

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**PLANIFICACIÓN, ARMADO, PRUEBAS Y SOPORTE
TÉCNICO DE CAMIONES MINEROS DE GRAN
TONELAJE (400 Tn)**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL**

Presentado por:

Bach. Freddy Oscar Apaza Perez

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

PLANIFICACIÓN, ARMADO, PRUEBAS Y SOPORTE TÉCNICO DE CAMIONES MINEROS DE GRAN TONELAJE (400 Tn)

Trabajo de Suficiencia Profesional sustentado por el Bachiller Freddy Oscar Apaza
Pérez, aprobado el 28 de enero del 2021, el jurado calificador estuvo integrado por:

PRESIDENTE

:



Dr. Jesús Plácido Medina Salas

SECRETARIO

:



MSc. Avelino Godofredo Pari Pinto

VOCAL

:



Mtr. Wilson García Mamani

ASESOR

:



MSc. Reynaldo Clemente Torres Ríos

DEDICATORIA

A Dios por haber iluminado mi camino, por brindarme sabiduría y por las fuerzas para seguir adelante.

A los que confiaron en mí y que me brindaron su ayuda incondicional, a mis padres Policarpio y Josefina.

A mi esposa Saby y a mis hijos Franco y Paolo, porque han estado conmigo en todo momento.

A mis hermanos Yin, Manuel, Hayde y Rodolfo, por estar ahí cuando más necesité de su apoyo moral.

A todas las personas que han depositado su confianza, por darme ánimos, por sus consejos y a todos mis amigos en general.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a cada una de las personas que hicieron posible al desarrollo de este trabajo.

A los docentes jurados, por sus valiosos aportes en el desarrollo de esta trabajo.

Al equipo humano que conforma la Empresa FERREYROS, por su disposición y apoyo constante durante la ejecución de este informe, sin cuyo sustento no habría sido posible la realización de todo este trabajo.

Y a todas aquellas personas que han colaborado en la realización de la presente trabajo.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
ASPECTOS GENERALES	
1.1. OBJETIVO DE ESTUDIO	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL TEMA	3
1.3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	4
1.4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO DE CAMIONES MINEROS	
2.1. DEFINICIÓN DE CAMIÓN MINERO	5

2.2.	MARCAS A NIVEL INTERNACIONAL DE CAMIONES	
	MINEROS	6
2.2.1.	Marcas que se encuentran a nivel nacional	6
2.2.1.1.	Caterpillar	6
2.2.1.2.	Komatsu	7
2.2.2.	Marcas que se encuentran en todo el mundo	8
2.2.2.1.	Belaz	8
2.2.2.2.	Liebherr	9
2.2.2.3.	Hitachi	9
2.3.	CAMIONES MÁS GRANDES DEL MUNDO	9
2.3.1.	Belaz 75710	10
2.3.2.	Caterpillar 797F	11
2.3.3.	Caterpillar 798 AC	12
2.3.4.	Komatsu 980E-4	14
2.3.5.	Terex MT 6300AC	15
2.3.6.	Liebherr T282C	16
2.3.7.	Belaz 75601	17
2.3.8.	Komatsu 960E-1	18

2.3.9.	Terex MT 5500AC	19
2.3.10.	Belaz 75600	20
2.3.11.	Caterpillar 795F AC	21
2.3.12.	Hitachi EH5000AC-3	22

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS TEÓRICAS DEL CAMIÓN 797F

3.1.	FUNCIÓN PRINCIPAL	23
3.2.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	24
3.2.1.	Motor	24
3.2.2.	Transmisión	26
3.2.3.	Convertidor de par con sistema de traba	27
3.2.4.	Mandos finales	28
3.2.5.	Sistema de frenado Cat	31
3.2.6.	Estructuras	32
3.2.7.	Sistema de suspensión	34
3.2.8.	Sistema de dirección	35
3.2.9.	Estación del operador	35
3.2.10.	Seguridad	36

3.3.	ESPECIFICACIONES DEL CAMIÓN MINERO 797F	39
3.3.1.	Motor	39
3.3.2.	Pesos	40
3.3.3.	Especificaciones de operación	41
3.3.4.	Mandos finales	41
3.3.5.	Transmisión	42
3.3.6.	Suspensión	43
3.3.7.	Dispositivos de levantamiento de cajas	43
3.3.8.	Frenos	44
3.3.9.	Distribuciones aproximadas del peso	44
3.3.10.	Capacidades de llenado de servicio	45
3.3.11.	Neumáticos	46
3.3.12.	Rops	46
3.3.13.	Sonido	46
3.3.14.	Dirección	47

CAPÍTULO IV

PLANIFICACIÓN PARA EL ARMADO CAMIÓN MINERO 797F

4.1.	DIAGRAMA DE FLUJO	50
4.2.	DESARROLLO	52
4.2.1.	Recepción de órdenes de compra / contrato	52
4.2.2.	Conformación de equipo de trabajo	52
4.2.3.	Elaboración de carta Gantt	52
4.2.4.	Elaboración del plan SSOMA y plan de izaje	53
4.2.5.	Requerimiento para la planificación	53
4.2.6.	Coordinación de envío de insumos, epps, y herramientas	55
4.2.7.	Coordinación con el cliente	55
4.2.8.	Generación de pases y/o fotochecks	55
4.2.9.	Coordinación de recursos necesarios	56
4.3.	DOCUMENTOS, REGISTROS Y CONTROLES ASOCIADAS	

CAPÍTULO V

PROCESO DE ARMADO DEL CAMIÓN CAT 797F

5.1.	DIAGRAMA DE FLUJO	57
5.2.	DESARROLLO	59
5.2.1.	Recepción de chasis, componentes y accesorios	59

5.2.2.	Elaboración de AST y permisos para trabajo crítico	60
5.2.3.	Armado de equipo	61
5.2.3.1.	Sitio para el armado del Camión de Obras 797F	62
5.2.3.2.	Peso de componentes del camión 797F	64
5.2.3.3.	Especificaciones para el montaje	65
5.2.3.3.1.	Suspensión delantera	65
5.2.3.3.2.	Barras y cilindro de dirección	66
5.2.3.3.3.	Soporte de cabina	67
5.2.3.3.4.	Transmisión	68
5.2.3.3.5.	Eje principal	69
5.2.3.3.6.	Eje diferencial y suspensión trasera	70
5.2.3.3.7.	Cilindro de levante	71
5.2.3.3.8.	Instalación de cabina	72
5.2.3.3.9.	Plataforma derecha	73
5.2.3.3.10.	Tanque de combustible	74
5.2.3.3.11.	Reductor mando final	75
5.2.3.3.12.	Líneas de frenos traseros	76

5.2.3.3.13.	Alineamiento	77
5.2.3.3.14.	Sistema de admisión	78
5.2.3.3.15.	Carga de suspensión delantero	79
5.2.3.3.16.	Carga de suspensión trasero	80
5.2.3.2.17.	Lubricación	81
5.2.4.	Instalación de sistema contra incendios	84
5.2.5.	Armado de tolva	84
5.2.6.	Montaje de tolva en chasis	85
5.3.	DOCUMENTOS, REGISTROS Y CONTROLES ASOCIADOS	

CAPÍTULO VI

PRUEBA Y ENTREGA DE CAMIÓN 797F

6.1.	DIAGRAMA DE FLUJO	88
6.2.	DESARROLLO	90
6.2.1.	Realización de pruebas eléctricas	90
6.2.2.	Realización de pruebas hidráulicas	90
6.2.3.	Pruebas de equipo en vacío	91
6.2.4.	Calibración de balanza	91

6.2.5.	Pruebas del equipo con carga	91
6.2.6.	Entrega de equipo	92

CAPÍTULO VII

SOPORTE TÉCNICO PARA EL CAMIÓN CATERPILLAR 797F

7.1.	ORGANIZACIÓN PARA EL BUEN SOPORTE TÉCNICO DEL CAMIÓN	94
7.2.	FUNCIÓN DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO	95
7.2.1.	Funciones de supervisor de mantenimiento 797F	95
7.2.2.	Función personal técnico mecánico 797F	100
7.2.3.	Funciones de especialista de camiones	103
7.2.4.	Funciones de planeamiento	103
7.3.	PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	106
7.3.1.	Programa de mantenimiento preventivo	107
7.3.1.1.	Secuencias de mantenimiento preventivo	109
7.3.2.	Programa de mantenimiento correctivo	118
7.3.2.1.	Mantenimiento correctivo no planificado	119
7.3.2.2.	Mantenimiento correctivo planificado	121

CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características del motor Cat C175-20	39
Tabla 2.	Peso bruto de la máquina	40
Tabla 3.	Especificaciones de operación	41
Tabla 4.	Mandos finales	41
Tabla 5.	Transmisión	42
Tabla 6.	Carreras del cilindro	43
Tabla 7.	Dispositivos de levantamiento de cajas	43
Tabla 8.	Características de frenos	44
Tabla 9.	Distribuciones aproximadas del peso en los ejes	44
Tabla 10.	Capacidades de llenado de servicio	45
Tabla 11.	Partes de camión 797F	49
Tabla 12.	Peso de los componentes del camión 797F	64
Tabla 13.	Mantenimiento preventivo PM1	112
Tabla 14.	Mantenimiento de servicios PM2	113
Tabla 15.	Mantenimiento de servicios PM3	114
Tabla 16.	Mantenimiento de servicios PM4	115

Tabla 17.	Mantenimiento de servicios PM5	116
Tabla 18.	Mantenimiento de servicios PM6	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Camión Belaz 75710	11
Figura 2.	Caterpillar 797F	12
Figura 3.	Caterpillar 798 AC	13
Figura 4.	Komatsu 980E-4	14
Figura 5.	Terex MT 6300 AC	15
Figura 6.	Liebherr T282C	16
Figura 7.	Belaz 75601	17
Figura 8.	Komatsu 960E-1	18
Figura 9.	Terex MT 5500AC	19
Figura 10.	Belaz 75600	20
Figura 11.	Caterpillar 795F AC	21
Figura 12.	Hitachi EH5000AC-3	22
Figura 13.	Camión 797F	24
Figura 14.	Motor C175-20	25
Figura 15.	Transmisión	27
Figura 16.	Convertidor	28

Figura 17.	Camión 797F (mandos finales)	29
Figura 18.	Camión 797F (fabricaciones y piezas de fundición)	33
Figura 19.	Camión 797F (estación del operador)	35
Figura 20.	Camión 797F (seguridad)	37
Figura 21.	Camión 797F (dimensiones)	48
Figura 22.	Diagrama de flujo de planificación para el armado	51
Figura 23.	Diagrama de flujo del proceso de armado	58
Figura 24.	Llegada de componentes de camiones	60
Figura 25.	Distribución de los componentes del camión CAT 79F	62
Figura 26.	Suspensión delantera	65
Figura 27.	Barras y cilindro de dirección	66
Figura 28.	Soporte de cabina	67
Figura 29.	Transmisión.	68
Figura 30.	Transmisión eje principal.	69
Figura 31.	Eje diferencial y suspensión trasera.	70
Figura 32.	Cilindro de levante	71
Figura 33.	Instalación de cabina	72
Figura 34.	Plataforma derecha	73
Figura 35.	Tanque de combustible	74
Figura 36.	Reductor Mando final	75
Figura 37.	Líneas de frenos traseros	76

Figura 38.	Alineamiento	77
Figura 39.	Sistema de admisión	78
Figura 40.	Carga de suspensión delantero	79
Figura 41.	Carga de suspensión trasero	80
Figura 42.	Puntos de lubricación	81
Figura 43.	Foto armado de camión 797F	83
Figura 44.	Foto armado de tolva en camión 797F	86
Figura 45.	Diagrama de flujo del proceso de pruebas finales	89
Figura 46.	Organigrama mantenimiento	94
Figura 47.	Foto mantenimiento preventivo de camión 797F	109

RESUMEN

Durante el desarrollo del presente trabajo informe se desarrollan temas referentes al proceso que se realiza para obtener un camión de gran dimensión operativo en mina. En la primera sección se hace una breve presentación de la empresa y del camión minero Caterpillar797F, posteriormente se desarrollan los parámetros a considerar en la planificación, armado, pruebas y finalmente un mantenimiento eficaz para la mantenibilidad de este equipo.

El contenido incluye la secuencia que se sigue para obtener operativo un camión minero de gran dimensión (Caterpillar 797F), desde cuando una empresa minera tiene la necesidad de trasladar grandes cantidades de material, por lo cual es indispensable contar con maquinarias de grandes dimensiones para el acarreo de grandes volúmenes de material.

El presente trabajo informe ha sido redactado bajo la experiencia profesional adquirida de dos grandes empresas que tienen como característica principal ser las únicas empresas en el Perú de vender camiones de gran tonelaje, me refiero a la empresa Ferreyros S.A y Komatsu- Mitsui Perú S.A.

En casi 10 años trabajando en dichas empresas ha sido posible estar presente en cada uno de los procesos realizados para la obtención de este camión.

Para que estas empresas tengan el éxito debido, le dan muchísima importancia a su personal teniendo un programa de capacitación para su mejora profesional.

Palabras clave: Planificación, protocolo, soporte técnico de camiones mineros.

ABSTRACT

During the development of this report, topics related to the process carried out to obtain a large truck operating in the mine are developed. In the first section a brief presentation of the company and the Caterpillar 797F mining truck is made, later the parameters to be considered in the planning, assembly, tests and finally an effective maintenance for the maintainability of this equipment are developed.

The content includes the sequence that is followed to get a large mining truck (Caterpillar 797F) operational, since when a mining company has the need to move large amounts of material, which is why it is essential to have large machinery for the hauling of large volumes of material.

This report has been written based on the professional experience acquired from two large companies whose main characteristic is that they are the only companies in Peru to sell large tonnage trucks, I am referring to the company Ferreyros S.A and Komatsu-Mitsui Peru S.A.

In almost 10 years working in these companies it has been possible to be present in each of the processes carried out to obtain this truck.

For these companies to be successful, they attach great importance to their staff by having a training program for their professional improvement.

Keywords: Planning, protocol, technical support of mining trucks.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo informe tiene como fin presentar el detalle de armado y soporte técnico de los camiones Caterpillar 797F (400Tn) realizados a lo largo de la experiencia profesional en la minería.

Dentro de la carrera de ingeniería mecánica se consideró el rubro de mantenimiento y reparación de equipo de gran minería para la especialización.

El acelerado ritmo de crecimiento de la minería, el camión de gran tonelaje se ha convertido en un medio de gran utilidad en la minería. Cada año sale al mercado un número elevado de camiones de este tipo para las empresas de gran minería.

Los camiones son simplemente máquinas que deben ser cuidadas de manera adecuada para que se encuentren en condición óptimas y por ende permitan desarrollar las actividades para lo que fueron diseñados de una manera segura, eficiente y al menor costo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVO DE ESTUDIO

- Conocimiento básico del camión más grande del Perú. (Caterpillar 797F)
- Garantizar el tiempo de entrega del camión Caterpillar 797F.
- Conocer los procesos para obtener un camión de grandes dimensiones.
- Garantizar una buena disponibilidad y confiabilidad del equipo.
- Evitar desgaste prematuro de componentes del equipo.
- Realizar una planificación de inicio a fin.
- Realizar un buen control de gastos para evitar duplicidad en pedidos de repuestos.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL TEMA

El objetivo principal de este informe es dar un conocimiento básico en relación al proceso que se realiza cuando se compra un equipo de grandes dimensiones (Camiones gigantes Caterpillar 797F de 400Tn).

