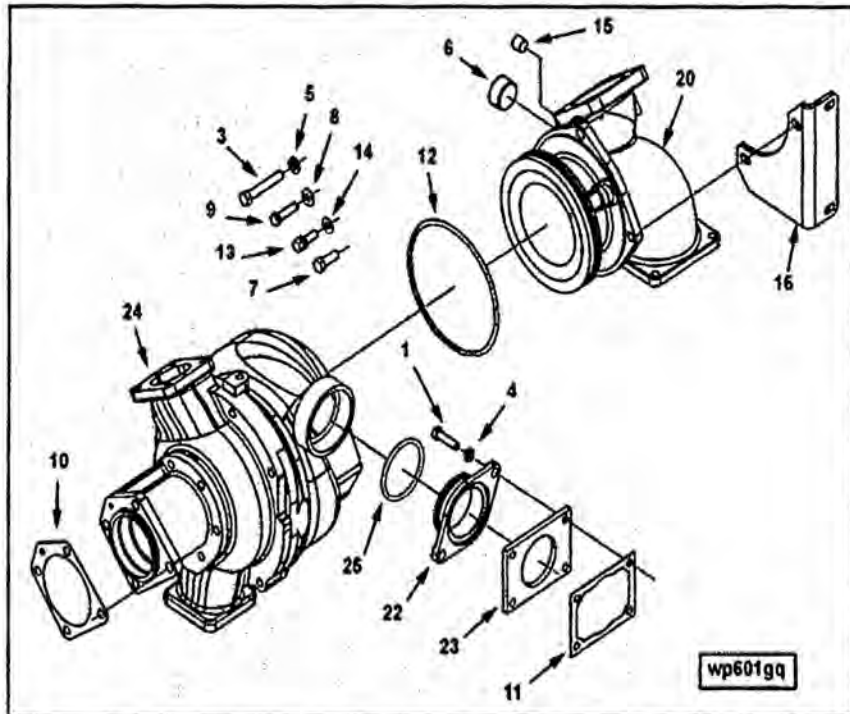


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
LP6709	PUMP, LUBRICATION	2
3637969	PRIMER, ENGINE LUBRICATING	2
S 103 D	SCREW, HEXAGON HEAD CAP	8
3637970	BRACKET, PUMP	4

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.30

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BOMBA DE AGUA DE AGUA

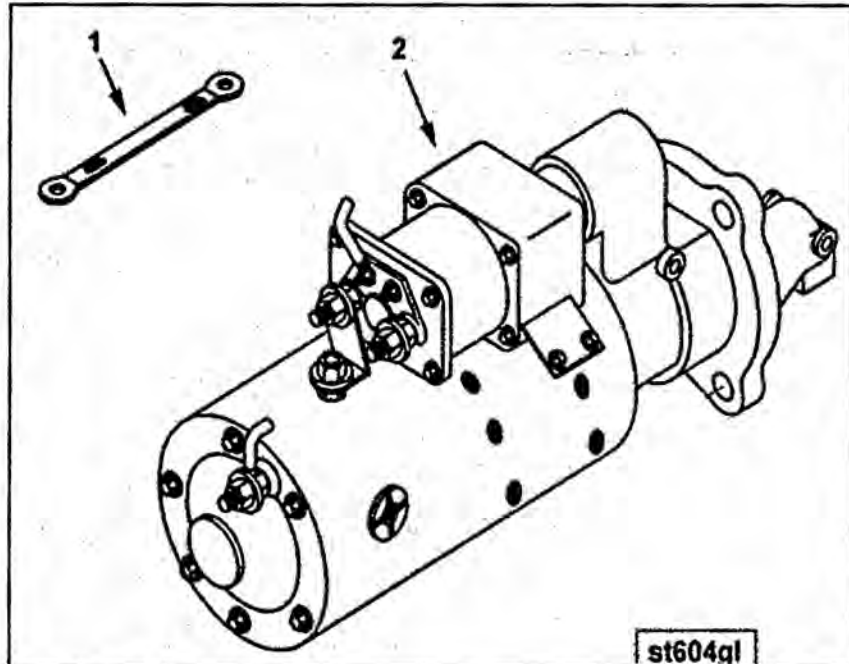


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
206457	SEAL, O RING	2
3648267	BOMBA DE AGUA	2
3975774	SEAL, O RING	4
206416	GASKET,SUPPORT	2
206455	GASKET,WATER PUMP	2

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.31

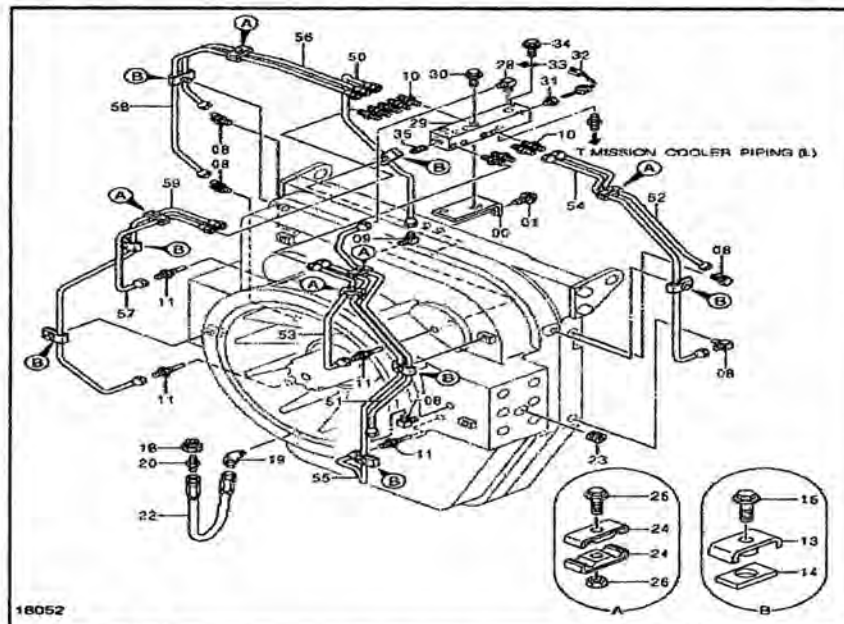
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE MOTOR DE ARRANQUE ELÉCTRICO



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
3018924	GROUND WIRE	2
3636820	STARTING MOTOR	2
S 116	HEXAGON HEAD CAP	3
S 603	LOCK WASHER	9
158250	WELVE POINT CAP SCREW	6
206389	STARTER FLANGE COVER	1
3031007	STARTER GASKET	3

Fuente: <https://quickserve.cummins.com>

FIGURA 4.32
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE CAJA DE ENGRANAJES



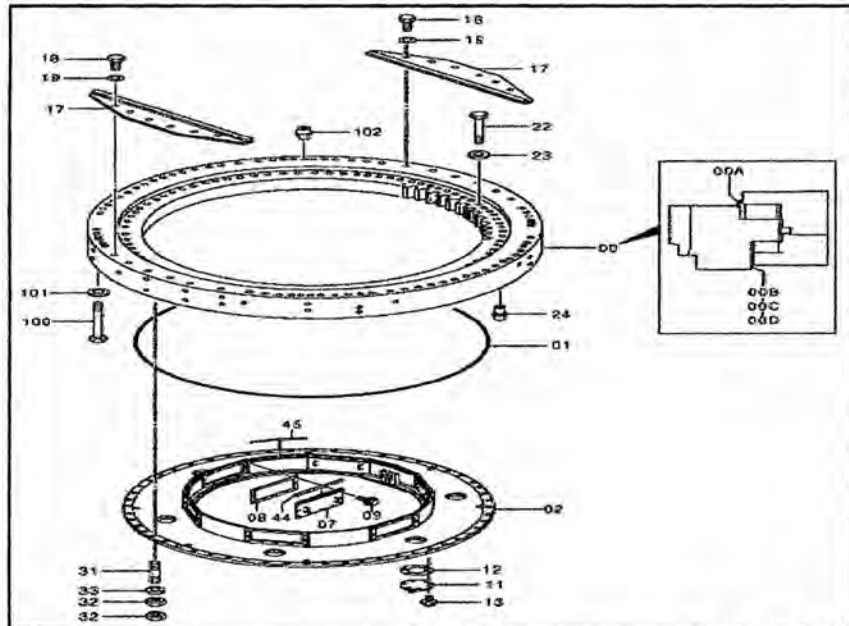
18052

Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4097667	ADAPTER	20
4154652	ADAPTER S	2
4342730	REDUCER	2
4097666	ELBOW	2
3108367	BLOCK	2
J271070	BOLT SEMS	4
4658347	REDUCER S	2
4623860	SWITCH LEVEL	2
4448037	BRACKET	2
J271020	BOLT SEMS	2
94-2020	PLUG	2
3119834	PIPE	2
4670204	PIPE	2
3119835	PIPE	2
4718525	PIPE	2
4718526	PIPE	2
4718527	PIPE	2

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.33

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE RODAJE Y ENGRANAJE DE TORNAMESA

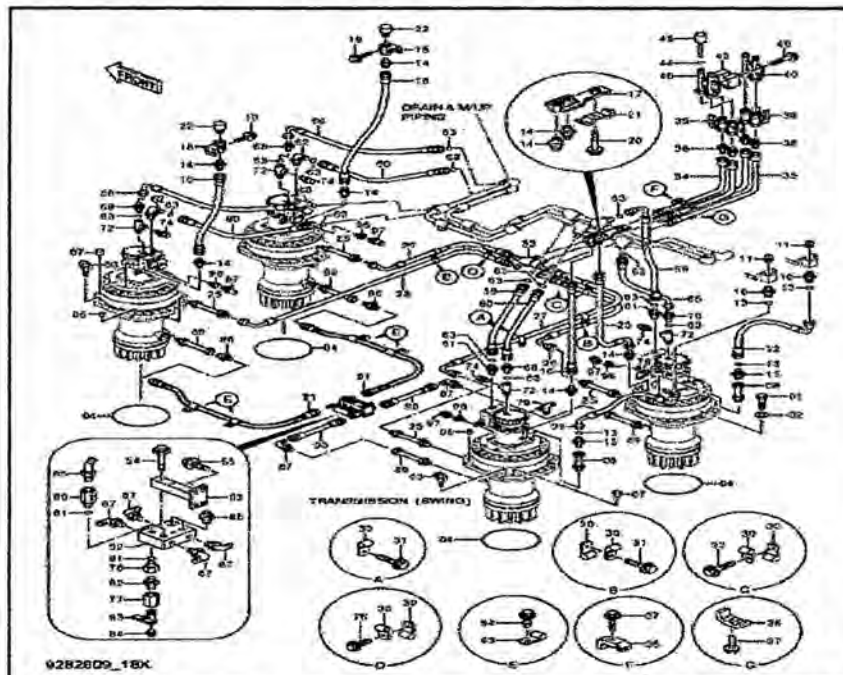


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
J901625	BOLT	12
A590916	WASHER SPRING	12
4404234	O RING	1
4399320	BOLT	80
4187302	WASHER	80
M711440	BOLT STUD	62
J950014	NUT	124
A590114	WASHER PLANE	62
4622064	PACKING	6
4399321	BOLT	62
4187302	WASHER	62
4185488	PIN KNOCK	2

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.34

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE REDUCTOR DE GIRO

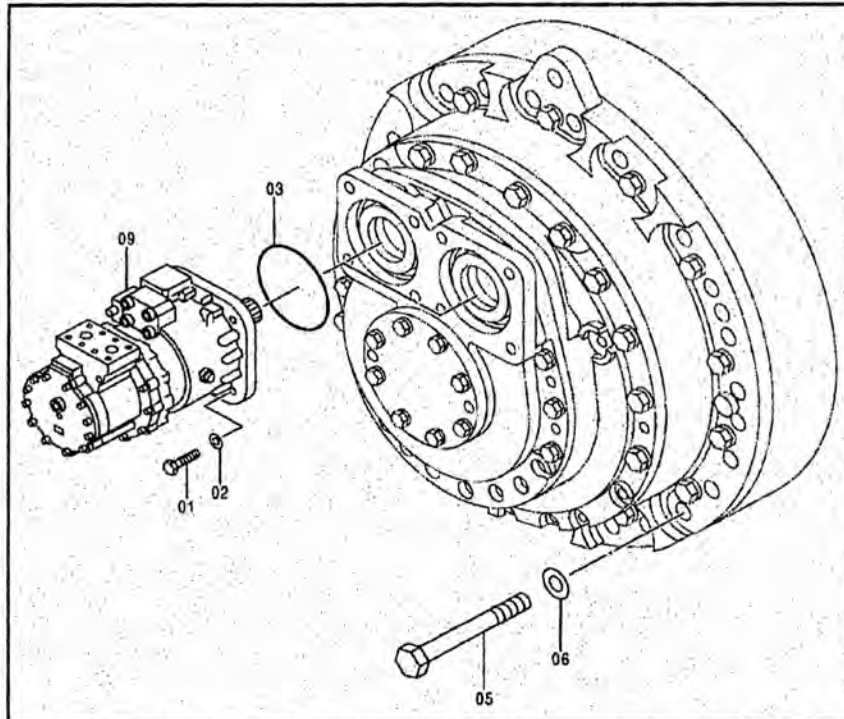


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
J833606	BOLT	56
4114410	WASHER	56
8071971	PIPE	4
4400626	O RING	4
456336	CORK	8
4187328	O RING	4
A853188	ADAPTER S	2
4042033	ADAPTER	2
9758167	PIPE	4

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.35

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE MANDO FINAL

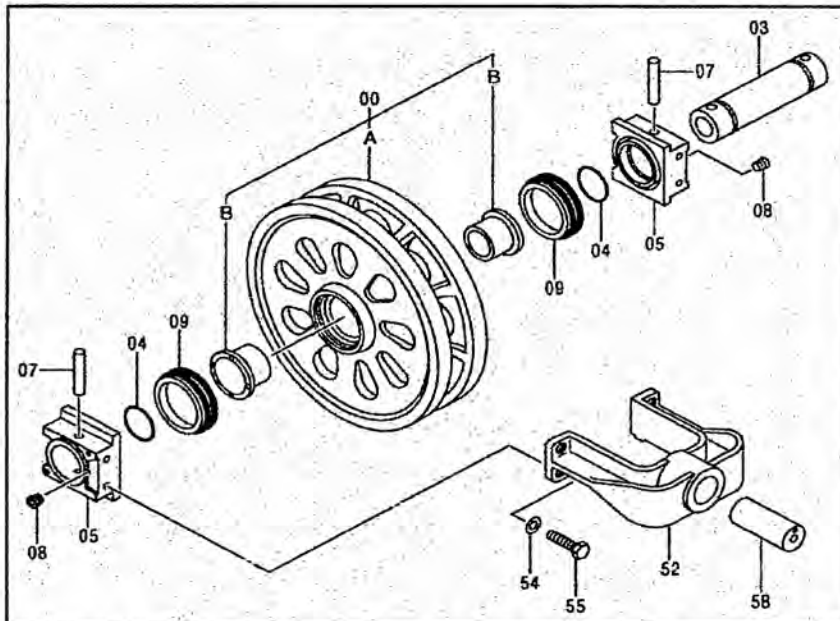


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4356390	O-RING	4
4317616	BOLT	56
4187302	WASHER	56

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.36

**APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
TEMPLADOR DE CADENA**

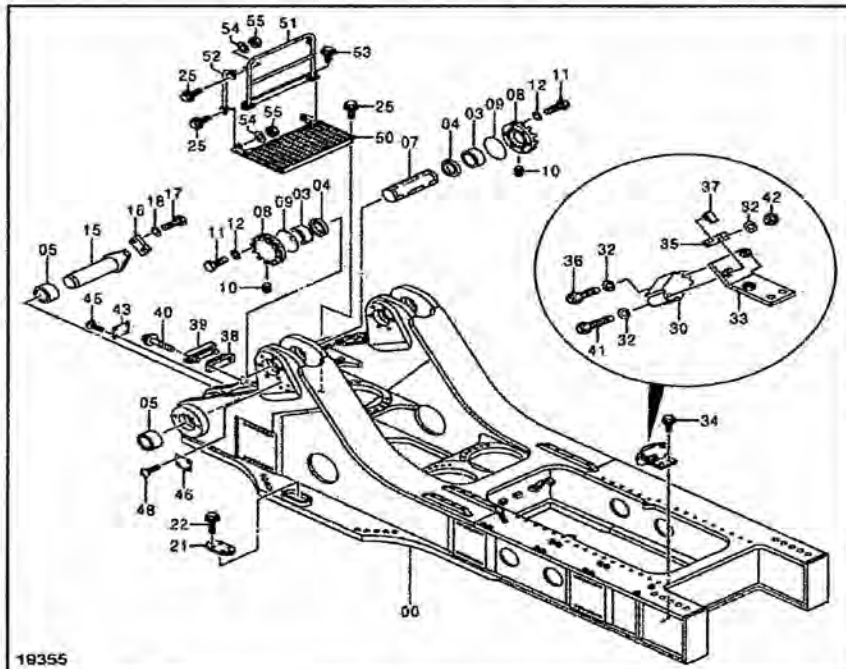


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4114411	WASHER	8
J833902	BOLT	8
J932290	BOLT	32
J222022	WASHER	32
4334171	BOLT	156
4437991	NUT;U	156
9165377	IDLER ASS'Y	2

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.37

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
CILINDRO DE LEVANTE DE AGUILÓN



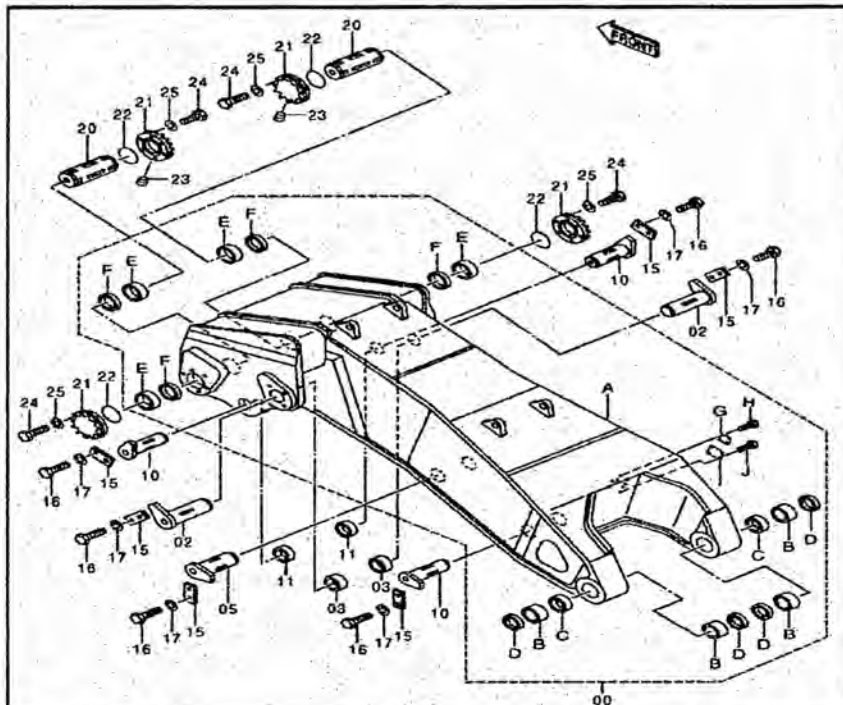
19355

Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
3081212	PIN	4
4398740	BUSHING	8
J932055	BOLT	48
0725503	BUSHING;PIN	2
0725504	RING;WIPER	4

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.38

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
CILINDRO DE CUCHARON

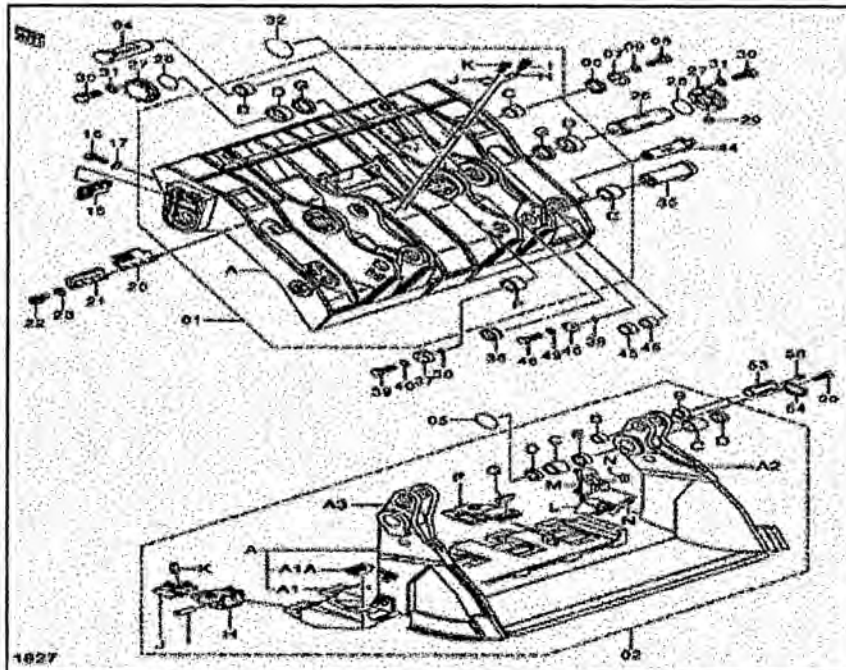


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
8072108	PIN	6
J932460	BOLT	24
A590924	WASHER;SPRING	24
0317228	BRG.;SPHERICAL	2
0317229	RING;RETAINING	2

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.39

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
CILINDRO DE CHAPAleta

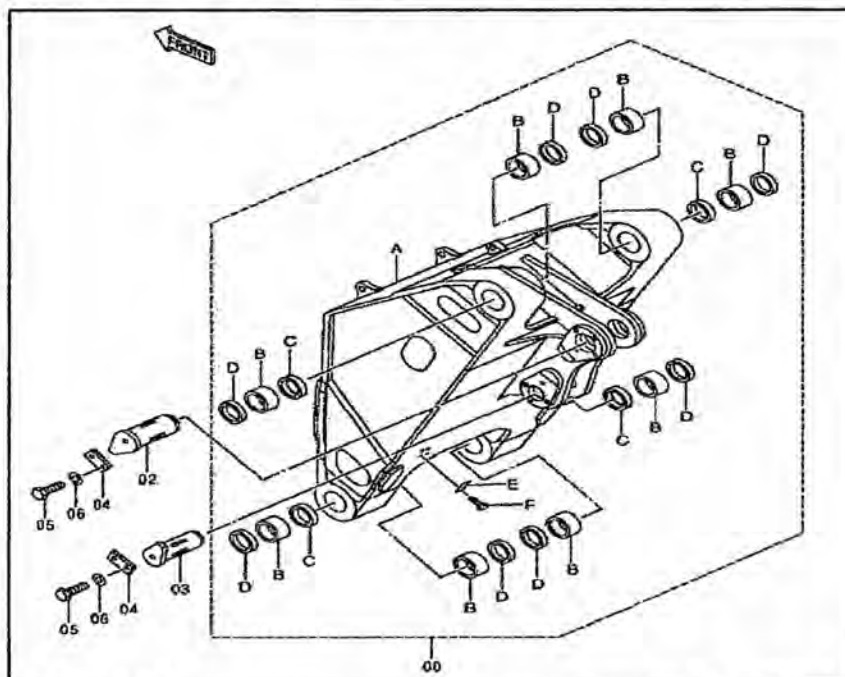


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4506416	O-RING	8
8072111	PIN	4
0317228	BRG.; SPHERICAL	2
0317229	RING; RETAINING	2
4194052	SPACER	4
J932455	BOLT	16
A590924	WASHER; SPRING	16

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.40

APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE CILINDRO DE ATAQUE Y CILINDRO DE NIVEL

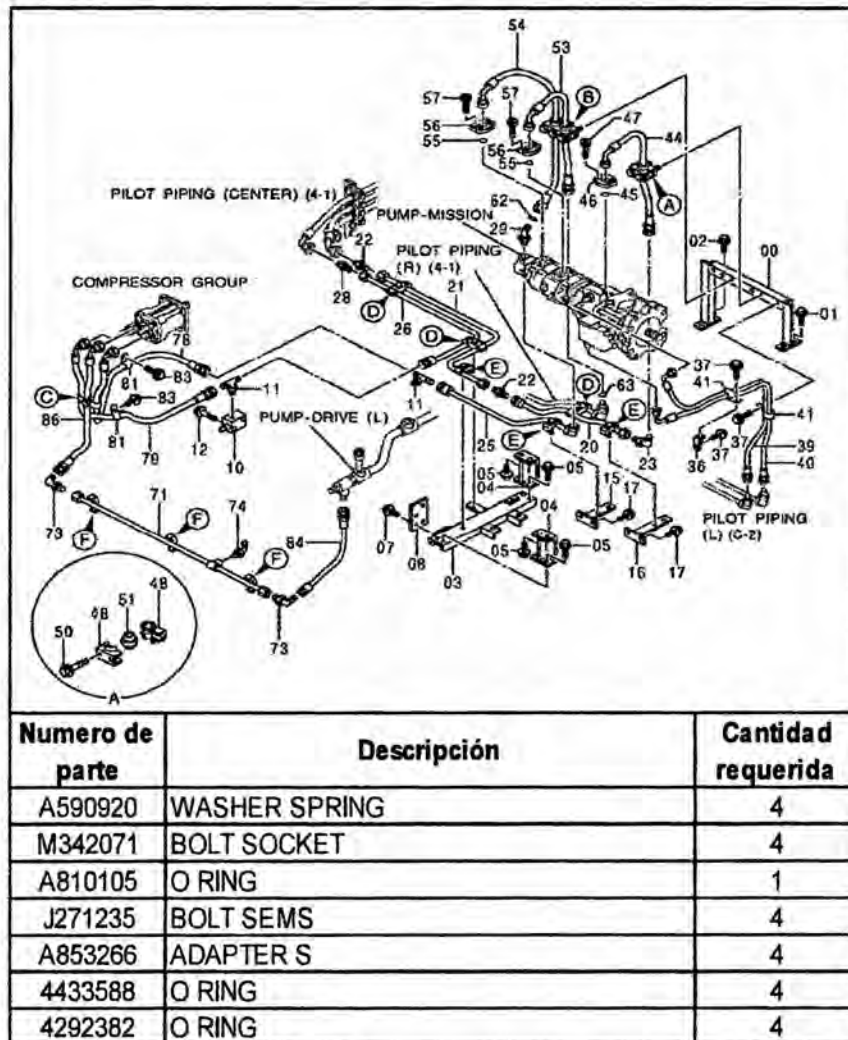


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
3082142	BUSHING	1
4400644	SPACER	1
4401726	SEAL DUST	1
8072110	PIN	1
8072109	PIN	1
4400647	PLATE	2
J932460	BOLT	2
A590924	WASHER SPRING	2

Fuente: Manual de partes para hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.41

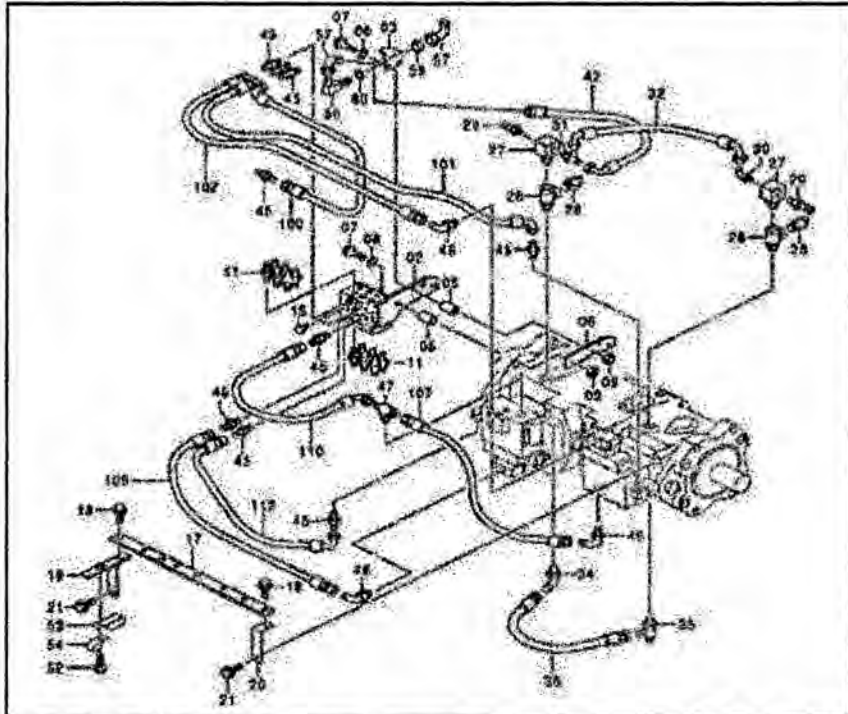
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BOMBA DE GIRO



Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.42

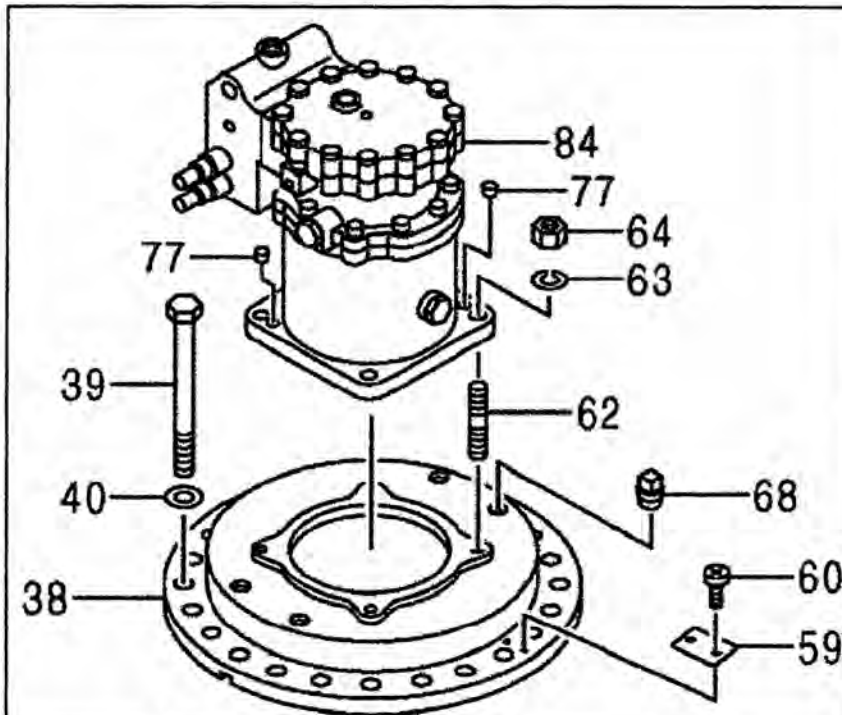
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BOMBA DE IMPLEMENTOS



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
A590924	WASHER SPRING	36
J932495	BOLT	36
4365983	TEE	6
A852366	ELBOW	3
A852455	TEE	3
A852322	ELBOW	12

Fuente: Manual de partes para hidráulica Hitachi EX 5600-6.