Conocimientos básicos en el armando y el proceso de mantenimiento de estos equipos. Conocer la descripción básica del funcionamiento específico de la máquina, lo cual se obtendrá una visión integral del camión pudiendo comprender los aspectos generales, que se dará una base para incorporar a las diferentes profesionales que se interesen en especializaciones en la mantención de estos equipos.

Este informe ha sido desarrollado teniendo como referencia que la empresa Shouthern Perú adquirió 12 camiones para la mina de Toquepala, y fueron entregados progresivamente durante el año 2017 y 2018.

1.3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El trabajo informe está orientado para que se conozca en su totalidad este equipo desde el momento que la empresa adquiriera el camión ya que por su gran tamaño tiene que pasar algunas etapas para su funcionamiento.

1.4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para su mejor comprensión el trabajo se ha dividido en las siguientes partes:

1. Marco teórico de camiones mineros.
2. Características teóricas del camión CAT 797F
3. Planificación para el armado del camión CAT 797F.
4. Proceso de armado del camión CAT 797F.
5. Prueba y entrega del camión CAT 797F.
6. Soporte técnico para el camión CAT 797F.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE CAMIÓN MINERO

Es un vehículo todoterreno, de chasis rígido, específicamente diseñado para ser usado en la explotación minera a gran escala o para trabajos extremadamente pesados en construcción.

La mayoría de los camiones mineros tienen un diseño de dos ejes, la capacidad de carga de estos camiones va desde las 40 toneladas cortas (36 toneladas) hasta las 400 toneladas cortas (363 toneladas).

Los camiones mineros más grandes y con mayor capacidad de carga son aquellos denominados: Camiones clase ultra. Los camiones clase ultra incluyen todos aquellos camiones de acarreo con capacidades de carga de 300 toneladas cortas o más.

2.2. MARCAS A NIVEL INTERNACIONAL DE CAMIONES MINEROS

A continuación, se describen las marcas de camiones mineros que se encuentran a nivel nacional e internacionalmente.

2.2.1. Marcas que se encuentran a nivel nacional

En la minería peruana se comercializan las siguientes marcas.

2.2.1.1. Caterpillar

Es el fabricante más grande del mundo[cita requerida] de maquinaria para la construcción y equipos de minería, motores diésel y turbinas industriales de gas.

El primer camión articulado de la marca fue ensamblado en 1985, en el Reino Unido. “Los camiones articulados de CAT han ayudado a nuestros clientes a conseguir sus objetivos en las faenas mineras alrededor del mundo

En junio pasado, Caterpillar fabricó y despachó su camión minero 797 número 1,000, equipo que comenzó a montar hace 19 años. Este camión tiene una capacidad de transporte de 363 toneladas.

2.2.1.2. Komatsu

Es una compañía japonesa que fabrica principalmente maquinaria para la industria de la construcción y de la minería, pero también para el uso militar, industrial, para la prensa, tecnologías láser y módulos termoeléctricos. Komatsu es la segunda mayor empresa manufacturera de equipos para la construcción y la minería del mundo después de Caterpillar. En ciertas áreas geográficas (Japón, China, Oriente Medio), Komatsu tiene mayor porción de mercado que Caterpillar.

Sus oficinas centrales se ubican en Akasaka, Minato-ku, Tokio, Japón. Su nombre fue tomado de la ciudad de Komatsu, donde se fundó la compañía en 1917. Sus principales plantas están localizadas en esta ciudad.

2.2.2. Marcas que se encuentran en todo el mundo

En el mundo, aparte de Caterpillar y Komatsu, se puede encontrar las siguientes marcas:

2.2.2.1. Belaz

Es un fabricante bielorruso de maquinaria para movimiento de materiales. La empresa se fundó en 1948 y desde entonces ha fabricado más de 120 000 camiones y otras máquinas, no solo para regiones de la antigua URSS sino también en 50 países del mundo.

BELAZ amplió su línea de camiones de volquetas y maquinaria especializada y emprendió la fabricación de nuevos productos, como equipos de construcción, metalurgia y minería subterránea. La empresa posee su propio departamento de investigación y desarrollo, una línea de producción contemporánea y un avanzado sistema de administración que en conjunto permite diseñar y producir equipos de alta calidad y rendimiento para la minería y otras industrias.

2.2.2.2. Liebherr

Es una empresa fundada en 1949 por Hans Liebherr, apellido que sería el nombre de la empresa. Actualmente Liebherr pertenece al Grupo Liebherr-International AG de Bulle localizada en Suiza. Esta empresa es dirigida ahora por la segunda generación y tercera generación de la familia Liebherr. Hoy día el grupo fabrica diez tipos de productos diferentes.

2.2.2.3. Hitachi

La compañía fue fundada a inicios del siglo XX en Hitachi, situada en la Prefectura de Ibaraki, como una tienda de reparación de equipos eléctricos. Hitachi produce una gran variedad de electrónica de consumo y proporciona productos para otras fábricas, como por ejemplo circuitos integrados y otros.

2.3.-CAMIONES MÁS GRANDES DEL MUNDO

A continuación, se mencionan los camiones más grandes del mundo.

2.3.1. Belaz 75710

Tiene una capacidad de carga de 450 toneladas. Para tener una idea, en un viaje podría transportar a 75 elefantes africanos.

Mide 20,6 metros de largo, prácticamente lo mismo que el ancho de una piscina olímpica, y 8,17 metros de alto, más que una jirafa. Todo ello conlleva un peso de 810 toneladas, dispuesto sobre sus ocho ruedas de cuatro metros de altura.

Ante tales magnitudes, no hay que ser un experto en el campo de los dumpers para suponer que su consumo también será superlativo. Consume nada menos que 198 gramos de gasoil por kWh, unos 425 litros por hora de funcionamiento.



Figura 1. Camión Belaz 75710

Fuente: Boletín informativo Belaz.

2.3.2. Caterpillar 797F

Caterpillar también pone a disposición un dumper de 400 toneladas de capacidad de carga orientado a su uso en explotaciones mineras para el transporte de materiales como cobre, carbón u oro. Es al día de hoy el dumper líder del mercado en su segmento. Además de su seguridad y fácil mantenimiento, destaca por su relativamente sencillo manejo y su comodidad. En cuanto a sus prestaciones más técnicas, tiene una potencia bruta de 2983 kW pudiendo alcanzar en séptima marcha una velocidad máxima de 67,6

km/h. Es seguro que, con un depósito de 3,785 litros, repostar tiene que ser un proceso largo y muy costoso.



Figura 2. Caterpillar 797F

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

2.3.3. Caterpillar 798 AC

El nuevo motor eléctrico 798 AC tiene una carga útil de 372t y se une al motor mecánico Cat 797F en la clase de tamaño de 400 toneladas cortas. El nuevo motor eléctrico 796 AC proporciona 326t de carga útil y reemplazará al

Cat 795 AC en regiones donde las emisiones del motor están altamente reguladas. Ambos camiones estarán disponibles en el trimestre de junio de 2019.

El diseño de los nuevos camiones se centra en ofrecer una excelente carga útil, alta fiabilidad y facilidad de mantenimiento. Estos atributos se basan en el diseño del bastidor y del chasis probado en 18 millones de horas de funcionamiento del camión heredado y ahora utilizado por el Cat 794 AC.



Figura 3. Caterpillar 798 AC

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

2.3.4. Komatsu 980E-4

Un camión de mando eléctrico con 400 toneladas de capacidad, el 980E-4 está diseñado para su uso en aplicaciones de minería a gran escala. con un peso bruto de 625,277 kg, carga hasta 409 toneladas de todo tipo de materiales mineros. Su motor le permite alcanzar una potencia máxima de 3500 HP a 1900 RPM. Respecto a las llantas, está equipado con modelos 59/80R63, que brindan seguridad en el trabajo. Tiene una capacidad volumétrica de 234 metros cúbicos y su radio de giro de 15,9 milímetros.



Figura 4. Komatsu 980E-4

Fuente: Boletín informativo Komatsu.

2.3.5. Terex MT 6300AC

No se confundan, ser el tercero de esta lista no le quita mérito a este gigante de 14,63 metros de longitud. Con una capacidad de carga de 400 toneladas propulsado por un motor delantero con tracción trasera, es uno de los mayores competidores del 797F de Caterpillar.

Desarrollado por Terex, uno de los mayores fabricantes globales de productos de elevación y manipulación de material, destaca por tener una distribución del peso muy distribuida, lo que le hace óptimo para moverse por terrenos especialmente complejos y con gran elevación del terreno.



Figura 5. Terex MT 6300 AC

Fuente: Boletín informativo Terex.

2.3.6. Liebherr T282C

El diseño del Liebherr T 282C sirvió para la creación del Westech-Liebherr T282C, el cual durante cierto periodo de tiempo ostentó la distinción del dumper más grande del mundo. Hasta que apareció el Belaz 75710, claro. Desarrollado por los ingenieros de Liebherr, el T 282C tiene una longitud total de 15,69 m. ¿Cuántos caballos se necesitan para mover un vehículo de 661 toneladas?, aunque parezca el comienzo del chiste, la respuesta es 3750 CV. Lo que no es ninguna broma.



Figura 6. Liebherr T282C

Fuente: Boletín informativo Liebherr.

2.3.7. Belaz 75601

Lo que destaca de este modelo, es su gran resistencia a entornos especialmente complicados desde el punto de vista climático. Pero si buscas un dumper con alta capacidad de carga, tampoco te va a defraudar. Puede almacenar hasta 396 toneladas. Con la misma potencia que el Liebherr T 282C, alcanza una velocidad máxima de 64 km/h.



Figura 7. Belaz 75601

Fuente: Boletín informativo Belaz.

2.3.8. Komatsu 960E-1

El 960E-1 salió al mercado en 2008 con una potencia de 3500 CV y con una caja basculante que permite una carga de hasta 360 toneladas. Con 15,6 metros de longitud total, una transmisión automática ECPC y un tiempo total de elevación y bajada conjunto de menos de un minuto, impulsaron las ventas del volquete gracias a su funcionalidad.



Figura 8. Komatsu 960E-1

Fuente: Boletín informativo Komatsu.

2.3.9. Terex MT 5500AC

Indicado especialmente para su uso en superficies mineras de relieve y condiciones complejas, tiene una capacidad de almacenaje de 360 toneladas. Si bien se vio eclipsado por el lanzamiento del MT 6300AC. 14,87 metros de longitud total, 3000 CV de potencia y un peso de total de 598 toneladas. Toda una bestialidad.



Figura 9. Terex MT 5500AC

Fuente: Boletín informativo Komatsu.

2.3.10. Belaz 75600

Los fabricantes del Dumper más grande del mundo incorporan otro de sus volquetes en esta fase final del ranking. Con una capacidad de carga de 352 toneladas y una longitud de 14,9 metros, está dotado de un motor diésel capaz de alimentar los 3500 CV de potencia pudiendo alcanzar así hasta 64 km/h.



Figura 10. Belaz 75600

Fuente: Boletín informativo Belaz.

2.3.11. Caterpillar 795F AC

Fueron bastante beneficiosas gracias a su buena penetración en el mercado siendo más accesible que sus rivales anteriormente citados. Con un motor C175-16 de 16 cilindros, el Caterpillar 795F AC alcanza una velocidad máxima de 64 km/h capaces de transportar una carga máxima de 345 toneladas gracias a una potencia de 3400 CV.



Figura 11. Caterpillar 795F AC.

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

2.3.12. Hitachi EH5000AC-3

Dotado de un sistema alta tecnología capaz de optimizar el consumo del combustible y rebajar el coste del mantenimiento, es en palabras de la marca un camión minero destinado a los que buscan “trabajar más y mejor”. Con una potencia de 2125kW y una carga útil de 326 toneladas, aparece en última posición un dumper de “solamente” 500 toneladas de peso neto.



Figura 12. Hitachi EH5000AC-3.

Fuente: Boletín informativo Hitachi.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS TEÓRICAS DEL CAMIÓN CAT 797F

3.1. FUNCIÓN PRINCIPAL

Este camión Cat 797F fue diseñado para circular fuera de carretera y trabajar en empresas de gran minería en el acarreo de mineral.

Ya sea material como cobre, carbón, oro, mineral de hierro o escombros, el camión Cat 797F proporciona el costo óptimo en su clase por unidad de producción. Incluidos los mejoramientos en seguridad, productividad, capacidad de servicio y comodidad, podrá ver la razón por la cual el modelo Cat 797F es líder de la industria en su clase. Combine estas características con el servicio inigualable de respaldo del distribuidor y descubrirá la razón por la cual más sitios mineros eligen los camiones mineros Cat 797F para sus necesidades de producción.



Figura 13. Camión 797F

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

3.2.1. Motor

El motor diésel Cat® C175-20 con post enfriador aire a aire y turbocompresor cuádruple que ha mejorado la capacidad de administración de potencia para máximo rendimiento de acarreo en las aplicaciones de minería más exigentes.

El Motor C175-20 tiene un diseño de 20 cilindros, un solo bloque y cuatro tiempos que usa carreras de potencia larga y eficaz para lograr una óptima eficiencia.

Sistema de combustible de riel común tiene un control electrónico detecta las condiciones de operación y regula la entrega de combustible para alcanzar una eficiencia óptima de combustible. Este sistema de combustible preciso y flexible otorga al motor la capacidad de cumplir con las normativas de emisiones sin sacrificar el rendimiento, la fiabilidad o la durabilidad. Tiene un motor de arranque neumático encontrándose a nivel del suelo para facilidad de servicio.



Figura 14. Motor C175-20

Fuente: Tomada en el taller de mantenimiento SPCC.

3.2.2. Transmisión

La servotransmisión planetaria de siete velocidades de Cat se acopla con el motor C175-20 para suministrar potencia constante en una amplia gama de velocidades de operación. Diseñada para la más alta potencia del motor C175-20, la servotransmisión planetaria comprobada se fabrica para que sea resistente (Diseño robusto). Circuito y tanque de aceite exclusivo que proporciona aceite más frío y más limpio para alcanzar el máximo rendimiento y vida útil más larga de los componentes.

Tiene un control electrónico de la presión del embrague lo cual proporciona máximo rendimiento, cambios más suaves, larga vida útil de los embragues y un andar más confortable.



Figura 15. Transmisión

Fuente: Tomada en el taller de mantenimiento SPCC.

3.2.3. Convertidor de par con sistema de traba

Combina la fuerza máxima de tracción y la suavidad en los cambios de marcha del mando del convertidor de par, con la eficiencia y el rendimiento del mando directo. El convertidor de par con sistema de traba se conecta a aproximadamente 8 km/h (5 mph) para proporcionar más potencia a las ruedas.

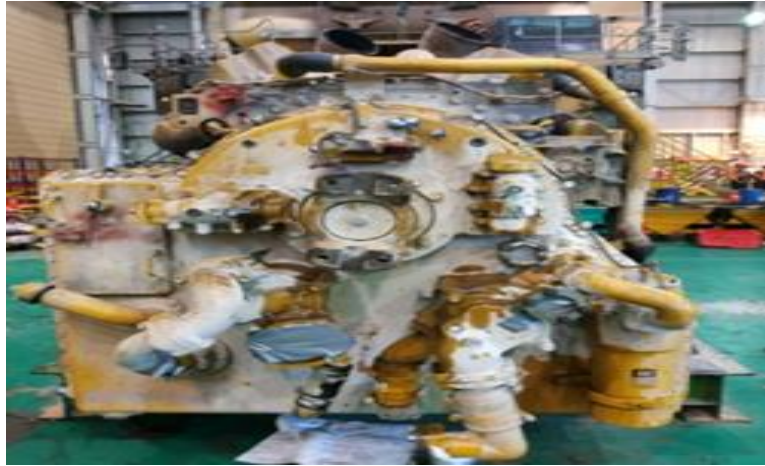


Figura 16. Convertidor

Fuente: Tomada en el taller de mantenimiento SPCC.