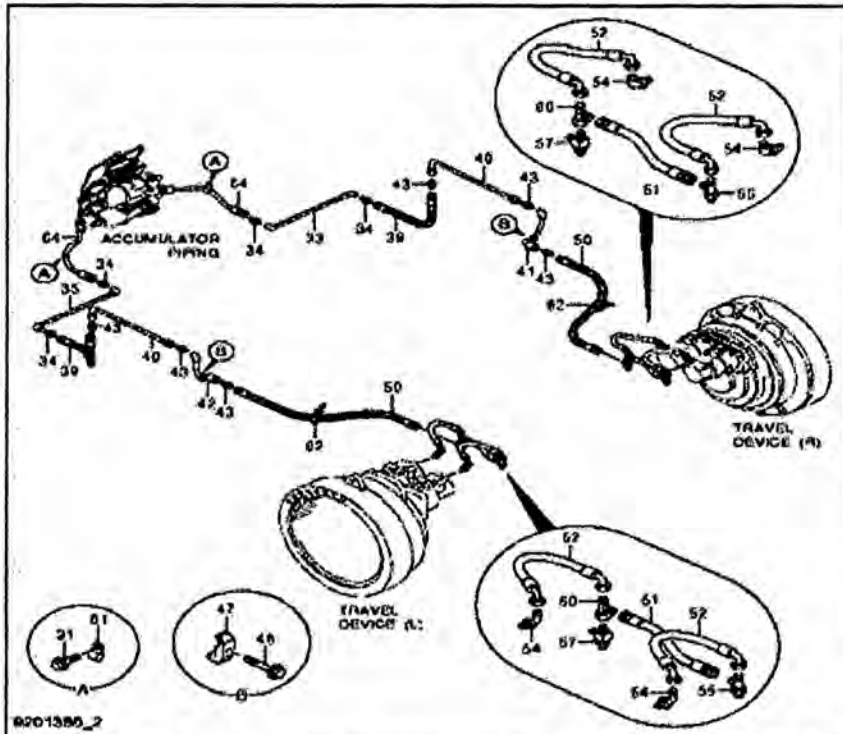
FIGURA 4.43
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE MOTOR DE GIRO



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
A853188	ADAPTER	4
A853388	ELBOW	4
4448192	TEE	4
A852322	ELBOW	4
A852422	TEE	4
M712056	BOLT STUD	16
A590920	WASHER SPRING	16
J951020	NUT	16
429597	CORK	4

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.44
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE MOTOR DE TRASLACIÓN

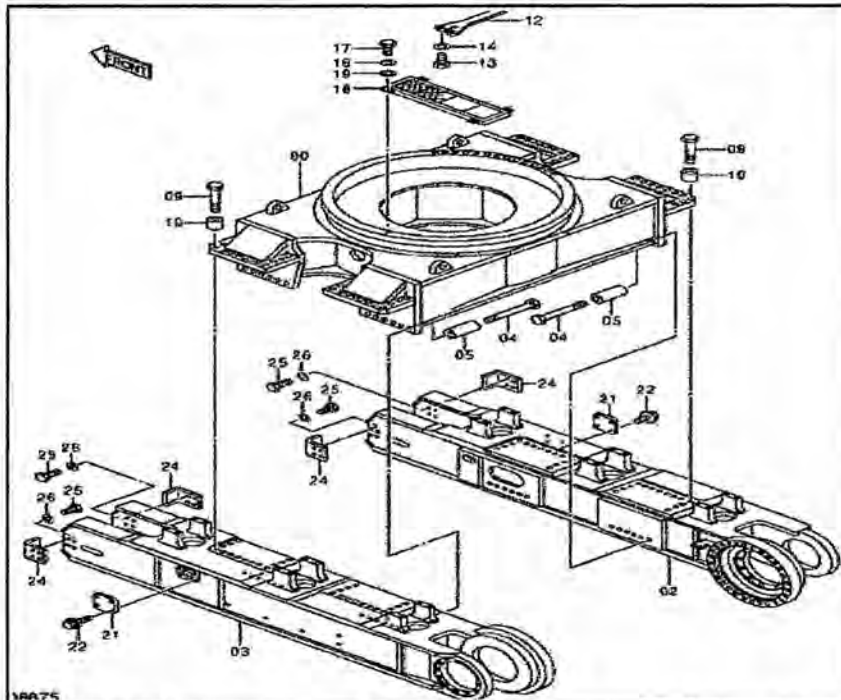


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4356390	O-RING	4
4075854	FLANGE SPLIT	32
M341650	BOLT SOCKET	64
4292384	O RING	16
A852366	ELBOW	4
A852322	ELBOW	4

Fuente: Manual de partes para hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.45

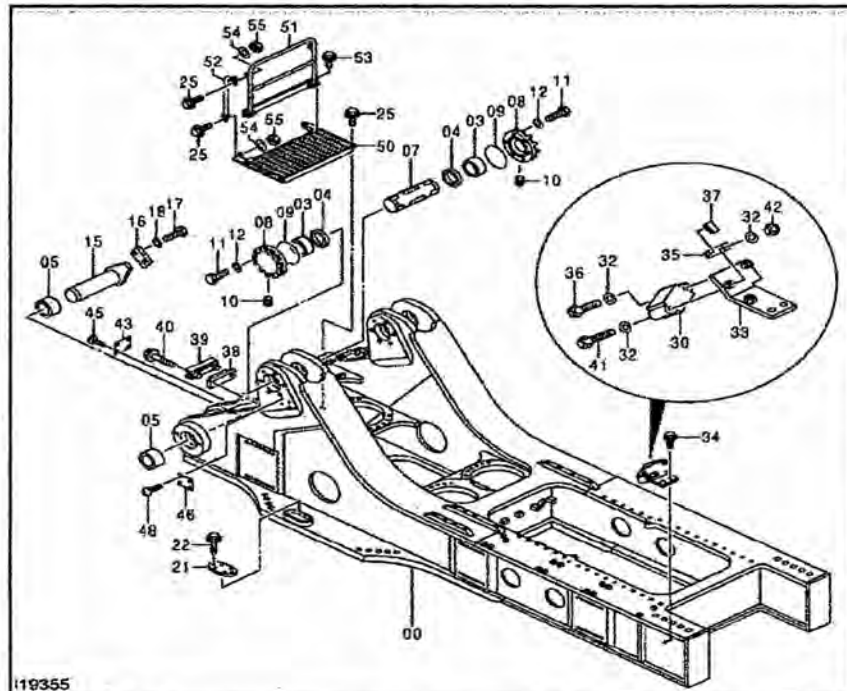
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BASTIDOR LATERAL



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4413723	BOLT	24
4413720	SPACER	24
4399322	BOLT	56
4426851	SPACER	56
4190406	COVER	2
J271225	BOLT SEMS	8
4413430	BRACKET	4
J932290	BOLT	16
J222022	WASHER	16

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.46
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE
BASTIDOR CHASIS



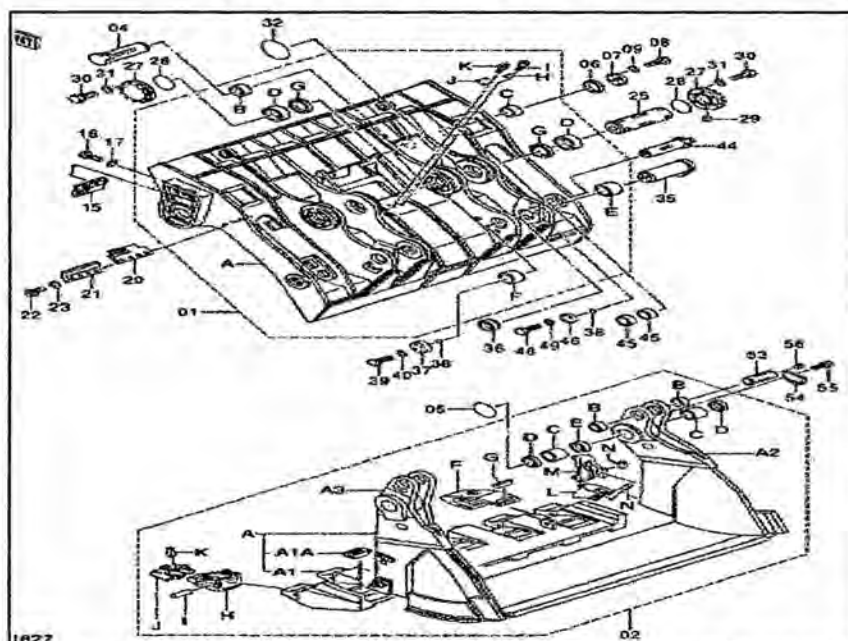
119355

Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4401021	BUSHING	4
4402095	SEAL DUST	4
4398740	BUSHING	4
3081212	PIN	2
3081514	COVER	4
994995	O RING	4
J932055	BOLT	24
J222020	WASHER	24
8072106	PIN	2
4192930	PLATE	2
J932455	BOLT	4
J222024	WASHER	4

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.48

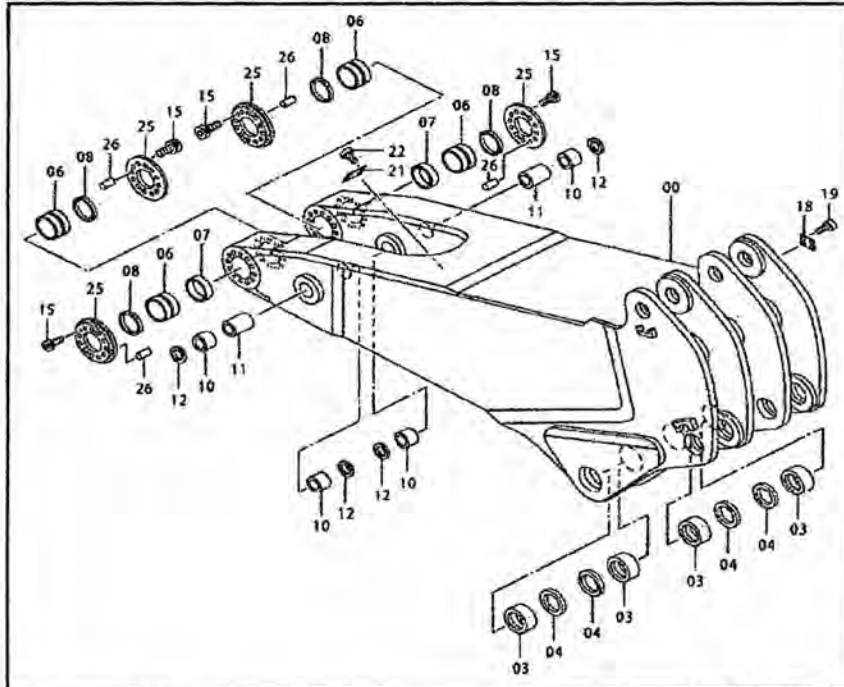
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE CHAPAleta Y CUCHARON



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4400649	BUSHING	2
4400651	BUSHING	2
4401022	BUSHING	4
4401730	BUSHING	2
4613050	BUSHING	2
4401726	SEAL DUST	4
4401813	BUSHING	4
4400652	BUSHING	4
4153592	SEAL DUST	4
4400643	SPACER	2
8072112	PIN	2
4400646	SPACER	2
4400648	PLATE	2
J932455	BOLT	8
A590924	WASHER SPRING	8
3081213	PIN	2
3081515	COVER	4
994995	O RING	4
J932055	BOLT	24
A590920	WASHER SPRING	24
4604347	O RING	2

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.49
APL PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6 COMPONENTE BRAZO DE ATAQUE

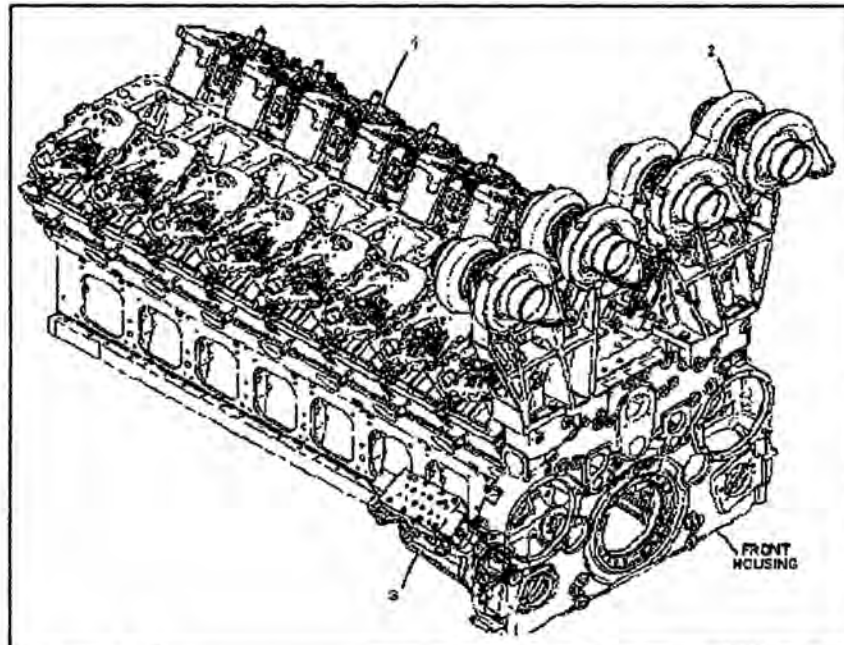


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4401022	BUSHING	4
4401726	SEAL DUST	4
3082141	BUSHING	4
4417986	SPACER	2
4402095	SEAL DUST	4
4259254	BUSHING	4
4417988	SPACER	2
4083968	SEAL DUST	4
M341020	BOLT SOCKET	24
3093896	PLATE THRUST	4
J401640	PIN KNOCK	24

Fuente: Manual de partes pala hidráulica Hitachi EX 5600-6.

FIGURA 4.50

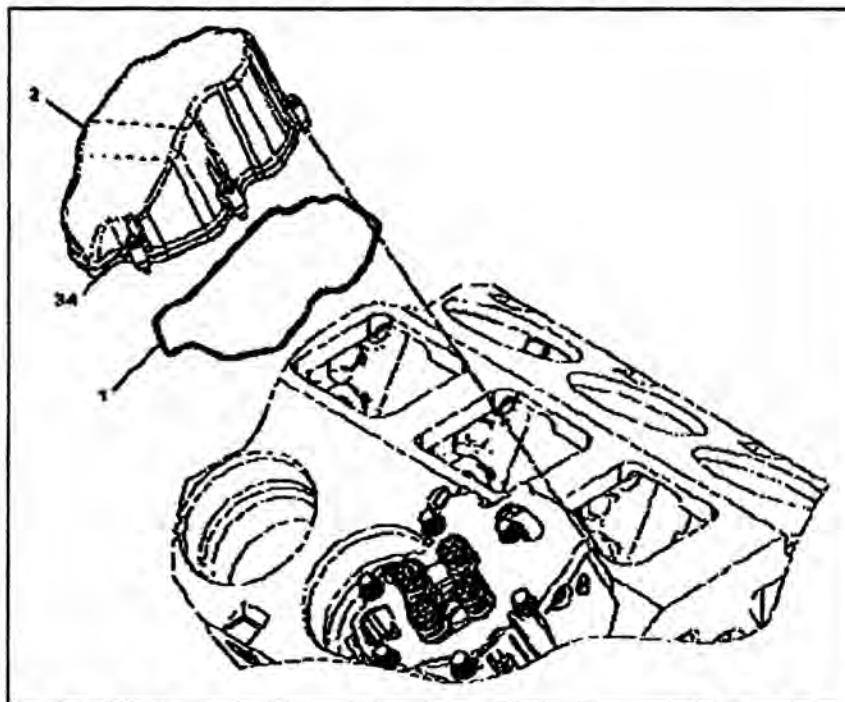
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE MOTOR
DÍESEL



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
8T-4195	BOLT (M10X1.5X30-MM)	9
230-3671	CLAMP	26
226-0087	CLAMP	2
9M-2092	SEAL-O-RING	4
230-2536	CLAMP	20
251-0038	CLAMP	8
284-4304	HOSE	4
230-2536	CLAMP	16
251-0038	CLAMP	8
262-7104	ELBOW	4
284-4304	HOSE	4
231-3264	CLAMP (BOLT SPRING)	8
2M-0879	SEAL-O-RING	3
337-1809	CLAMP-BAND	2
302-8136	CLAMP-BAND	7
306-0297	BELLOWS AS	2
6V-8398	SEAL-O-RING	1
3J-7354	SEAL-O-RING	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.51
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
VÁLVULAS DE MOTOR

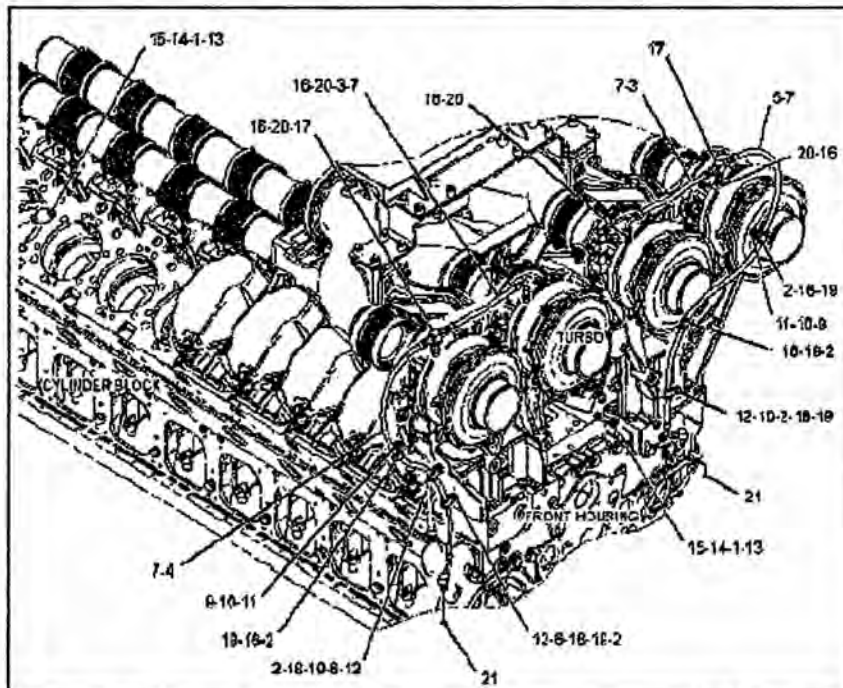


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
8T-4195	BOLT (M10X1.5X30-MM)	9
248-7687	SEAL	16
281-9394	COVER	16
8T-0100	BOLT	80
9M-1974	WASHER-HARD	80

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.52

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE TURBOCOMPRESOR

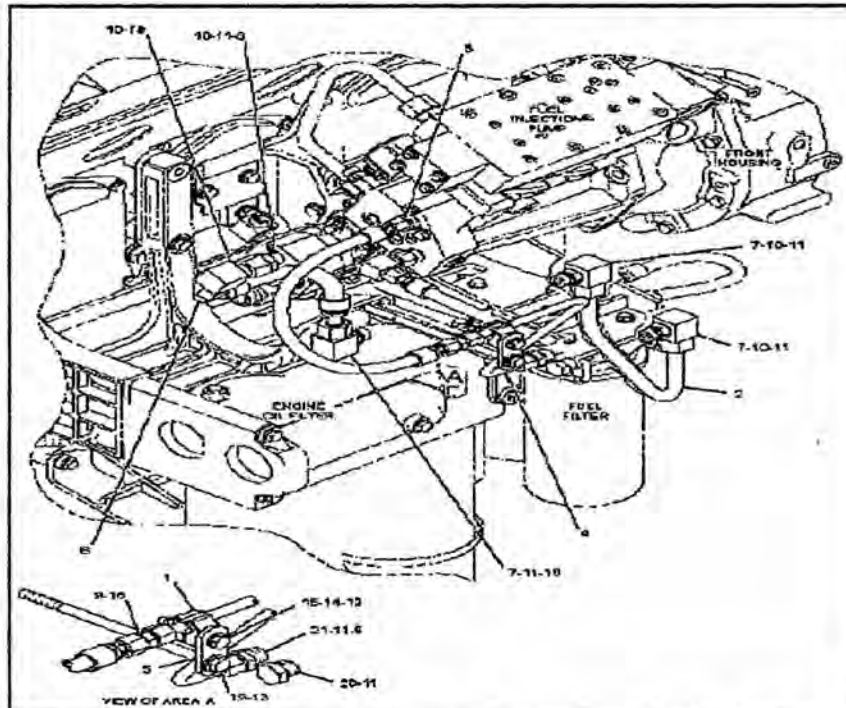


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
216-8578	SEAL-O-RING	16
250-2343	SEAL-O-RING	18
2M-9780	SEAL-O-RING	2
324-9238	HOSE AS	1
324-9240	HOSE AS	1
228-7090	SEAL-O-RING	10
6V-7970	SEAL-O-RING	4
137-0135	DOWEL	4
311-6030	SCREEN AS (TURBOCHARGER OIL DRAIN)	4
5P-8245	WASHER-HARD (13.5X25.5X3-MM THK)	16
8C-3107	SEAL-O-RING	4
8T-0162	BOLT (M12X1.75X160-MM)	16
371-5943	CLAMP-V BAND	4
314-5837	HOSE	4
315-4016	CLAMP-V BAND	4
231-3264	CLAMP (BOLT SPRING)	8

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.53

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BOMBA DE COMBUSTIBLE

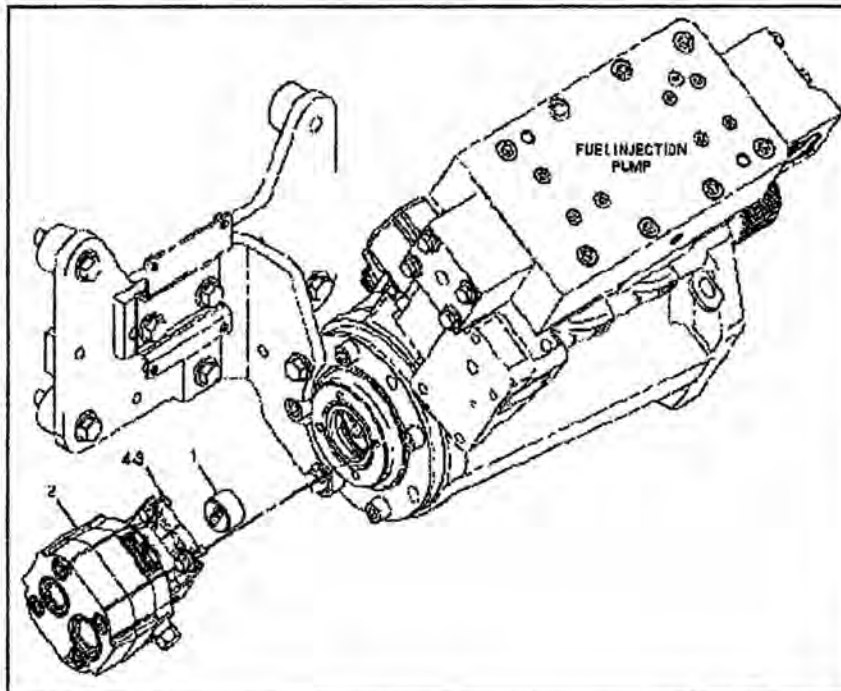


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
330-3517	SEAL-O-RING (SELLO ANULAR)	1
144-7339	SEAL-O-RING (SELLO ANULAR)	1
207-2755	SEAL-O-RING (SELLO ANULAR)	1
6V-5553	SEAL-O-RING (SELLO ANULAR)	1
317-1482	HOSE AS	1
330-3508	HOSE AS	1
227-5715	CONNECTOR	1
228-7105	SEAL-O-RING	6
6V-9746	SEAL-O-RING	3
6V-9853	ELBOW	1
353-8506	HOSE AS	1
391-4561	HOSE AS (FUEL)	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.54

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE

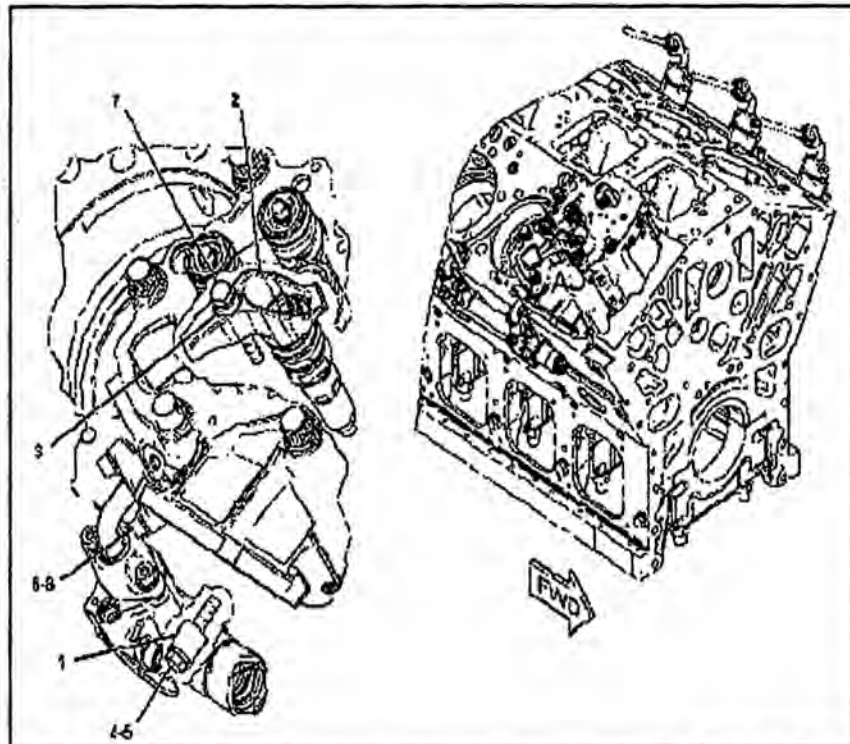


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
317-1482	HOSE AS	1
330-3508	HOSE AS	1
227-5715	CONNECTOR	1
228-7105	SEAL-O-RING	6
6V-9746	SEAL-O-RING	3
6V-9853	ELBOW	1
353-8506	HOSE AS	1
391-4561	HOSE AS (FUEL)	1
208-9281	BOLT-FLANGE HEAD (M8X1.25X20-MM)	4
9M-1974	WASHER-HARD (8.8X16X2-MM THK)	4
144-7339	SEAL-O-RING (SELLO ANULAR)	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.55

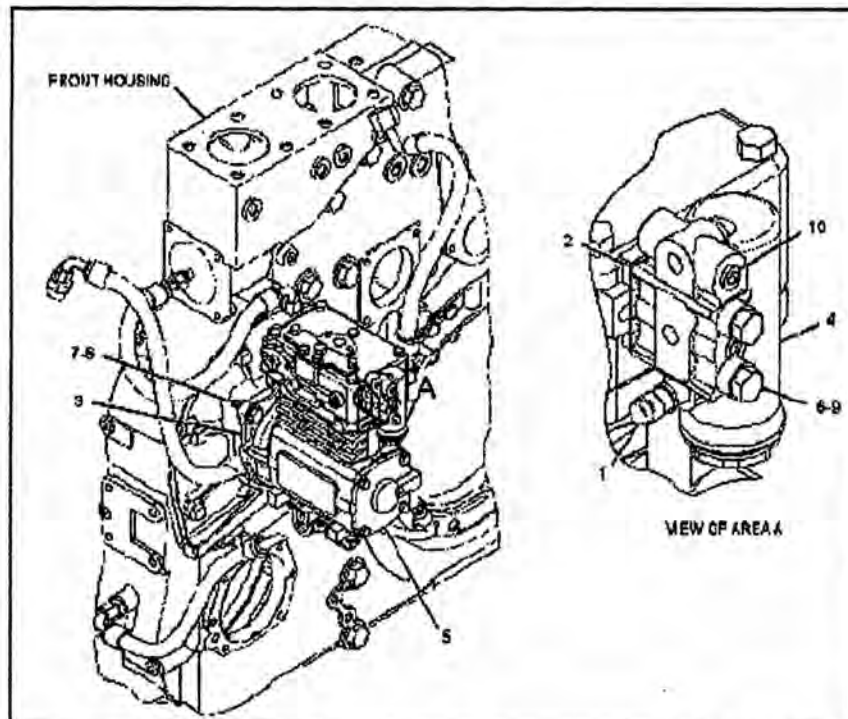
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
INYECTORES DE COMBUSTIBLE



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
1K-4649	SPACER (0.516X1X1-IN THK)	16
10R-8998	INJECTOR GP-FUEL	16
145-5181	SPACER (13.5X25X12-MM THK)	16
5P-8245	WASHER-HARD (13.5X25.5X3-MM THK)	16
6V-3823	BOLT (M12X1.75X60-MM)	16
6V-5839	WASHER (11X21X2.5-MM THK)	32
8T-0106	BOLT (M12X1.75X100-MM)	16
8T-2223	BOLT-SOCKET HEAD (M10X1.5X45-MM)	32

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

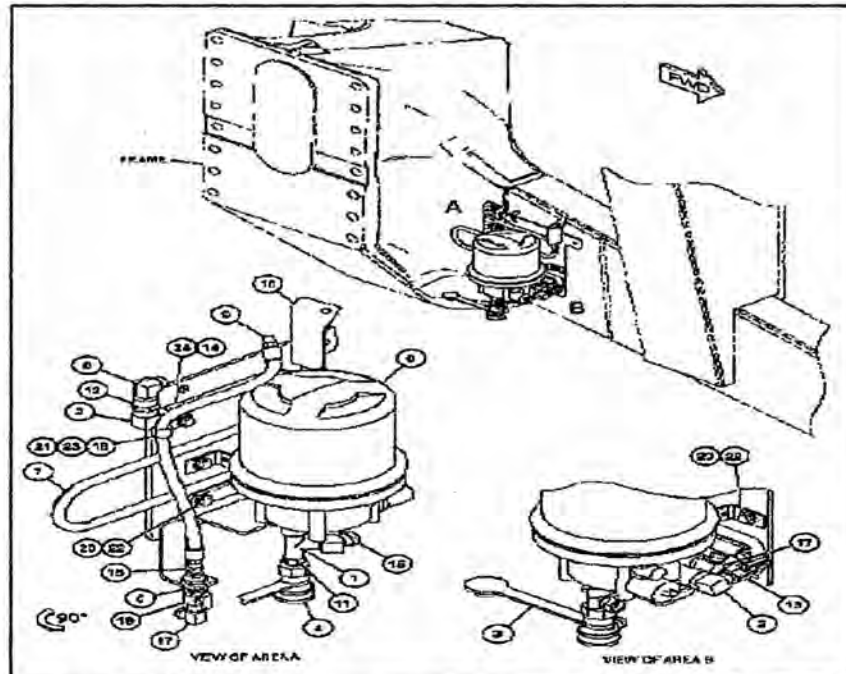
FIGURA 4.56
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
COMPRESOR



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
6L-1883	GASKET	2
127-4422	GASKET	2
217-4168	GOVERNOR	2
2S-2923	COVER	2
261-4881	AIR COMPRESSOR	2
1D-4539	BOLT (5/16-18X2.5-IN)	4
5P-8245	WASHER-HARD (13.5X25.5X3-MM THK)	6
6V-8197	BOLT (M12X1.75X40-MM)	6
8E-9571	WASHER-HARD (8.8X16X7-MM THK)	4
8T-6757	PLUG-PIPE	6

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.57
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
SECADOR DE AIRE

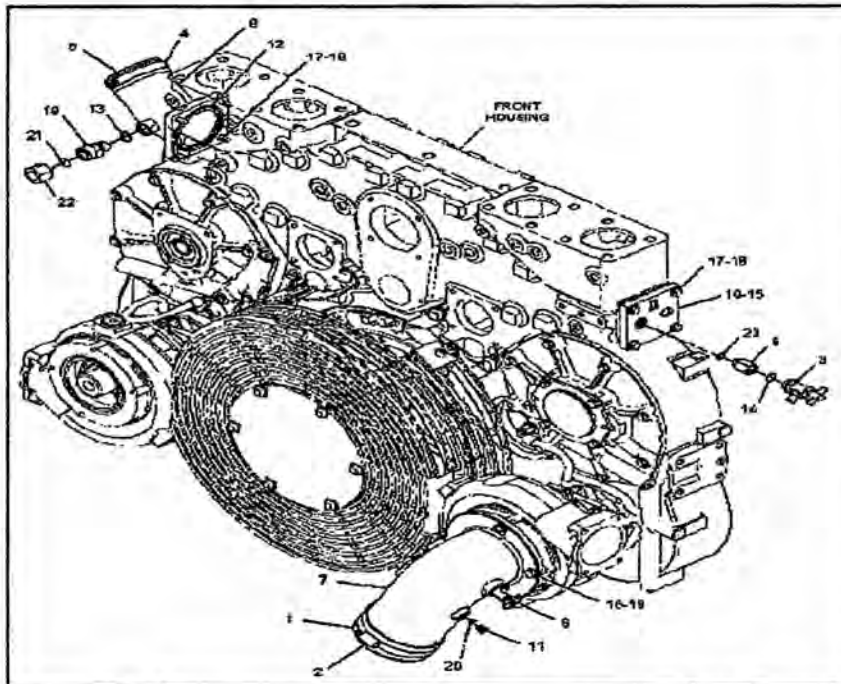


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
5B-8978	TEE	1
5P-4426	ELBOW-AIR BRAKE	2
7D-5206	CAP-DUST	1
7D-5208	FITTING	1
9M-7357	COUPLING AS	1
165-5648	AIR DRYER GP	1
196-2876	TUBE	1
208-1628	ELBOW AS	1
296-8259	HOSE AS	1
340-9401	PLATE AS	1
002-6454	NIPPLE-PIPE	1
044-4101	COUPLING-PIPE	1
166-4341	HARNES ASWIRING	1
335-5426	SPACER (10.5X20X24-MM THK)	1
4D-3734	ELBOW	1
4H-6147	CONNECTOR	1
5H4778	ELBOW	2
6K-8178	CLIP	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.58

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BOMBA DE AGUA

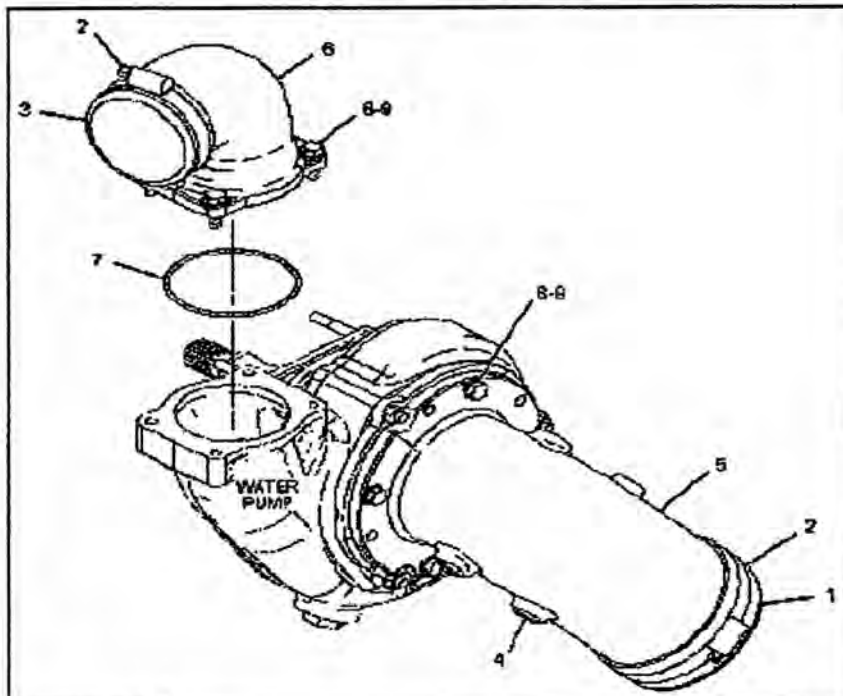


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
315-5581	HOSE AS	1
271-4928	SEAL	1
228-7088	SEAL-O-RING	2
8T-7876	SEAL-O-RING	1
6V-9028	SEAL-O-RING	1
228-7089	SEAL-O-RING	1
249-6365	STUD-TAPERLOCK (M10X1.5X79-MM)	4
2Y-5829	NUT (M10X1.5-THD)	4
6V-5839	WASHER (11X21X2.5-MM THK)	4
9M-3786	SEAL-O-RING	1
5N-4447	BOOT	1
5P-0599	CLAMP-BAND	1
6V-1820	BOLT (M10X1.5X30-MM)	4
6V-5839	WASHER (11X21X2.5-MM THK)	12
213-9397	SEAL-O-RING	3
6V-1820	BOLT (M10X1.5X30-MM)	4
6V-5839	WASHER (11X21X2.5-MM THK)	4

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.59

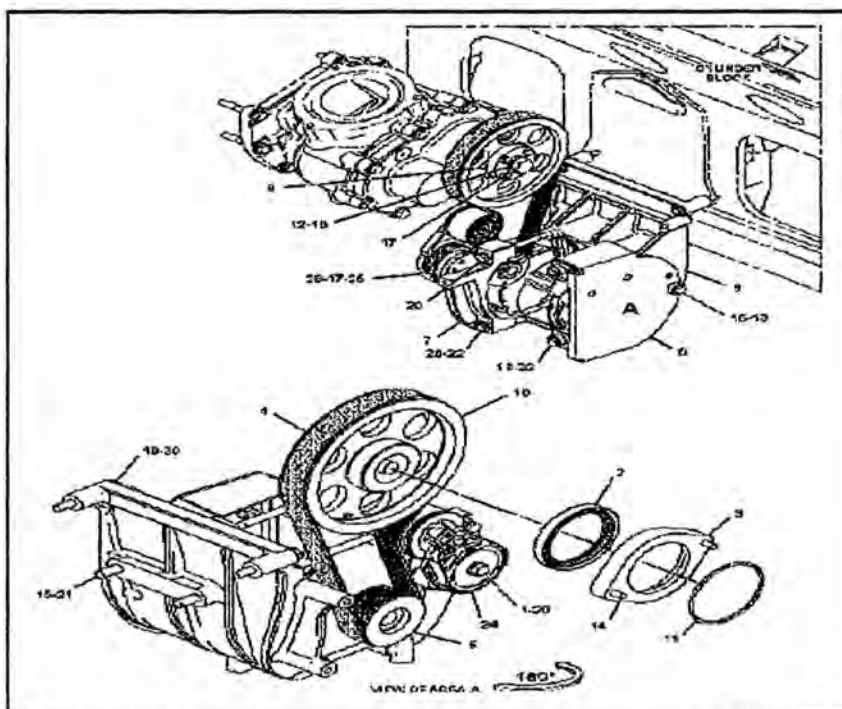
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BOMBA DE AGUA DE AFTERCOOLER



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
226-0087	CLAMP	12
7J-9108	SEAL-O-RING	3
2H-2665	SEAL-O-RING	7
5F-8000	SEAL-O-RING	1
6J-2680	SEAL-O-RING	4
6V-8398	SEAL-O-RING	2
8T-2903	SEAL-O-RING	1
230-3671	CLAMP	28
9M-2092	SEAL-O-RING	4
5N-4447	BOOT	1
5P-0599	CLAMP-BAND	2
9N-6379	BOOT	1
2H-3928	SEAL-O-RING	1
271-4928	SEAL	1
9M-3786	SEAL-O-RING	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.60
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
ALTERNADOR

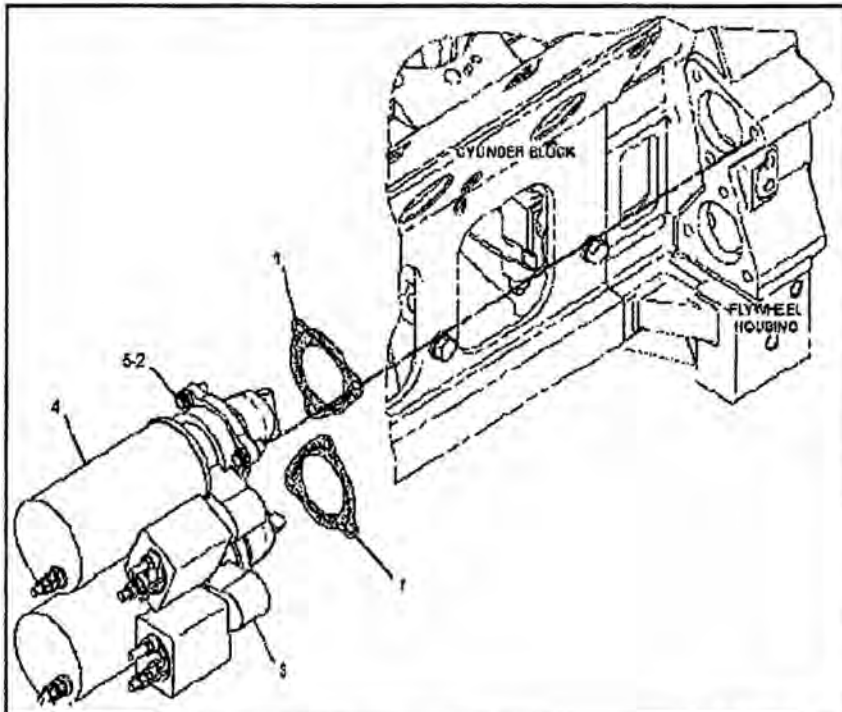


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
235-2484	SEAL-LIP TYPE	1
350-7106	BELT-SERPENTINE (ALTERNATOR)	1
325-4723	PULLEY (8-GROOVE)	1
350-2565	PULLEY AS (8-GROOVE)	1
131-3718	SEAL-O-RING	1
329-8797	BELT TENSIONER	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.61

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE MOTOR DE ARRANQUE NEUMÁTICO

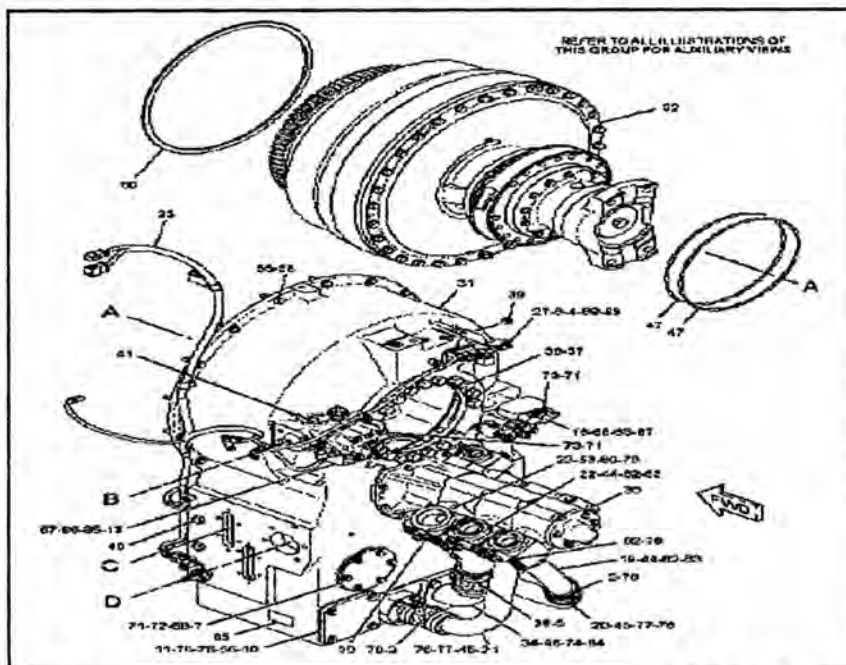


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
9Y-6089	GASKET	2
7M-0327	WASHER-THRUST (17.4X25.4X1.6-MM THK)	6
277-3345	BOLT-12 POINT HEAD (M16X2X40-MM)	6

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.62

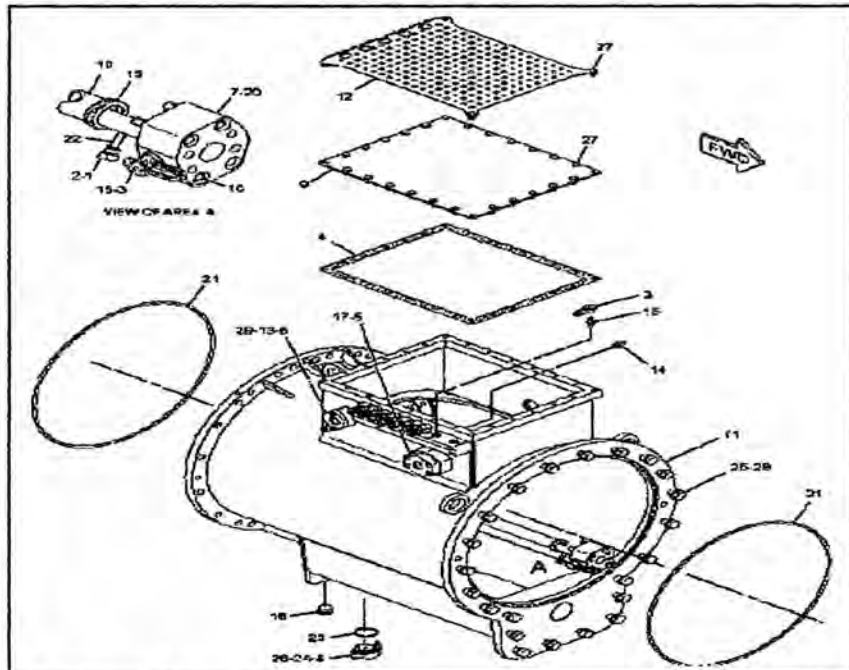
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
CONVERTIDOR DE TORQUE



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
2V-2963	HOSE	2
6J-1080	GROMMET	2
8K-6892	HOSE	1
6D-7889	SEAL-O-RING	1
9P-9555	SCREEN AS-SUCTION (TORQUE CONVERTER)	1
9W-7403	VALVE GP-RELIEF (TORQUE CONVERTER)	1
103-9603	GAUGE-SIGHT (TC SUMP OIL LEVEL)	2
126-7174	VALVE GP-RELIEF (TORQUE CONVERTER II)	1
140-6482	GASKET	1
187-3517	SCREEN GP (TORQUE CONVERTER)	1
276-8941	PLATE (TC SUMP OIL LEVEL)	1
276-8942	PLATE (TC SUMP OIL LEVEL)	1
3K-0360	SEAL-O-RING	1
279-2522	WIRING GP-SENSOR (TORQUE CONVERTER)	1
3J-1907	SEAL-O-RING	1
5P-1935	SEAL	1
5P-8068	SEAL-O-RING	1
6D-9157	SEAL-O-RING	1
6V-7673	BOLT (M12X1.75X50-MM)	16
8P-0058	GASKET-COVER	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.63
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE
TRANSMISIÓN

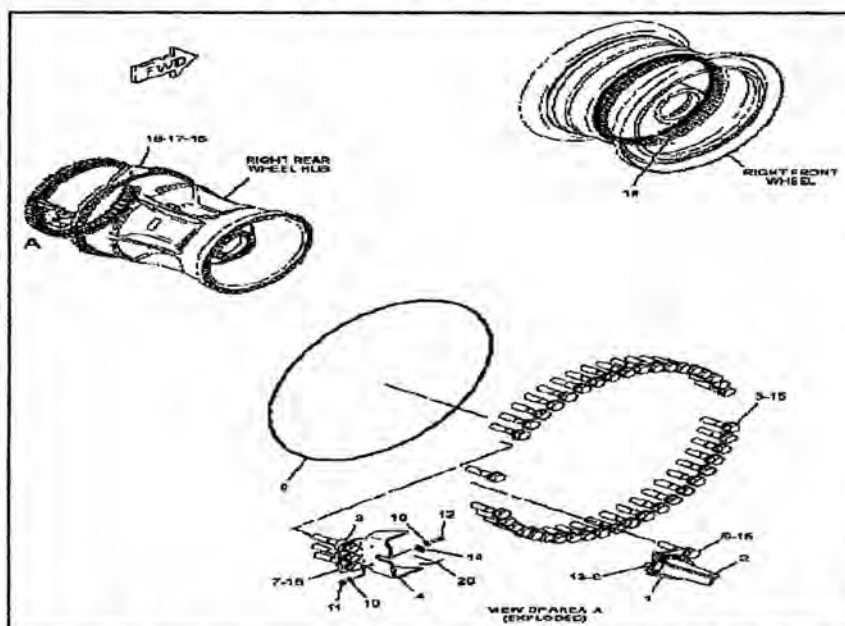


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
2V-2963	HOSE	2
3J-1907	SEAL-O-RING	1
7G-6373	GASKET	1
104-6730	GASKET	1
235-2476	SEAL-RECTANGULAR	1
235-2479	SEAL-RECTANGULAR	1
383-3587	HOSE AS	1
228-7089	SEAL-O-RING	1
296-9954	HARNES AS-REAR CHASSIS (TRANSMISS	1
279-2544	HARNES AS-TRANSMISSION	1
340-0403	FILTER ELEMENT AS-OIL (HYDRAULIC)	1
3D-2824	SEAL-O-RING	1
3J-1907	SEAL-O-RING	1
6V-7970	SEAL-O-RING	1
3D-2824	SEAL-O-RING	1
3J-1907	SEAL-O-RING	1
6V-7970	SEAL-O-RING	1
9F-1399	SEAL-O-RING	1
156-7993	BOLT	8

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.64

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE MANDO FINAL IZQUIERDO Y DERECHO

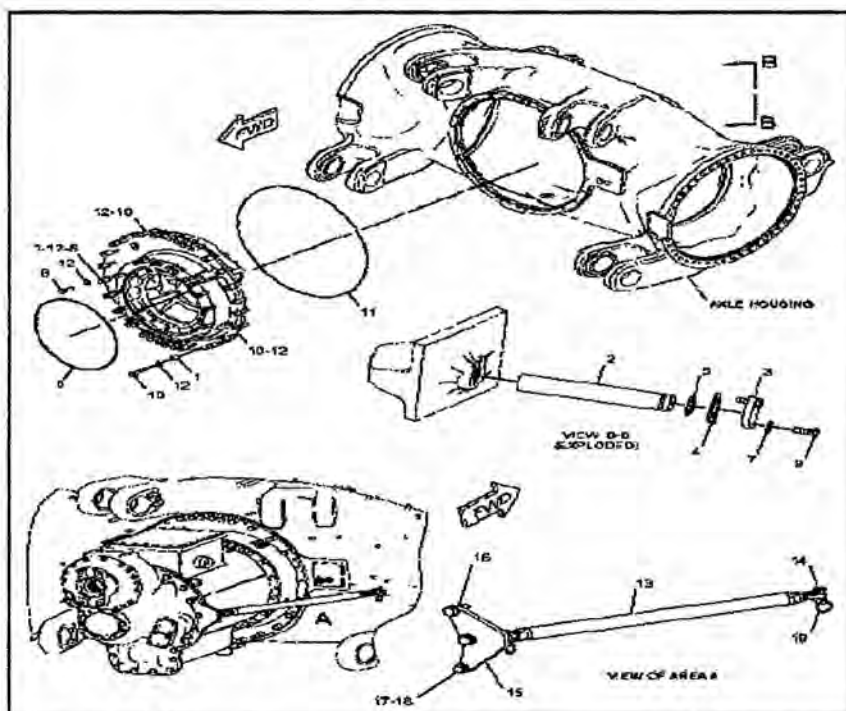


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
7X-2583	BOLT (M30X3.5X120-MM)	82
177-9754	BOLT (M30X3.5X130-MM)	6
177-9755	BOLT (M30X3.5X160-MM)	6
9X-8399	WASHER (33X56X6-MM THK)	94
6V-8237	WASHER (26X44X4-MM THK)	16
7X-0851	NUT (M24X3-THD)	16
125-5894	SPACER (20X50X12.7-MM THK)	2
5T-8041	ADAPTER	1
5T-8042	SHIM (0.16-MM THK)	2
5T-8168	SHIM (0.05-MM THK)	3
5T-8169	SHIM (0.8-MM THK)	2
205-9874	SENSOR GP-SPEED (WHEEL)	1
6V-0852	CAP-DUST	4
9F-2167	SCREW-PURGE (3/8-24X1.164-IN)	2
260-9219	CONNECTOR AS (EACH INCLUDES)	8
6V-8638	CONNECTOR	1
164-5567	COUPLER AS-QUICK DISCONNECT (MALE)	4
6V-3965	FITTING (QUICK DISCONNECT)	1
8T-4140	BOLT (M16X2X60-MM)	28
8T-4193	BOLT (M16X2X50-MM)	12
9X-8257	WASHER (17.5X30X3.5-	65
8T-7338	BOLT (M16X2X45-MM)	4

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.65

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE DIFERENCIAL

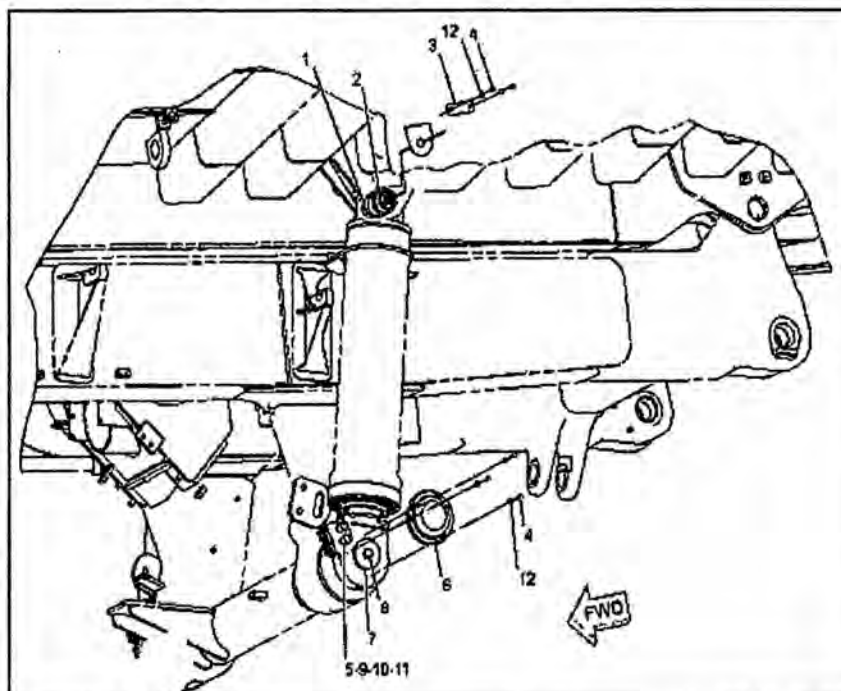


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
322-8541	SHIM PACK (INCLUDES 30-SHIMS)	1
6V-3532	BOLT (M20X2.5X60-MM)	26
6V-9667	BOLT (M20X2.5X100-MM)	28
8T-3282	WASHER-HARD (22X35X3.5-MM THK)	54
9C-4937	BREATHER AS (REAR AXLE)	1
003-2143	ELBOW	1
5P-4295	CLIP	1
9S-8004	PLUG-O-RING	1
328-3655	FILTER ELEMENT AS-OIL (ADV EFFICIENCY)	1
130-0229	SEAL-O-RING	1
6V-0852	CAP-DUST	1
061-7540	SEAL-O-RING	1
164-5567	COUPLER AS-QUICK DISCONNECT (MALE)	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.66

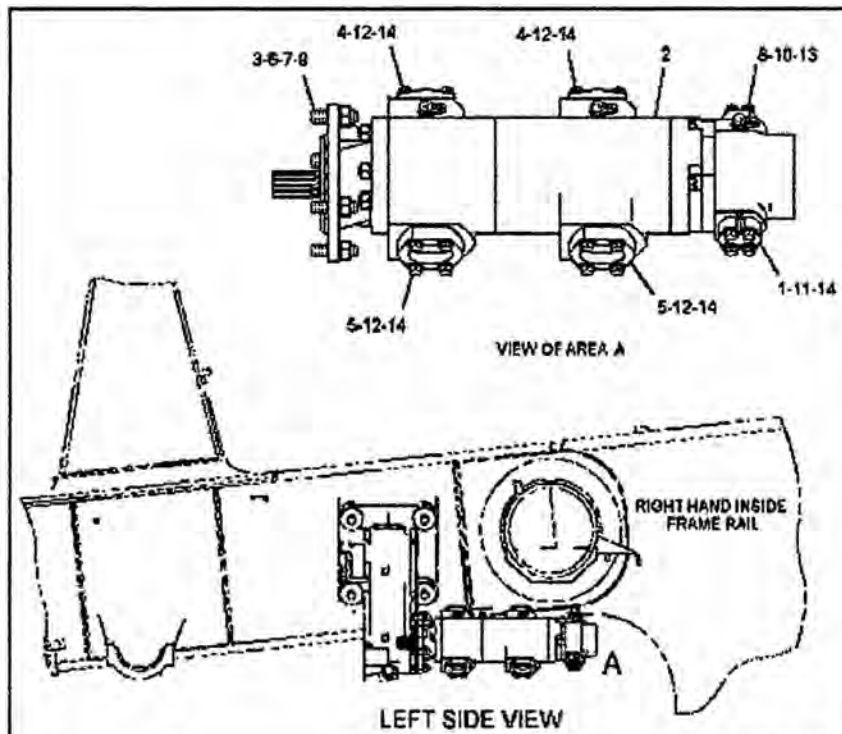
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE CILINDRO DE LEVANTE IZQUIERDO Y DERECHO



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
237-0417	PIN AS	2
8X-4043	SPACER (117X144X7-MM THK)	4
8X-4044	PLATE	2
8T-4183	BOLT (M12X1.75X40-MM)	10
297-7969	CAP-DUST	2
8X-2787	COVER	2
2A-6662	PLATE	2
8C-3222	BOLT (M30X3.5X80-MM)	2
297-7968	FITTING	2
5P-9560	UNION	2
3D-2824	SEAL-O-RING	4
8T-4223	WASHER-HARD (13.5X25.5X3-MM THK)	10
340-2375	RING-RETAINING	4
6Y-9379	BEARING	2
6Y-9380	BEARING	2
340-2377	RING-RETAINING	4
191-2962	SEAL-O-RING	8

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.67
APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BOMBA DE LEVANTE

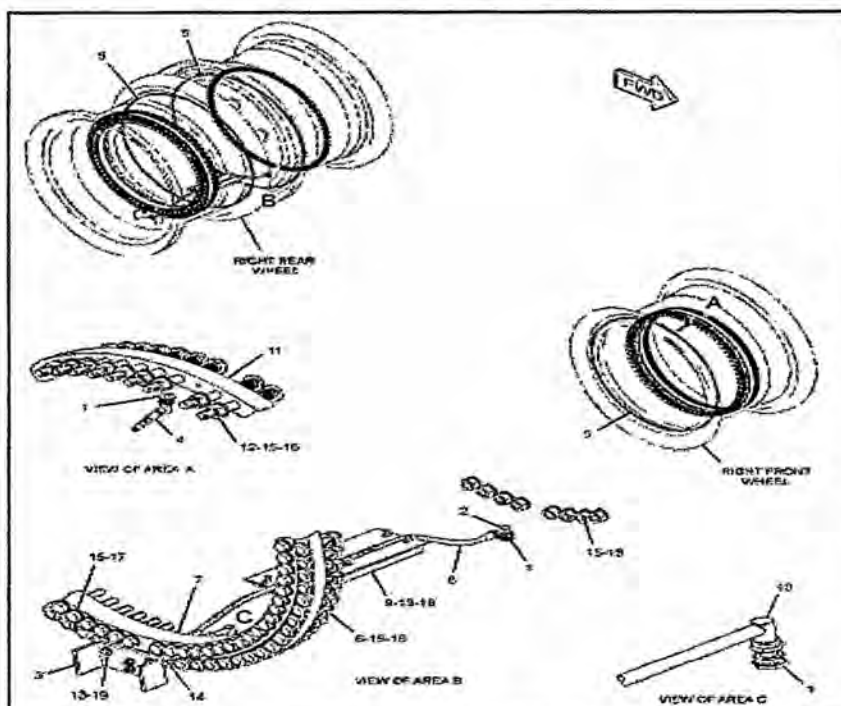


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
116-3719	STUD-TAPERLOCK (M20X2.5X75-MM)	4
6V-5553	SEAL-O-RING	1
6V-7742	NUT-FULL (M20X2.5-THD)	4
8T-3282	WASHER-HARD (22X35X3.5-MM THK)	4
234-3544	SEAL-O-RING	4
8T-0568	SEAL-O-RING	4
170-5715	SEAL-O-RING	1
191-2962	SEAL-O-RING	1

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.68

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE RUEDA IZQUIERDA Y DERECHA

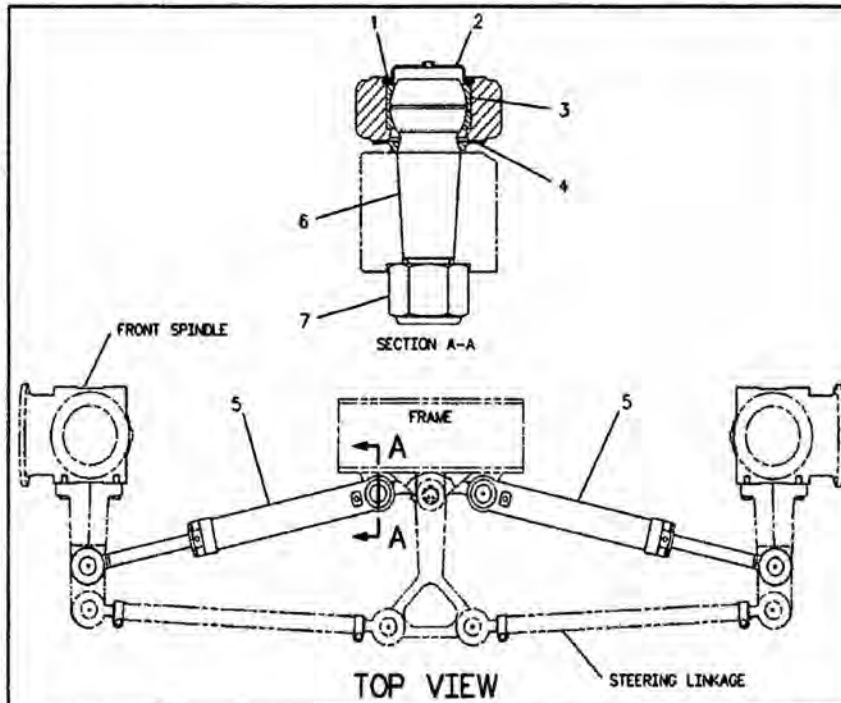


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
6V-8237	WASHER (26X44X4-MM THK)	140
7X-0851	NUT (M24X3-THD)	140
6V-8237	WASHER (26X44X4-MM THK)	140
7X-0851	NUT (M24X3-THD)	140
8T-0568	SEAL-O-RING	8
228-7090	SEAL-O-RING	4
238-5081	SEAL-O-RING	4
9X-8399	WASHER (33X56X6-MM THK)	20
8T-0283	BOLT (M30X3.5X110-MM)	20

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.69

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE CILINDRO DE DIRECCIÓN IZQUIERDO Y DERECHO

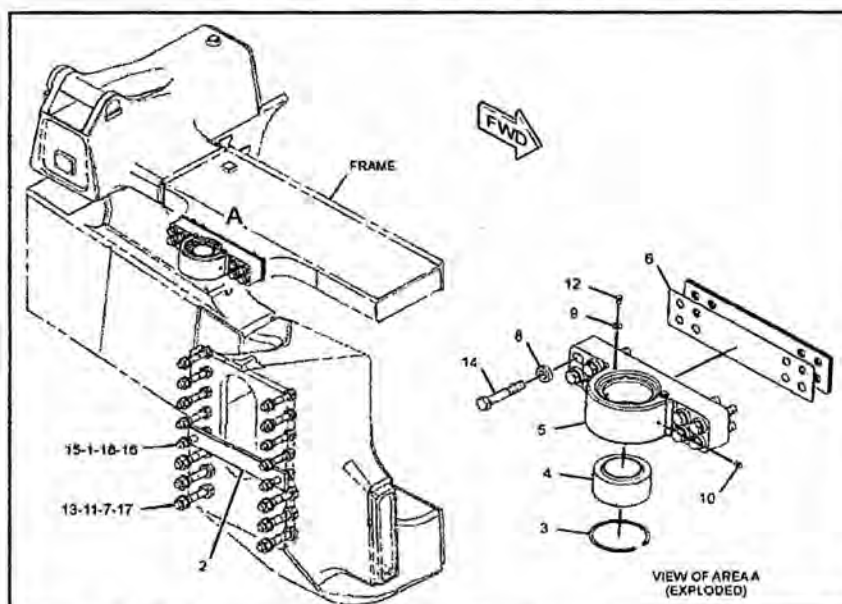


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
5T-6667	RING-RETAINING	4
5T-6503	PLUG	4
6V-7959	BEARING AS	4
5T-6809	COVER-DUST (STEERING CYLINDER)	4
8X-9620	STUD-BALL	4
3J-6899	LOCKNUT (2-1/4-12-THD)	4
170-5715	SEAL-O-RING	11

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.70

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE CILINDRO DE SUSPENSIÓN DELANTERA