3.2.4. Mandos finales

Los mandos finales Cat funcionan como un solo sistema con la servotransmisión planetaria para aplicar la máxima potencia al suelo. Fabricados para resistir las fuerzas de par elevado y las cargas de impacto, los mandos finales de reducción doble multiplican el par alto para reducir aún más la tensión del tren de impulsión. Integración del motor y el tren de fuerza

Los componentes del tren de fuerza combinados electrónicamente optimizan el rendimiento.

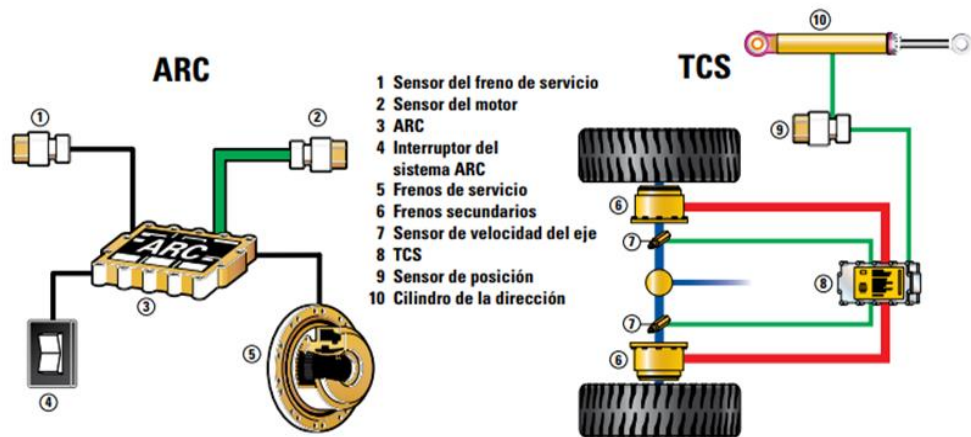


Figura 17. Camión 797F (mandos finales)

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

- Enlace de datos Cat reduce los costos de operación al integrar electrónicamente los sistemas de computadora de la máquina 797. Esto optimiza el rendimiento total del tren de fuerza, al mismo tiempo que aumenta la fiabilidad y la vida útil de los componentes.
- Inhibidor de cambios de marcha con la caja levantada Impide que la transmisión cambie por encima de una marcha preprogramada sin la caja completamente bajada. La máquina puede moverse hacia adelante, pero tiene un límite de velocidad para evitar sacudidas excesivas al apartarse del sitio de descarga.

- Protección contra exceso de velocidad. El control de la transmisión detecta electrónicamente las condiciones del motor y hace automáticamente el cambio a una marcha superior para evitar el exceso de velocidad del motor.
- Marcha máxima programable. La marcha máxima de la transmisión se puede programar usando la herramienta de servicio técnico electrónico Cat para ayudar al operador a mantener los límites de velocidad.
- Inhibidor de cambios descendentes. Evita la sobrevelocidad del motor al no permitir que la transmisión haga un cambio descendente hasta que la velocidad del motor llegue al punto de cambio descendente.
- Cambio de marcha con aceleración controlada. Regula las rpm del motor durante los cambios de marcha para disminuir la tensión en el tren de fuerza y el desgaste de los embragues mediante el control de la velocidad del motor, el sistema de traba del convertidor de par y la conexión del embrague de la transmisión para proporcionar cambios de marcha más suaves y prolongar la vida útil de los componentes.
- Inhibidor de velocidad en marcha hacia atrás. Evita los cambios marcha atrás mientras la velocidad de desplazamiento hacia delante sea superior a 4,8 km/h (3 mph).

3.2.5. Sistema de frenado Cat

El control de frenado superior permite a los operadores enfocarse en la productividad.

- Sistema de frenado integrado. El sistema de frenos Cat enfriados por aceite proporciona rendimiento fiable y control en los caminos de acarreo en condiciones exigentes. El sistema integrado combina las funciones de retardo, frenos de servicio, secundario y de estacionamiento en el mismo sistema para ofrecer eficiencia de frenado óptima que no consuma combustible durante el retardo.
- Frenos de discos múltiples enfriados por aceite. Los frenos de discos múltiples Cat, en las cuatro ruedas, enfriados con aceite a presión se enfrían continuamente con intercambiador de calor de agua a aceite para un rendimiento excepcional sin pérdida de capacidad de frenado y retardo.
- Diseño de los frenos. Los frenos Cat enfriados por aceite están diseñados con discos y placas grandes, para entregar operación fiable y sin necesidad de

ajustes. Los frenos son completamente herméticos y están sellados para evitar la contaminación y reducir el mantenimiento.

- Vida útil prolongada. Una película de aceite evita el contacto directo entre los discos. El diseño absorbe las fuerzas de frenado mediante el cizallamiento de las moléculas de aceite y la eliminación del calor para extender la vida útil del freno.
- Freno de estacionamiento. El freno de estacionamiento enfriado por aceite que se conecta por resortes y se desconecta hidráulicamente se aplica a las cuatro ruedas para ofrecer capacidad superior de frenado en todas las pendientes hasta el 15 por ciento.
- Control automático del retardador hidráulico (ARC). El sistema de control del retardador automático activado hidráulicamente controla en forma electrónica el retardo en la pendiente para un óptimo mantenimiento de las rpm del motor y el rendimiento del sistema de frenado.

3.2.6. Estructuras

Las estructuras superiores Cat en el modelo 797F entregan durabilidad y vida útil prolongada.

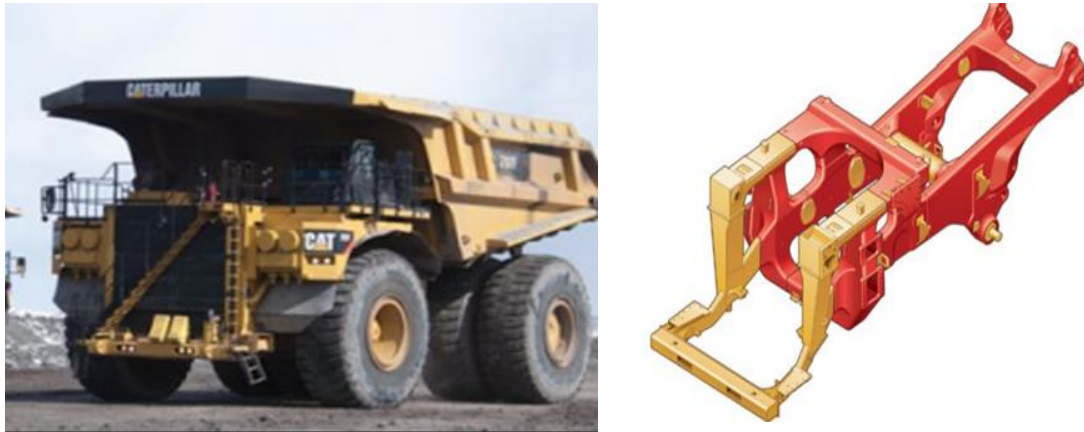


Figura 18. Camión 797F (fabricaciones y piezas de fundición)

Fuente: Boletín informativo Caterpillar.

- Diseño de sección de caja. El bastidor 797F usa un diseño de sección en caja, que incorpora dos secciones forjadas y 14 secciones fundidas en las áreas de alta tensión, con soldaduras continuas, profundas y envolventes para resistir los daños por cargas de torsión sin necesidad de añadir peso adicional.
- Estructuras de acero. El acero dulce utilizado en todo el bastidor proporciona flexibilidad, durabilidad y resistencia a las cargas de impacto, incluso en climas fríos, y facilita las reparaciones en terreno.
- Piezas de fundición: las piezas de fundición representan el 80 por ciento del peso del bastidor y son clave para lograr la durabilidad en las condiciones más

exigentes en cualquier parte del mundo. Las piezas fundidas de gran radio tienen elasticidad a la flexión del bastidor y garantizan una larga vida útil.

3.2.7. Sistema de suspensión

Diseñado para disipar los impactos de los caminos de acarreo y de las cargas a fin de proporcionar una vida útil del bastidor más prolongada y una conducción más cómoda.

- Diseño duradero: Los cilindros robustos utilizan perforación de gran diámetro y diseño de baja presión de nitrógeno/aceite para ofrecer vida útil prolongada con mantenimiento mínimo.
- Delanteros: Los cilindros delanteros con ruedillas y combadura preestablecidas están montados en el bastidor y funcionan como pasadores maestros de dirección para los radios de giro cerrados, con excelente maniobrabilidad y bajo mantenimiento.
- Traseros: Los cilindros traseros permiten la oscilación y absorben los esfuerzos de doblamiento y torsión causados por los caminos de acarreo irregulares y duros, en lugar de transmitirlos al bastidor principal.

3.2.8. Sistema de dirección

El sistema de control de la dirección hidráulica está diseñado para proporcionar una amortiguación excepcional y un control preciso. Un circuito independiente evita la contaminación cruzada para prolongar la vida útil.

3.2.9. Estación del operador

Diseñada ergonómicamente para proporcionar comodidad, control y productividad durante toda la jornada de trabajo.



Figura 19. Camión 797F (estación del operador)

Fuente: Tomada en el taller de mantenimiento SPCC.

- Diseño ergonómico. Para minimizar la fatiga del operador y maximizar la productividad, la nueva estación del operador de la Serie F está diseñada ergonómicamente para lograr excelente control de la máquina en un ambiente cómodo, productivo y seguro. Los controles, las palancas, los interruptores y los medidores están ubicados para uso fácil.
- Área de visibilidad. Diseñada para excelente visibilidad hacia todos lados y con líneas de visión claras hacia los caminos de acarreo, su gran área de visualización ofrece una vista excepcional y permite al operador maniobrar con confianza para mantener alta productividad. Los filtros de aire se reubicaron en la parte delantera del camión para permitir que el operador tenga mayor visibilidad.

3.2.10. Seguridad

Diseñado considerando la seguridad como prioridad principal.



Figura 20. Camión 797F (seguridad)

Fuente: Tomada en el taller de mantenimiento SPCC.

- Seguridad del producto. Caterpillar está preocupada por la seguridad y ha sido y continúa siendo proactiva en el desarrollo de máquinas de minería que cumplen o exceden los estándares de seguridad. La seguridad es parte integral de los diseños de la máquina.
- Acceso y salida. Los mejoramientos para el acceso y la salida a nivel de la máquina incluyen una escalera diagonal estándar de 600 mm (24") a través de la parte delantera de la máquina. Los mejoramientos para el acceso a nivel del suelo incluyen una escalera eléctrica optativa de acceso.
- Sistema Cat Detect. Es importante siempre conocer que está en torno al modelo 797F. El sistema Cat Detect se instala en fábrica como equipos estándar en camiones mineros 797F.

Radar y cámara:

Proporciona indicaciones sonoras y visuales de los objetos detectados. Este sistema utiliza una combinación de radares de corto y mediano alcance que rodean la máquina, junto con las cámaras a cada lado para permitir que el operador confirme el objeto detectado. Las cámaras complementan las alertas de los radares y se seleccionan mediante menús en pantallas táctiles a través de una interfaz intuitiva.

- Política de sobrecargas. La seguridad es integral para mantener la máxima productividad en sus operaciones de minería. La política de sobrecarga 10/10/20 de Caterpillar asegura que los sistemas de dirección y frenado tengan suficiente capacidad para funcionar, incluso con 20 por ciento de sobrecarga.
- Características de seguridad adicionales. Superficies resistentes a los resbalamientos. Sujeción color naranja de tres puntos y de 76 mm (3") de ancho para el operador. Espejos de ángulo amplio. Indicador elevado de la caja. Cables de retención de la caja. Rieles de protección. Neutralizador de retroceso al descargar. Bajo nivel de ruido interior.

- Caja de aislamiento. La caja de bloqueo y etiquetado montada al parachoques delantero incluye el interruptor de parada del motor, el bloqueo de la batería, el bloqueo del motor de arranque y de la transmisión.

3.3. ESPECIFICACIONES DEL CAMIÓN MINERO 797F

Las especificaciones se encuentran en la tabla siguiente:

3.3.1. Motor

Tabla 1

Características del motor Cat C175-20

Modelo del motor	Cat C175-20	
Potencia bruta	2,983kW	4,000 HP
Calibre	175 mm	6,9 pulg
Carrera	220 mm	8,7 pulg
Cilindrada	106 L	6,469 pulg ²

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

- Las clasificaciones de potencia se aplican a 1,750 rpm cuando se prueban según las condiciones indicadas para la norma especificada.
- Las clasificaciones están basadas en la norma SAE J1995 sobre las condiciones del aire a 25 °C (77 °F) y 99 kPa (29,32 Hg) de presión barométrica. La potencia está basada en el combustible con una densidad API de 35 a 16 °C (69 °F) y un poder calorífico de 42,780 kJ/kg (18,390 BTU/lb) con el motor a 30 °C (38 °F).
- No se requiere una reducción de potencia del motor en una configuración de baja altitud (LAA) hasta 2,134 m (7,000').
- No se requiere reducción de potencia del motor en una configuración de altitud elevada (HAA) hasta 4,877 m (16,000').
- Cumple con los requisitos de la EPA. Según corresponda, el Motor Cat C175-20 cumple con los requisitos sobre emisiones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

3.3.2. Pesos

Tabla 2

Peso bruto de la máquina

Peso bruto de la máquina	
Peso	623,690 kg

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

1.3.3. Especificaciones de operación

Tabla 3

Especificaciones de operación

Capacidad de carga útil nominal	363 tons métricas
Velocidad max. de carga	67,6 km/h
Ángulo de dirección	40 grados
Diámetro de giro del espacio libre de la máquina	42 m

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.4. Mandos finales

Tabla 4

Mandos finales

Mandos finales	
Relación diferencial	1,276:1
Relación planetaria	16,67:1
Relación de reducción total	21,26:1

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.5. Transmisión

Tabla 5

Transmisión

Avances de transmisión	
Avance 1	11,3 km/h
Avance 2	15,2 km/h
Avance 3	20,5 km/h
Avance 4	27,7 km/h
Avance 5	37,2 km/h
Avance 6	50,3 km/h
Avance 7	67,6 km/h
Retroceso	11,9 km/h

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.6. Suspensión

Tabla 6

Carreras del cilindro

Carreras del cilindro	
Carrera efectiva del cilindro delantero	313,6 mm
Carrera efectiva del cilindro trasero	165,1mm
Oscilación del eje trasero	+ - 40 grados

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.7. Dispositivos de levantamiento de cajas

Tabla 7

Dispositivos de levantamiento de cajas

Dispositivos de levantamiento	
Flujo de bomba: velocidad alta en vacío.	1,200 L/min
Configuración de la válvula de alivio de levantamiento.	24,200 Kpa
Tiempo de levante de la caja de velocidad en vacío.	25 segundos
Tiempo de baja de la caja, posición libre.	19 segundos

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.8. Frenos

Tabla 8

Características de frenos

Características de los frenos	
Cantidad de disco por lado delantero	10
Cantidad de disco por lado trasero	15
Diámetro exterior	1,067 mm
Superficie de freno	330,517 cm ³

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.9. Distribuciones aproximadas del peso

Tabla 9

Distribuciones aproximadas del peso en los ejes

Delantero vacío	Trasero vacío	Delantero cargado	Eje trasero cargado
47,20 %	52,80 %	33,30 %	66,70 %

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.10. Capacidades de llenado de servicio

Tabla 10

Capacidades de llenado de servicio

Características	Cantidad
Tanque de combustible	3,785 L
Sistema de enfriamiento.	1,160 L
Cartel	319 L
Rueda delanteras cada una	61 L
Mando final cada una	185 L
Diferenciales	1,176 L
Tanque de dirección	254 L
Sistema de dirección	355 L
Tubería hidráulica de frenos/dispositivo de levantamiento	830 L
Sistema de frenos/dispositivo de levante	1.600 L
Tanque con frenos / dispositivo de levantamiento	770 L
Sumidero del convertidor de par	303 L
Convertidor de par/sistema de transmisión	629 L

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

3.3.11. Neumáticos

La capacidad de producción del 797F es tal que, en determinadas condiciones de trabajo, podría exceder la capacidad de los neumáticos estándar u optativos en TKPH (TMPH) y, por lo tanto, limitaría la producción.