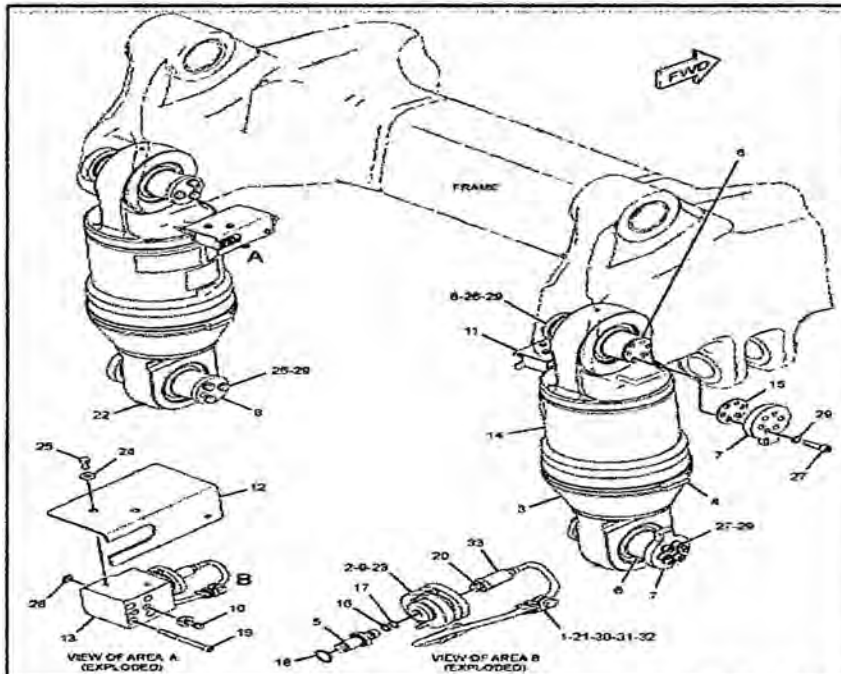


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
6V-8237	WASHER (26X44X4-MM THK)	140
7X-0851	NUT (M24X3-THD)	140
6V-8237	WASHER (26X44X4-MM THK)	140
7X-0851	NUT (M24X3-THD)	140
8T-0568	SEAL-O-RING	8
5T-1352	SPACER (34X55X12-MM THK)	20
5T-6255	KEY	2
6V-0836	RING-RETAINING	2
6V-3249	BEARING	2
320-9003	PLATE	16
146-1799	WASHER-HARD (39X66X6-MM THK)	12
198-4771	WASHER-HARD (26X47X12-MM THK)	16
5T-4896	SPACER (40.5X67X12-MM THK)	12
8C-4032	NUT (M36X4-THD)	12
8T-0670	BOLT (M24X3X140-MM)	16
8T-1583	NUT (M30X3.5-THD)	20
8T-6624	BOLT (M30X3.5X180-MM)	20
9X-6626	BOLT (M36X4X200-MM)	12
9X-8399	WASHER (33X56X6-MM THK)	20
8X-8472	HOSE AS	2
6D-3479	CLIP	36
8T-4121	WASHER-HARD (11X21X2.5-MM THK)	71
8T-4137	BOLT (M10X1.5X20-MM)	46

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.71

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE CILINDRO DE SUSPENSIÓN POSTERIOR

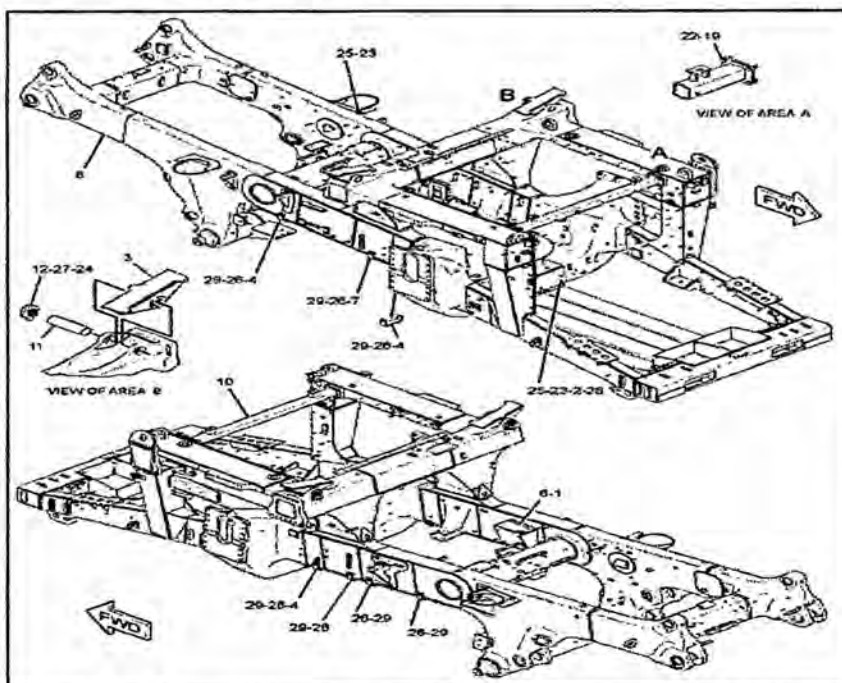


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
150-3772	PIN	4
150-3981	PLATE	4
150-3982	PLATE	4
301-5331	PLATE	2
5M-6214	PLUG-PIPE	2
6V-3532	BOLT (M20X2.5X60-MM)	12
7Y-5217	BOLT-SOCKET HEAD (M20X2.5X70-MM)	24
8T-3282	WASHER-HARD (22X35X3.5-MM THK)	36
115-9310	COVER-SUSPENSION	2
115-9311	CLAMP-HOSE	4
301-2196	HOSE AS	2
148-8389	ELBOW AS	60
7X-0492	ELBOW	1
4J-5477	SEAL-O-RING	1
188-8697	BEARING	1
340-2376	RING-RETAINING	2
188-8697	BEARING	1
340-2376	RING-RETAINING	2

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.72

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE BASTIDOR SUPERIOR E INFERIOR

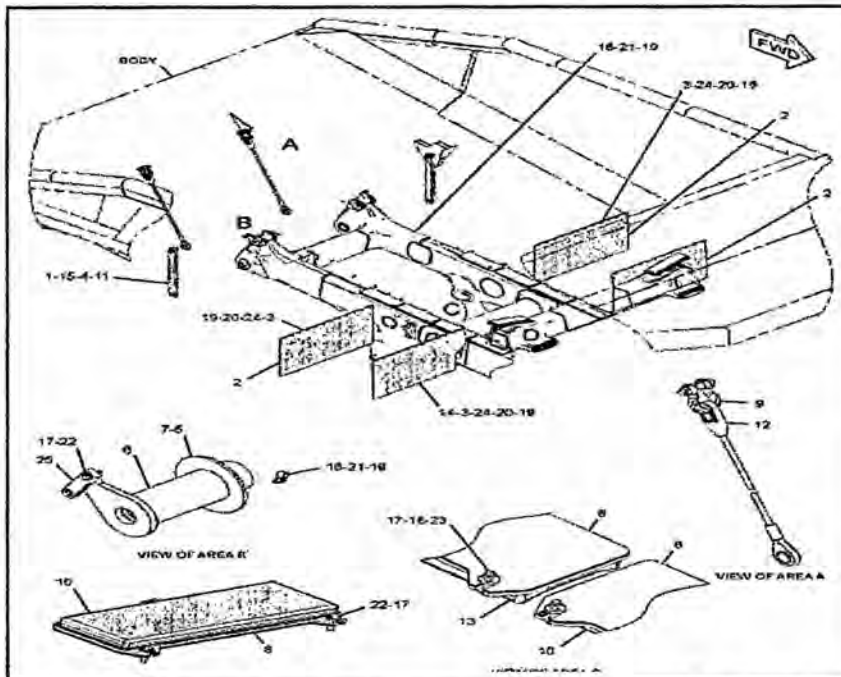


Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
4D-6716	RIVET - POP	4
5T-8224	SPACER (17X32X12.7-MM THK)	12
8X-5046	SHOE AS	2
187-1687	BRACKET AS	3
250-7627	TREAD	1
252-1727	BRACKET AS	1
279-2001	FRAME AS	1
279-2023	TUBE AS	1
279-9648	PIN	2
279-9649	PLATE	2
6V-3532	BOLT (M20X2.5X60-MM)	8
8T-3282	WASHER - HARD (22X35X3.5 - MM THK)	8
8T-4122	WASHER - HARD (17X32X3.5 . MM THK)	16
8T-4123	WASHER (22X35X3.5 - MM THK)	8
8T-4132	NUT (M16X2 - THD)	16
8T-4139	BOLT (M12X1.75X30 - MM)	14
8T-4141	BOLT (M20X2.5X70 . MM)	8
8T-4193	BOLT (M16X2X50 - MM)	12
8T-4223	WASHER - HARD (13.5X25.5X3 - MM THK)	14

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

FIGURA 4.73

APL CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F COMPONENTE TOLVA



Numero de parte	Descripción	Cantidad requerida
7I-5517	PIN AS	2
8W-2896	WASHER (132X240X6 - MM THK)	2
8X-3046	SHIM (2 - MM THK)	30
8T-4121	WASHER - HARD (11X21X2.5 - MM THK)	2
8T-4196	BOLT (M12X1.75X50 MM)	48

Fuente: <https://sis.cat.com/sisweb>

Con la identificación de todos los activos, solo quedaba ingresar el tiempo de vida útil de cada componente para poder realizar la proyección del cambio de estos a lo largo de la vida útil del activo y proyectar de la misma manera el presupuesto anual para este tipo de trabajos. Los tiempos de vida útil de los componentes se pueden encontrar en la tabla 4.43 para los componentes de la pala hidráulica Hitachi EX – 5600 y en la tabla 4.44 para el camión minero Caterpillar 793F.

TABLA 4.43
TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES EN PALA
HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6

SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE	HORAS		
Motor	Motor básico	Motor diésel izquierdo	14,000		
		Motor diésel derecho	14,000		
		Termostato del motor izquierdo	7,000		
		Termostato del motor derecho	7,000		
		Válvulas del motor izquierdo	8,000		
		Válvulas del motor derecho	8,000		
	Sistema de admisión	Turbocompresor motor izquierdo	7,000		
		Turbocompresor motor derecho	7,000		
	Sistema de combustible	Bomba de combustible izquierdo	7,000		
		Bomba de combustible derecho	7,000		
		Inyectores de combustible izquierdo	7,000		
		Inyectores de combustible derecho	7,000		
	Sistema de lubricación	Bomba de aceite de motor izquierdo	7,000		
		Bomba de aceite de motor derecho	7,000		
	Sistema de refrigeración	Bomba de agua izquierdo	7,000		
		Bomba de agua derecho	7,000		
	Sistema eléctrico	Motor de arranque inferior izquierdo	7,000		
		Motor de arranque superior izquierdo	7,000		
		Motor de arranque inferior derecho	7,000		
		Motor de arranque superior derecho	7,000		
Tren de Potencia	Tren de potencia	Caja de engranajes izquierdo	20,000		
		Caja de engranajes derecho	20,000		
	Sistema de giro	Rodaje y engranaje de tomamesa	35,000		
		Reductor de giro delantero izquierdo	18,000		
		Reductor de giro posterior izquierdo	18,000		
		Reductor de giro delantero derecho	18,000		
		Reductor de giro posterior derecho	18,000		
		Mando final izquierdo	28,000		
	Mando final derecho	28,000			
	Tren de rodaje	Mando final izquierdo	28,000		
Mando final derecho		28,000			
Tren de Rodamiento	Tren de rodamiento	Templador de cadena izquierdo	20,000		
		Templador de cadena derecho	20,000		
Hidráulicos	Sistema de cilindros	Cilindro de levante de aguilón izquierdo	15,000		
		Cilindro de levante de aguilón derecho	15,000		
		Cilindro de cucharón izquierdo	12,000		
		Cilindro de cucharón derecho	12,000		
		Cilindro de chapaleta izquierdo	6,000		
		Cilindro de chapaleta derecho	6,000		
		Cilindro de ataque	13,000		
		Cilindro de nivel	18,000		
	Motores y bombas	Bomba de giro 1	14,000		
		Bomba de giro 2	14,000		
		Bomba de implementos 1	14,000		
		Bomba de implementos 2	14,000		
		Bomba de implementos 3	14,000		
		Bomba de implementos 4	14,000		
		Motor de giro delantero izquierdo	15,000		
		Motor de giro posterior izquierdo	15,000		
		Motor de giro delantero derecho	15,000		
		Motor de giro posterior derecho	15,000		
		Motor de traslación delantero izquierdo	25,000		
		Motor de traslación posterior izquierdo	25,000		
		Motor de traslación delantero derecho	25,000		
		Motor de traslación posterior derecho	25,000		
		Estructura	Cuerpo	Bastidor lateral izquierdo	45,000
				Bastidor lateral derecho	45,000
				Bastidor inferior	70,000
				Bastidor superior	45,000
Implementos	Aguilón		70,000		
	Chapaleta		8,000		
	Cucharón		4,000		
	Brazo de ataque		70,000		

Fuente: Propia.

TABLA 4.44
TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LOS COMPONENTES EN CAMIÓN MINERO
CATERPILLAR 793F

SISTEMA	SUB SISTEMA	COMPONENTE	HORAS
Motor	Motor básico	Motor diésel	14,000
		Válvulas de motor	4,000
	Sistema de admisión	Turbocompresor 1	7,000
		Turbocompresor 2	7,000
		Turbocompresor 3	7,000
		Turbocompresor 4	7,000
	Sistema de combustible	Bomba de combustible	7,000
		Bomba de transferencia de combustible	7,000
		Inyectores de combustible	7,000
	Sistema de compresor	Compresor	4,000
		Secador de aire	4,000
	Sistema de refrigeración	Bomba de agua	7,000
		Bomba de agua de aftercooler	7,000
	Sistema eléctrico	Alternador	7,000
		Faja de alternador	4,000
Motor de arranque neumático		7,000	
Tren de potencia	Tren de potencia	Convertidor de torque	14,000
		Transmisión	14,000
	Tren de rodaje	Mando final izquierdo	14,000
		Mando final derecho	14,000
		Diferencial	14,000
Hidráulicos	Sistema de cilindros	Cilindro de levante de tolva izquierdo	14,000
		Cilindro de levante de tolva derecho	14,000
	Sistema de levante	Bomba de levante	7,000
Cubos	Ruedas	Rueda izquierdo	14,000
		Rueda derecho	14,000
	Sistema de dirección	Cilindro de dirección izquierdo	14,000
		Cilindro de dirección derecho	14,000
	Sistema de suspensión	Cilindro de suspensión delantero izquierdo	14,000
		Cilindro de suspensión posterior izquierdo	14,000
		Cilindro de suspensión delantero derecho	14,000
Cilindro de suspensión posterior derecho	14,000		
	Estructura	Cuerpo	Bastidor superior
Bastidor inferior			70,000
Implementos		Tolva	45,000

Fuente: Propia.

4.6.3. Procesamiento y análisis de datos para el comisionamiento

Una vez recepcionados los equipos en obra se procedió a dar inicio a las actividades del cronograma de comisionamiento con la inspección de los activos.

A continuación, se muestran desde la tabla 4.45 a la tabla 4.52 los resultados de las inspecciones visuales de acuerdo a los formatos definidos previamente.

TABLA 4.45
OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL MOTOR EN
LOS ACTIVOS

MOTOR	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	01 pala con pintura dañada (PH-00008)
Daños	OK
Conexiones de engrase	03 camiones con conexiones dañadas (CM-00004, CM-00008 y CM-00009)
Bomba de cebado	02 camiones con bomba de cebado inoperativa (CM-00003 y CM-00004)
Ruido inusual	02 camiones con ruidos inusuales (CM-00003 y CM-00004), 01 pala con ruido inusual (PH-00009)
Control del regulador	01 camión con regulador en mal estado (CM-00002)
Fugas de aceite	01 pala con fugas de aceite (PH-00007)
Fricción en las mangueras	OK
Fricción en los cables	01 pala con fricción en los cables (PH-0007)
Conexiones flojas en los cables	03 camiones con conexiones flojas en los cables (CM-00010, CM-00015 y CM-00018)
Sujetadores flojos o faltantes	OK

Fuente: Propia

TABLA 4.46
OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL TREN DE POTENCIA EN LOS ACTIVOS

TREN DE POTENCIA	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	OK
Daños exteriores	OK
Conexiones de engrase	02 palas con conexiones de engrase en mal estado (PH-00008 y PH-00009)
Alarma de retroceso	OK
Ruido	01 pala con ruido excesivo (PH-00007)
Vibración	03 camiones con vibración excesiva en el tren de potencia (CM-00001, CM-00006 y CM-00007), 01 pala con vibración excesiva (PH-00009)
Fugas de aceite	01 camión con fugas de aceite en el tren de potencia (CM-00011)
Sujetadores flojos o faltantes	02 palas con sujetadores flojos (PH-00007 y PH-00008)

Fuente: Propia.

TABLA 4.47
OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS CUBOS EN LOS ACTIVOS

CUBOS	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	OK
Daños exteriores	04 camiones con golpes en los cubos (CM-00004, CM-00006, CM-00013 y CM-00016), 01 pala con golpes en los mandos (PH-00008)
Conexiones de engrase	02 camiones con conexiones en mal estado (CM-00009 y CM-00017)
Fugas de aceite	02 camiones con fugas de aceite (CM-00009 y CM-00012)
Sujetadores flojos o faltantes	03 palas con sujetadores flojos (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Ruido	OK

Fuente: Propia.

TABLA 4.48

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA EL CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO EN LOS ACTIVOS

CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Chapa metálica	OK
Pintura	OK
Daños	01 pala con daños en el tren de rodamiento (PH-00009)
Conexiones de engrase	04 camiones con conexiones de engrase en mal estado (CM-00003, CM-00005, CM-00011 y CM-00017), 02 palas con conexiones de engrase en mal estado (PH-00007 y PH-00009)
Puerta - cerraduras y picaportes	02 camiones con cerraduras en mal estado (CM-00007 y CM-00018)
Sujetadores flojos o faltantes	OK
Soldadura	06 camiones con problemas de soldadura (CM-00002, CM-00004, CM-00007, CM-00010, CM-00015 y CM-00016), 02 palas con problemas de soldadura en el chasis (PH-00007 y PH-00008)

Fuente: Propia.

TABLA 4.49

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS IMPLEMENTOS EN LOS ACTIVOS

IMPLEMENTOS	
ARÉA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Pintura	OK
Daños	08 camiones con tolvas dañadas (CM-00002, CM-00003, CM-00006, CM-00009, CM-00010, CM-00013, CM-00016 y CM-00018), 03 palas con cucharones dañados (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Conexiones de engrase	03 palas con conexiones de engrase en mal estado (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Posiciones del implemento	OK
Sujetadores flojos o faltantes	03 palas con sujetadores faltantes (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Soldaduras	08 camiones con soldaduras en mal estado (CM-00001, CM-00002, CM-00004, CM-00005, CM-00008, CM-00010, CM-00014 y CM-00017), 02 palas con soldaduras en mal estado (PH-00007 y PH-00009)

Fuente: Propia.

TABLA 4.50

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS EN LOS ACTIVOS

SISTEMAS HIDRÁULICOS	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Vástagos de cilindros	05 camiones con vástagos de cilindros rallados (CM-00001, CM-00006, CM-00008, CM-00013 y CM-00014), 03 palas vástagos de cilindros rallados (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Tanques hidráulicos	03 camiones con fisuras en los tanques hidráulicos (CM-00003, CM-00007 y CM-00014), 02 palas con soldaduras en mal estado (PH-00008 y PH-00009)
Conexiones de engrase	04 camiones con conexiones de engrase en mal estado (CM-00002, CM-00005, CM-00009 y CM-00011)
Controles	OK
Ruido	OK
Fugas de aceite	04 camiones con fugas de aceite (CM-00008, CM-00013, CM-00014 y CM-00018), 02 palas con soldaduras en mal estado (PH-00007 y PH-00008)
Fricción en las mangueras	03 camiones con fricción de mangueras (CM-00001, CM-00002 y CM-00010)
Sujetadores flojos o faltantes	03 palas con sujetadores flojos y faltantes (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)

Fuente: Propia.

TABLA 4.51

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA CABINA O TECHO EN LOS ACTIVOS

CABINA O TECHO	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Chapa metálica	01 camión con chapa metálica dañada (CM-00010), 01 pala hidráulica con chapa metálica dañada (PH-00008)
Pintura	OK
Vidrios	04 camiones con vidrios rajados (CM-00008, CM-00010, CM-00011 y CM-00016), 03 palas con vidrios rajados (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Cinturones de seguridad	OK
Ajustes de asiento	01 camión con asiento en mal estado (CM-00010)
Puertas y ventanillas	OK
Cerraduras y picaportes	02 camiones con cerraduras en mal estado (CM-00015 y CM-00018)
Espejos	02 camiones con espejos rajados (CM-00006 y CM-00010), 03 palas con espejos rajados (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
Ruido inusual	OK
Fugas de agua	OK
Funda del asiento	OK
Estribos y agarraderas	03 camiones con estribos y agarraderas dobladas (CM-00009, CM-00010 y CM-00012)
Sujetadores flojos o faltantes	OK

Fuente: Propia.

TABLA 4.52
OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN VISUAL PARA LOS
ACCESORIOS Y VARIOS

ACCESORIOS Y VARIOS	
ÁREA REVISADA	DESCRIPCIÓN
Placas de número de serie	OK
Accesorios correctos	OK
Calcomanías	OK
Pintura	OK
Conexiones de engrase	05 camiones con conexiones de engrase en mal estado (CM-00001, CM-00005, CM-00007, CM-00014 y CM-00017),
Placas de advertencia	OK
Fugas	04 camiones con fugas (CM-00006, CM-00011, CM00016 y CM-00018)
Sujetadores flojos o faltantes	OK
Ruido inusual	OK

Fuente: Propia.

La información previa, una vez registradas e ingresadas al sistema, se realizó la programación para la corrección de aquellas observaciones que se pueden solucionar de manera local e inmediata, por ejemplo: eliminar fugas por sellos, programación de los trabajos, reparar cañerías de grasa, enderezar barandas y estribos, reparar chapas metálicas, pintura, ajustar conexiones de cables y sujetadores.

Las otras observaciones, como cambio de algunos repuestos se programaron con el representante de la marca en el proyecto o con su oficina principal. Estos llegaron en un plazo máximo de 7 días.

Con los formatos de inspección visual de los sistemas de los activos se contabilizarían en un formato único de resultados de la inspección visual, son los que se pueden observar en la tabla 4.53.

TABLA 4.53
FORMATO DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN LOS
ACTIVOS

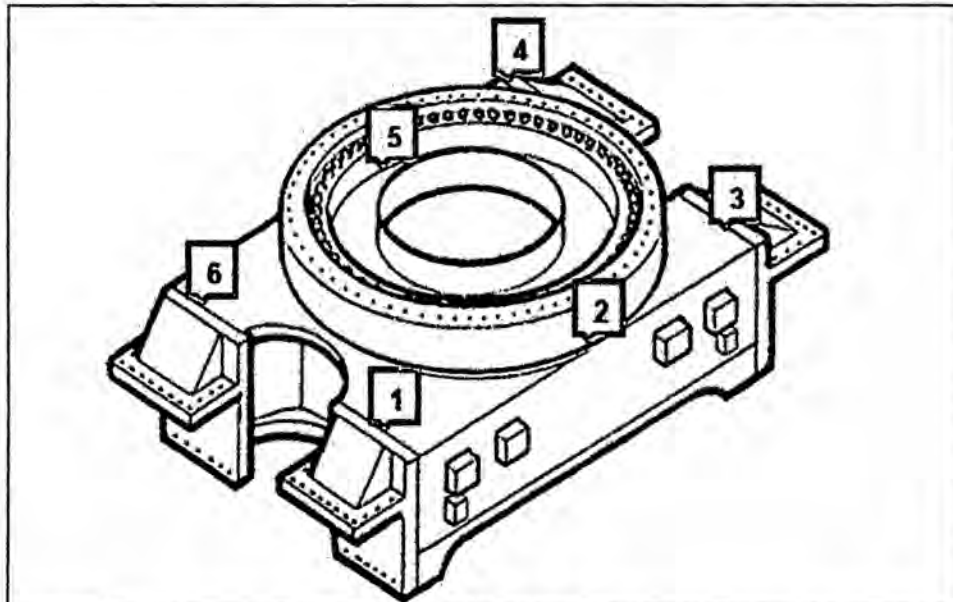
FLOTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS HIDRÁULICAS	MOTOR	3
	TREN DE POTENCIA	6
	CUBOS	4
	CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	5
	IMPLEMENTOS	11
	SISTEMAS HIDRÁULICOS	10
	CABINA O TECHO	7
	ACCESORIOS Y VARIOS	0
CAMIONES MINEROS	MOTOR	11
	TREN DE POTENCIA	4
	CUBOS	8
	CHASIS Y TREN DE RODAMIENTO	12
	IMPLEMENTOS	16
	SISTEMAS HIDRÁULICOS	19
	CABINA O TECHO	13
	ACCESORIOS Y VARIOS	9
	TOTAL	138

Fuente: Propia.

Terminado con la inspección visual, se continuó con la inspección de las estructuras o chasis de los activos, esta vez utilizando la técnica de ensayo no destructivo, análisis de partículas magnéticas. Las observaciones encontradas se pueden apreciar desde la figura 4.74 a la figura 4.79.

FIGURA 4.74

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS EN LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE LAS PALAS
HITACHI EX 5600-6

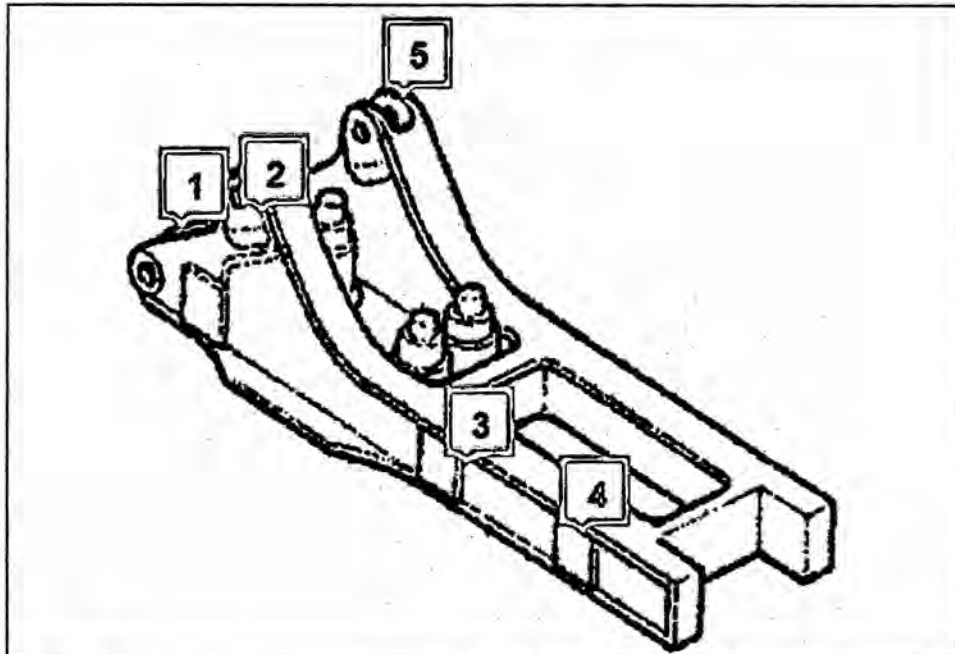


Zona	Observación
1	01 pala con fisuras (PH-00007); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00009)
2	01 pala presenta cráteres en su sección transversal (PH-00008); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00009); 01 pala con socavación en la soldadura (PH-00007)
3	01 pala con fisuras (PH-00007)
4	01 pala con fisuras (PH-00007)
5	01 pala presenta cráteres en su sección transversal (PH-00008); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00009); 01 pala con porosidad en la soldadura (PH-00009)
6	01 pala con fisuras (PH-00007); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00009)

Fuente: Propia.

FIGURA 4.75

**OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS EN LA ESTRUCTURA DEL CHASIS DE LAS PALAS
HITACHI EX 5600-6**

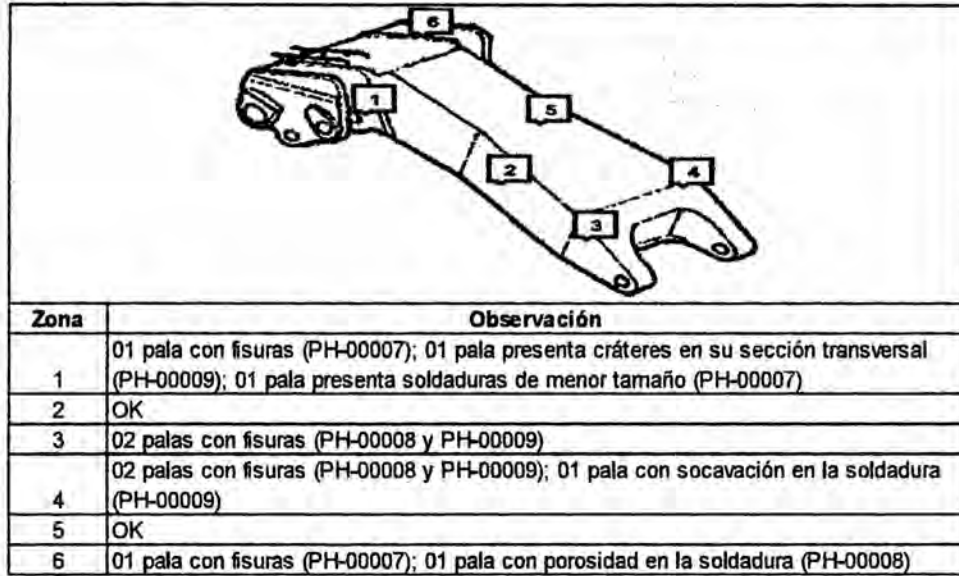


Zona	Observación
1	01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00008); 02 palas con porosidad en la soldadura (PH-00007 y PH-00009)
2	01 pala con fisuras (PH-00008); 02 palas con socavación en la soldadura (PH-00007 y PH-00008)
3	02 palas con fisuras (PH-00007 y PH-00009); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00008)
4	02 palas con fisuras (PH-00007 y PH-00009); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00008)
5	02 palas presentan cráteres en su sección transversal (PH-00007 y PH-00009); 01 pala con porosidad en la soldadura (PH-00008)

Fuente: Propia.

FIGURA 4.76

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL AGUILÓN DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6



Fuente: Propia.

FIGURA 4.77

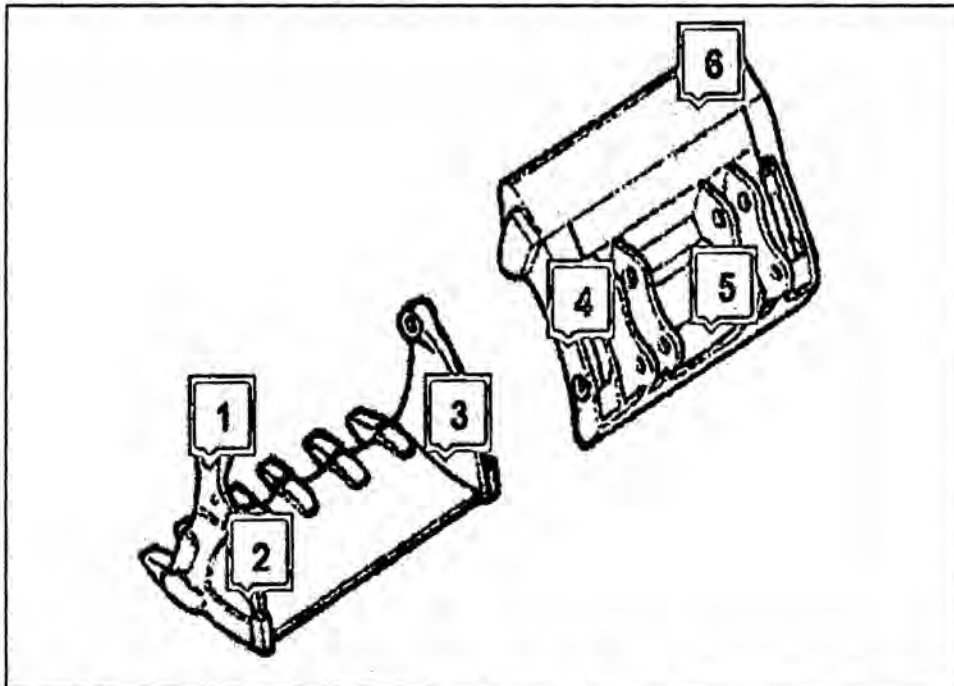
OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL BRAZO DE ATAQUE DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6



Fuente: Propia.

FIGURA 4.78

OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL CUCHARÓN DE LAS PALAS HITACHI EX 5600-6

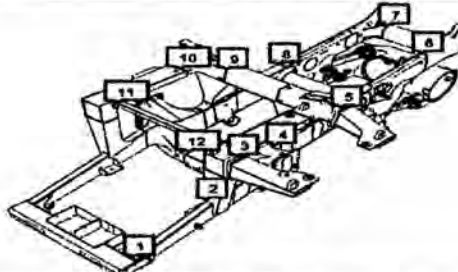


Zona	Observación
1	02 palas con fisuras (PH-00007 y PH-00009); 01 pala con porosidad en la soldadura (PH-00007)
2	01 pala presenta cráteres en su sección transversal (PH-00008)
3	01 pala con fisuras (PH-00009); 01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00007)
4	01 pala con porosidad en la soldadura (PH-00009)
5	01 pala presenta soldaduras de menor tamaño (PH-00009)
6	OK

Fuente: Propia.

FIGURA 4.79

**OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN POR PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS EN LOS CHASISES DE LOS CAMIONES MINEROS
CATERPILLAR 793F**



Zona	Observación
1	03 camiones con fisuras (CM-00001, CM-00007 y CM-00013); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002 y CM-00018); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00003, CM-00006 y CM-00017); 02 camiones con socavación en la soldadura (CM-00008 y CM-00011); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00004 y CM-00009)
2	03 camiones con fisuras (CM-00002, CM-00008 y CM-00016); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00004 y CM-00015); 02 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00003 y CM-00016); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00005, CM-00009 y CM-00018); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00002 y CM-00010)
3	02 camiones con fisuras (CM-00004 y CM-00014); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00005 y CM-00017); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00008, CM-00013 y CM-00014); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00001, CM-00012 y CM-00018); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00002, CM-00007 y CM-00017)
4	03 camiones con fisuras (CM-00001, CM-00003 y CM-00015); 03 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002, CM-00007 y CM-00018); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00001, CM-00005 y CM-00016); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00004, CM-00011 y CM-00012); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00001 y CM-00008)
5	03 camiones con fisuras (CM-00005, CM-00006 y CM-00011); 03 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00001, CM-00009 y CM-00010); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00002, CM-00011 y CM-00013); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00003 y CM-00017); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00006, CM-00014 y CM-00015)
6	02 camiones con fisuras (CM-00008 y CM-00009); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00003 y CM-00016); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00004, CM-00015 y CM-00018); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00002, CM-00007 y CM-00014); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00016 y CM-00018)
7	02 camiones con fisuras (CM-00001 y CM-00018); 03 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002, CM-00012 y CM-00018); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-0003, CM-00007 y CM-00013); 02 camiones con socavación en la soldadura (CM-00005 y CM-00016); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00002, CM-00008 y CM-00012)
8	03 camiones con fisuras (CM-00008, CM-00012 y CM-00017); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00011 y CM-00015); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00009, CM-00011 y CM-00016); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00005, CM-00012 y CM-00018); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00005, CM-00011 y CM-00013)
9	02 camiones con fisuras (CM-00003 y CM-00018); 03 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00007, CM-00008 y CM-00016); 02 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00002 y CM-00014); 02 camiones con socavación en la soldadura (CM-00011 y CM-00016); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00008, CM-00016 y CM-00018)
10	03 camiones con fisuras (CM-00001, CM-00008 y CM-00016); 03 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002, CM-00013 y CM-00016); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00013, CM-00016 y CM-00018); 03 camiones con socavación en la soldadura (CM-00005, CM-00012 y CM-00018); 03 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00008 y CM-00014)
11	03 camiones con fisuras (CM-00001, CM-00007 y CM-00013); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002 y CM-00018); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00003, CM-00006 y CM-00017); 02 camiones con socavación en la soldadura (CM-00008 y CM-00011); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00004 y CM-00009)
12	03 camiones con fisuras (CM-00001, CM-00007 y CM-00013); 02 camiones presentan cráteres en su sección transversal (CM-00002 y CM-00018); 03 camiones presentan soldaduras de menor tamaño (CM-00003, CM-00006 y CM-00017); 02 camiones con socavación en la soldadura (CM-00008 y CM-00011); 02 camiones con porosidad en la soldadura (CM-00004 y CM-00009)

Fuente: Propia.

Las observaciones realizadas en las estructuras y chasis de los activos ingresaron al sistema donde al igual que en la inspección visual, se realizó la programación para la corrección de todas las fallas encontradas.

En este periodo correctivo, se aprovechó también para realizar el plan de armado de los equipos, disponer de los componentes, identificar las piezas que fueron instaladas, la gestión de los consumibles a ser utilizados, por ejemplo: aceite, grasa, combustible, neumáticos, elementos de desgaste, entre los más resaltantes.

Una vez finalizado las acciones correctivas en los equipos, se procedió a continuar con la etapa del armado de los activos. Se supervisaron todas las actividades realizadas en este proceso, para asegurar la disponibilidad de las flotas. Por lo tanto, este proceso no podía quedar exento de identificación y registro de observaciones que se presentaron durante este periodo, estas quedaron registradas en la tabla 4.54 para las palas y tabla 4.55 para los camiones, como se muestra a continuación.

TABLA 4.54

REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE PALAS HIDRÁULICAS HITACHI EX 5600-6

TAREA	OBSERVACION
1. Preparación del ensamblado	OK
2. Instalación del bastidor derecho con la estructura principal	OK
3. Instalación del bastidor izquierdo con la estructura principal	OK
4. Conectar las líneas de grasa de la estructura principal	Dañados (PH-00007 y PH-00009)
5. Conectar las líneas hidráulicas a los mandos finales	OK
6. Instalación del chasis sobre la estructura principal	OK
7. Conectar las líneas hidráulicas al chasis	Faltan abrazaderas (PH-00007 y PH-00008)
8. Conectar las líneas de grasa al chasis	Dañados (PH-00008)
9. Instalación del control de válvulas	OK
10. Instalación del tanque de aceite	OK
11. Instalación del tanque de combustible	OK
12. Instalación de cuarto de motor lado izquierdo	OK
13. Instalación del tanque de reserva lado izquierdo	OK
13. Instalación de barandas y escaleras del lado izquierdo	Barandas dobladas (PH-00009)
14. Instalación de la escalera principal	OK
15. Instalación de cabina	OK
16. Instalación de la unidad de escape del motor izquierdo	OK
17. Instalación del tanque de agua izquierdo	OK
18. Instalación de cuarto de motor lado derecho	OK
19. Instalación del tanque de reserva derecho	OK
20. Instalación de barandas y escaleras del lado derecho	Barandas dobladas (PH-00007)
21. Instalación de la unidad de escape del motor derecho	Faltan abrazaderas (PH-00007 y PH-00008)
22. Instalación del tanque de agua derecho	OK
23. Instalación de la unidad de enfriamiento de combustible	OK
23. Instalación de la bomba de aceite hidráulico	OK
24. Instalación de tuberías de succión en motores	OK
25. Instalación de contrapesos	OK
26. Instalación de barandas periféricas	Barandas dobladas (PH-00008 y PH-00009)
27. Instalación de cámaras y luces	OK
28. Conectar líneas hidráulicas de giro	Faltan sellos (PH-00007 y PH-00008)
29. Conectar líneas hidráulicas de traslado	Faltan sellos (PH-00007 y PH-00008)
30. Conectar mangueras de combustible	Faltan sellos (PH-00007 y PH-00009)
31. Conectar líneas de aire acondicionado	OK
32. Conectar arneses y cables eléctricos	OK
33. Instalación de cilindro de nivel en el aguilón	OK
34. Instalación de las líneas hidráulicas del cucharón en el aguilón	Faltan sellos (PH-00008)
35. Instalación del cilindro de ataque en el aguilón	OK
36. Instalación de cilindros del aguilón en el aguilón	OK
37. Conectar líneas hidráulicas del cilindro de aguilón	Faltan sellos (PH-00009)
38. Conectar las líneas de grasa del cilindro de aguilón	OK
39. Instalación del aguilón al chasis	OK
40. Instalación de los cilindros de aguilón	OK
41. Conectar líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	Faltan sellos (PH-00007)
42. Instalación del cilindro de cucharón en el aguilón	OK
43. Instalación del brazo de ataque al aguilón	OK
44. Instalación del cilindro de nivel al brazo de ataque	OK
45. Instalación del cilindro de ataque al brazo de ataque	OK
46. Conectar líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	Faltan sellos (PH-00009)
47. Instalación de los cilindros de cucharón al brazo de ataque.	OK
48. Instalación del cucharón	OK
49. Instalación las líneas hidráulicas y de grasa con el sistema	Faltan sellos (PH-00007)
50. Colocar calcomanías y accesorios	OK

Fuente: Propia.

TABLA 4.55

REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO DE ARMADO DE CAMIONES MINEROS CATERPILLAR 793F

TAREA	OBSERVACION
1. Preparación del ensamblado	OK
2. Instalación de barandas delanteras	Falta de barandas (CM-00006 y CM-00015)
3. Instalación de barandas del acceso posterior	Falta de barandas (CM-00010)
4. Instalación del tren de potencia	Falta de pernos (CM-00004 y CM-00013)
5. Instalación de ruedas, frenos y suspensión	Falta de sellos (CM-00001 y CM-00008)
6. Instalación del tanque de combustible	Tanque rajado (CM-00017)
7. Instalación de estructura contra impactos de cabina	OK
8. Instalación de cabina	Falta de pernos (CM-00003 y CM-00005)
9. Instalación de pasarela frontal	Falta de pernos (CM-00011)
10. Instalación de plataforma del lado derecho	Enderezar pasarela (CM-00009)
11. Instalación de escalera neumática	Regular (CM-00002 y CM-00016)
12. Instalación de pasarela lado derecho	Enderezar pasarela (CM-00007 y CM-00012)
13. Instalación de pasarela lado izquierdo	Enderezar pasarela (CM-00014 y CM-00015)
14. Instalación del brazo y unión de la dirección	Falta de pernos (CM-00011 y CM-00018)
15. Instalación de líneas y cableado de rueda, frenos y suspensión	Asegurar cableado (CM-00006)
16. Instalación de líneas y cableado del tren de potencia	Asegurar cableado (CM-00001 y CM-00003)
17. Instalación de líneas de aire del turbocompresor	Faltan abrazaderas (CM-00008 y CM-00010)
18. Instalación del predeaner	Predeaner golpeado (CM-00018)
19. Instalación del sistema de escape	Faltan abrazaderas (CM-00004 y CM-00017)
20. Instalación del arreglo para la detección de objetos	Falla en detector (CM-00007)
21. Instalación de espejos	Espejos rajados (CM-00006 y CM-00010)
22. Instalación del parachoques	Parachoques doblado (CM-00013)
23. Instalación del lubricador automático	Lubricador en mal estado (CM-00016)
24. Instalación del indicador de desgaste de frenos	Falta de pernos (CM-00002 y CM-00018)
25. Instalación del sensor de presión	Falta de sensor (CM-00005)
26. Instalación de llantas delanteras	OK
27. Instalación de llantas traseras	OK
28. Instalación del encendido auxiliar por éter	Falta de sellos (CM-00001 y CM-00008)
29. Instalación de protector del tanque hidráulico	Falta de protector (CM-00012 y CM-00014)
30. Instalación de odómetro	Falta de pernos (CM-00009 y CM-00015)
31. Instalación de la tolva	OK
32. Instalación del supresor de ruido	Supresor golpeado (CM-00011)
33. Instalación del comando eléctrico	OK
34. Instalación del cableado de la plataforma	Asegurar cableado (CM-00003 y CM-00017)
35. Instalación del comando de señales	OK
36. Instalación de la caja detectora de objetos	OK
37. Instalación del cableado en el parachoque	Asegurar cableado (CM-00004 y CM-00010)
38. Instalación del cableado de la antena	Asegurar cableado (CM-00007 y CM-00013)
39. Instalación de las líneas de dirección	Faltan sellos (CM-00006 y CM-00016)
40. Instalación del cableado de la señal comando	Asegurar cableado (CM-00005 y CM-00018)
41. Instalación de calcomanías y accesorios	OK

Fuente: Propia.

Finalizado el proceso de armado y el registro de las observaciones, se programaron las acciones correctivas para su inmediata solución. Terminado esto, se procedió con las pruebas en los equipos para asegurarse de que los activos no presentan ninguna falla de fábrica o ensamblaje. El registro de las observaciones son los que se pueden apreciar en la tabla 4.56 y tabla 4.57, estos para las palas y camiones respectivamente.

TABLA 4.56
OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE PALAS HIDRÁULICAS
HITACHI EX 5600-6

TAREA	OBSERVACIONES
1. Inspección de niveles de fluidos.	OK
2. Inspección de fugas o pérdidas de fluidos.	OK
3. Inspección de interferencia de mangueras o cables.	OK
4. Revisión de torques en la instalación de componentes.	OK
5. Descarga de parámetros y datos del sistema.	OK
5.1. Descarga resumen de los componentes en el sistema.	OK
5.2. Capturar códigos de diagnóstico activos.	OK
5.3. Capturar códigos de diagnóstico registrado.	OK
5.4. Capturar configuración del motor.	OK
5.5. Capturar configuración del sistema hidráulico.	OK
5.6. Capturar configuración del sistema computarizado principal.	OK
5.7. Capturar configuración de los implementos.	OK
5.8. Capturar configuración del chasis.	OK
5.9. Capturar configuración del monitor.	OK
5.10. Capturar configuración del detector de objetos.	OK
5.11. Capturar configuración del detector de temperatura de fluidos.	OK
5.12. Capturar la calibración de los sistemas.	OK
6. Evaluación del motor.	OK
6.1. Prueba de solenoide del inyector.	Regular parámetros (PH-00009)
6.2. Prueba de calibración de inyectores.	Regular inyectores (PH-00007 y PH-00009)
6.3. Parámetros de Estado (RPM bajas en vacío)	Regular RPM (PH-00008)
6.4. Parámetros de Estado (RPM altas en vacío)	Regular RPM (PH-00008)
6.5. Parámetros de Estado (RPM altas en calado)	Regular RPM (PH-00007)
6.6. Datos y gráficos en posición de calado.	OK
7. Evaluación de sistemas de máquina.	OK
7.1. Pruebas del sistema hidráulico.	Regular presiones (PH-00008)
7.2. Pruebas de traslado y giro.	Regular ciclo (PH-00007 y PH-00008)
7.3. Pruebas del tren de potencia.	OK
7.4. Pruebas de implementos.	Regular ciclo (PH-00007, PH-00008 y PH-00009)
7.5. Pruebas del sistema eléctrico.	OK
7.6. Pruebas de accesorios de cabina.	OK

Fuente: Propia.

TABLA 4.57
OBSERVACIONES EN LAS PRUEBAS DE CAMIONES MINEROS
CATERPILLAR 793F

TAREA	OBSERVACIONES
1. Inspección de niveles de fluidos.	OK
2. Inspección de fugas o pérdidas de fluidos.	OK
3. Inspección de interferencia de mangueras o cables.	OK
4. Revisión de torques en la instalación de componentes.	OK
5. Descarga de parámetros y datos del sistema.	OK
5.1. Descarga resumen de los componentes en el sistema.	OK
5.2. Capturar códigos de diagnóstico activos.	OK
5.3. Capturar códigos de diagnóstico registrado.	OK
5.4. Capturar configuración del motor.	OK
5.5. Capturar configuración de la transmisión.	OK
5.6. Capturar configuración del sistema computarizado principal.	OK
5.7. Capturar configuración de los frenos.	OK
5.8. Capturar configuración del chasis.	OK
5.9. Capturar configuración del monitor.	OK
5.10. Capturar configuración del detector de objetos.	OK
5.11. Capturar configuración del detector de temperatura de fluidos.	OK
5.12. Capturar la calibración de los sistemas.	OK
6. Evaluación del motor.	OK
6.1. Prueba de solenoide del inyector.	Regular parámetros (CM-00008, CM-00009 y CM-00015)
6.2. Prueba de calibración de inyectores.	Regular inyectores (CM-00008, CM-00012 y CM-00017)
6.3. Parámetros de Estado (RPM bajas en vacío)	Regular RPM (CM-00002, CM-00004 y CM-00013)
6.4. Parámetros de Estado (RPM altas en vacío)	Regular RPM (CM-00002, CM-00004 y CM-00013)
6.5. Parámetros de Estado (RPM altas en calado)	Regular RPM (CM-00003 y CM-00016)
6.6. Datos y gráficos en posición de calado.	OK
7. Evaluación de sistemas de máquina.	OK
7.1. Pruebas del convertidor par.	OK
7.2. Pruebas de transmisión	Regular marchas (CM-00005 y CM-00009)
7.3. Pruebas del sistema de dirección.	Regular cilindros (CM-00001 y CM-00011)
7.4. Pruebas de levante.	Regular cilindros (CM-00016 y CM-00017)
7.5. Pruebas de frenos.	Regular frenos (CM-00007, CM-00008 y CM-00014)
7.6. Pruebas del sistema eléctrico.	OK
7.7. Pruebas de accesorios de cabina.	OK

Fuente: Propia.

Las observaciones generadas en la etapa de pruebas de los activos, fueron programadas para su acción correctiva. Los equipos no salieron a operar si no se realizaban las nuevas pruebas una vez ejecutada el levantamiento de la observación.

Una vez identificadas, registradas y levantadas las observaciones, se procedió a realizar la inspección utilizando el análisis de partículas

magnéticas en las estructuras de los activos. Los resultados son los que se muestran en la tabla 4.58.

TABLA 4.58
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN POR ANÁLISIS DE PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS EN LOS ACTIVOS

FLOTA	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS HIDRÁULICAS	ESTRUCTURA PRINCIPAL	FISURAS	4
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	2
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	4
		SOCAVACIÓN	1
		POROSIDAD	2
	CHASIS	FISURAS	5
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	2
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	3
		SOCAVACIÓN	2
		POROSIDAD	3
	AGUILÓN	FISURAS	6
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	2
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	1
		SOCAVACIÓN	1
		POROSIDAD	1
	BRAZO DE ATAQUE	FISURAS	5
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	2
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	3
		SOCAVACIÓN	2
		POROSIDAD	3
CUCHARÓN	FISURAS	3	
	CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	2	
	SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	2	
	SOCAVACIÓN	1	
	POROSIDAD	2	
CAMIONES MINEROS	CHASIS	FISURAS	32
		CRÁTER EN SECCIÓN TRANSVERSAL	31
		SOLDADURA DE MENOR TAMAÑO	34
		SOCAVACIÓN	30
		POROSIDAD	29
		TOTAL	220

Fuente: Propia.

Para finalizar se realizaron las observaciones para el armado y pruebas en los activos ensamblados. El resultado de estas observaciones esta resumido en la tabla 4.59, para ambos casos.

TABLA 4.59
RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DEL ARMADO Y PRUEBAS EN LOS ACTIVOS

FLOTA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EVENTOS
PALAS	ARMADO	22
HIDRÁULICAS	PRUEBAS	12
CAMIONES	ARMADO	53
MINEROS	PRUEBAS	23

Fuente: Propia.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados del análisis y selección de activos

Después de haber analizado el plan de minado con respecto a las producciones promedio anuales, se pudo establecer la relación de producción con dos opciones diferentes con el redimensionamiento de la flota para la etapa de la explotación de la mina.

Se optan por equipos de mayor capacidad de producción, por la misma relación de productividad que se desea aumentar, esto es la relación entre la cantidad de material movido con respecto a los recursos utilizados.

Entonces se tuvo que, para las palas hidráulicas, ambos equipos cuentan con las especificaciones técnicas requeridas, con respecto a los términos comerciales, el equipo brindado por Hitachi tiene un menor costo de capital y operación, esto proyectado a lo largo de la vida de la mina se traduce como una opción óptima a comparación de la opción brindada por Caterpillar.

Esto sumado a las experiencias que se tiene con este equipo en la mina Yanacocha, donde el equipo tiene un desempeño óptimo con las adecuadas estrategias de mantenimiento y el soporte por parte del proveedor con los componentes y repuestos hacen de Hitachi la opción seleccionada para la adquisición de esta flota.

Para los camiones mineros, de lo mostrado en las figuras anteriores, la diferencia comercial es corta, por lo que se dará un mayor énfasis en la evaluación técnica. Para la operación de un camión es importante la velocidad y aceleración promedio que esta desempeña a lo largo de las vías, esto reduce el tiempo de ciclo y parada de equipo de carguío, la opción del camión Caterpillar 793F presenta estas características por lo que será el activo seleccionado.

La cantidad de camiones necesarios para la operación de la mina serán dieciocho camiones para los posteriores años proyectados, teniendo como acuerdo comercial con Caterpillar, un camión extra para que la disponibilidad de la flota se mantenga en los dos primeros años de operación.

5.2. Resultados de la componentización de equipos

Se ingresaron los equipos al portafolio de activos de la empresa, cada uno de ellos cuenta con un código y fueron creados en el sistema para su control y registro de observaciones de trabajos realizados.

Con la información técnica recibida, se pudo realizar el análisis de los activos y desarrollar la componentización, identificando en las palas: cinco sistemas, catorce subsistemas y sesenta y un componentes; para los camiones se tienen: cinco sistemas, quince subsistemas y treinta y cinco componentes.

Por otro lado, con la identificación de los APL y los tiempos de vida útil de cada componente, se pudo brindar una gran información para generar la programación de cambio en las piezas que componen los sistemas.

5.3. Resultados del comisionamiento de activos

Para esta última estrategia, se realizaron las inspecciones visuales y las inspecciones de partículas magnéticas en los componentes una vez que estos llegaron al proyecto.

De la inspección visual, los resultados de las observaciones en las palas hidráulicas fueron cuarenta y seis y para los camiones minero noventa y dos observaciones. Estas en su mayoría comprenden de fugas de aceite, vidrios rajados, golpes en el componente, abrazaderas sueltas, entre otras observaciones que no comprometen el funcionamiento del componente ni del activo, las cuales fueron subsanadas en su momento.

En la inspección con partículas magnéticas, se encontraron en las palas hidráulicas sesenta y cuatro observaciones y en los camiones mineros se encontraron ciento cincuenta y seis observaciones. El problema principal en las palas eran las fisuras que se habían generado en los elementos, mientras que en los camiones existieron todo tipo de observaciones incluyendo socavación, soldadura de menor tamaño, cráteres y socavación. Se tomó acción sobre estas observaciones y se dio solución en obra de estas observaciones.

Finalmente, en el armado y en las pruebas de los equipos se encontraron para las palas veintidós observaciones de armado y doce en las pruebas, para los camiones mineros se encontraron cincuenta y tres observaciones de armado y veintitrés observaciones en las pruebas. Todas las observaciones fueron levantadas y se entregaron los equipos operativos en su totalidad.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contratación de la hipótesis con los resultados

El diseño de estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo, aseguró el aumento de la productividad basándose en el análisis de selección de equipos y la confiabilidad de los activos.

Las compilaciones de información para la selección de equipos favorecieron a seleccionar de manera óptima los activos necesarios para las actividades a ejecutarse.

Con la estructura de componentización de los activos, se identificaron las partes de los equipos, dando una información importante en la elaboración de la programación de trabajos en los activos.

El comisionamiento, permitió asegurar la confiabilidad de los activos en el proceso de inspección y armado.

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares

De acuerdo a la tesis para optar el Título Profesional de Magister en Administración de Negocios. Título: **Diseño de estrategias de mantenimiento para la gestión de activos físicos en empresas distribuidoras de energía eléctrica en Argentina**. Año 2006. Biblioteca de la Universidad Tecnológica Nacional – Argentina. Autor: José Luis

Martínez; las estrategias de mantenimiento propuestas son parte de la segunda y tercera actividad del ciclo de vida, operación y mantenimiento, los activos ya se encuentran instalados y trabajando.

En el caso del presente trabajo de investigación, se han planteado estrategias de mantenimiento para la primera actividad del ciclo de vida, como son el análisis y selección de activos, componentización de equipos y comisionamiento de activos, apoyándose en tareas de mantenimiento conocidas como: análisis predictivo, inspección de equipos, planeamiento y mantenimiento preventivo.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

El diseño de las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero, tuvo un alto impacto en el aumento de la productividad, ya que al tener una mayor claridad en la toma de decisiones utilizando el análisis riesgo/costo/beneficio, se consiguió dar un primer paso para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, reducir los costos por paradas de fallas en el producto y brindar la seguridad en la operación de estos por parte del área de mantenimiento.

La compilación de información para la selección de equipos, permitieron el análisis de las opciones del mercado actual para poder escoger un activo de acuerdo a las necesidades técnicas y comerciales establecidas por la empresa para ser utilizadas en el proyecto, cumpliendo de manera efectiva y eficaz la función para la cual fueron adquiridos.

Con la estructura de componentización de los activos, se pudo identificar los componentes críticos de los equipos y su tiempo de vida útil, dando un panorama amplio en la proyección del cambio de componentes y así evitar paradas por falta de ellos. También se dio una valiosa información con la cual se generarán los presupuestos anuales con las proyecciones establecidas.

Tener la certeza de que los componentes que conforman los activos se encuentren en buen estado, identificando los posibles problemas que puedan tener para poder aplicar un plan de acción posterior; asegurar que el armado de los activos se realice de manera óptima siguiendo los estándares de los fabricantes y cerciorándose de realizar las pruebas necesarias antes de que salgan a operar, es lo que el comisionamiento de equipos nos brinda como estrategia de mantenimiento.

Finalmente, económicamente los costos de producción fueron un 75% en comparación de haber utilizado la misma flota de equipos con los que se venían trabajando, esto significa alrededor de \$ 35,000.00 anuales. Se tuvo un mejor control logístico y de almacenamiento ahorrando hasta en \$ 25,000.00 por estos conceptos. Además, que se evitaron las aplicaciones de penalidades contractuales por incumplimiento del plan de minado, siendo la mínima penalidad 15 UIT's.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

Continuar con el desarrollo de estrategias de mantenimiento para las posteriores actividades del ciclo de vida para la gestión de activos y asegurar el tiempo de vida útil de los activos, la optimización de costos y el correcto manejo de riesgos.

Ampliar más la búsqueda de información para la selección de equipos, esto se puede lograr contactándose con representantes de otras marcas a nivel nacional y extranjero.

Utilizar la estructura de componentización en los activos para todos los equipos del portafolio de activos de la empresa, emplear los mismos criterios y formatos mostrados en el presente trabajo.

Mejorar en el traslado de los activos asegurándose de que las partes y componentes se encuentren debidamente empacadas solicitando evidencias sobre esta actividad. Tercerizar los ensayos no destructivos. Asegurarse que los representantes técnicos se encuentren al realizar el armado y las pruebas de los activos, con ellos ejecutar la entrega técnica y dar el visto bueno.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **BRITISH STANDARDS INSTITUTE. Gestión de Activos PAS 55 - 1:2008.** Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/246517821/PAS55>
Documento web. Consultada el 15 de octubre 2015.
- **BRITISH STANDARDS INSTITUTE. Gestión de Activos PAS 55 - 2:2008.** Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/246517821/PAS55>
Documento web. Consultada el 15 de octubre 2015.
- **ABRIL CISNEROS, PABLO JAVIER. Mantenimiento de motores diésel aplicando un programa integral de control de activos fijos.** Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 2007.
- **LUIS MARTINEZ, JOSÉ. Diseño de estrategias de mantenimiento para la gestión de activos físicos en empresas distribuidoras de energía eléctrica en Argentina.** Tesis de grado. Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. 2006.
- **AMENDOLA, LUIS. Organización y gestión del mantenimiento.** Valencia. Ediciones PMM Institute for Learning. Segunda edición. 2012.
- **AMENDOLA, LUIS. Estructura del sistema de gestión de activos.** Valencia. Ediciones PMM Institute for Learning. Segunda edición. 2013.

- KELLY, ANTHONY. **Maintenance strategy**. Oxford. Butterworth-Heinemann. Tercera edición. 2002.
- TOMLINGSON, PAUL. **Equipment management**. Colorado. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Segunda edición. 2010.
- GUTIERREZ QUISPE, DIONICIO. **Maquinaria minera II**. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos96/maquinaria-minera-ii/maquinaria-minera-ii.shtml>. Artículo web. Consultado el 23 de diciembre 2015.
- CATERPILLAR INC. **Manual de partes camión minero 793F**. Disponible en: <http://www.siscat.com>. Manual web. Consultado el 01 de enero 2016.
- CUMMINS INC. **Manual de partes de motor QSKTA50C**. Disponible en: <https://quickserve.cummins.com>. Manual web. Consultado el 02 de enero 2016.
- HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY. **Manual de partes pala hidráulica EX 5600-6**. Disponible en: <http://www.hitachi-c-m.com>. Manual web. Consultado el 03 de enero 2016.
- HORNA MEREGILDO, ERICK SCOT. **La componentización de activos y su incidencia en la situación económica-financiera de la Empresa de Transportes y Servicios Generales Joselito SAC, distrito de Trujillo, año 2013**. Tesis de grado. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. 2014.

- **CATTERPILLAR INC. Manual de procedimiento para el armado de camión minero 793F.** Disponible en: <http://www.siscat.com>. Manual web. Consultado el 10 de enero 2016.
- **HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY. Manual de procedimiento para el armado de pala hidráulica EX 5600-6.** Disponible en: <http://www.hitachi-c-m.com>. Manual web. Consultado el 13 de enero 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>Problema general: ¿Cómo se pueden diseñar las estrategias en mantenimiento o de equipos para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero?</p>	<p>Objetivo general: Diseñar las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero.</p> <p>Objetivos específicos: Evaluar y seleccionar los equipos que serán utilizados para la explotación de la mina. -Realizar la componentización de los activos, identificando lo siguiente: sistemas, sub sistemas, componentes, partes auxiliares y horas de los componentes. -Establecer los parámetros para el comisionamiento de los equipos seleccionados.</p>	<p>Hipotesis general: Al diseñar las estrategias en mantenimiento para el aumento de la productividad en una flota de carguío y acarreo de un proyecto minero, se conseguirá cumplir con el plan de minado con respecto al movimiento de tierras</p> <p>Hipotesis específica: El procesamiento de la información técnica y comercial de equipos ayudará a seleccionar de manera óptima los activos necesarios para las actividades a ejecutarse. -La estructura de componentización de los activos, permitirá tener identificadas las partes de los equipos y ayudará en el desarrollo del planeamiento, programación y ejecución de los mantenimientos. -El comisionamiento de los equipos, podrá permitir asegurar la confiabilidad de los activos en el proceso de inspección y armado para su utilización por parte de los operadores.</p>	<p>Tipo de investigación: De acuerdo al objeto de estudio la investigación es de tipo descriptiva - correlacional, debido a que se están diseñando estrategias de mantenimiento basándose en análisis técnicos, identificando elementos que pertenecen a los equipos contribuyendo a la programación de trabajos y asegurándose que en los procesos de ensamblaje y armado se tenga un registro para posteriores trabajos. Esto para aumentar la productividad de la flota de explotación.</p>	<p>Población: La población, objeto de esta investigación, serán una flota de equipos de construcción: excavadoras con capacidad de 5.3 m3 de cucharón y camiones con capacidad de tolva de 24 t y una flota de equipos de minado: palas hidráulicas con capacidad de cucharón de 28 m3 y camiones mineros con capacidad de tolva de 250 t. Las capacidades de los equipos de construcción, son con los que se han venido trabajando desde esa etapa en el proyecto minero; mientras que las capacidades de los equipos mineros son de acuerdo a que en proyectos de similar cantidad de movimiento de tierras se utilizan esos equipos.</p>

ANEXO 3: BROCHURE PALA HIDRÁULICA HITACHI EX 5600-6

ESPECIFICACIONES EX5600-6



ESPECIFICACIONES EX5600-6
Cilindro hidráulico
Cilindro hidráulico
Cilindro hidráulico
Cilindro hidráulico

HITACHI

ESPECIFICACIONES EX5600-6

MOTOR	
Fabricante	Deere
Modelo	QXTAGC
Tipo	Enfriado por agua, 4 cilindros, 16 válvulas
Aplicación	Máquina tipo tractor de tracción directa, articulada y postartracción
Potencia bruta a 1800 rpm (en $\text{G} \cdot \text{R} \cdot \text{J} \cdot \text{D} \cdot \text{E}$)	1110 kW (1500 hp) X 2
Potencia bruta a 1800 rpm (en CV)	1500 kW (2034 hp) X 2
Potencia bruta a 1400 rpm (en CV)	857 kW (1160 hp) X 2
Cilindros	16 (8 por lado) X 2
Diámetro carrera	132 mm X 150 mm (5.2 pulg X 6.0 pulg)
Atmósfera	Diésel de 24 válvulas
Refrigeración	6 X 1.2V, 6 X 230 AH
Arranque eléctrico	Arranque con diesel

SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema de control electrónico (ECR) del PTO proporciona rendimiento y prioridad del operador al reducir el consumo de combustible y los niveles de ruido, optimizar los recursos del motor y la tracción y proporcionar una excelente calidad de control.

Control de motor y bomba (E-4)

Las bombas hidráulicas son reguladas por el sistema de control electrónico (director de velocidad del tractor).