3.3.12. Rops

La Estructura de Protección en Caso de Vuelcos (ROPS) para la cabina que ofrece Caterpillar cumple con los criterios la norma ISO 3471:2008 de la ROPS. La FOPS (Estructura de Protección Contra la Caída de Objetos) cumple con las normas ISO 3449:1992 Nivel II FOPS.

3.3.13. Sonido

El nivel de presión de sonido del operador medido de acuerdo con los procedimientos del ciclo de trabajo especificados en las normas ISO 6394 y

6396 es de 76 dB(A) para la cabina que ofrece Caterpillar, cuando esta se instala y mantiene correctamente, y se prueba con puertas y ventanas cerradas. Es posible que se necesite protección auditiva cuando se trabaje durante mucho tiempo en una estación del operador y una cabina abierta (si no cuentan con el mantenimiento correcto o tienen las puertas/ventanas abiertas), o en un entorno ruidoso.

3.3.14. Dirección

Normas de dirección SAE J15111 OCT90, ISO 5010:1992

3.3.15. Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas. Las dimensiones corresponden a la caja estándar 290-6420.

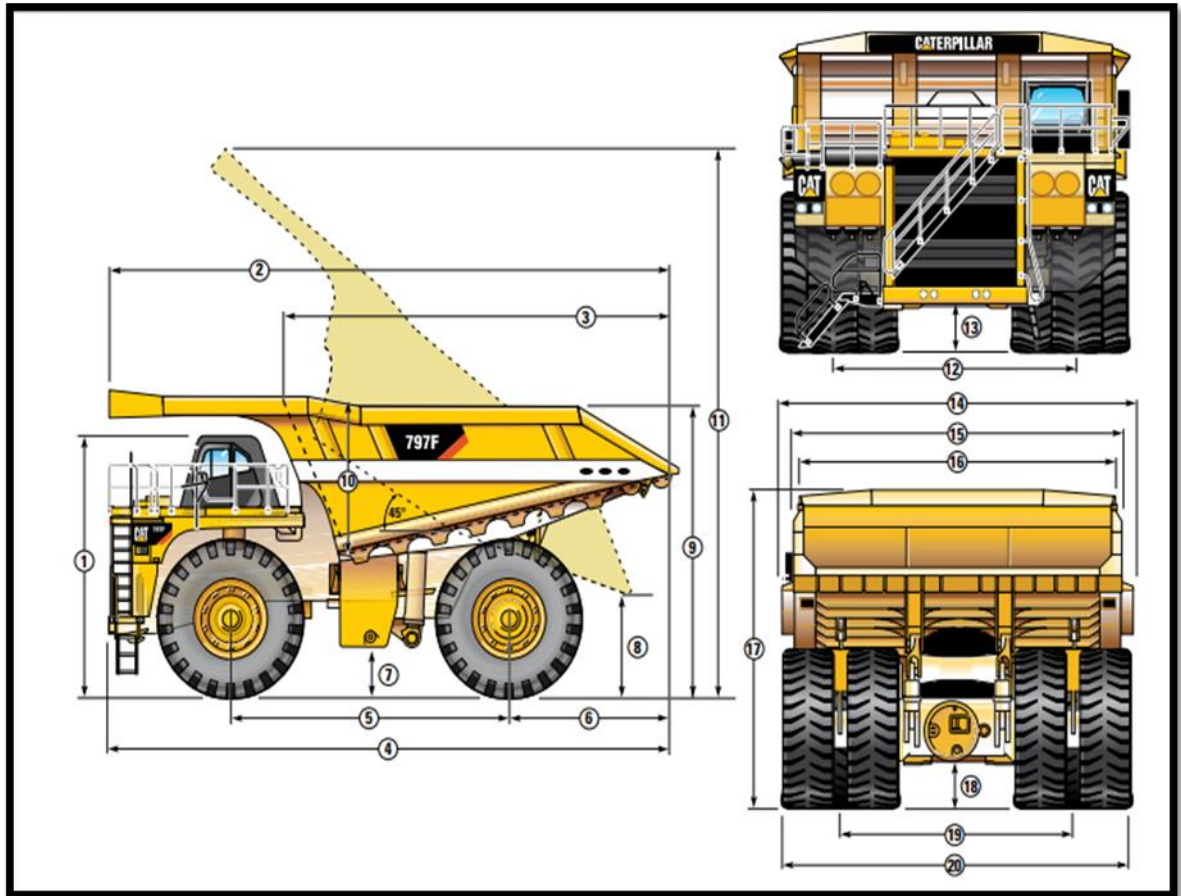


Figura 21. Camión 797F (dimensiones)

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Tabla 11*Partes de camión 797F*

	Partes	Milímetros
1	Altura hasta la parte superior de la ROPS: vacío	6,526 mm
2	Longitud total de la caja	14,802 mm
3	Longitud interior de la caja	9,976 mm
4	Longitud total	15,080 mm
5	Distancia entre ejes	7,195 mm
6	Eje trasero a la cola	3,944 mm
7	Espacio libre sobre el suelo con carga	786 mm
8	Espacio libre de descarga	2,017 mm
9	Altura de carga: vacío	6,998 mm
10	Profundidad interior de la caja: máxima	3,363 mm
11	Altura total: caja levantada	15,701 mm
12	Ancho del neumático delantero de la línea de centro	6,534 mm
13	Espacio libre del protector del motor: cargado	1,025 mm
14	Ancho exterior de la caja	9,755 mm
15	Ancho total del techo	9,116 mm
16	Ancho interior de la caja	8,513 mm
17	Altura del techo delantero: vacía	7,709 mm
18	Espacio libre de eje trasero: cargado	947 mm
19	Ancho del neumático doble trasero de la línea de centro	6,233 mm
20	Ancho total entre neumáticos	9,529 mm

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

CAPÍTULO IV

PLANIFICACIÓN PARA EL ARMADO CAMIÓN MINERO 797F

En esta unidad se tocará el tema de planificar y organizar todos los recursos necesarios para el armado de los equipos mineros. Desde la recepción de la orden de compra hasta la coordinación y atención de los recursos necesarios para el armado del camión minero.

4.1. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo de planificación para el armado del camión CAT 797F se muestra en la siguiente figura.

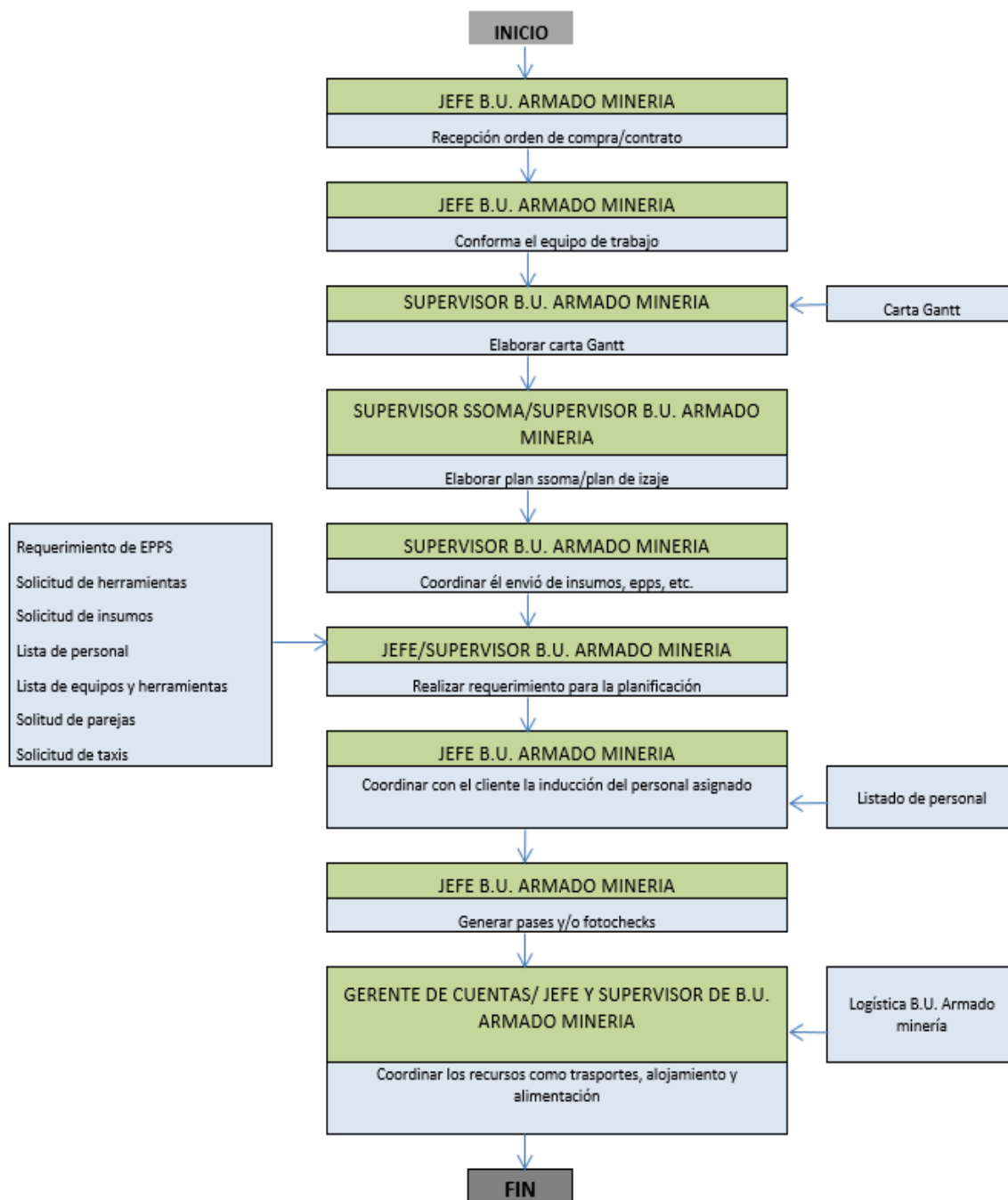


Figura 22: Diagrama de flujo de planificación para el armado

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. DESARROLLO

4.2.1. Recepción de órdenes de compra / Contrato

Recibir vía e-mail la Orden de Compra/ contrato del cliente, enviado por el Gerente de Cuenta.

4.2.2. Conformación de equipo de trabajo

Asignar al supervisor del equipo de trabajo, de acuerdo a su conocimiento, lo cual se verifica en la Descripción de Puestos.

4.2.3. Elaboración de carta Gantt

Elaborar el Gantt, de acuerdo al modelo del equipo establecido en la orden de compra. Enviar el Gantt al jefe de BU Armados Minería, para su aprobación.

En caso de no aprobarse, se devuelve el Gantt al Supervisor para el levantamiento de las observaciones respectivas.

4.2.4. Elaboración del plan SSOMA y plan de izaje

Elaborar el Plan SSOMA, Plan de Izaje y PETS, para el armado de equipos.

4.2.5. Requerimiento para la planificación

Exámenes médicos: para realizar los exámenes médicos del personal, enviar la solicitud vía e-mail al área servicios médicos. Realizar para todo el equipo asignado al proyecto, excepto los que tienen exámenes médicos vigentes para dicho perfil.

SCTR: Recibir mensualmente, de Bienestar Social, el SCTR vigente y enviar al cliente (mina).

- Según sea necesario, preparar, la solicitud de herramientas, solicitud de insumos, requerimiento de EPP del equipo a armar.
- Enviar el listado de requerimiento de insumos y EPPS, al soporte administrativo, para su atención correspondiente.
- Cada vez que se reciben los equipos y herramientas calibrados de Pañol, verificar que el certificado de calibración esté vigente.
- Solicitar una copia del certificado y guardar en el file “certificados de calibración”.
- En caso de ser necesaria la compra de equipos y herramientas, solicitar vía e-mail el requerimiento, de acuerdo al modelo del equipo a armar y enviar a la BU Compras.
- De ser el caso, solicitar pasajes aéreos terrestres y taxis, para la movilización del personal asignado al proyecto, usar la solicitud de pasajes y la solicitud de taxis, respectivamente.

4.2.6. Coordinación de envío de insumos, epp, y herramientas

Coordinar con el área de Recepción y Despacho, el envío de insumos, contenedor, EPPS, equipos y herramientas a mina.

4.2.7. Coordinación con el cliente

Cursos específicos previo a la realización del trabajo en mina. Paralelo a ello, enviar listado de personal, exámenes médicos y SCTR correspondientes, al cliente (dueño del contrato).

4.2.8. Generación de pases y/o fotochecks

Luego de llevar y aprobar las inducciones y cursos, generar los pases y/o fotochecks y comunicar vía e-mail al Supervisor de Armados Minería. En caso de no aprobar las inducciones o cursos dictados por el cliente, retirar al personal y asignar a uno nuevo.

4.2.9. Coordinación de recursos necesarios

De acuerdo al contrato, coordinar de la siguiente manera (transporte, alojamiento y alimentación):

- Si el cliente asume alguno o todos estos recursos, entonces se coordina entre el Gerente de Cuenta y/o Jefe de Armados Minería y el Dueño del contrato.
- Si la empresa asume alguno o todos estos recursos, el Jefe BU Armados Minería coordina con BU Compras la atención de los requerimientos.

4.3. DOCUMENTOS, REGISTROS Y CONTROLES ASOCIADAS.

- Descripción de Puestos
- Requerimiento de EPP
- Solicitud de herramientas
- Solicitud de insumos
- Listado de personal
- Listado de equipos y herramientas
- Solicitud de pasajes
- Solicitud de taxis
- Carta Gantt

CAPÍTULO V

PROCESO DE ARMADO DEL CAMIÓN CAT 797F

En esta unidad se desarrollará el proceso que inicia el armado desde la recepción de chasis, componentes y accesorios del equipo en plataforma de armado en mina, hasta la culminación del armado del equipo.

5.1. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo de armado del camión Cat 797F se muestra en la siguiente figura.

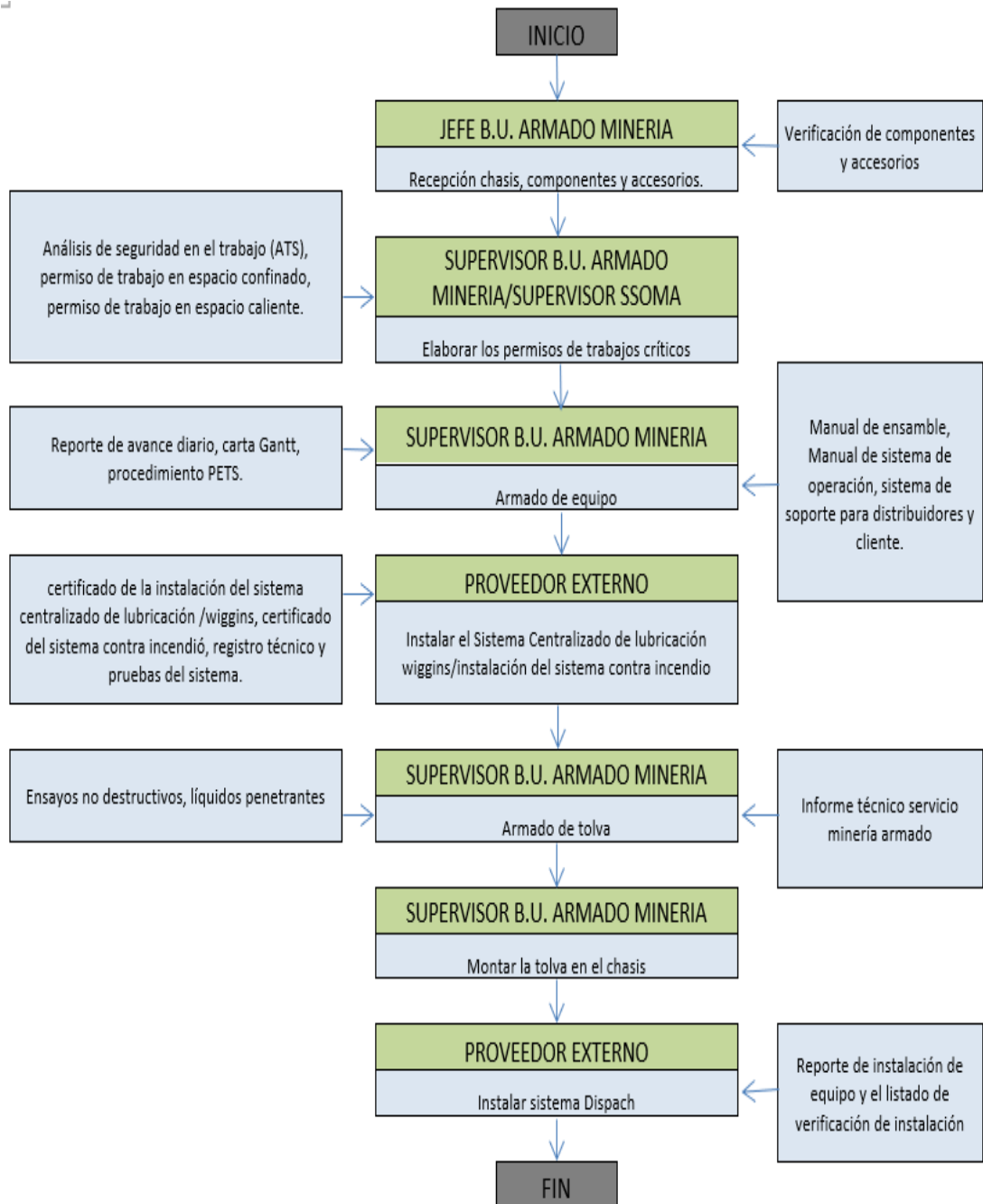


Figura 23: Diagrama de flujo del proceso de armado

Fuente: Elaboración propia.

5.2. DESARROLLO

5.2.1. Recepción de chasis, componentes y accesorios

- Comunicar vía e-mail al Supervisor Armados Minería, el cronograma de llegada del chasis, componentes y accesorios a mina.
- Dar conformidad a la recepción de la carga y firmar la guía de remisión del transportista. De existir observaciones, anotar en la guía de remisión del transportista.
- Mediante el formato de verificación de componentes y accesorios revisar, verificar cantidades y estado de los mismos.
- En caso de encontrar no conformidades/faltantes, generar el Informe Técnico Servicio Minería Armados y enviar al Jefe de Armados Minería.
- Luego gestionar el pedido de los faltantes y la garantía con fábrica, a través del área de PSG.



Figura 24: Llegada de componentes de camiones

Fuente: Tomado en mina SPCC.

5.2.2. Elaboración de AST y permisos para trabajo crítico

- Realizar la elaboración de acuerdo al procedimiento (AST), Análisis de Seguridad en el Trabajo.
- Para la elaboración de los permisos para trabajos críticos, usar los siguientes formatos, según aplique:
 - Permiso de trabajo en espacio confinado.
 - Permiso de trabajo en caliente.
 - Permiso de trabajo con riesgo de caída a diferente nivel.

- En caso que el cliente solicite, se usarán los procedimientos y formatos correspondientes al cliente.
- Luego revisar y aprobar estos registros por el Supervisor Armados Minería y Supervisor SSOMA.
- En caso de encontrar observaciones, devolver a Ferreyros para las correcciones respectivas.

5.2.3. Armado de equipo

- Luego de recibir el visto bueno del Supervisor SSOMA, sobre el estado de los equipos y del operador, se da inicio al armado.
- Armar el equipo, de acuerdo a lo establecido en los manuales Field Assembly y los instructivos operativos (PETS).
- En caso de presentar algún imprevisto de orden técnico que no esté considerado en el manual Field Assembly, recurrir al Shop Manual / Operation & Maintenance manual.
- Registrar diariamente y difundir a las partes involucradas, en el Reporte de Avance Diario, en donde se indica el cumplimiento de avance y actividades realizadas.

- Durante el proceso, realizar las verificaciones de los trabajos de acuerdo al Manual Field Assembly y los PETS y registrar en la carta Gantt.

5.2.3.1. Sitio para el armado del Camión de Obras 797F

A continuación, se muestra la distribución de la descarga de las componentes del camión CAT 797F.

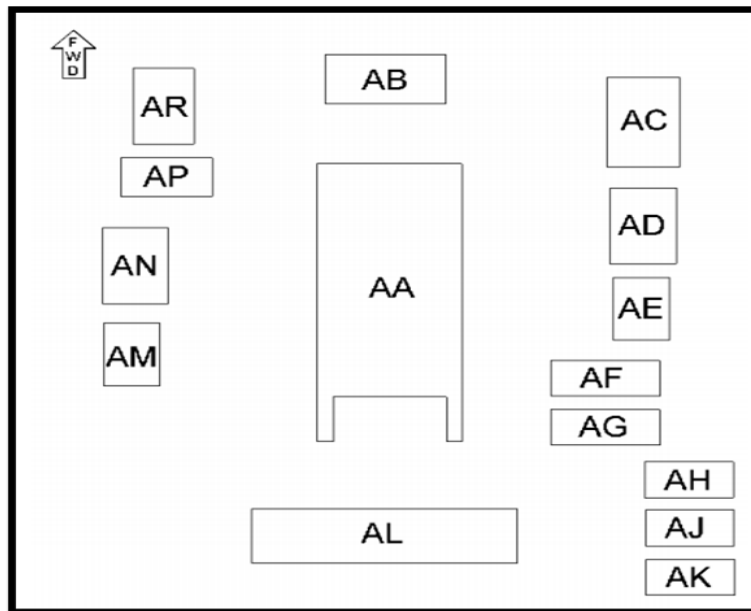


Figura 25. Distribución de los componentes del camión CAT 79F

Fuente: Manual de Field Assembly.

Vista típica de la disposición del camión de obras 797F

- (AA) Chasis
- (AB) Cabina
- (AC) Módulo de radiador
- (AD) Plataforma derecha
- (AE) Cilindro de la suspensión delantera
- (AF) Eslabones del eje trasero
- (AG) Cilindros de la suspensión trasera
- (AH) Caja de piezas búsqueda del medio
- (AJ) Caja de piezas
- (AK) Caja de piezas
- (AL) Conjunto de eje trasero
- (AM) Tanque de combustible
- (AN) Cilindro de la suspensión delantera
- (AP) Pasarela izquierda
- (AR) Filtros de aire.

5.2.3.2. Peso de componentes del camión 797F

Tabla 12

Peso de los componentes del camión 797F

Modulo	Peso
Peso de envío aproximado del chasis del camión	68 050 kg
Conjunto de eje trasero	42 200 kg
Módulo de radiador	4 720 kg
Conjunto de cilindros de la suspensión delantera, rueda y frenos	9 153 kg
Transmisión	6 677 kg
Conjunto de plataforma derecha	2 800 kg
Eslabón de eje trasero superior	460 kg
Eslabón de eje trasero inferior	454 kg
Pasadores de eslabones	52 kg
Cilindro de la suspensión trasera	862 kg
Pasador de la suspensión trasera	62 kg
Enfriador de aceite del eje trasero	59 kg
Cilindro del dispositivo de levantamiento	1 425 kg
Soporte de cabina	900 kg
Conjunto de cabina	3 100 kg
Tanque de combustible (3785 l)	2 900 kg
Eje motriz principal	290 kg
Conjunto de neumático y aro	7 482 kg
Caja del camión armado con revestimientos	51 256 kg
Pasador de articulación de la caja de los camiones	66 kg
Cilindro del dispositivo de levantamiento al pasador de la caja	47 kg
Soporte de montaje para el expulsor de rocas	71 kg
Expulsor de rocas	75 kg

Fuente: Manual de Field Assembly.

5.2.3.3. Especificaciones para el montaje

A Continuación, se detalla las especificaciones del montaje de algunos componentes.

5.2.3.3.1. Suspensión delantera

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

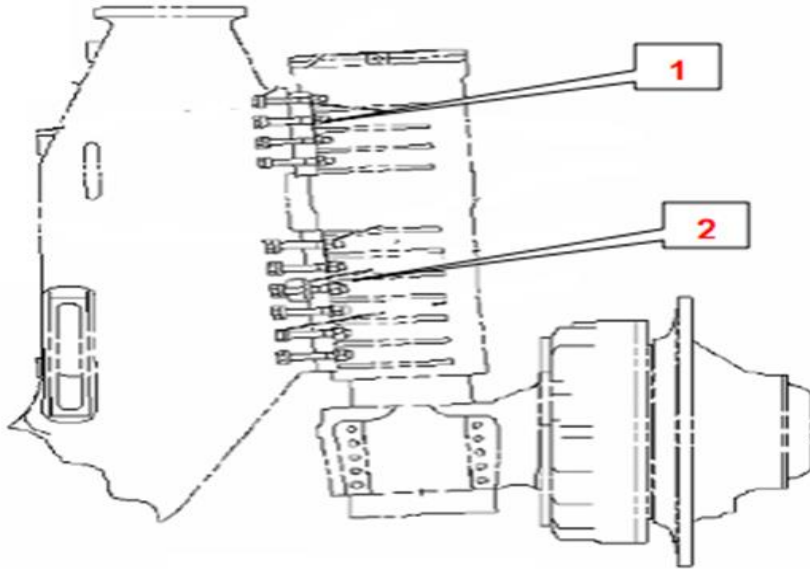


Figura 26. Suspensión delantera
Fuente: Manual de Field Assembly.

Apriete los pernos de acuerdo con las especificaciones. Apriete las ocho tuercas (1) a un par de 590 ± 60 lb.pie, después de apretar gire 120° adicionales. Apriete las doce tuercas (2) a un par de apriete de 740 ± 75 lb pie, después de apretar gire 120° adicionales.

5.2.3.3.2. Barras y cilindro de dirección

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

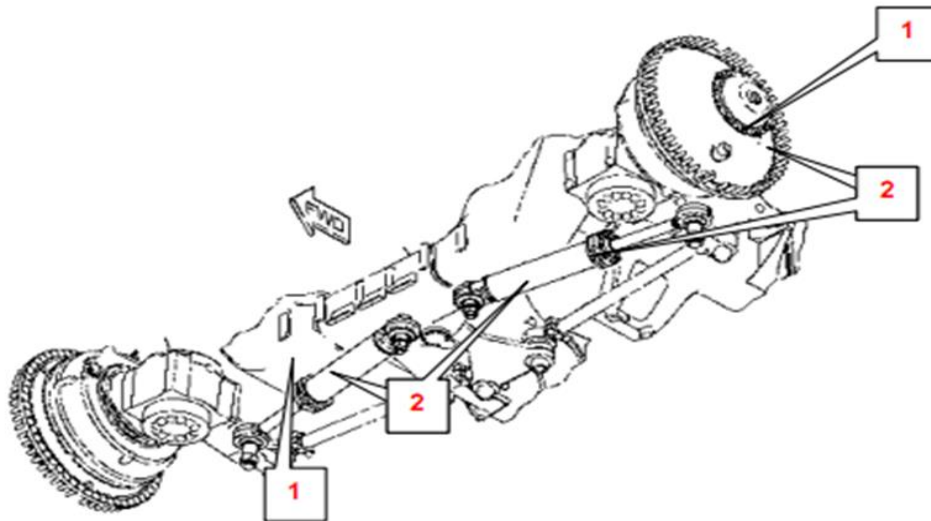


Figura 27. Barras y cilindro de dirección

Fuente: Manual de Field Assembly.

- Tuercas de cilindro (1): torque 3680 ± 150 lb pie, torque final 3680 lb pie.
- Tuercas de barra (2): torque 3680 ± 150 lb pie, torque final 3680 lb pie.

5.2.3.3.3. Soporte de cabina

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente

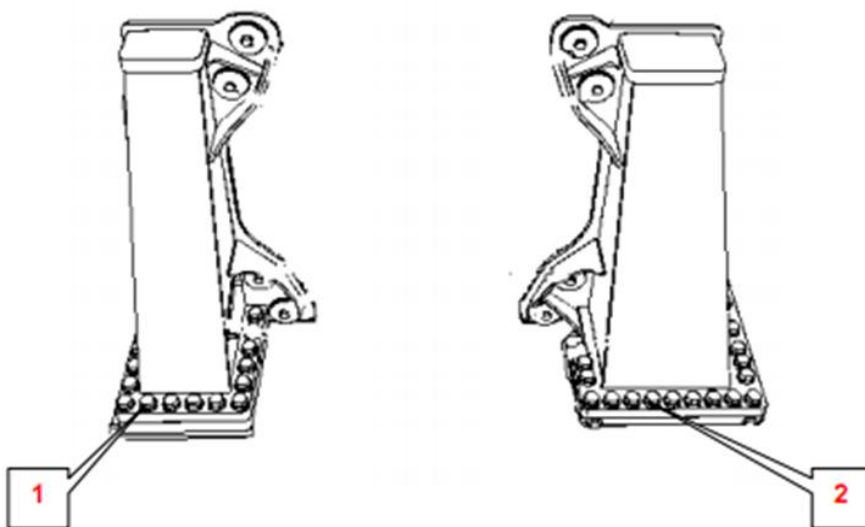


Figura 28. Soporte de cabina

Fuente: Manual de Field Assembly.

Instale los pernos y arandelas en ambos soportes de cabina. Apriete los pernos a un par de 2000 ± 220 lb pie.

- Pernos de soporte (1) y (2): torque 2000 ± 220 lb pie, torque final 2000 lb pie.