Sistema hidráulico (gato (R))

Un sistema de 12 bombas hidráulicas y 6 válvulas permite el uso independiente y controlado de todas las funciones.

Sistema de bomba de bajo consumo de combustible (PFS)

El PFS reduce la potencia de arranque y reduce un control fino de rendimiento superior.

Control de flujo a demanda

El sistema de control de flujo a demanda reduce el ruido. Sistema de ventilador de enfriamiento de flujo hidráulico para el enfriador de aceite. Sistema de mando de bombas de lubricación y enfriamiento de aceite.

Bomba de primer flujo

6 bombas de flujo de control variable para su accesorio hidráulico y propulsión.

Caudal máximo de aceite: 8 X 3.75 l/min (6 X 9.9 gal/min (E.U.))

Bomba de primer flujo de bomba

4 bombas de flujo de control variable para accesorio hidráulico y giro.

Caudal máximo de aceite: 4 X 4.25 l/min (6 X 11.2 gal/min (E.U.))

Bomba de flujo de control a pedido

2 bombas de accesorio

Caudal máximo de aceite: 105 l/min (28.1 gal/min (E.U.)) X 2

Ajustes de válvulas de alivio

Circuito de accesorio: 23.4 MPa / 350 kg/cm² (4050 psi)

Circuito de giro: 24.5 MPa / 350 kg/cm² (3550 psi)

Circuito de propulsión: 23.4 MPa / 350 kg/cm² (4050 psi)

Circuito piloto: 3.0 MPa / 40 kg/cm² (435 psi)

Cilindros hidráulicos

Se pueden recomendar de acuerdo con los cilindros de agitación, izaje, oscilación y vector. El cilindro del eje de la pala cargadora está prohibido en primer lugar.

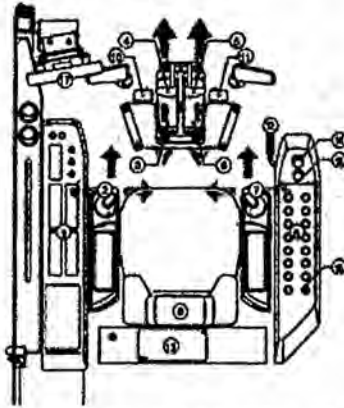
Cilindro	Dinámica hidráulica (en condiciones de)		Dinámica de flujo de aceite		Dinámica de cilindro (para carga de red)		
	Cantidad	Dinámica	Dinámica de flujo de aceite	Agitación	Cantidad	Dinámica	Dinámica de flujo de aceite
Agitación	2	420 mm (16.5 pulg)	100 mm (3.9 pulg)	Agitación	2	420 mm (16.5 pulg)	330 mm (13 pulg)
Bomba	1	350 mm (13.8 pulg)	200 mm (7.9 pulg)	Bomba	1	350 mm (13.8 pulg)	290 mm (11.4 pulg)
Control	1	310 mm (12.2 pulg)	290 mm (11.4 pulg)	Control	2	340 mm (13.4 pulg)	290 mm (11.4 pulg)
				Vector	2	290 mm (11.4 pulg)	190 mm (7.5 pulg)
				Shock	1	420 mm (16.5 pulg)	330 mm (13 pulg)

Filtros de aceite hidráulico

Todos los circuitos hidráulicos están provistos de filtros hidráulicos de alto caudal para proteger contra la contaminación del aceite y prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos. Los filtros están controlados para reducir el ruido.

Filtro	Cantidad	Especificaciones
Filtro de aceite piloto	6	10 µm
Filtro de alta presión en la línea de entrada de las bombas de primer y segundo flujo	12	60 mesh
Filtro de retorno (para líneas de retorno y bombas tipo Anberg)	1	10 µm
Filtro de derivación	1	5 µm
Filtro del circuito piloto	2	10 µm

DISPOSICIÓN DE LOS CONTROLES DE LA RETROEXCAVADORA

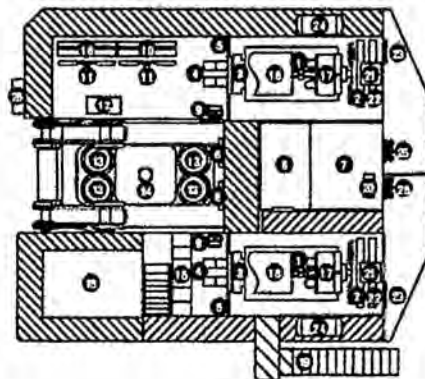


1. Consolador de la mano
2. Manillar de avance/retroceso de la máquina
3. Pedales de aceleración izquierda y derecha
4. Palanca de propulsión izquierda
5. Palanca de propulsión derecha
6. Pedales de freno izquierdo y derecho
7. Interruptor de la suspensión de la cabina
8. Dirección izquierda
9. Dirección derecha
10. Freno de estacionamiento
11. Freno de emergencia de la dirección
12. Palanca de control de la dirección
13. Control de la velocidad
14. Botón de parada de emergencia de la máquina
15. Control de la velocidad de la máquina
16. Control de la velocidad de la máquina
17. Palanca de la máquina

CAPACIDADES DE LLENADO DE SERVICIO

Componente	Capacidad (litros)	Capacidad (galones)	Capacidad (cuadras)
Tanque de combustible	11 370	2985	2480
Refrigerante del motor	2 X 475	2 X 125	2 X 105
Aceite del motor - Cilindros del motor	2 X 150	2 X 40	2 X 33
Aceite del motor - En el cárter de reserva	2 X 205	2 X 54	2 X 45
Reserva de la bomba	2 X 20	2 X 5	2 X 4
Dispositivo de giro (cuatro ejes)	4 X 24	4 X 6	4 X 5
Dispositivo de giro de propulsión (dos ejes)	2 X 240	2 X 63	2 X 53
Sistema hidráulico	6200	1640	1350
Reserva hidráulica	2700	710	580

DISPOSICIÓN DE LA MAQUINARIA EN LA PLATAFORMA

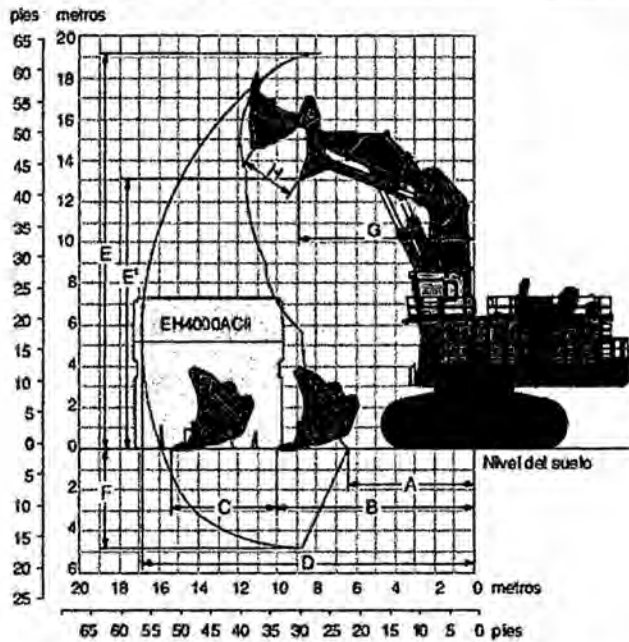


1. Motor diesel X 2
2. Reductor del motor X 2
3. Motor de arranque de la bomba X 2
4. Bomba hidráulica X 12
5. Tren de accionamiento de la dirección X 2
6. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
7. Tren de accionamiento de la dirección X 2
8. Freno de la dirección X 2
9. Freno de la velocidad X 2
10. Motor de arranque de la bomba X 2
11. Motor de arranque de la bomba X 2
12. Tren de accionamiento de la dirección X 2
13. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
14. Tren de accionamiento de la dirección X 2
15. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
16. Tren de accionamiento de la dirección X 2
17. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
18. Tren de accionamiento de la dirección X 2
19. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
20. Tren de accionamiento de la dirección X 2
21. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
22. Tren de accionamiento de la dirección X 2
23. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
24. Tren de accionamiento de la dirección X 2
25. Tren de accionamiento de la velocidad X 2
26. Tren de accionamiento de la dirección X 2

ESPECIFICACIONES EX5600-6

ACCESORIOS DE PALA CARRADORA

El apilón y brazo con el diseño de varilla con tubo de acero de alta resistencia a la tracción, diseñado para, totalmente soldado. Se logra un efecto erguido automático del tal mediante el control de potencia única, porque el mecanismo de brasa paralela mantiene el ángulo de excavación del cucharón constante, y el cilindro del cilindro de nivel mantiene la altura del cucharón constante (trazamiento de empuje de autoelevador).



ALCANCE DE TRABAJO — CAPACIDAD DEL CUCHARÓN

Capacidad del cucharón (m ³ /yd ³)	21.0 m ³ (26.3 yd ³)	29.0 m ³ (38.0 yd ³)
A. Distancia mín. de excavación	6 500 mm (21 pies 3 milés)	6 400 mm (21 pies)
B. Distancia mín. de entesa de nivel	6 000 mm (19 pies 8 milés)	5 700 mm (18 pies 8 milés)
C. Distancia de elevación de nivel	6 500 mm (21 pies 3 milés)	6 300 mm (20 pies 8 milés)
D. Altura mín. de excavación	16 800 mm (55 pies 0 milés)	17 500 mm (57 pies 5 milés)
E. Altura mín. de corte	8 200 mm (26 pies 9 milés)	7 800 mm (25 pies 6 milés)
F. Altura mín. de cargado	2 700 mm (8 pies 9 milés)	2 700 mm (8 pies 9 milés)
F. Profund. de corte de excavación	4 000 mm (13 pies 1 milés)	4 600 mm (15 pies 1 milés)
G. Radio de giro a la altura máx. de trabajo	6 000 mm (19 pies 8 milés)	6 500 mm (21 pies 3 milés)
H. Ancho máx. de apertura del cucharón	2 700 mm (8 pies 9 milés)	2 700 mm (8 pies 9 milés)
Peso de empuje del cucharón al suelo	1 670 kN / 373 000 kg (824 000 lb)	1 620 kN / 359 000 kg (795 000 lb)
Peso de excavación de cucharón	1 770 kN / 394 000 kg (868 000 lb)	1 680 kN / 371 000 kg (818 000 lb)

CUCHARÓN — COLUMBALES — PAF

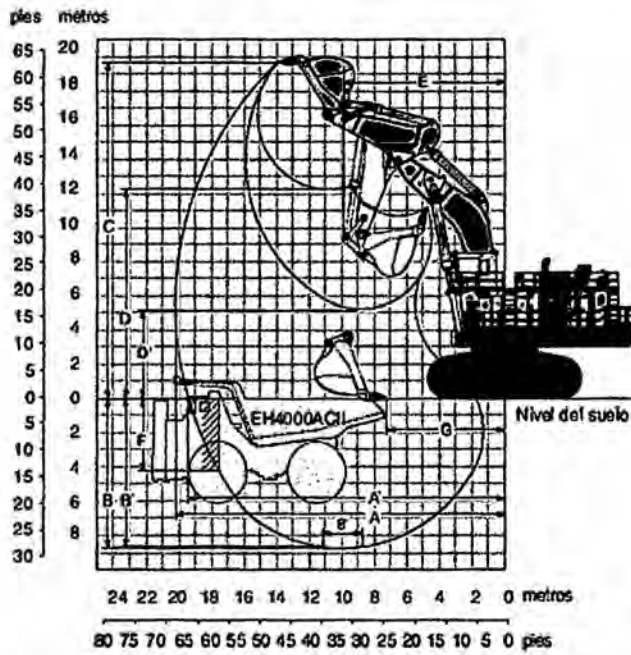
Capacidad	Ancho	Número de dientes	Peso	Tipo	Densidad del material
21.0 m ³ (26.3 yd ³)	6 000 mm (19 pies 8 milés)	0	4 740 kg (10 450 lb)	Descarga bruta (para uso general)	180 kg/m ³ (112 lb/yd ³) o más
29.0 m ³ (38.0 yd ³)	4 700 mm (15 pies 5 milés)	0	4 430 kg (9 760 lb)	Descarga bruta (para uso general)	180 kg/m ³ (112 lb/yd ³) o más

Nota: Estas curvas no tienen ningún tipo de protección contra desquie en los costados, por lo tanto y bajo el nivel del cucharón. Consulte a su constructor para tener acceso de un sistema de protección adecuada su aplicación. La imagen muestra los curvas de protección contra desquie adecuada para su aplicación.

ESPECIFICACIONES EX5600-6

ALCANCE DE RETROEXCAVADORA

El gráfico y foto pueden diferir de las especificaciones de fábrica de la máquina. Consulte el manual de operación para obtener información de referencia.



ALCANCE DE TRABAJO		
	EE - longitud de excavación	10.1 m (33 pies 2 pulg)
	BE - longitud de brazo	5.9 m (19 pies 5 pulg)
A. Altura máx. de excavación		20.000 mm (65 pies 8 pulg)
F. Altura máx. de excavación en el suelo		18.420 mm (60 pies 8 pulg)
B. Profundidad máx. de excavación		6970 mm (22 pies 9 pulg)
B. Profundidad máx. de excavación total de 8 pies		8.760 mm (28 pies 9 pulg)
C. Altura máx. de corte		19.720 mm (64 pies 8 pulg)
D. Altura máx. de vertido		12.220 mm (40 pies)
D. Altura máx. de vertido		5.220 mm (17 pies 2 pulg)
E. Punto de giro máximo		9.970 mm (32 pies 6 pulg)
F. Máx. de penetración		4.730 mm (15 pies 6 pulg)
G. Distancia máx. de limpieza de suelo		7.270 mm (24 pies 6 pulg)
Fuerza de excavación en cortador	190	14.800 N/m ² (3370 kg/cm ² 7.7 ton)
	34E	18.200 N/m ² (4020 kg/cm ² 8.9 ton)
Fuerza de empuje del brazo	190	13.000 N/m ² (2880 kg/cm ² 6.2 ton)
	34E	19.900 N/m ² (4400 kg/cm ² 9.5 ton)

CUBIERTOS (COLUMADO S I BAE)						
Capacidad	Ancho con cubiertas de trabajo	Número de cubiertas	Peso	Tipo	Dimensiones de montaje	
10000 kg (22000 lb)	4000 mm (131 pies 2 pulg)	5	10.700 kg (23.580 lb)	Cilindro (con pernos)	1070 mm (35 pies 1 pulg)	

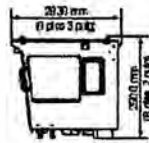
Nota: Estas especificaciones se refieren al equipo de trabajo en condiciones de fábrica, para obtener y más detalles del equipo. Consulte el manual de operación para obtener información de referencia. Estas especificaciones pueden diferir de las especificaciones de fábrica de la máquina. Consulte el manual de operación para obtener información de referencia.

INFORMACIÓN DE EMBARQUE DE EX5600-6

Los componentes de la EX5600-6 se han diseñado para facilitar el transporte y armado en campo. Los componentes se pueden armar en cualquier orden.

ESTRUCTURA SUPERIOR

Cabina
Peso: 1750 kg (3858 lb)



Ancho: 1880 mm (6 pies 2 pulg)

Conjunto de la estructura principal
Peso: 48 300 kg (106 463 lb)



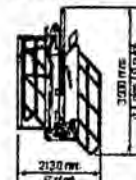
Ancho: 2000 mm (6 pies 6 pulg)

Entrada de aire con toldo
Peso: 53 kg (117 lb)



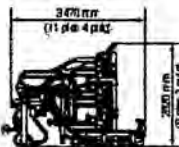
Ancho: 402 mm (15 pulg)

Escalera
Peso: 845 kg (1855 lb)



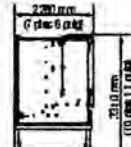
Ancho: 1100 mm (3 pies 7 pulg)

Cargador de combustible
Peso: 7540 kg (16 623 lb)



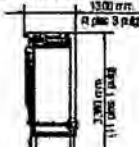
Ancho: 3090 mm (10 pies 2 pulg)

Tanque de combustible
Peso: 5210 kg (11 466 lb)



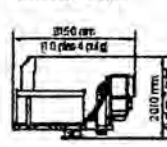
Ancho: 2400 mm (7 pies 11 pulg)

Tanque de aceite del sistema hidráulico
Peso: 6730 kg (14 837 lb)



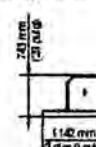
Ancho: 2310 mm (7 pies 7 pulg)

Escondites y líneas de aire (empuje y freno)
Peso: 671 kg (1470 lb) X 2



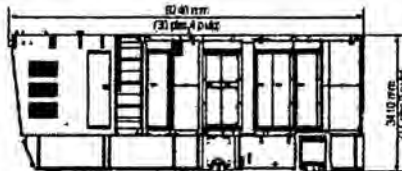
Ancho: 1350 mm (4 pies 5 pulg)

Tanques de agua (propulsor y de aire)
Peso: 177 kg (390 lb) X 2



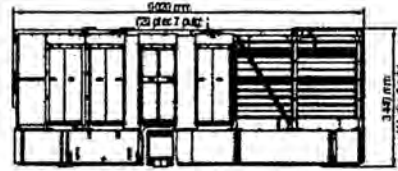
Ancho: 735 mm (29 pulg)

Motor (lado izquierdo)
Peso: 25 500 kg (56 422 lb)



Ancho: 2000 mm (6 pies 6 pulg)

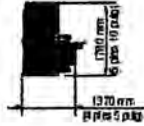
Motor (lado derecho)
Peso: 27 200 kg (60 166 lb)



Ancho: 2400 mm (7 pies 10 pulg)

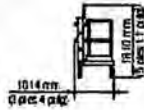
ESTRUCTURA SUPERIOR

Caja
Peso: 953 kg (2101 lb)



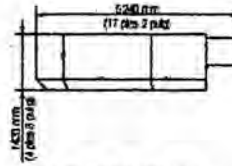
Ancho: 2165 mm (8 pies 7 pulgadas)

Palaneta
Peso: 75 kg (165 lb)



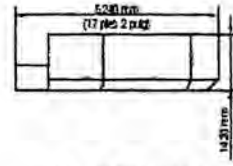
Ancho: 898 mm (35 pulgadas)

Contrapeso (horizontal)
Peso: 24 409 kg (53 873 lb)



Ancho: 4540 mm (16 pies 1 pulgadas)

Contrapeso (vertical)
Peso: 23 800 kg (52 470 lb)



Ancho: 1640 mm (6 pies 1 pulgadas)

Peso arriba
Peso: 20 kg (44 lb)



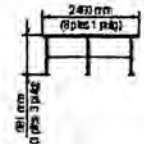
Ancho: 810 mm (32 pulgadas)

Peso arriba
Peso: 25 kg (55 lb)



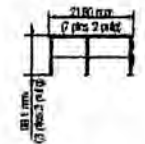
Ancho: 332 mm (13 pulgadas)

Peso arriba
Peso: 25 kg (55 lb)



Ancho: 332 mm (13 pulgadas)

Peso arriba
Peso: 20 kg (44 lb)



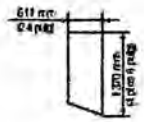
Ancho: 830 mm (33 pulgadas)

Cubierta
Peso: 18 kg (40 lb)



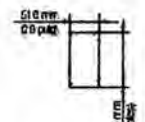
Ancho: 81 mm (3 pulgadas)

Cubierta
Peso: 18 kg (40 lb)



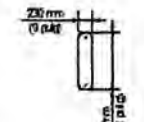
Ancho: 31 mm (1.2 pulgadas)

Cubierta
Peso: 11 kg (24 lb)



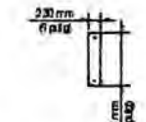
Ancho: 37 mm (1.5 pulgadas)

Cubierta
Peso: 5 kg (11 lb)



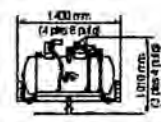
Ancho: 30 mm (1.2 pulgadas)

Cubierta
Peso: 5 kg (11 lb)



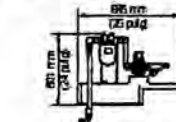
Ancho: 30 mm (1.2 pulgadas)

Conjunto de resaca (horizontal y derecho)
Peso: 270 kg (595 lb) X 2



Ancho: 595 mm (23 pulgadas)

Conjunto de resaca (vertical)
Peso: 54 kg (118 lb)



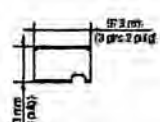
Ancho: 635 mm (25 pulgadas)

Palaneta
Peso: 21 kg (46 lb)



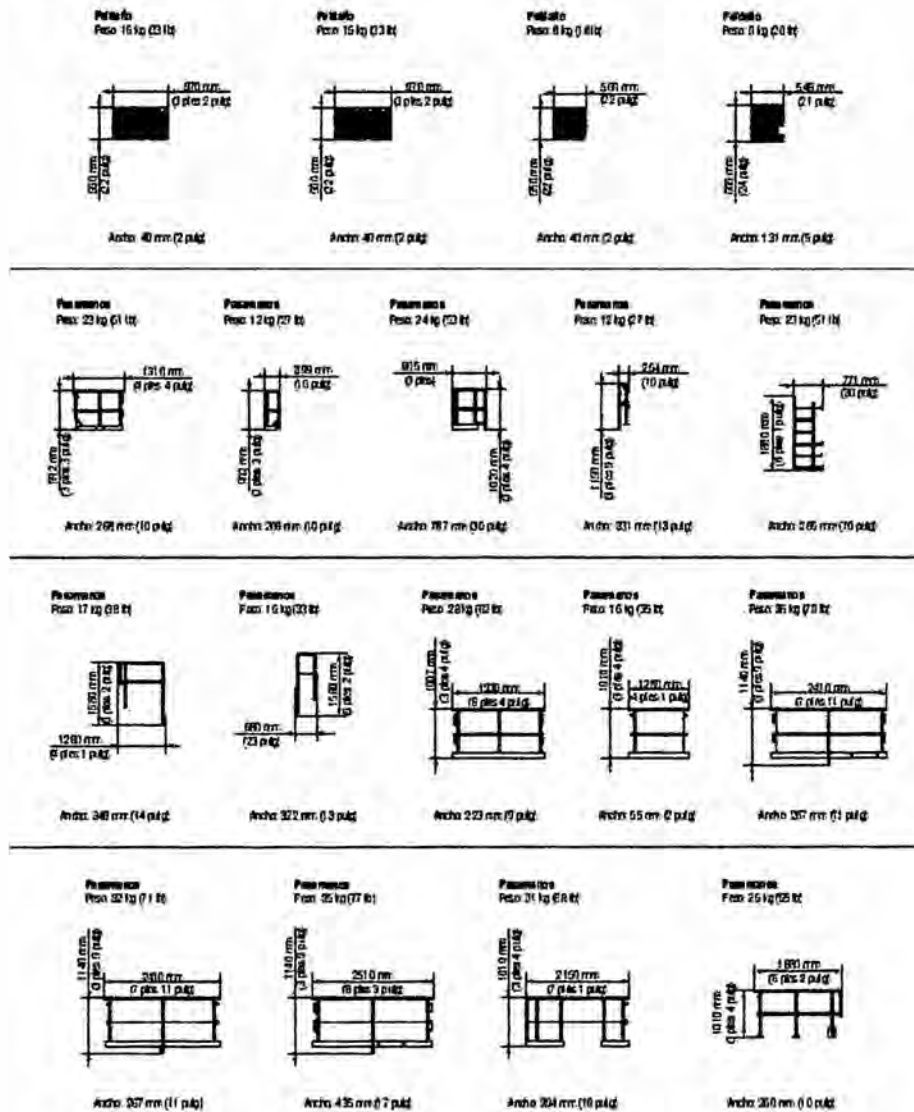
Ancho: 35 mm (1.4 pulgadas)

Palaneta
Peso: 19 kg (42 lb)

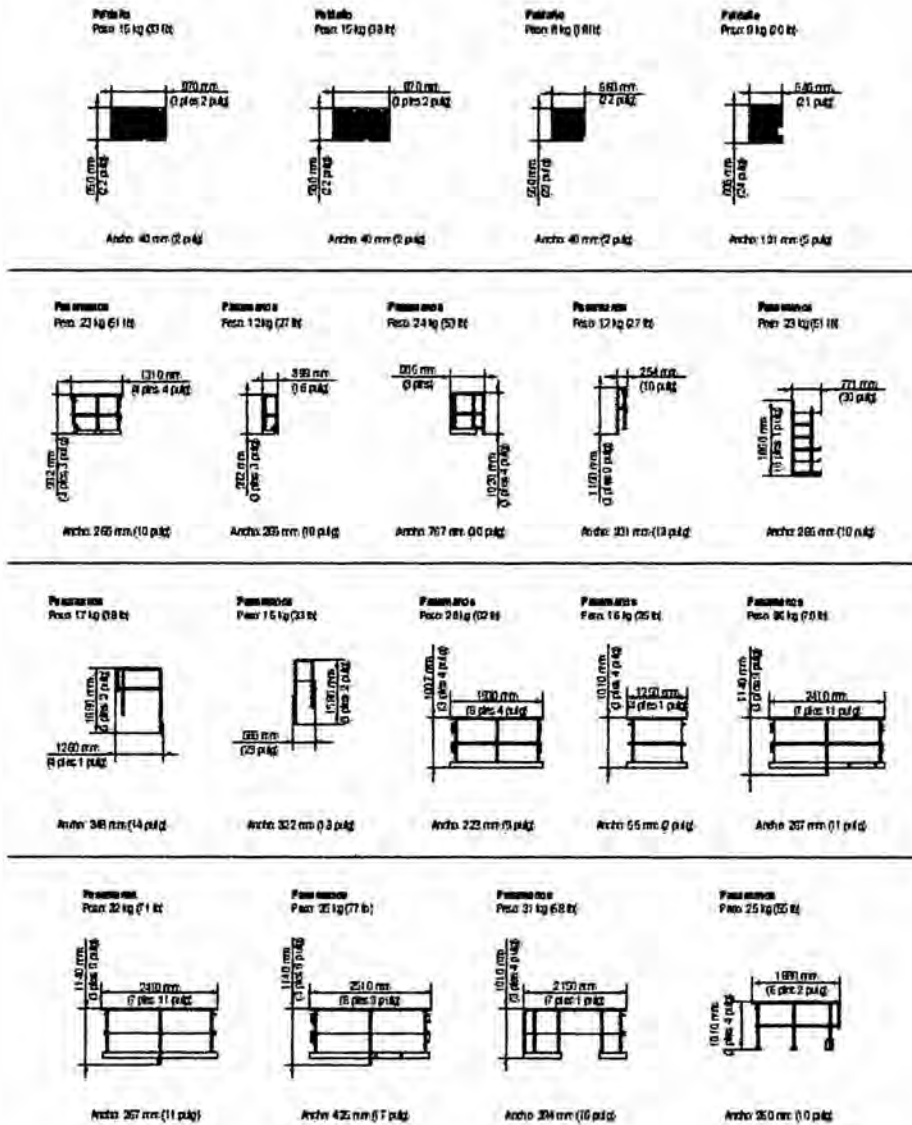


Ancho: 136 mm (5.4 pulgadas)

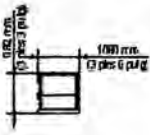
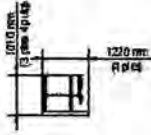


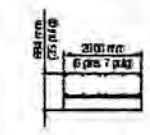






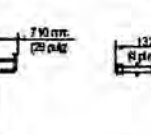
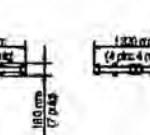
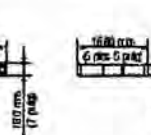
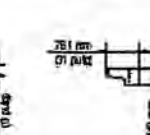
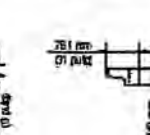
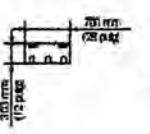
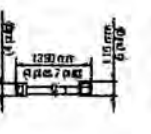
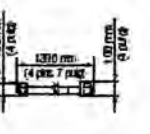

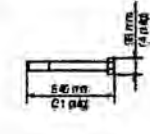
ESTRUCTURA SUPERIOR



ESTRUCTURA SUPERIOR

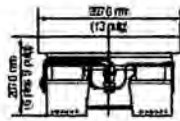


ESTRUCTURA SUPERIOR

<p>Pasarela 6 Peso: 17 kg (37 lb)</p>  <p>Ancho: 185 mm (7 pulg)</p>	<p>Pasarela 10 Peso: 18 kg (40 lb)</p>  <p>Ancho: 223 mm (9 pulg)</p>	<p>Pasarela 15 Peso: 18 kg (40 lb)</p>  <p>Ancho: 70 mm (3 pulg)</p>	<p>Pasarela 18 Peso: 37 kg (81 lb)</p>  <p>Ancho: 267 mm (11 pulg)</p>	<p>Pasarela 24 Peso: 243 kg (536 lb)</p>  <p>Ancho: 650 mm (27 pulg)</p>	
<p>Pasarela 27 Peso: 67 kg (146 lb)</p>  <p>Ancho: 620 mm (24 pulg)</p>	<p>Pasarela 35 Peso: 95 kg (212 lb)</p>  <p>Ancho: 719 mm (28 pulg)</p>	<p>Pasarela 42 Peso: 112 kg (247 lb)</p>  <p>Ancho: 687 mm (27 pulg)</p>	<p>Pasarela 50 Peso: 78 kg (172 lb)</p>  <p>Ancho: 652 mm (22 pulg)</p>	<p>Pasarela 57 Peso: 95 kg (212 lb)</p>  <p>Ancho: 571 mm (23 pulg)</p>	
<p>Pasarela 66 Peso: 21 kg (46 lb)</p>  <p>Ancho: 131 mm (5 pulg)</p>	<p>Pasarela 73 Peso: 58 kg (128 lb)</p>  <p>Ancho: 50 mm (2 pulg)</p>	<p>Conjunto de soporte 8 Peso: 18 kg (40 lb)</p>  <p>Ancho: 110 mm (4 pulg)</p>	<p>Conjunto de soporte 9 Peso: 18 kg (40 lb)</p>  <p>Ancho: 130 mm (5 pulg)</p>	<p>Cubierta 10 Peso: 22 kg (49 lb)</p>  <p>Ancho: 200 mm (8 pulg)</p>	<p>Módulo 11 Peso: 53 kg (117 lb)</p>  <p>Ancho: 370 mm (15 pulg)</p>
<p>Cubierta 12 Peso: 68 kg (150 lb)</p>  <p>Ancho: 50 mm (2 pulg)</p>	<p>Conjunto de pino 13 Peso: 37 kg (82 lb) X 4</p>  <p>Ancho: 115 mm (5 pulg)</p>	<p>Conjunto de pino 14 Peso: 20 kg (45 lb) X 10</p>  <p>Ancho: 100 mm (4 pulg)</p>	<p>Arandela 15 Peso: 3.6 kg (8 lb) X 2</p>  <p>Ancho: 20 mm (1 pulg)</p>	<p>Pasarela 16 Peso: 11,2 kg (25 lb) X 2</p>  <p>Ancho: 85 mm (3 pulg)</p>	

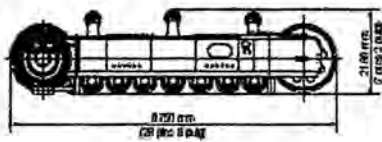
TREN DE RODAJE

Conjunto de bastidor central de las orugas
Peso: 43 (93) kg (95 (214) lb)



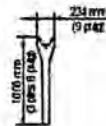
Ancho: 390 mm (15 3/8 pulg)

Unidades de las orugas de las orugas
Peso: 46 (101) kg (101 (413) lb) X 2



Ancho: 870 mm (34 1/4 pulg)

Topo
Peso: 17 kg (38 lb)



Ancho: 234 mm (9 1/4 pulg)

Esparadillos
Peso: 7,1 kg (16 lb) X 66



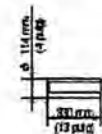
Ancho: 130 mm (5 1/8 pulg)

Perros
Peso: 10,3 kg (22 lb) X 66



Ancho: 90 mm (3 5/8 pulg)

Esparadillos
Peso: 16 kg (35 lb) X 34



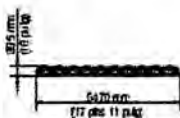
Ancho: 114 mm (4 1/2 pulg)

Perros
Peso: 14,6 kg (32 lb) X 34



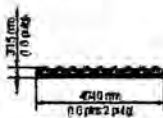
Ancho: 95 mm (3 3/4 pulg)