5.2.3.3.4. Transmisión

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

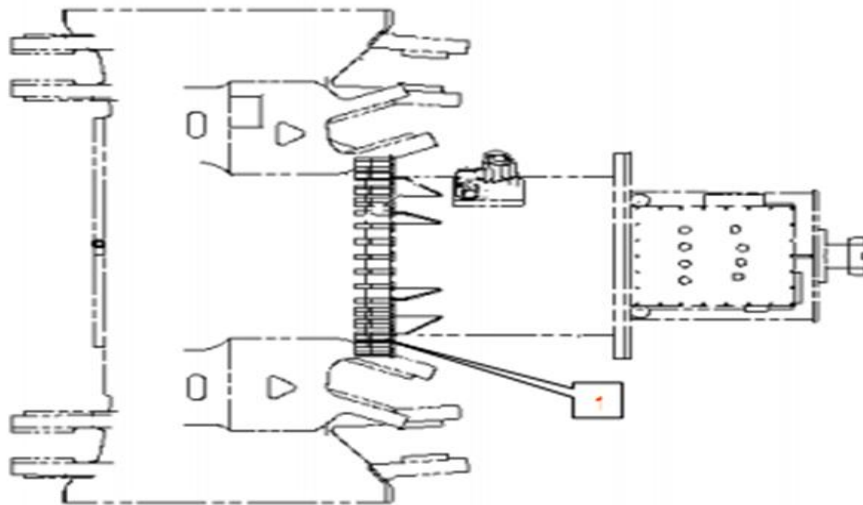


Figura 29. Transmisión

Fuente: Manual de Field Assembly.

Instale las 38 arandelas y los 38 pernos, apriete los pernos (1) a un par de 1180 ± 150 lb pie.

5.2.3.3.5. Eje principal

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

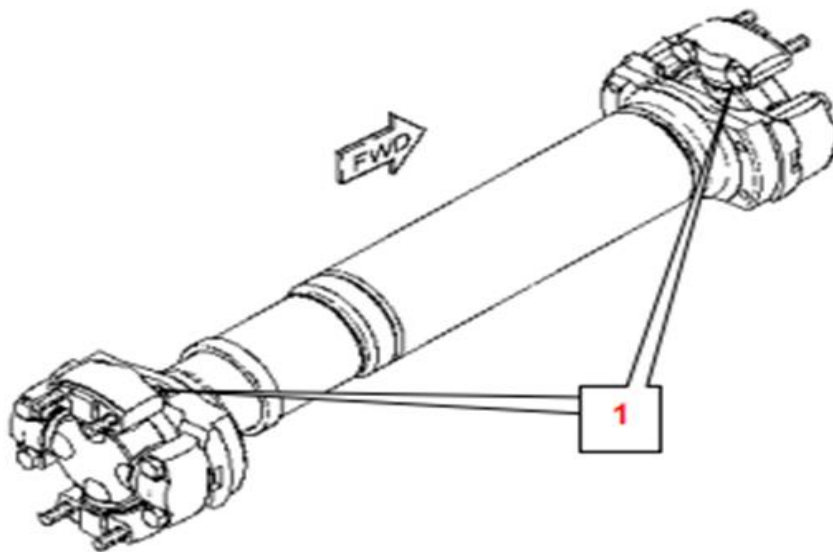


Figura 30. Transmisión eje principal

Fuente: Manual de Field Assembly.

Apriete los ocho pernos (1) a un par de 740 ± 90 lb pie, con un torque final de 740 lb pie.

5.2.3.3.6. Eje diferencial y suspensión trasera

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

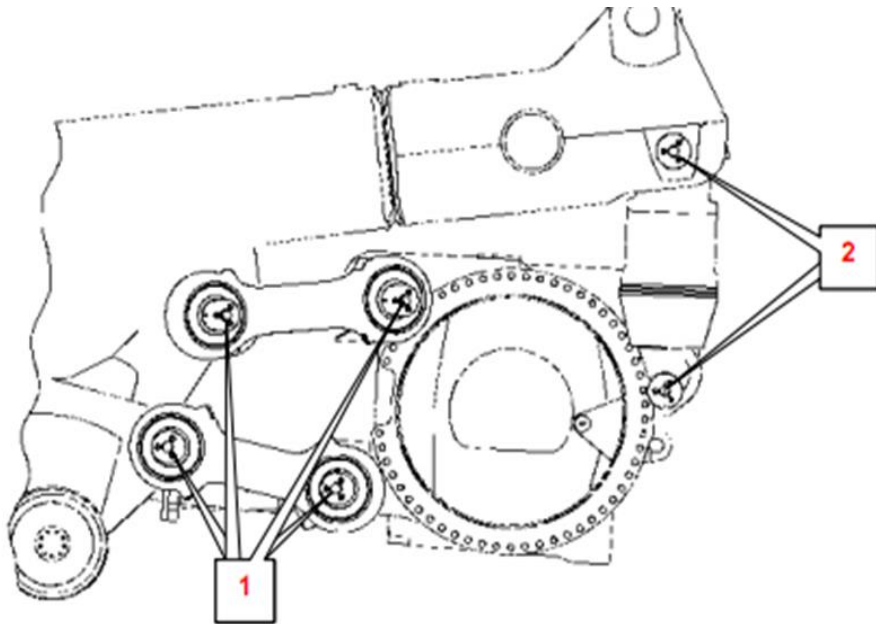


Figura 31. Eje diferencial y suspensión trasera

Fuente: Manual de Field Assembly.

Apriete los pernos (1-2) a un par de 1320 ± 150 lb pie, luego golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga de bajo de las 750 lb pie. Apriete nuevamente los pernos (1-2) a un par de 1320 ± 150 lb pie, golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga por debajo de las 1180 lb pie, el par de apriete final de los pernos (1-2) es de 1320 ± 150 lb pie.

5.2.3.3.7. Cilindro de levante

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

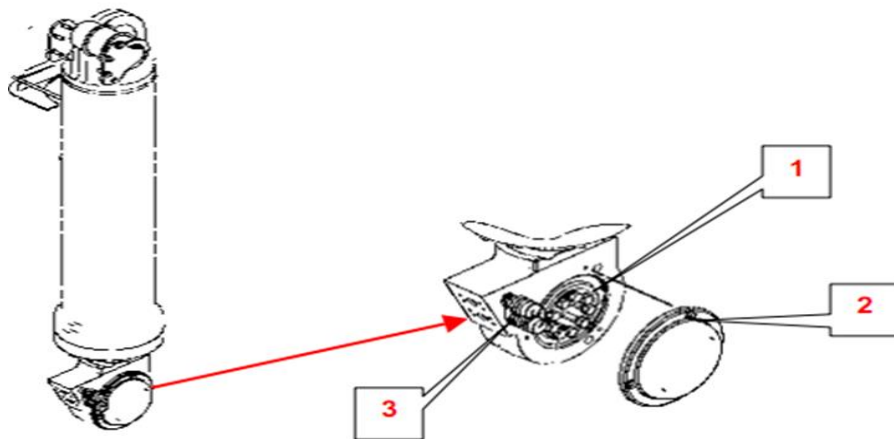


Figura 32. Cilindro de levante
Fuente: Manual de Field Assembly.

Instale el conjunto de unión (3) en el cilindro de levante lado izquierdo.

- Pernos (1): torque 340 ± 44 lb pie, torque final 340 lb pie.
- Pernos tapa (2): torque 75 ± 15 lb pie, torque final 75 lb pie.

5.2.3.3.8. Instalación de cabina

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

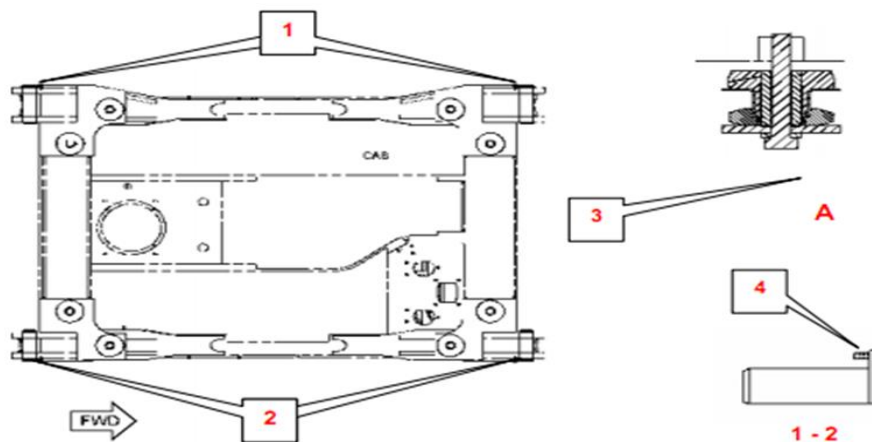


Figura 33. Instalación de cabina

Fuente: Manual de Field Assembly.

Arme el conjunto de montaje de cabina (A) para cada uno de los soportes (x 8). Seguidamente, instale los pasadores (1-2) y asegure estos pasadores con sus respectivos pernos (4), Apriete cada perno a un valor de 41 ± 7 lb pie. Instale los ocho pernos (3) y apriete a un valor de 590 ± 75 lb pie, aplicando trabas roscas loctite 271 a cada uno de los pernos.

5.2.3.3.9. Plataforma derecha

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

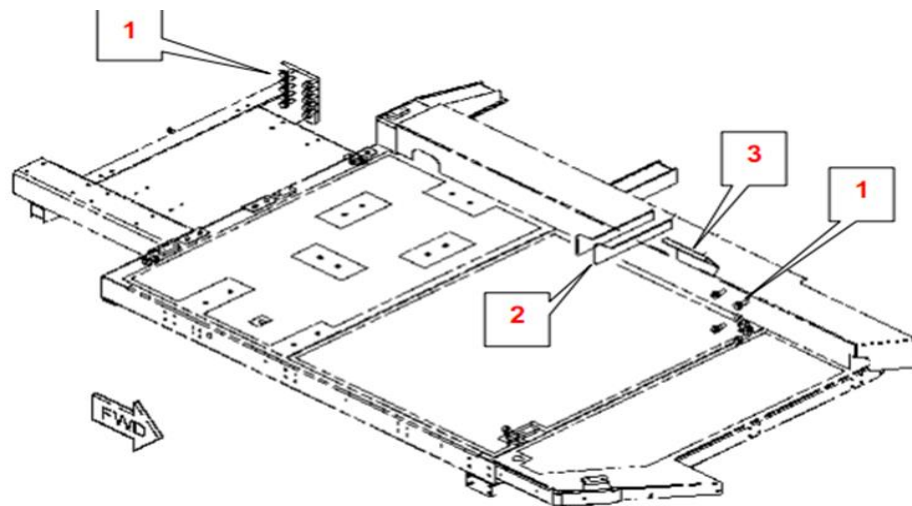


Figura 34. Plataforma derecha

Fuente: Manual de Field Assembly.

Instale el grupo de plataforma derecha, instale los pernos (1), apriete los pernos a un valor de 340 ± 44 lb pie. Seguidamente, se deben efectuar trabajos de soldadura instalando las planchas (2 – 3).

5.2.3.3.10. Tanque de combustible

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

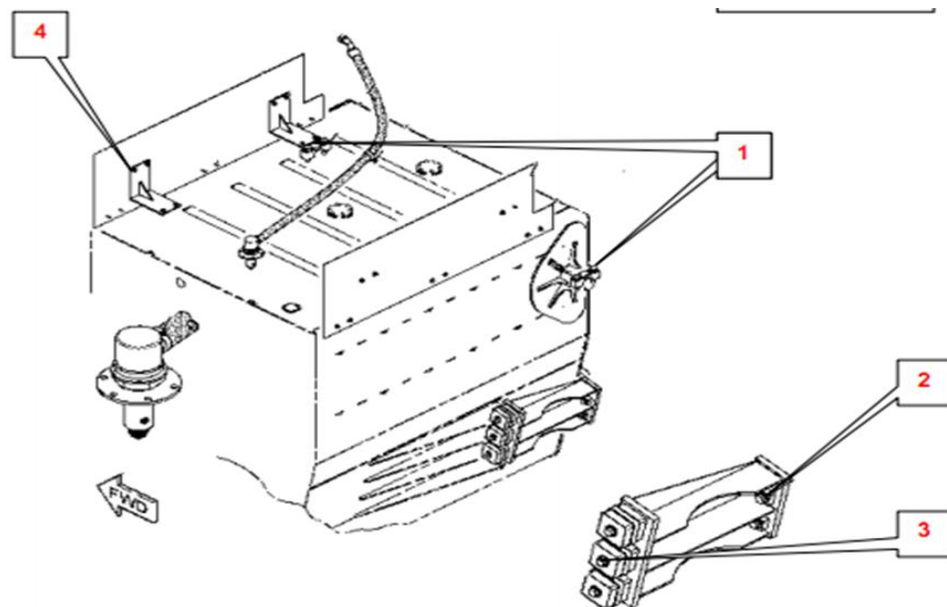


Figura 35. Tanque de combustible
Fuente: Manual de Field Assembly.

- Pernos cap (1): torque 590 ± 60 lb pie, torque final 590 lb pie.
- Pernos (2): torque 340 ± 44 lb pie, torque final 340 lb pie.
- Pernos (3): torque 340 ± 44 lb pie, torque final 340 lb pie.
- Pernos (4): torque 75 ± 15 lb pie, torque final 75 lb pie.

5.2.3.3.11. Reductor mando final

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

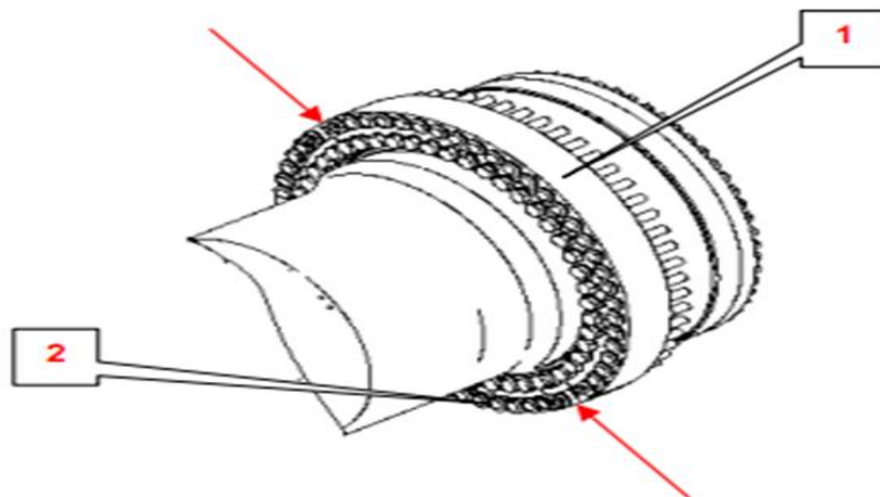


Figura 36. Reductor mando final
Fuente: Manual de Field Assembly.

- Instale los 48 pernos y las 48 arandelas. Utilice la herramienta adecuada para dar n par de apriete de 2290 ± 260 lb pie.
- Pernos (1) y (2): torque 2290 ± 260 lb pie, torque final 2290.

5.2.3.3.12. Líneas de frenos traseros

Este gráfico detalla la manera de realizar el torque de este componente.

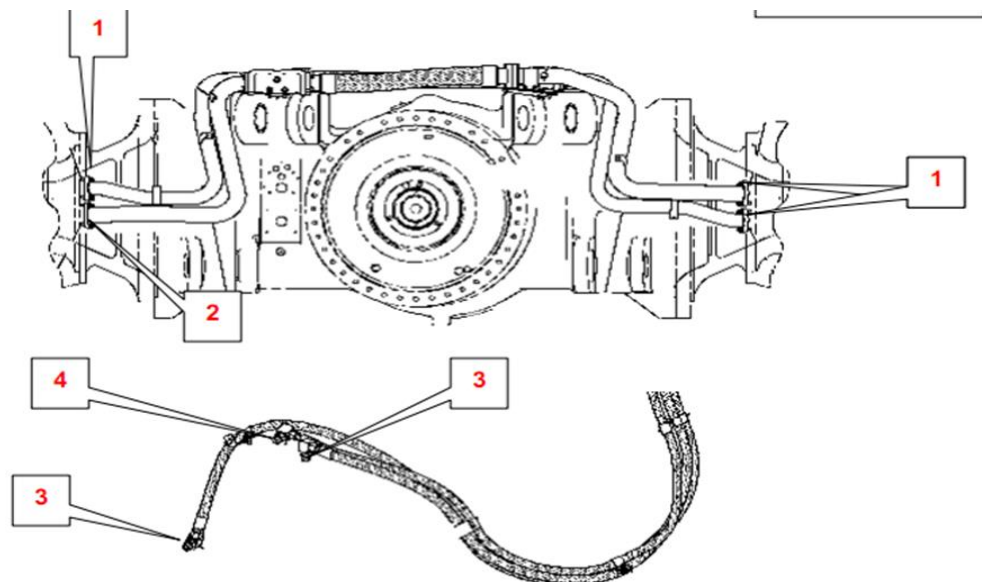


Figura 37. Líneas de frenos traseros

Fuente: Manual de Field Assembly.

Mida la distancia de los neumáticos delanteros en la posición A y la parte trasera posición B dejando la misma medida en ambas partes a continuación aplique la siguiente fórmula $A - B = 2$ pulgadas.

- Posición A: medida final 258,8 pulgadas.
- Posición B: medida final 257 pulgadas.

5.2.3.3.14. Sistema de admisión

Se tiene que aplicar silicona RTV de alta temperatura en la unión.

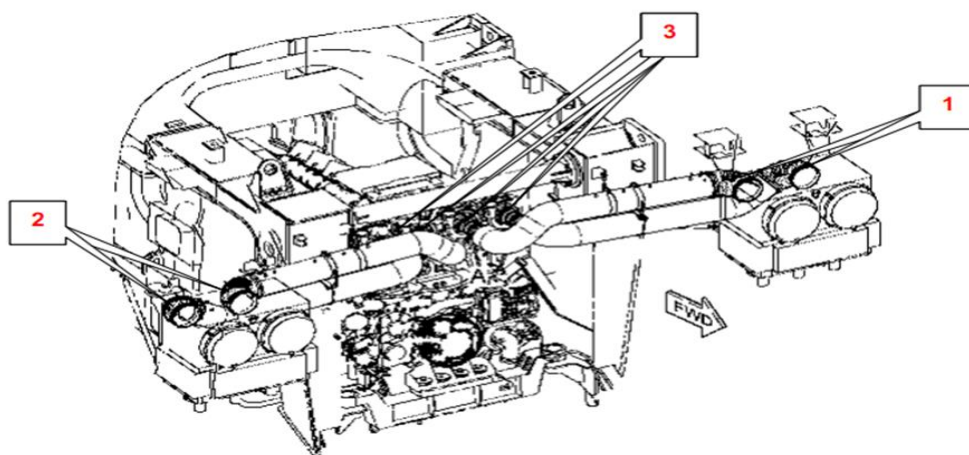


Figura 39. Sistema de admisión

Fuente: Manual de Field Assembly.

Aplicar silicona RTV alta temperatura en las uniones del sistema de admisión (1-2-3).

5.2.3.3.15. Carga de suspensión delantero

En la figura siguiente se tiene los valores de cómo queda cargado las suspensiones del equipo.

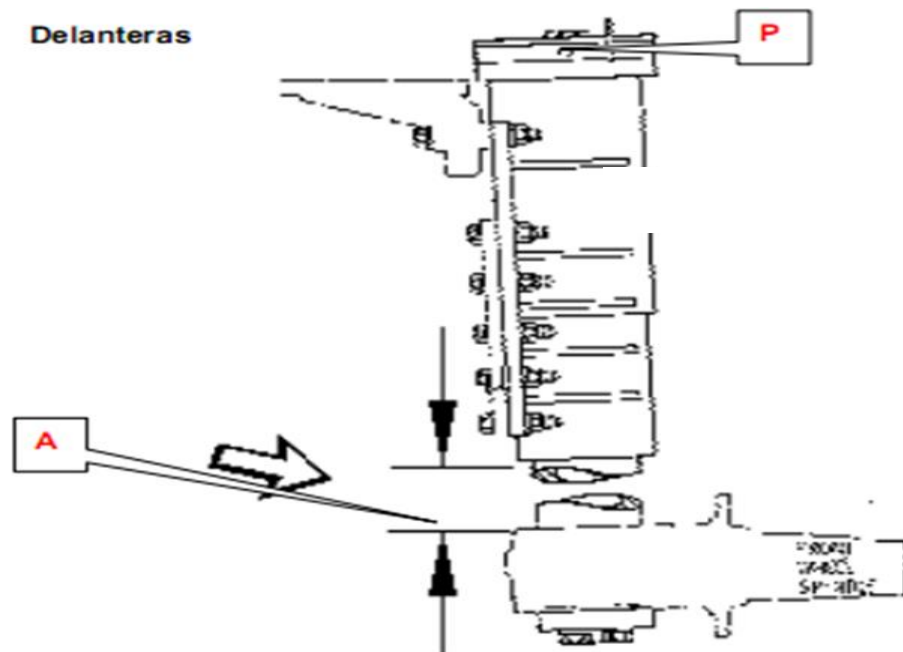


Figura 40. Carga de suspensión delantero

Fuente: Manual de Field Assembly.

Se realizó carga de suspensiones de acuerdo al procedimiento SEHS9411.
Quedando la presión con el vástago totalmente extendido, suspensión de 315 psi.

5.2.3.3.16. Carga de suspensión trasero

En la figura siguiente se tiene los valores de cómo queda cargado las suspensiones del equipo.

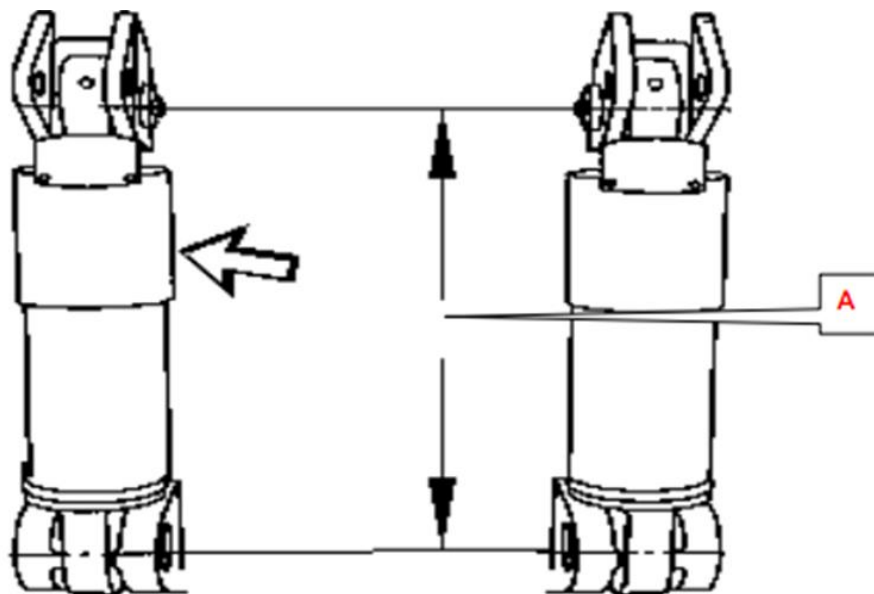


Figura 41. Carga de suspensión trasero
Fuente: Manual de Field Assembly.

Se realizó carga de suspensiones de acuerdo al procedimiento SEHS9411.
Quedando la presión con el vástago totalmente extendido, suspensión de 365 psi.

5.2.3.2.17. Lubricación

En la siguiente figura se detalla los puntos de lubricación del camión.

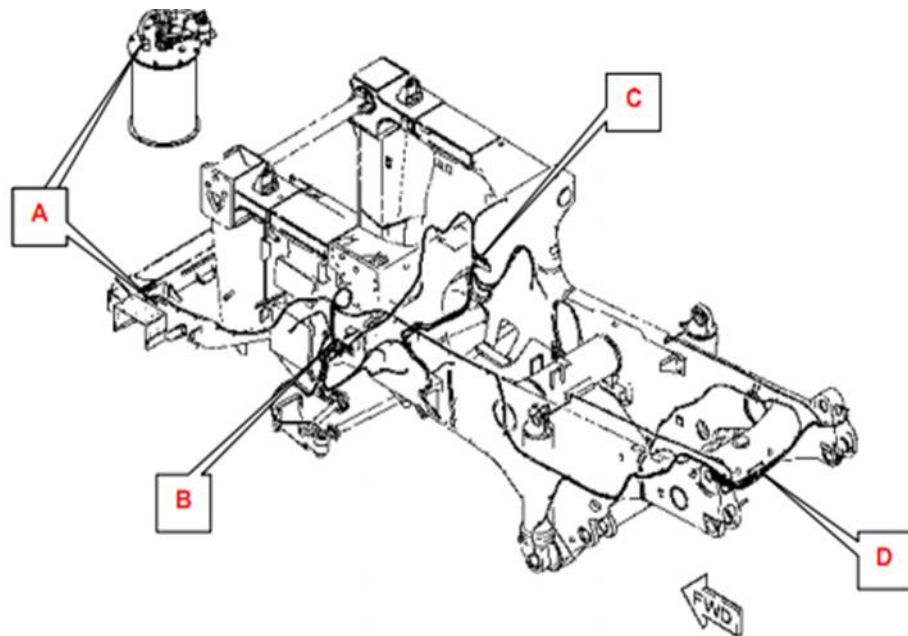


Figura 42. Puntos de lubricación

Fuente: Manual de Field Assembly.

Punto A: Abastecer depósito de grasa.

Punto B: Punto de engrase lado izquierdo.

- Suspensión delantera.
- Barra de dirección exterior.
- Cilindro de dirección exterior.
- Pivote dirección central.
- Barra direccional interior.
- Pivote dirección central.
- Cilindro de dirección central.

Punto C: Punto de engrase lado derecho

- Suspensión delantera.
- Barra de dirección exterior.
- Cilindro de dirección exterior.
- Pivote dirección central.
- Barra dirección interior.
- Pivote dirección central.
- Cilindro dirección central.

Punto D: Puntos de engrase parte trasera.

- Cilindro de levante superior izquierdo y derecho.
- Pivote cuerpo izquierdo.
- Cilindro de levante interior izquierdo y derecho.
- Pivote cuerpo derecho.



Figura 43. Foto armado de camión 797F

Fuente: Tomado en mina plataforma de armado SPCC.

5.2.4. Instalación de sistema contra incendios

- Realizar la instalación del sistema contra incendios, para luego hacer entrega al Supervisor Armados Minería, los siguientes registros:
 - Certificado de terminación de instalación
 - Registro técnico y pruebas de sistemas con PQS – LVS equipos móviles.

5.2.5. Armado de tolva

- Este proceso se puede dar antes del armado del equipo o paralelo al armado del equipo.
- Para iniciar con el armado de tolva, elaborar primero los AST y los permisos de trabajo, como se indica anteriormente.
- Luego de recibir el visto bueno del Supervisor SSOMA sobre el estado de los equipos y del operador, se da inicio al armado.

- Armar la tolva, de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento Genérico Armado.
- Luego del proceso de soldadura, realizar la inspección y las pruebas no destructivas mediante el instructivo de ensayo no destructivo – líquidos penetrantes, de acuerdo al “Procedimiento Genérico Armado”.
- Elaborar un Informe sobre los resultados obtenidos en el ensayo no destructivo, el cual se registra en el Informe Técnico Servicio Minería Armados.

5.2.6. Montaje de tolva en chasis

- Para iniciar con el montaje de tolva, elaborar los AST y permisos de trabajo críticos.
- Previa reunión de coordinación entre el Supervisor Armados Minería, Supervisor SSOMA, Rigger, Operador grúa y Técnicos, iniciar con el montaje de la tolva. Registrarlo en el formato Registro de Asistencia.
- El Montaje de la tolva se realiza de acuerdo al Manual Field Assembly y PETS.



Figura 44. Foto armado de tolva en camión 979F

Fuente: Tomado en mina plataforma de armado SPCC.

5.3. DOCUMENTOS, REGISTROS Y CONTROLES ASOCIADAS

- (AST) Análisis de Seguridad en el Trabajo.
- Verificación de componentes y accesorios.
- Informe técnico servicio minería armados.
- Reporte de avance diario.
- Permiso de trabajo en espacio confinado.
- Permiso de trabajo en caliente.

- Permiso de trabajo en altura.
- Registro de asistencia carta Gantt.
- Certificado de terminación de instalación.
- Registro técnico y pruebas de sistemas con PQS – LVS equipos móviles.
- Conformidad de instalación del sistema centralizado de lubricación /
Wiggings.
- Reporte de instalación de equipos.
- Listado de verificación de instalación.

CAPÍTULO VI

PRUEBA Y ENTREGA DE EQUIPO DEL CAMIÓN 797F

El objetivo de esta unidad trata de darles a conocer proceso de ejecución de las pruebas al equipo y entrega del mismo en condiciones óptimas de operación, en los plazos establecidos con el cliente.

6.1. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo de pruebas y entrega de equipo del camión CAT 797F se muestra en la siguiente figura.