Articulaciones de las orugas
Peso: 29 (64) kg (64 (142) lb) X 6



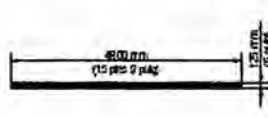
Ancho: 140 mm (5 1/2 pulg)

Articulaciones de las orugas
Peso: 7 (15) kg (15 (33) lb) X 2



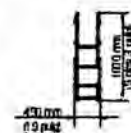
Ancho: 140 mm (5 1/2 pulg)

Apoyo
Peso: 114 kg (251 lb)



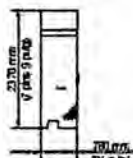
Ancho: 125 mm (5 pulg)

Escalón
Peso: 32 kg (71 lb)



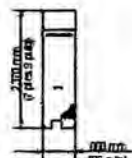
Ancho: 60 mm (2 3/8 pulg)

Cubierta de motor
Peso: 83 kg (183 lb)



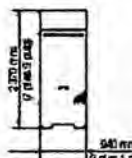
Ancho: 890 mm (35 pulg)

Cubierta de motor
Peso: 69 kg (152 lb)



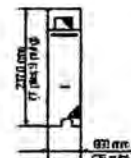
Ancho: 890 mm (35 pulg)

Cubierta de motor
Peso: 98 kg (216 lb)



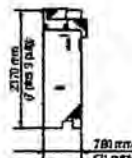
Ancho: 800 mm (31 1/2 pulg)

Cubierta de motor
Peso: 72 kg (159 lb)



Ancho: 850 mm (33 1/2 pulg)

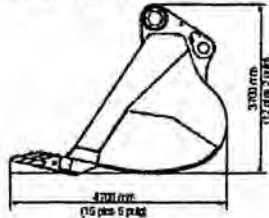
Cubierta de motor
Peso: 82 kg (181 lb)



Ancho: 810 mm (32 pulg)

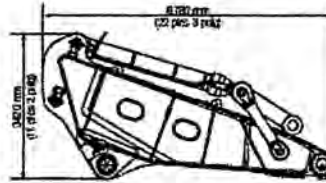
ACCESORIOS DE RETROEXCAVADORA

Conjuntó para excavación
 Capacidad (estándar SAE) 350 m³ (340 yd³)
 Peso: 32 700 kg (72 621 lb)



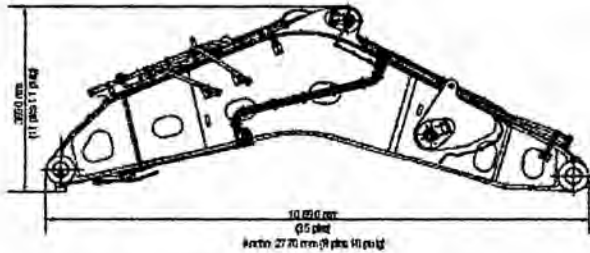
Ancho 4300 mm (14' 1 1/2")

Conjuntó de brazo
 Peso: 27 000 kg (59 523 lb)



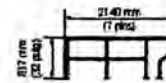
Ancho 8100 mm (26' 7 1/8")

Coque de elevación
 Peso: 40 400 kg (89 057 lb)



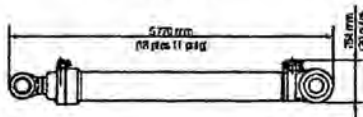
Ancho 10 020 mm (32' 9 1/2")

Pala normal
 Peso: 13 4 kg (29 7 lb)



Ancho 2140 mm (7' 0 3/8")

Cilindro del aguilón
 Peso: 68 000 kg (150 000 lb)



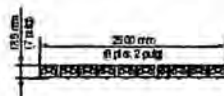
Ancho 236 mm (9 1/4")

Cilindro del brazo
 Peso: 4 000 kg (8 818 lb)



Ancho 216 mm (8 5/8")

Conjunto de elevación
 Peso: 43 kg (94 lb)



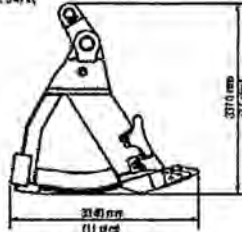
Ancho 2500 mm (8' 2 1/2")

ACCESORIOS DE LA CARGADORA

Cuchara frontal

Capacidad (promedio 80°C): 23,0 m³ (300 yd³)

Peso: 10 300 kg (22 947 lb)



Ancho: 4700 mm (15 pies 0 pulg)

Cuchara trasera

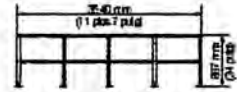
Peso: 10 000 kg (22 046 lb)



Ancho: 4700 mm (15 pies 0 pulg)

Peso neto

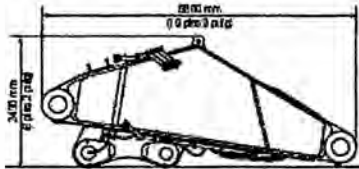
Peso: 35 kg (77 lb 3.7)



Ancho: 50 mm (2 pulg)

Conjunto de la asa

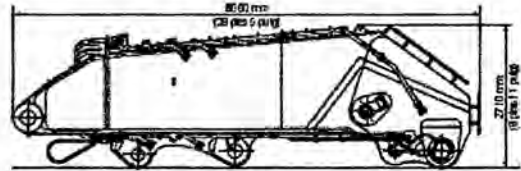
Peso: 21 300 kg (47 059 lb)



Ancho: 3210 mm (10 pies 0 pulg)

Conjunto de apilación

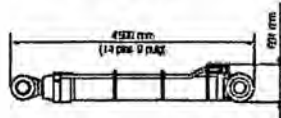
Peso: 35 400 kg (78 148 lb)



Ancho: 3210 mm (10 pies 0 pulg)

Cilindro del brazo

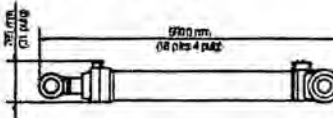
Peso: 4320 kg (9524 lb)



Ancho: 730 mm (3 pulg)

Cilindros del apilón

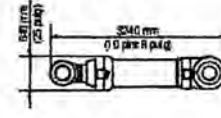
Peso: 6500 kg (14 351 lb) X 2



Ancho: 640 mm (25 pulg)

Cilindro de elevación

Peso: 3940 kg (8686 lb)



Ancho: 1020 mm (4 pies 0 pulg)

Cilindros del excéntrico

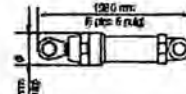
Peso: 4 000 kg (8 818 lb) X 2



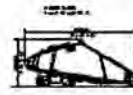
Ancho: 930 mm (3 pies 0 pulg)

Cilindros de dirección

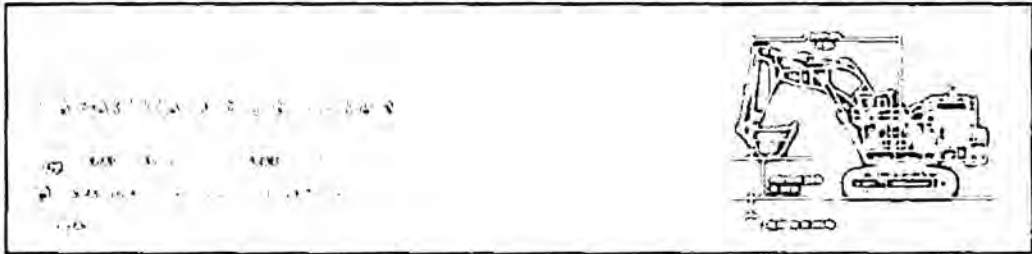
Peso: 995 kg (21 92 lb) X 2



Ancho: 440 mm (17 pulg)



Las ilustraciones y fotografías corresponden a modelos estándar, y pueden o no incluir algunos opcionales, accesorios y otros equipo estándar con algunas diferencias de color y características. Antes de poder manejar correctamente, debe leer y comprender el manual del operador.



Corte de línea	Altura del punto de corte	Punto de corte										Altura del punto de corte	
		1.0 (2.0) (3.0) (4.0)	1.5 (3.0) (4.5) (6.0)	2.0 (4.0) (6.0) (8.0)	2.5 (5.0) (7.5) (10.0)	3.0 (6.0) (9.0) (12.0)	3.5 (7.0) (10.5) (14.0)	4.0 (8.0) (12.0) (16.0)	4.5 (9.0) (13.5) (18.0)	5.0 (10.0) (15.0) (20.0)	5.5 (11.0) (16.5) (22.0)		
Apertura DC	14 m												
16.1 m	(16) (16) (16) (16)												
17 m	(17) (17) (17) (17)												
18 m	(18) (18) (18) (18)												
19 m	(19) (19) (19) (19)												
20 m	(20) (20) (20) (20)												
21 m	(21) (21) (21) (21)												
22 m	(22) (22) (22) (22)												
23 m	(23) (23) (23) (23)												
24 m	(24) (24) (24) (24)												
25 m	(25) (25) (25) (25)												
26 m	(26) (26) (26) (26)												
27 m	(27) (27) (27) (27)												
28 m	(28) (28) (28) (28)												
29 m	(29) (29) (29) (29)												
30 m	(30) (30) (30) (30)												
31 m	(31) (31) (31) (31)												
32 m	(32) (32) (32) (32)												
33 m	(33) (33) (33) (33)												
34 m	(34) (34) (34) (34)												
35 m	(35) (35) (35) (35)												
36 m	(36) (36) (36) (36)												
37 m	(37) (37) (37) (37)												
38 m	(38) (38) (38) (38)												
39 m	(39) (39) (39) (39)												
40 m	(40) (40) (40) (40)												
41 m	(41) (41) (41) (41)												
42 m	(42) (42) (42) (42)												
43 m	(43) (43) (43) (43)												
44 m	(44) (44) (44) (44)												
45 m	(45) (45) (45) (45)												
46 m	(46) (46) (46) (46)												
47 m	(47) (47) (47) (47)												
48 m	(48) (48) (48) (48)												
49 m	(49) (49) (49) (49)												
50 m	(50) (50) (50) (50)												
51 m	(51) (51) (51) (51)												
52 m	(52) (52) (52) (52)												
53 m	(53) (53) (53) (53)												
54 m	(54) (54) (54) (54)												
55 m	(55) (55) (55) (55)												
56 m	(56) (56) (56) (56)												
57 m	(57) (57) (57) (57)												
58 m	(58) (58) (58) (58)												
59 m	(59) (59) (59) (59)												
60 m	(60) (60) (60) (60)												
61 m	(61) (61) (61) (61)												
62 m	(62) (62) (62) (62)												
63 m	(63) (63) (63) (63)												
64 m	(64) (64) (64) (64)												
65 m	(65) (65) (65) (65)												
66 m	(66) (66) (66) (66)												
67 m	(67) (67) (67) (67)												
68 m	(68) (68) (68) (68)												
69 m	(69) (69) (69) (69)												
70 m	(70) (70) (70) (70)												
71 m	(71) (71) (71) (71)												
72 m	(72) (72) (72) (72)												
73 m	(73) (73) (73) (73)												
74 m	(74) (74) (74) (74)												
75 m	(75) (75) (75) (75)												
76 m	(76) (76) (76) (76)												
77 m	(77) (77) (77) (77)												
78 m	(78) (78) (78) (78)												
79 m	(79) (79) (79) (79)												
80 m	(80) (80) (80) (80)												
81 m	(81) (81) (81) (81)												
82 m	(82) (82) (82) (82)												
83 m	(83) (83) (83) (83)												
84 m	(84) (84) (84) (84)												
85 m	(85) (85) (85) (85)												
86 m	(86) (86) (86) (86)												
87 m	(87) (87) (87) (87)												
88 m	(88) (88) (88) (88)												
89 m	(89) (89) (89) (89)												
90 m	(90) (90) (90) (90)												
91 m	(91) (91) (91) (91)												
92 m	(92) (92) (92) (92)												
93 m	(93) (93) (93) (93)												
94 m	(94) (94) (94) (94)												
95 m	(95) (95) (95) (95)												
96 m	(96) (96) (96) (96)												
97 m	(97) (97) (97) (97)												
98 m	(98) (98) (98) (98)												
99 m	(99) (99) (99) (99)												
100 m	(100) (100) (100) (100)												

- Nota:
- 1. La capacidad de trabajo depende de la capacidad del motor.
 - 2. La capacidad de trabajo se basa en la norma SAE J1130.
 - 3. La capacidad de trabajo de la serie C1 es superior al 75% de la carga de trabajo con la máquina sobre terreno plano firme al 85% de la capacidad nominal promedio.
 - 4. El punto de corte es un punto de apoyo estándar; consulte el diagrama del circuito.

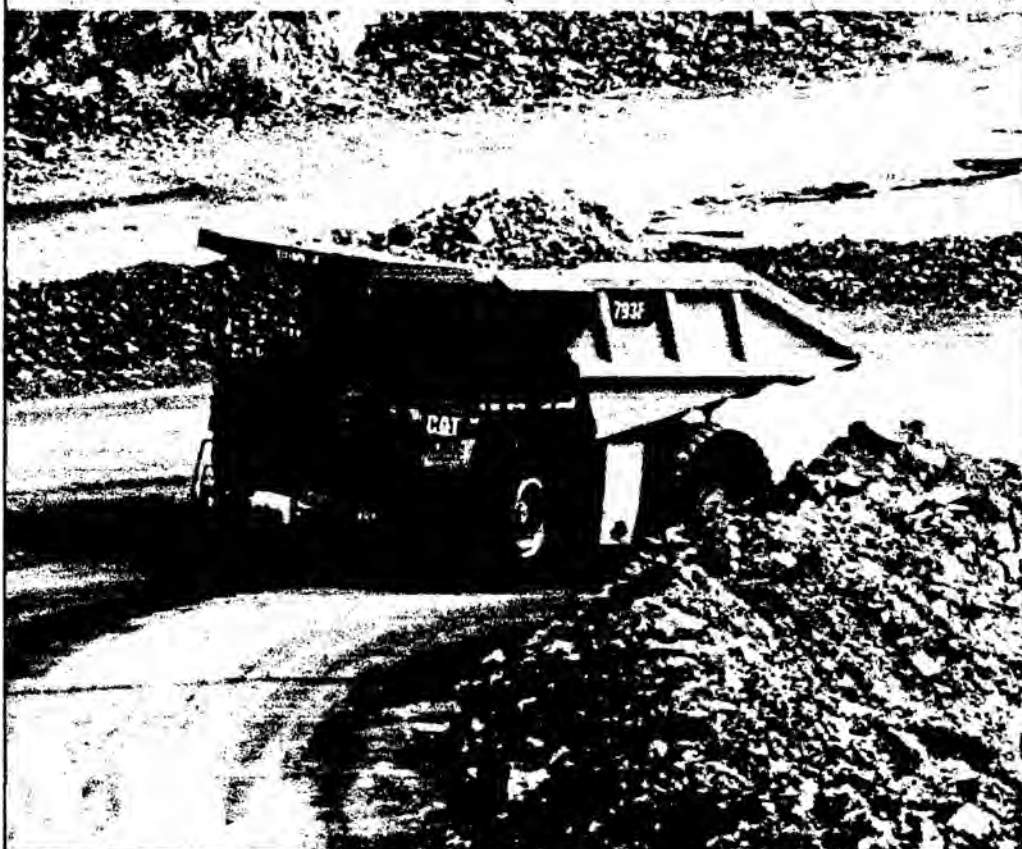
HITACHI
www.hitachimining.com

Las especificaciones y el diseño están sujetos a cambio sin previo aviso.



ANEXO 4: BROCHURE CAMIÓN MINERO CATERPILLAR 793F

793F
Mining Truck



Engine		Operating Specifications	
Engine Model	Cat® C-175-16	Normal Payload Capacity	276,8 ton net (2,9 tons)
Gross Power - SAE J1895	1976 kW (2,658 hp)	Gross Machine Operating Weight	386,657 or 398,688 kg (851,000 or 880,000 lb)
Net Power - SAE J1349	1848 kW (2,478 hp)		

720F Features

High Performance Engine

The Cat® C175-6 engine offers you the perfect balance between power, robust design and economy.

Enhanced Serviceability

Improved serviceability points and grouped service locations mean your truck spends more time on the job and less time in the shop.

Power Shift Transmission

A smooth shifting six speed transmission using ECP gives operators a comfortable ride, constant power and improved fuel efficiency.

Reliable Mechanical Drive System

The 720F powertrain gives you the lowest fuel cost on steep grades, poor underfoot conditions and on haul roads with high rolling resistance.

Robust Braking

Cat air-overhead, multiple disc brakes on all four corners offer you exceptional, fade resistant braking.

Comfortable Cab

Operators find the large, spacious cab offers unmatched visibility and exceptional comfort.

Truck Body

A variety of Cat body designs and configurations provide you optimal performance and reliability.



Contents

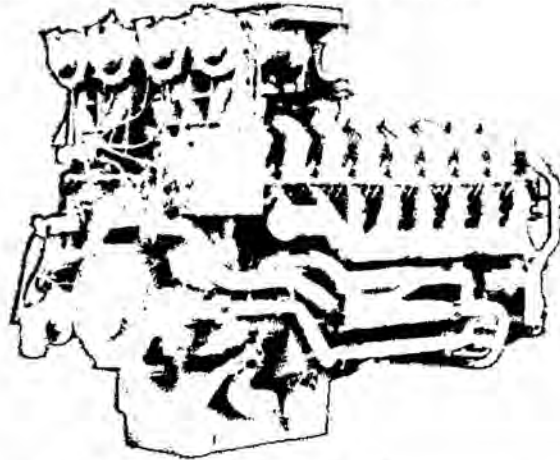
Power Train - Engine	4
Power Train - Transmission	5
Power Train Options	6
Engine/Power Train Integration	7
Cat Braking Systems	8
Structures	9
Truck Body Systems	10
Monitoring System	11
Operator's Station	12
Customer Support	14
Serviceability	15
Safety	16
Seatability	17
Specifications	18
Standard Equipment	26
Optional Equipment	27



Whether you're loading copper, coal, gold, iron ore or overburden the 733F provides you with the best in class cost per unit of production. Including the improvements in safety, productivity, serviceability and comfort you will see why the 733F is the industry leader of its class. Combine these features with unmatched dealer support and you will see why more mine sites choose Cat Mining Trucks for their production needs.

Power Train – Engine

Power, reliability and efficiency for your most demanding mining applications.



Cat® C175-16 Engine

The 753F has a Cat C175-16 quad turbocharged air-to-air aftercooled diesel engine that has enhanced power management capability for maximum hauling performance in your most demanding mining applications.

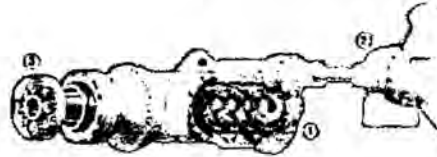
- The C175-16 is a 16-cylinder four-stroke design that uses long, effective power strokes for optimum efficiency.
- Is compliant with U.S. Environmental Protection Agency emission requirements.
- The 24 percent net torque rise of the C175-16 provides unequalled lugging force during acceleration on steep grades and in rough underfoot conditions. Torque rise effectively matches transmission shift points for maximum efficiency and fast cycle times.
- High displacement, low rpm rating and conservative horsepower ratings mean more time on the haul roads and less time in the shop.
- The Cat Common Rail Fuel System is an electronically-controlled system senses operating conditions and regulates fuel delivery for optimum fuel efficiency. This precise and flexible fuel system gives the engine the ability to meet emission regulations without sacrificing performance, reliability or durability.
- The flexible core design of the MESABI radiator means easier serviceability along with long life and high durability.
- You have two starter options: The tank on the standard air start system is ground level serviceable, while the electric start option allows the air cylinders to be totally removed from the truck.

Power Train – Transmission

More power to the ground means greater productivity for you.

Mechanical Power Train

The 793F gives you the fastest truck on grade in its class. The Cat mechanical drive power train and power shift transmission provides you unmatched operating efficiency and control on steep grades, in poor underfoot conditions and on hard roads with high rolling resistance.



1 – Transmission with Electronic Clutch Pressure Control

The Caterpillar-speed planetary power shift transmission is matched with the direct-injection C175-16 diesel engine to deliver constant power over a wide range of operating speeds.

The proven planetary power shift transmission is built tough and is designed for the higher power of the C175-16 engine.

A dedicated oil tank and circuit provides cooler, cleaner oil for maximum performance and longer component life.

Electronic Clutch Pressure Control (EPC) provides maximum performance, smooth shifting, long clutch life and a more comfortable ride.



2 – Lock-Up Torque Converter

Combines maximum rimpull and cushioned shifting of torque converter drive with the efficiency and performance of direct drive. The lock-up torque converter engages at approximately 8 km/h (5 mph), delivering more power to the wheels.

3 – Final Drives

Cat final drives work as a system with the planetary power shift transmission to deliver maximum power to the ground. Built to withstand the forces of high torque and impact loads, double reduction final drives provide high torque multiplication to further reduce drive train stress.



Power Train Options

Two power train options to match your applications/conditions.

Extended Life Wheel Stations

Developed for uphill hauling applications, this arrangement is designed to extend wheel life and hauling performance on long, uphill hauls. Extended life wheel stations are built with larger, more durable components, including larger axles, wider wheel bearing spacing, a larger braking surface and additional discs in the front for longer brake life and more time between overhauls.

Additional Retarding

Developed for downhill loaded applications, this option typically delivers an extra gear of retarding capability or 25 percent more speed on downhill grades. Additional retarding is achieved by adding larger brakes and additional brake cooling capability. This option requires the use of Extended Life Wheel Stations.



Engine/Power Train Integration

Reduced operating costs through electronically combined power train components.

Cat Data Link

Reduces operating costs through electronically integrating machine computer systems to optimize overall power train performance, increase reliability and component life.

Controlled Throttle Shifting

Regulates engine rpm during shifting to reduce power train stress and clutch wear by controlling engine speed, torque converter lock-up and transmission clutch engagement for smoother shifts and longer component life.

Directional Shift Management

Regulates engine speed during directional shifts to prevent damage caused by high speed, directional changes.

Body-Up Shift Inhibitor

Prevents the transmission from shifting above the pre-programmed gear without the body fully lowered.

Overspeed Protection

The transmission control electronically senses engine conditions and automatically up-shifts one gear to prevent overspeeding. If overspeeding occurs in top gear, the lock-up clutch is disengaged.

Programmable Top Gear

Transmission top gear maximum can be set using the Cat ET service tool to help the operator maintain speed limits.

Downshift Inhibitor

Prevents engine overspeeding by keeping the transmission from downshifting until engine speed reaches the downshift point.

Rapid Downshift Function

Does not allow a turnaround shift and approximately 2.3 seconds after a shift occurs.

Reverse Speed Inhibitor

Prevents shifts into reverse when forward ground speeds are in excess of 5 km/h (3 mph).

Cat Braking Systems

Superior braking control lets operators focus on productivity.



Integrated Braking System

Reliable performance and control in extreme haul road conditions is important for operator safety. The Cat oil-cooled braking system provides this. Integrated systems combine the service, secondary, parking brakes and retarding functions for optimum braking efficiency that does not burn fuel while retarding.

Oil-Cooled Multiple Disc Brakes

Cat four-wheel, forced oil-cooled, multiple disc service brakes are continuously cooled by water-to-oil heat exchangers for exceptional, non-fading braking and retarding performance.

Brake Design

Cat oil-cooled disc brakes are designed with large discs and plates for reliable, adjustment-free operation and performance. Brakes are completely enclosed and sealed to prevent contamination and reduce maintenance.

Long Life

An oil film prevents direct contact between the discs. This design absorbs the braking forces by shearing the oil molecules and carrying heat away to extend brake life.

Parking Brake

Oil-cooled, spring-applied, hydraulically released parking brake is applied to all four wheels for superior parking capability on all grades up to 15 percent.

Hydraulic Automatic Retarder Control (ARC)

Hydraulically activated, automatic retarder control system electronically controls retarding on grade to maintain optimum engine rpm and brake system performance. ARC is now adjustable in each gear.

Structures

Superior Cat structures in the 793F give you durability and long life.



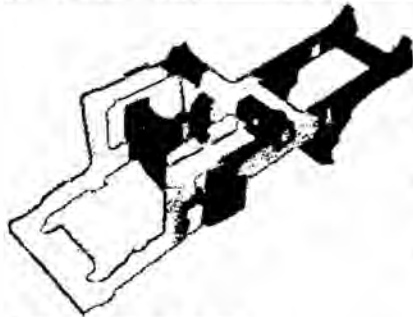
Box Section Design

The 793F frame uses a box-section design, incorporating two forgings and 14 castings in high stress areas with deep penetrating and continuous wrap-around welds to resist damage from twisting loads without adding extra weight.

- **Steel Structures** – Mild steel used throughout frame provides flexibility, durability and resistance to impact loads, even in cold climates and allows for easy field repairs.
- **Castings** – Castings have large radii with internal reinforcing ribs to dissipate stress in areas of high stress concentration. Castings move welds to lower stress areas for greater frame life.

Integral Four-Post ROPS Cab

Resiliently mounted to the main frame to reduce vibration and sound, the integral ROPS is designed as an extension of the truck frame.



Yellow – Fabrications, Red – Castings

Suspension System

Designed to dissipate haul road and loading impacts for longer frame life and a more comfortable ride.

- **Durable Design** – Rugged cylinders utilize large diameter bore and low pressure nitrogen/oil design for long life with minimal maintenance.
- **Front** – Front cylinders with preset caster and camber are mounted to the frame and serve as steering kingpins for a tight turning radius with excellent maneuverability and low maintenance.
- **Rear** – Rear cylinders allow axle oscillation and absorb bending and twisting stresses caused by uneven and rough haul roads rather than transmitting them to the main frame.

Four-bar Link Rear Suspension

The Four-bar Link Suspension directs stress to be more evenly distributed than an A-frame design and allows more service area around the transmission.

Steering System

Hydraulic steering control system is designed for exceptional smoothness and precise control. A separate circuit prevents cross contamination for long life.

Truck Body Systems

Designed and built for rugged performance and reliability.

Cat Truck Bodies

You have three body options with the 783F: X Body, MSD II (Mine Specific Design) and Gateless Coal Body. These bodies are specifically designed to work with the Cat frame for superior structural performance.

1 - X Body

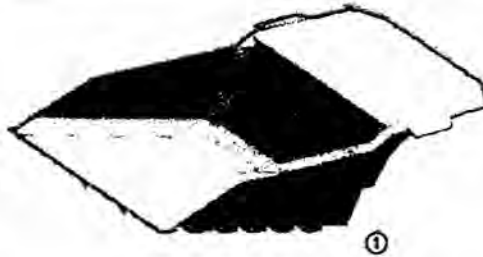
If you have a new mine or are a contract miner the X Body is designed for you. It uses the Cat Mine Specific Design process to create a body that is properly sized and configured to meet the specific requirements of heavy-duty applications. The X Body design offers a large volume with no weight penalty.

2 - MSD II

The MSD II bodies are intended for established mines and are customized to suit your specific mining applications based on a mine site evaluation. The MSD II is the best lightweight body ever built for mining applications and achieves excellent payload performance.

3 - Gateless Coal Body

The Gateless Coal Body is intended for dedicated coal haulage applications. It can be loaded to achieve target payload across the full range of coal densities. The body is designed and built using the MSD II Body concept, ensuring superior durability and reliability.





Monitoring System

Keeping your production at peak levels.

VIMS™ 3G Monitoring System

The third generation VIMS monitoring system provides you with critical health and payload data in real-time to keep the 782F performing at top production levels. Data from VIMS can be used to lower your operating costs by improving the effectiveness of scheduled maintenance programs, improve machine availability and improve the effectiveness of scheduled maintenance programs. Sensors throughout the machine enable VIMS to quickly exchange and monitor information from all systems. Users can view up to 10 different machine parameters at a time. Your service technicians can quickly download data by connecting directly to the system or through its own web address and generate reports in the office, shop or cab.

Production and Payload Management

Information is available to monitor and enhance truck loading tool effectiveness, improve fleet productivity and help extend the life of truck frames, tires, rims and power train components, while lowering your operating and maintenance cost.

External Payload Indicators

External lights signal loading tool operators when to cease loading for optimum payloads without overloading. Optional payload displays with digital numeric monitor are available.

Road Analysis Control

Optional system monitor your haul road conditions by measuring frame rock, bias and pitch to improve cycle times, frame life, tire life and fuel efficiency.

VIMSpC

An Off-board software reporting program that allows your service personnel to download a complete record of machine health and productivity data. Health and payload reports can be generated for more effective machine management, which reduces downtime and lowers operating costs.

Advisor Display

The Advisor display provides real-time machine performance and basic trip, maintenance and diagnostic data. Various machine parameters can be viewed on the display including coolant temperature, oil pressure, current gear selection, current payload and more.

VIMS Supervisor

Optional software allows your mine personnel to easily manage and interpret VIMS data for optimum fleet management and productivity.



Operator's Station
Ergonomically designed for all-day comfort,
control and productivity.

12



Operator Environment

You now have the choice to select a cab with the features you desire. There are three choices based on popular arrangements. Available offerings include a Standard Cab, Deluxe Cab or Deluxe Cold Weather Cab.

Ergonomic Layout

To minimize operator fatigue and maximize productivity the all new F Series operator station is ergonomically designed for total machine control in a comfortable, productive and safe environment. Controls, levers, switches and gauges are positioned for ease of use.

Viewing Area

Designed for excellent all-around visibility and clear sight lines to the haul road, the large viewing area offers exceptional visibility, allowing the operator to maneuver with confidence for high productivity. The air cleaners have been relocated to the front of the truck, allowing the operator increased visibility.

- 1) Air Suspension Seat with Three-Point Operator Restraint
- 2) Hold Lever
- 3) Secondary Brake Pedal
- 4) Monitoring System
- 5) Steering Column
- 6) Transmission Console
- 7) Gauges
- 8) Storage Compartment
- 9) Leather Seat
- 10) Convex Window
- 11) Operator Console
- 12) Heating/Air Conditioning
- 13) Four-Point POPS
- 14) Camera System Monitor (optional)
- 15) Air/Solar Monitor (optional)
- 16) Cup Holder
- 17) Dome Courtesy Lights

Customer Support

Keeping you running with the most experienced dealer network.

Commitment Makes the Difference

Cat dealers offer a wide range of solutions, services and products that help you lower costs, enhance productivity and manage your operation more efficiently. From the time you select a piece of Cat equipment until the day you trade or sell it, the support you get from your Cat dealer makes the difference.

Dealer Capability

Cat dealers provide the level of support you need, on a global scale. Dealer expert technicians have the knowledge, experience, training and tooling necessary to handle your repair and maintenance needs, when and where you need them.

Product Support

When Cat products reach the field, they are supported by a worldwide network of parts distribution facilities, dealer service centers and technical training facilities to keep your equipment up and running. Cat customers rely on prompt, dependable parts availability through our global dealer network, ready to meet your needs 24/7.

Service Support

Every piece of Cat equipment is designed and built to provide maximum productivity and operating economy throughout its working life. Cat dealers offer a wide range of service plans that will maximize uptime and return on your investment, including:

- Preventive Maintenance Programs
- Diagnostic Programs, such as Scheduled Oil Sampling and Technical Analysis
- Rebuild and Reman Option
- Customer Support Agreements

Operation

Your Cat dealer can arrange training programs to help operators improve productivity, decrease downtime, reduce operating costs and enhance safety.



Application Awareness

Operating and maintenance costs are influenced by many application and site-specific factors, such as: material density, loading position, payload, grades, speeds, haul road design and maintenance. Your Cat dealer can provide you with an understanding of the effects application characteristics and operating techniques have on maintenance and operating costs.

Serviceability

Reduced maintenance time results in more productivity.



Servicing Ease

Easy access to daily service points simplifies servicing and reduces your time spent on regular maintenance procedures. Enhanced serviceability and long service intervals are designed to increase machine availability and productivity.

In-Frame Access

Gives you easy access to major components for easy servicing and removal.

Ground Level Access

Grouped ground level points allow you convenient servicing of tanks, filters, drains, batteries, AutoLube system, pressure taps, scoops, fluid sight gauges and engine shutdown. Ground level VIMS data port permits easier downloading of information.

AutoLube

Automatic lubrication system reduces your maintenance time by automatically lubricating necessary components on a regular basis.

Scheduled Oil Sampling

S-O-SSM sampling valves speed sampling and analysis reliability.

Pressure Test Points

Disconnect valves are conveniently located throughout the hydraulic systems for easy pressure testing.

Sealed Electrical Connectors

Electrical connectors are sealed to lock out dust and moisture. Harnesses are braided for protection. Wires are color-coded for easy diagnosis and repair.

Safety

Designed with safety as the first priority.

Product Safety

Caterpillar is concerned about your safety and has been and continues to be proactive in developing mining machines that meet or exceed safety standards. Safety is an integral part of all machine and system designs.

Cat Detect System

Knowing what's around your 793F at all times is important. The Cat Detect system is factory installed as standard equipment on 793F Mining Trucks. The full Cat Detect system, RADAR AND CAMERA, provides both audible and visual indications of detected objects. This system uses a combination of short and medium range radars which surround the machine, along with cameras on each side to allow the operator to confirm the detected object. The cameras supplement the radar alerts and are selectable by touch screen menus through an intuitive interface.

Integral ROPS Cab

Resiliently mounted to the main frame to reduce vibration and sound, the integral ROPS structure is an extension of the truck frame and exceeds SAE requirements.

Access/Egress

Improvements for machine level access and egress include a standard 600 mm (24 in) diagonal walkway across the front of the machine. Improvements for ground level access include an optional powered access stairway.

Brake Systems

Four corner oil braking system provides excellent control in slippery conditions. The system assures braking in the event of complete hydraulic failure.

Overload Policy

Safety is integral to maintaining the highest productivity in mining operations. The Caterpillar 10/10/20 Overload Policy assures that steering and braking systems have sufficient capacity to perform, even at 20 percent overload.



Other Safety Features

- Slip resistant surfaces • 76 mm (3 in) wide orange three-point operator restraint • Wide angle mirrors • Body raised indicator
- Double body retaining cables • Guard rails • Reverse neutralizer when dumping • Low interior sound level

Isolation Box

Lock out tag out box mounted on front bumper includes engine shutdown switch, battery lockout, starter lockout and transmission lockout.

SAFETY.CAT.COMTM

Sustainability

A variety of features improve sustainability in areas of decreasing waste, extending component life and lowering emissions levels.



Sustainability Features

The 792F Mining Truck offers continuous rain air filtration, extended life filters and extended maintenance intervals, which aid in decreasing the amount of waste contributed to our environment.

Engines with Advanced Technology

Engines with advanced technology contribute fewer emissions to the environment while maintaining fuel efficiency.

Advanced Surface Technology (AST)

Advanced Surface Technology (AST) is a replacement for hard chrome coatings on some steel parts, including suspension and hoist cylinder rods. This technology improves wear resistance and reduces repair time. Chrome has been eliminated to reduce environmental impact.

Fuel Efficiency

The engine provides additional retarding by running against compression on downhill hauls. During retarding applications the engine ECM does not inject fuel into the cylinders for exceptional fuel economy.

793F Mining Truck Specifications

Engine	
Engine Model	Cat C175-16
Gross Power - SAE J1995	1976 kW 2,650 hp
Net Power - SAE J1349	1848 kW 2,478 hp
Torque Rise	20%
Bore	175 mm 6.9 in
Stroke	220 mm 8.7 in
Displacement	55 L 5,187 in ³

- Power ratings apply at 1,750 rpm when tested under the specified condition for the specified standard.
- Ratings listed on SAE J1995 standard air conditions of 23° C (73° F) and 99 kPa (29.61 Hg) dry barometer. Power based on fuel having a 11 gravity of 35 at 15° C (60° F) and an LHV of 42,780 kJ/kg (10,290 Btu/lb) when engine test at 30° C (86° F).
- No engine derating required up to 3353 m (11,000 ft) altitude.
- EPA Compliant. Where applicable, the Cat C175-16 engine is compliant with U.S. Environmental Protection Agency emission requirements.

Weights - Approximate	
Chassis Weight	122,300 kg 270,000 lb
Body Weight Range	26,662 - 59,220 - 47,027 kg 59,220 - 105,000 lb

- Chassis weight with 100 percent fuel, hoist, body mounting group, rims and 40,000 psi tires.
- Body weight varies depending on how body is equipped.

Operating Specifications	
Nominal Payload Capacity	22.68 tonnes 250 tons
Top Speed - Loaded	60 km/h 37.3 mph
Steer Angle	26 Degrees
Turning Diameter - Front	28 m 93 ft
Turning Circle Clearance Diameter	33 m 107 ft
Gross Machine Operating Weight	386,007 or 551,000 or 390,089 kg 850,000 lb

- Refer to the Cat Mining Truck 10/10/20 Overload Policy for maximum gross machine weight limitations.

Final Drives	
Differential Ratio	1.8:1
Planetary Ratio	16:1
Total Reduction Ratio	28.8:1

Transmission	
Forward 1	1.29 km/h 8 mph
Forward 2	17.4 km/h 10.8 mph
Forward 3	23.5 km/h 14.6 mph
Forward 4	32.1 km/h 19.9 mph
Forward 5	43.6 km/h 27.1 mph
Forward 6	60 km/h 37.3 mph
Reverse	11.8 km/h 7.3 mph

Suspension	
Effective Cylinder Stroke - Front	130.5 mm 5.1 in
Effective Cylinder Stroke - Rear	105.5 mm 4.2 in
Rear Axle Oscillation	± 4.9 degrees

Body Hoists	
Pump Flow - High Idle	846 L/min 224 gpm
Relief Valve Setting - Rate	20,370 kPa 2,955 psi
Body Raise Time - High Idle	19 Seconds
Body Lower Time - Final	20 Seconds
Body Power Down - High Idle	17.5 Seconds

- Twin, two-stage hydraulic cylinders mounted outside main frame, double-acting cylinders in second stage.
- Power raise in both stages, power down in second stage.
- Automatic body lower modulation reduces impact on frame.

Brakes	
Outside Diameter	674.5 mm 24.5 in
Brake Surface - Front	89,817 cm ² 13,921 in ²
Brake Surface - Rear	34,500 cm ² 20,847 in ²
Standards	3-ISO 3450 JANRR, ISO 3450:1995

Weight Distributions - Approximate	
Front Axle - Empty	48%
Rear Axle - Empty	52%
Front Axle - Loaded	33%
Rear Axle - Loaded	67%

Capacity - MSD II - 100% Fill Factor	
Struck	112-142 m ³ 146-185 yd ³
Heaped (SAE 2:1)	159-190 m ³ 209-250 yd ³

- Contact your local Cat dealer for body recommendation.

Service Refill Capacities

Fuel Tank	2839 L	750 gal
Fuel Tank (optional)	4922 L	1,300 gal
Cooling System	1074 L	284 gal
Crankcase	312 L	82 gal
Rear Axle Housing	984 L	260 gal
Steering System (Includes Tank)	290 L	77 gal
Brake/Hyoid System (Includes Tank)	1315 L	347 gal
Torque Converter/Transmission Sump	102 L	27 gal
Torque Converter/Transmission System (Includes Sump)	209 L	55 gal

ROPS

- ROPS Standards
- ROPS (Rollover Protective Structure) for cab offered by Caterpillar meets ISO 3471:1994 ROPS criteria.
 - FOPS (Falling Objects Protective Structure) meets ISO 3449:1992 Level II FOPS criteria.

Sound

- Sound Standards
- The operator sound pressure level measured according to work cycle procedures specified in ISO 6394 and 6396 is 76 dBA for cab offered by Caterpillar, when properly installed and maintained and tested with doors and windows closed.
 - Hearing protection may be needed when operating with an open operator station and cab (when not properly maintained or doors/windows open) for extended periods or in a noisy environment.

Steering

Steering Standard: SAE J1151 (11 OCT90), ISO 5010:1992

Weight/Payload Calculation

(Example)

Truck Body MSD II (209 cu/160 m ³)	793F, XLWS, 29", 40R57*		793F, XLWS, 29", 40R57		793F, XLWS, 29", 50R57**	
	MSD Body		MSD Body		MSD Body	
	kg	lb	kg	lb	kg	lb
Gross Machine Operating Weight	395,000	851,000	396,000	851,000	390,000	860,000
Basic Machine Weight ¹	42,638	94,001	42,638	94,001	42,638	94,001
Attachments	78,958	174,058	81,463	179,593	85,143	187,712
Body Weight - Fully Lined MSD II (230 cu/160 m ³)	33,102	72,977	33,102	72,977	33,102	72,977
Operating Machine Weight	154,766	341,200	157,273	346,727	165,783	365,489
3% Deficit Allowance ²	4643	10,235	4718	10,404	4829	10,647
Empty Operating Machine Weight (EOMW) ¹	159,409	351,436	161,991	357,129	165,783	365,489
Potential Target Payload ³	227	230	224	247	225	247

* 793F Standard includes: common arrangement, 100% fuel (2,840 L/750 gal), hoist, body mounting group, mandatory attachments, standard wheel station, 29" rims and 40.00R57 Tires.

** 793F XLWS includes: common arrangement, 100% fuel (2,840 L/750 gal), hoist, body mounting group, mandatory attachments, extended life wheel station, 32" quick change rims and 50.00R57 Tires.

¹ Weight will vary dependent on configuration and may include ± 2% variation due to standard material tolerances.

² Calculations include 3% EOMW deficit allowance. However, actual deficit allowance should be considered based upon known site conditions.

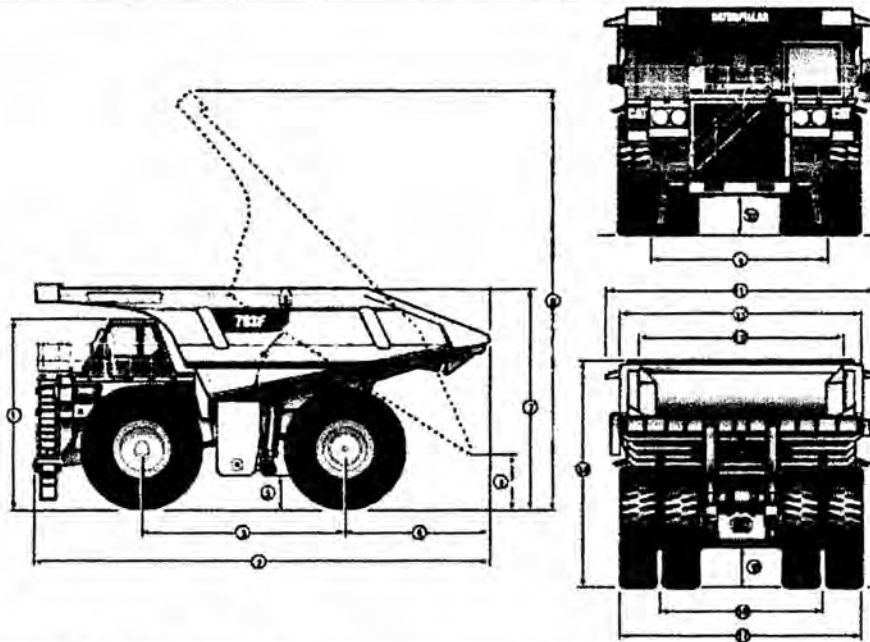
³ It is recommended to work with your Global Mining representative to calculate target payload per specific site. Caterpillar recommends the customer evaluate all job conditions and consult the Cat dealer and tire manufacturer for proper tire selection. Reference tire limitations with your local tire distributor concerning details of the tires being considered. Productive capabilities of the 793F are such that, under certain job conditions, TBM (TBM) capabilities of standard or optional tires could be exceeded and, therefore, limit production.

793F Mining Truck Specifications

Dimensions

All dimensions are approximate.

Shown with 176 m³ (230 yd³) MSD II Body.

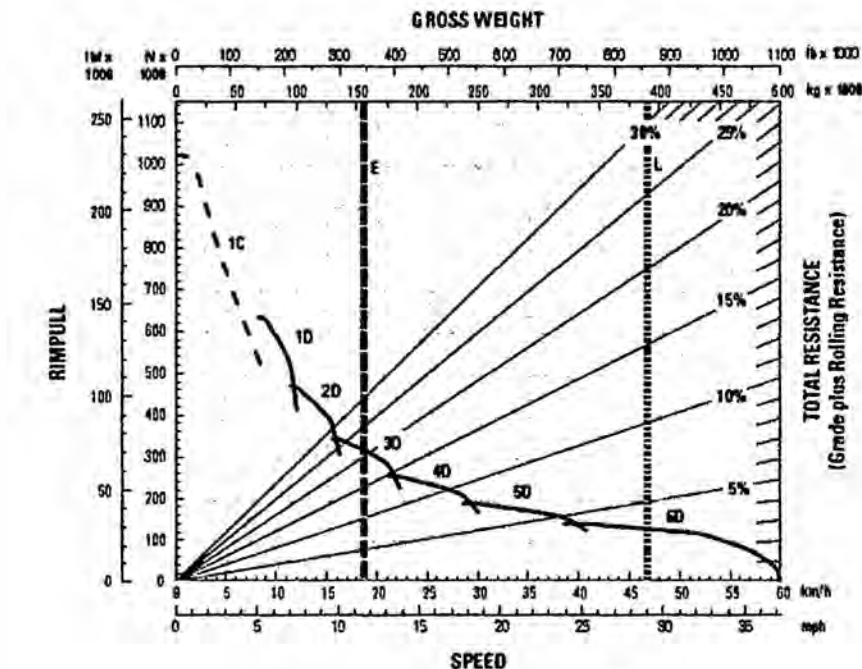


1 Height to Top of ROPS	5597 mm	18 ft 4 in
2 Overall Length	13762 mm	44 ft 11 in
3 Wheelbase	5905 mm	19 ft 5 in
4 Rear Axle to Tail	4257 mm	13 ft 11 in
5 Ground Clearance	990 mm	3 ft 3 in
6 Dump Clearance	1301 mm	4 ft 3 in
7 Loading Height - Empty	6557 mm	21 ft 5 in
8 Overall Height - Body Raised	13878 mm	45 ft 6 in
9 Centerline Front Tire Width	5636 mm	18 ft 6 in
10 Legume Guard Clearance	1217 mm	4 ft 0 in
11 Overall Canopy Width	8295 mm	27 ft 3 in
12 Outside Body Width	7626 mm	25 ft 0 in
13 Inside Body Width	6946 mm	22 ft 9 in
14 Front Canopy Height	6647 mm	21 ft 8 in
15 Rear Axle Clearance	1000 mm	3 ft 4 in
16 Centerline Rear Dual Tire Width	4963 mm	16 ft 4 in
17 Overall Tire Width	7675 mm	24 ft 11 in

733F Gradeability/Speed/Rimpull*

To determine gradeability performance: Read from gross weight down to the percent of total resistance. Total resistance equals actual percent grade plus 1% for each 10 kg (20 lb) of rolling resistance. From this weight-resistance point, read horizontally to the curve with the highest obtainable gear, then down to minimum speed. Usable rimpull will depend upon traction available and weight on drive wheels.

- Typical Field Empty Weight
- Gross Machine Operating Weight
390 089 kg (860,080 lb)



- 1 - 1st Gear
- 2 - 2nd Gear
- 3 - 3rd Gear
- 4 - 4th Gear
- 5 - 5th Gear
- 6 - 6th Gear
- E - Empty
- L - Loaded
- * at sea level

- Torque Converter Drive
- Direct Drive

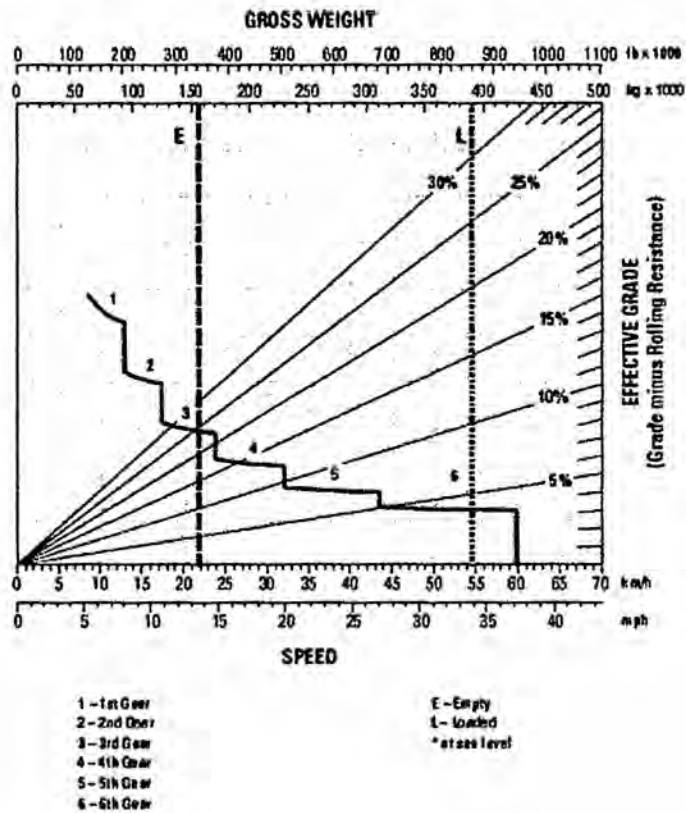
793F Mining Truck Specifications

793F Standard Retarding - Continuous*

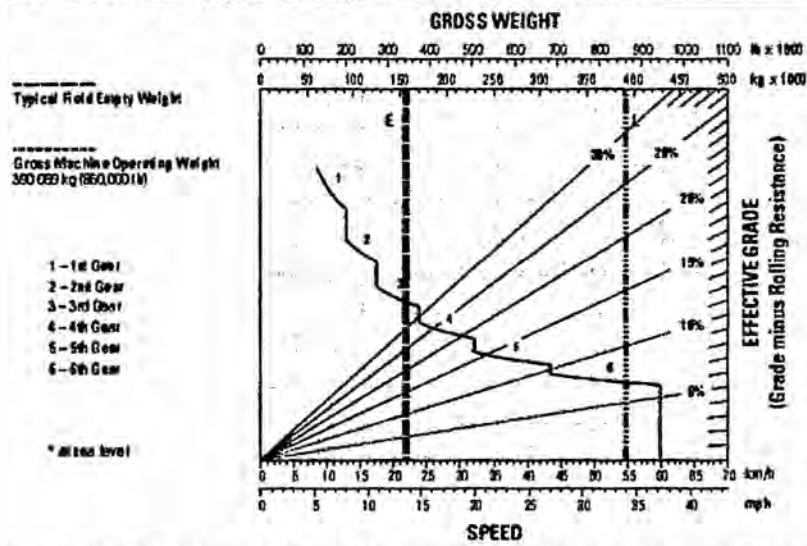
To determine retarding performance: Add lengths of all downhill segments and, using this total, refer to proper retarding chart. Read from gross weight down to the percent effective grade. Effective grade equals actual % grade minus 1% for each 10 kg/l (20 lb/ton) of rolling resistance. From this weight-effective grade point, read horizontally to the curve with the highest obtainable gear, then down to maximum descent speed brakes can properly handle without exceeding cooling capacity. The following charts are based on these conditions: 32° C (90° F) ambient temperature, at sea level, with 46/90R-37 tires.

NOTE: Select the proper gear to maintain engine rpm at the highest possible level, without overspeeding the engine. If cooling off overheat, reduce ground speed to allow transmission to shift to the next lower speed range.

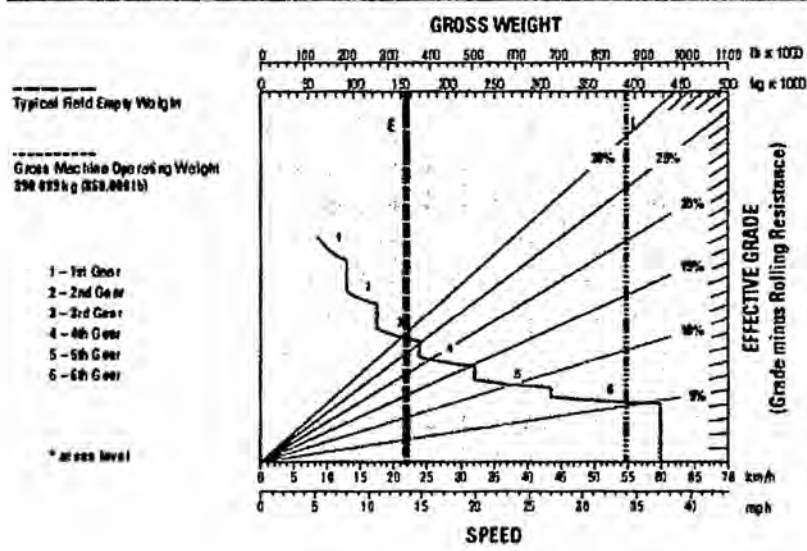
- Typical Field Empty Weight
- Gross Machine Operating Weight
300,000 kg (660,000 lb)



753F, Standard Retarding = 450 m (1,475 ft)*



753F, Standard Retarding = 1500 m (4,908 ft)*



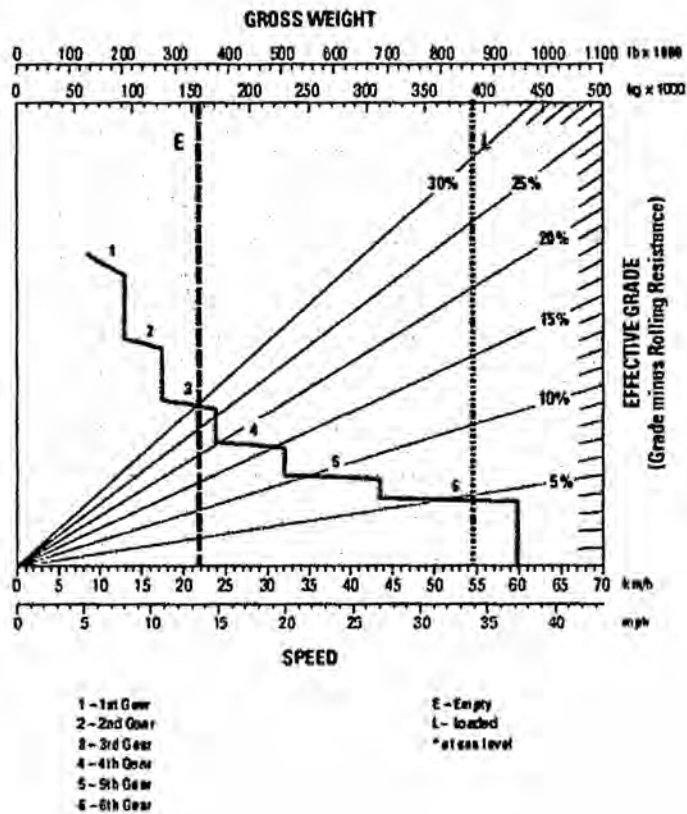
793F Mining Truck Specifications

793F Additional Retarding - Continuous*

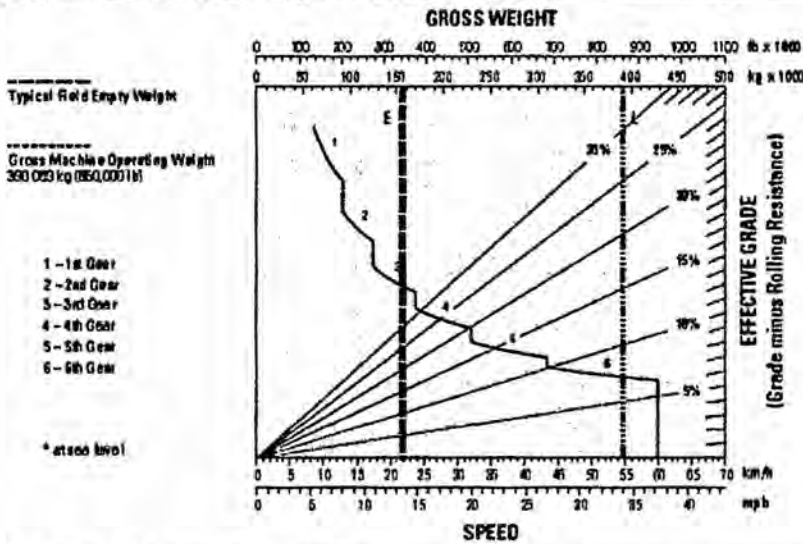
To determine retarding performance: Add lengths of all downhill segments and, using this total, refer to proper retarding chart. Read from gross weight down to the percent effective grade. Effective grade equals actual % grade minus 1% for each 10 kg (20 lb) of rolling resistance. From this weight/effective grade point, read horizontally to the curve with the highest obtainable gear, then down to maximum descent speed brakes can properly handle without exceeding cooling capacity. The following charts are based on these conditions: 32° C (90° F) ambient temperature, at sea level, with 4690R-37 tires.

NOTE: Select the proper gear to maintain engine rpm at the highest possible level, without overspeeding the engine. If cooling oil overheats, reduce ground speed to allow transmission to shift to the next lower speed range.

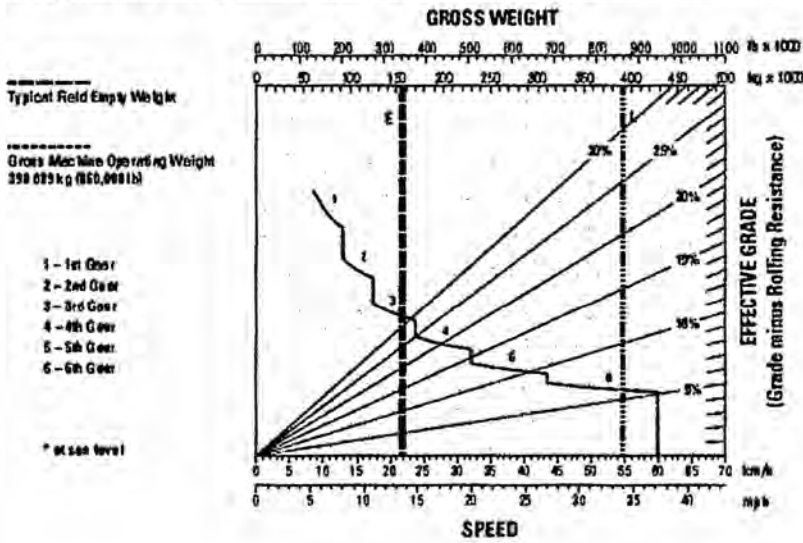
- Typical Field Empty Weight
- Gross Machine Operating Weight
390,083 kg (860,000 lb)



733F Additional Retarding - 450 m (1,475 ft)*



733F Additional Retarding - 1500 m (4,900 ft)*



793F Standard Equipment

Standard Equipment

Standard equipment may vary. Consult your Cat dealer for details.

ELECTRICAL

- Alarm, Back-up
- Brushless Alternator, 150 ampere
- Batteries, 95-amp hour, low maintenance, 12-volt (2)
- Converter, 12-volt electrical
- Electrical System, 24-volt, 10, 15 and 20 amp
- Battery Charge Receptacle
- Lighting System
 - Back-up and Hazard Lights
 - Directional Signals (front and rear LED)
 - Front Stair Access/Service Deck
 - Stop/Tail Lights (LED)
 - Engine Compartment
 - VIMS, Blue Light (LED)
 - Headlights, with Lo/HI Beam Selector

OPERATOR ENVIRONMENT

- Air Conditioner with Automatic Climate Control
- 12-volt DC Power Supply (3)
- Coat Hook
- Cup Holder
- Diagnostic Connection Port
- Dome Courtesy Light
- Entertainment Radio Ready
 - 5 amp Converter, Speakers and Wiring Harness
- Gauge Indicators
 - Gauge Panel:
 - Transmission Fluid Temperature
 - Brake Oil Temperature
 - Engine Coolant Temperature
 - Fuel Level
 - Torque Converter Oil Temperature
 - Electric Engine Control Fault Indicator
 - Electric Hour Meter
 - Speedometer
 - Tachometer
- Heater/Defroster; 11 070 kcal/h (45,920 Btu)
- Hobs, Body Control (electric)
- Horn
- Integrated Object Detection System
- Mirrors, Right and Left
- ROPS Cab, Insulated/Sound Suppressed
- Seat, Operator, Air Suspension
- Seatbelt, Operator, Three Points, Retractable

- Seatbelt, Trainer, Two Points, Retractable
- Stairway and Walkway Access, 600 mm (23.6 in)
- Steering Wheel, Tilt, Padded, Telescopic
- Storage Compartments
- Tinted Glass
- Transmission Gear Indicator
- VIMS Message Center with Advisor
- Window, Operator, Electric Powered
- Windshield, Wiper Intermittent Control and Washer

POWER TRAIN

- Cat C175-16 Tier 2 Emissions Compliant Engine
 - Air Cleaner with Pre-cleaner (4)
 - Air-to-Air Aftercooler (ATAAC)
 - Automatic Starter Protection
 - Ether Start (lag Aid) (automatic)
 - Multi-Point Oil Pressure Sensing
 - Turbocharging (4)/Aftercooled
- Braking System
 - Automatic Retarder Control, Adjustable
 - Brake Release Motor (towing)
 - Engine Overspeed Protection
 - Extended Life Brake Disc Material
 - Oil-cooled, Multi-disc (front and rear)
 - Service, Retarding, Parking, Secondary
 - Park Brake Integrated with Gear Selector
 - Secondary, Emergency
- Transmission
 - 6-speed, Automatic Power Shift with Electronic Control (ECP/C)
 - Bodysup Reverse Neutralizer
 - Bodysup Shift Inhibitor
 - Controlled Throttle Shifting
 - Directional Shift Management
 - Downshift/Reverse Shift Inhibitor
 - Individual Clutch Modulation
 - Lock-up Torque Converter
 - Neutral Coast Inhibitor
 - Neutral Start Switch
 - Programmable Top Speed
 - Pre-lubrication/Engine
 - Rear Axle Continuous Lubrication/Filtration

OTHER STANDARD EQUIPMENT

- Automatic Lubrication System
- Aux "Buddy" Dumping Quick Connect
- Aux Steering Quick Connect (towing)
- Driveline Guard
- Fast Fill Fuel System
- Fuel Filter with Water Separator
- Ground Level Battery Lockout
- Ground Level Engine Shut-down
- Ground Level Engine Start Lockout
- Ground Level Transmission Lockout
- Ground Level VIMS Data Port
- Hi-speed Crankcase Oil Change
- Hydraulic Filters, 1,000 hour
- Reservoirs (3 separate)
 - Brake/Hobs, Steering/Hm, Transmission/Converter
- Rock Ejectors
- Service P/Intra, Ground Level
- Sight Level Gauges for Hydraulic Engine Oil
- S-O S Sample Ports
- Supplemental Steering (automatic)
- Tie Down Eyes
- Tow Hooks (front/Tow Pin (rear))
- Traction Control System
- Vandalism Protection Locks
- Vital Information Management System (VIMS)
 - Includes VIMS Payload Monitor with MAX Payload and Speed Manager
 - Recommend using download cable JERD2172 and PC based software "VIMS Supervisor" YJRA1493. Order separately. Computer not provided.

ANTI-FREEZE

- Extended Life Coolant to -35° C (-30° F)

793F Optional Equipment

Optional Equipment

Optional equipment may vary. Consult your Cat dealer for details.

- Additional Lighting
- Additional Rebinding for Downhill Hauls
- Body Heat
- Cat Comfort Air Suspension Trainer Seat
- Antifreeze/Coolant Protectaco -50° C (-59° F)
- Brake Wear Indicator Gauge
- Cabin Air Preheater
- Center Tow Bumper Attachment
- Electric Powered Window, Right Side
- Electric Starting System
- Engine Coolant and Oil Heater for Cold Weather Starts
- Engine Delay Shutdown Timer
- Extended Life Wheel Stations
- External Digital Payload Display
- External Heated Mirrors
- Fast Fill Service Center
- Fuel Tank (4920 L/1,300 gal)
- Cat Comfort Heated Operator Seat
- High Intensity Discharge (HID) Lighting (front and rear)
- Hub Odometer (km and miles)
- Portable Fire Extinguisher
- Rear Axle Lubrication Cooler
- Retractable Front Sun Vitor
- Rim Guard
- Rims (R15 trim/32 in)
- Road Analysis Control (RAC)
- SL-V Grease Injectors
- Throttle Lock
- Walkway and Handrail for Rear Cab Access
- Wheel Chocks
- Work Area Vision System (WAVS)

For more complete information on Cat products, dealer services,
and industry solutions, visit us on the web at www.cat.com

AEH0663-01 (02-2013)
Replaces AEH 0663

© 2013 Caterpillar Inc.
All rights reserved.

Materials and specifications are subject to change without notice.
Featured machines in photos may include additional equipment.
See your Cat dealer for available options.

CAT, CATERPILLAR, SAFETY.CAT.COM, their respective logos,
"Caterpillar Yellow" and the "Power Edge" trade dress, as well
as corporate and product identity used herein, are trademarks
of Caterpillar and may not be used without permission.