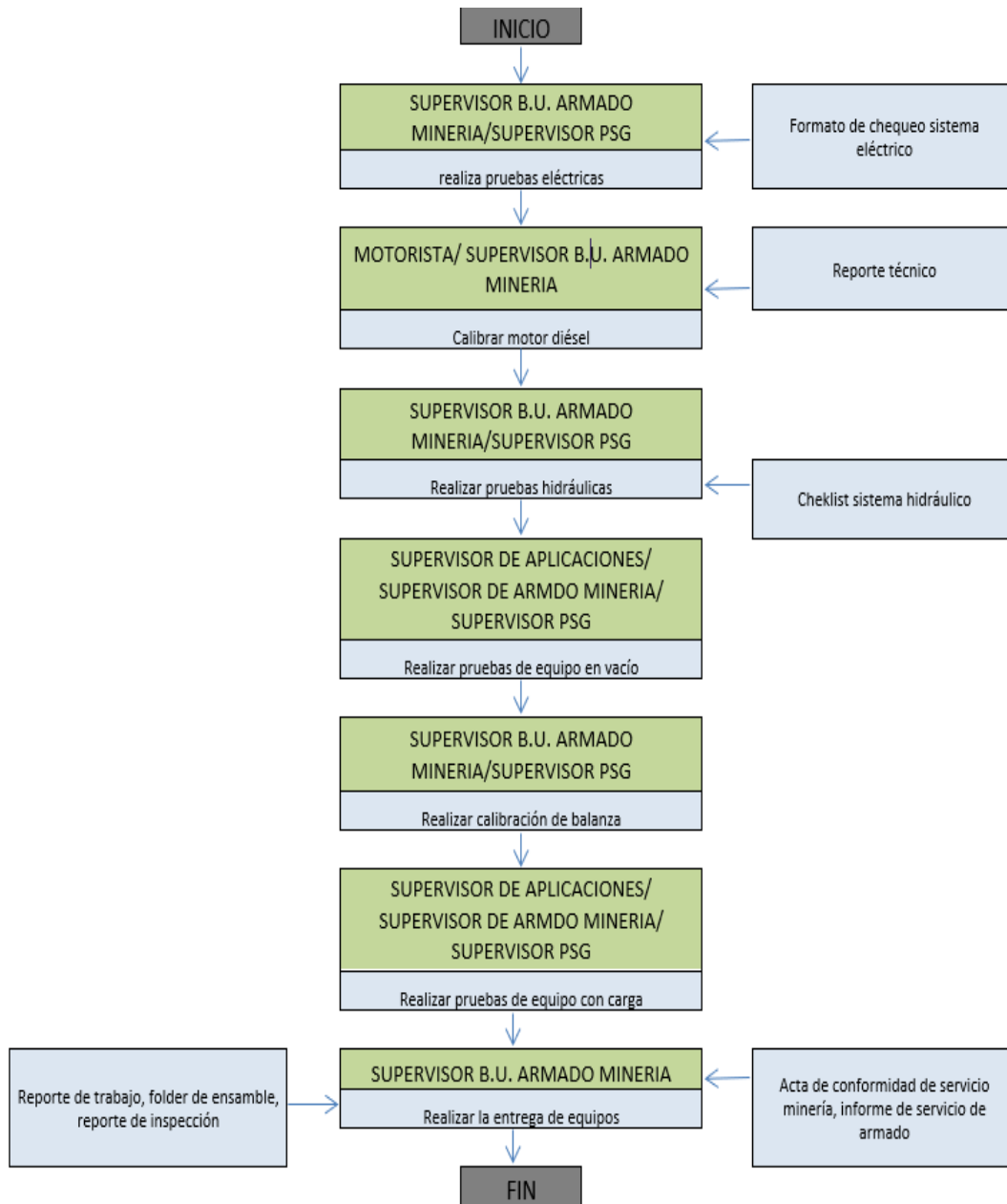


Figura 45. Diagrama de flujo del proceso de pruebas finales

Fuente: Elaboración propia.

6.2. DESARROLLO

6.2.1. Realización de pruebas eléctricas

- Una vez que el equipo esté armado, realizar las pruebas eléctricas, con el equipo des energizado. Usar “Formato de Chequeo Sistema Eléctrico”
- Con el equipo energizado, realizar las pruebas eléctricas, usar “Formato de Chequeo Sistema Eléctrico”, de acuerdo al equipo.

6.2.2. Realización de pruebas hidráulicas

- Realizar la limpieza del sistema hidráulico, según el “Protocolo de Flushing de Sistema Hidráulico” /PSM, de acuerdo al equipo.
- Con el equipo encendido realizar las pruebas hidráulicas, de acuerdo al Manual Field Assembly, Kit PMClinic y “Protocolo de inicialización del sistema de engrase automático” de acuerdo al equipo.
- Registrar resultados en el formato Checkout Sistema Hidráulico

6.2.3. Pruebas de equipo en vacío

Realizar la prueba con el equipo en vacío, hacer uso de las instalaciones en mina. En caso de no pasar las pruebas, regresar a plataforma de armado y levantar las observaciones respectivas.

6.2.4. Calibración de balanza

Realizar la prueba, mediante el monitor ADBAISOR y reportar al Supervisor de Armados Minería.

6.2.5.- Pruebas del equipo con carga

Realizar la prueba con el equipo con carga de 30 % (8 horas); 70 % (12 Horas) y 100 % (24 Horas) y hacer uso de las instalaciones en mina. En caso de no pasar las pruebas, regresar a plataforma de armado y levantar las observaciones respectivas.

6.2.6. Entrega de equipo

- Comunicar al cliente y realizar la entrega del equipo.
- Generar la siguiente documentación:
 - Acta de Conformidad de Servicio Minería
 - Delivery Report
 - Field Assembly Inspection Report
 - Informe técnico servicio minería armados
 - Certificado de terminación de instalación de sistema contra incendios.
 - Registro técnico y pruebas de sistemas con PQS-LVS equipos móviles (en caso aplique).
- Obtener copia del file firmado para entregar al cliente y a Soporte Servicios.
- Firmados por ambas partes, como conformidad de culminación del proceso de pruebas y entrega de equipo.

CAPÍTULO VII

SOPORTE TÉCNICO PARA EL CAMIÓN CATERPILLAR 797F

Se puede definir al soporte técnico que se realiza a los camiones Caterpillar 797F como el conjunto de actividades realizadas bajo ciertas normas técnicas que se realizan para garantizar el buen estado o las condiciones de seguridad en el funcionamiento del equipo.

Los cuales tiene como principales funciones:

- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo
- Administración de garantías de fábrica y propias.
- Administración de servicio (reparación de componentes)
- Venta de repuestos (almacén usufructo)
- Mantener la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Para lograr un buen soporte técnico se tiene las siguientes secuencias.

7.1. ORGANIZACIÓN PARA EL BUEN SOPORTE TÉCNICO DEL CAMIÓN

Para definir dicha organización se presenta un organigrama que cuenta la empresa para dar soporte a 31 camiones 797F.

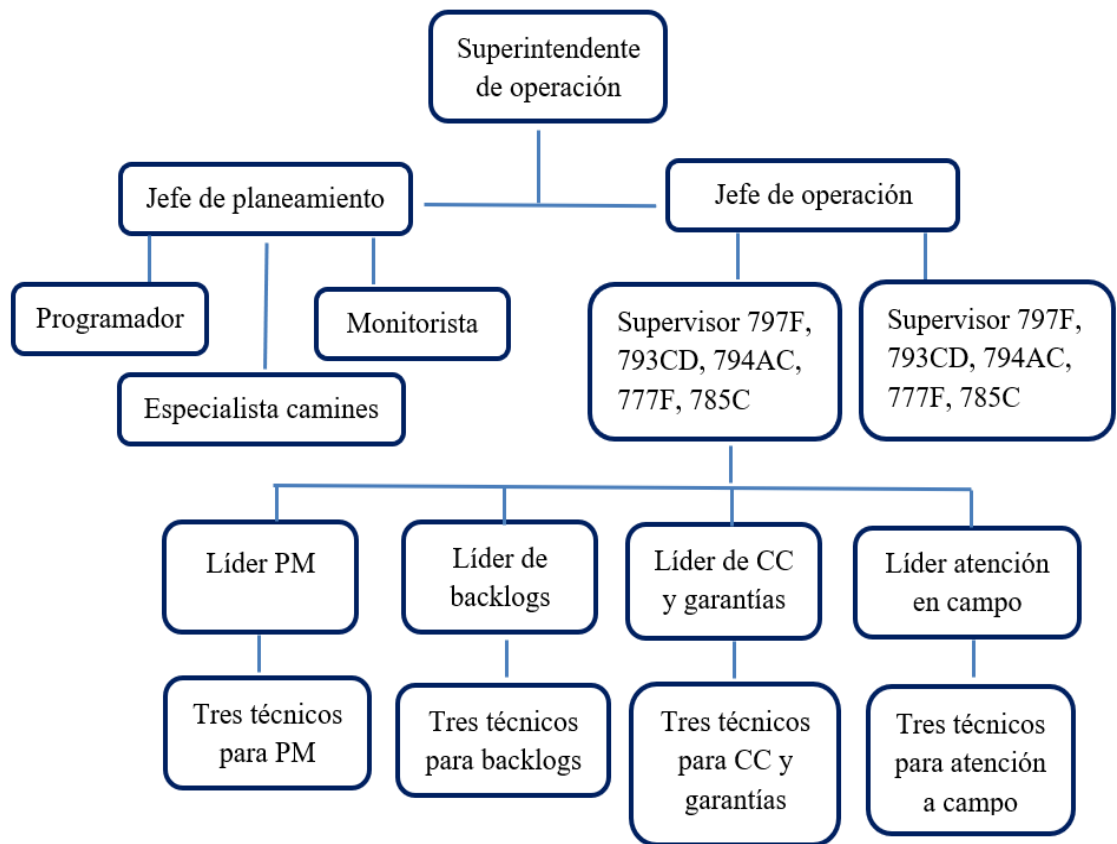


Figura 46. Organigrama mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

7.2. FUNCIONES DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO

7.2.1. Funciones de supervisor de mantenimiento 797F

Cumplir con todas las normas y procedimientos de seguridad relacionados a sus funciones, a los estándares de SPCC y Ferreyros.

1. Cumplir con los procedimientos de seguridad relacionados a la intervención de equipos en área de lavado, taller y campo (llenar IPERC, ATS, PETAR, bloqueo de equipos, colocar letrero de equipo inoperativo, demarcar área con conos y cinta). Ingresar a mina con radio informando a control mina.
2. Asegurar su asistencia en la charla de seguridad de inicio de guardia y en las charlas diarias de 5 minutos.
3. Reportar y asegurar que el personal a cargo realice reportes de actos y condiciones sub-estándar en el sistema.

4. Asegurar la buena imagen del personal a cargo (uniforme, chaleco, casco, botas, guantes, lentes, etc. limpios y en buenas condiciones).
5. Mantener limpias, ordenadas y libres de contaminación sus respectivas áreas de trabajo, zona de lavado y bahía de PM.
6. Asegurar un correcto relevo de trabajos en taller y campo con el supervisor de turno entrante.
7. Asegurar un correcto relevo de herramientas, reportar la pérdida o daño de herramientas, así como llevar el control periódico del inventario.
8. Asegurar que el personal que opere montacargas, grúa, camión de servicio y lubricador cuente con la autorización correspondiente vigente.
9. Revisar la carta Gantt un día antes del PM con el Analista de Planeamiento, Analista de Monitoreo, Especialista y Jefe de Contrato.
10. Revisar el plan diario de trabajo con el Analista de Planeamiento, Analista de Monitoreo, Especialista y Jefe de Contrato.
11. Asegurar que el file de PM contenga: carta Gantt (Planner), procedimientos CAT (Especialista), procedimientos de seguridad (Seguridad), formatos de evaluación (Especialista), OT de FSA/SPCC (Planner/Dispatch), partes

diarios (Supervisor), check list de lavado (Monitorista), check list de calidad (Monitorista), listado de backlogs generados (Planner), backlogs a ejecutar (Planner) y entregar al Dispatch al final del PM.

12. Distribuir, asignar y coordinar las tareas del programa diario de trabajo (mantenimientos preventivos, inspecciones, correctivos programados), así como las atenciones en campo no programadas.
13. Brindar asistencia técnica al personal a su cargo antes de iniciar, durante la ejecución y después de terminar los trabajos. Coordinar con el área técnica de planeamiento, de ser necesario.
14. Proveer al personal técnico los procedimientos de seguridad y del fabricante para la ejecución de todos los trabajos.
15. Asegurar y supervisar que todas las tareas se hagan con seguridad y calidad, de ser necesario solicitar el apoyo al especialista de camiones.
16. Asegurar la correcta ejecución de la carta Gantt, asegurando que el personal haya entendido claramente la tarea a realizar tanto PM como Backlogs.
17. Recoger los repuestos de almacén para PM y Backlogs, previa confirmación de llegada del Dispatch.

- 18.Coordinar con Logística la atención eficiente y oportuna de los requerimientos necesarios para la ejecución de las tareas asignadas al personal técnico, tanto en taller como en campo.
- 19.Coordinar con el cliente o Jefe de Operaciones el apoyo de facilidades para la ejecución de trabajos (grúas, montacargas, camión lubricador, camión de servicio, etc.).
- 20.Realizar las inspecciones en taller y campo junto al personal técnico de acuerdo a los formatos establecidos y definir si es un correctivo (Inmediato) o backlogs (Programado).
- 21.Asegurar la recopilación completa de datos (fotos, VIMS, ET, partes dañadas, evaluaciones, etc.) para que el Especialista de Flota elabore sus informes (Pre-AFA, cambio de componentes, garantías, service reports, etc.).
- 22.Revisar el correcto llenado del reporte de trabajo en el AMT, notificación y cierre de la OT en el SAP, entregar la información oportunamente al Programador-Despachador.
- 23.Entregar el file del mantenimiento una vez culminado el servicio, firmado y con toda la información solicitada en los formatos de evaluación.

24. Reportar al Analista de Monitoreo II cambios de rutas o en las condiciones de operación de la flota (sobrecarga de camiones, sobre-revoluciones, abusos de transmisión, daños en las vías, botaderos, zonas de carga, etc.) que van a alterar las condiciones de operación de la flota.
25. Proporcionar facilidades y recursos para el avance del Service-Pro de su personal, así como solicitar capacitación especializada.
26. Coordinar la asistencia, vacaciones, sobretiempos, permisos e inquietudes del personal bajo su cargo (Recurso Humano).
27. Elaborar informes de REDOS ocurridos en su guardia y difundirlos a todo el personal para evitar que se repitan.
28. Informar oportunamente al jefe inmediato sobre los equipos parados en taller y campo, así como los trabajos que se encuentran en proceso y/o demorados.
29. Mantener informado al Jefe de Operación acerca de todos los trabajos importantes que deben ser informados a ese nivel, así como las necesidades y requerimientos para mejora de los procesos.

7.2.2. Función personal técnico mecánico 797F

Cumplir con todas las normas y procedimientos de seguridad relacionados a sus funciones, a los estándares de SPCC y Ferreyros.

1. Cumplir con los procedimientos de seguridad relacionados a la intervención de equipos en campo y taller (llenar IPERC, ATS, PETAR, bloqueo de equipos, colocar letrero de equipo inoperativo, demarcar área con conos y cinta). Ingresar a mina con radio informando a control mina.
2. Asegurar una buena imagen (uniforme, chaleco, casco, botas, guantes, lentes, etc. limpios y en buenas condiciones).
3. Asegurar su asistencia a la charla de seguridad de inicio de guardia y en las charlas diarias de 5 minutos.
4. Realizar reportes de actos y condiciones sub-estándar en el sistema.
5. Mantener limpias y libres de contaminación sus respectivas áreas de trabajo.

6. Ejecutar las tareas encomendadas por el supervisor directo de acuerdo al plan de trabajo diario ya sean en el mantenimiento preventivo, backlogs, correctivos programados o correctivos no programados, las mismas que deberán ser realizadas con eficiencia y efectividad, con el fin de cumplir los tiempos establecidos dentro de la carta Gantt del PM.
7. Asegurar un correcto relevo de trabajos de taller y campo.
8. Asegurar un correcto relevo de herramientas, reportar pérdidas o daños.
9. Operar montacargas, grúa, camión de servicio, lubricador y camionetas solo si cuentan con la certificación y autorización correspondiente vigente por SPCC y Ferreyros.
10. Asegurar la recopilación completa y correcta de datos (fotos, VIMS, ET, partes dañadas, evaluaciones, etc.) para que el Especialista de Flota elabore sus informes (pre-AFA, cambio de componentes, garantías, service reports, etc.).
11. Asegurarse que en todos los trabajos siempre estén mínimo 02 técnicos por equipo. Está prohibido trabajar solo en un equipo por seguridad.

- 12.Solicitar al Supervisor los procedimientos de seguridad y del fabricante para la ejecución de todos los trabajos en campo y taller. Si tiene dudas o no es seguro hay que paralizar los trabajos hasta levantar las observaciones junto con el Supervisor de Seguridad y Supervisor de taller o campo.
- 13.Asegurar el correcto llenado de Reporte de Trabajo en el AMT (Feedback) con los debidos sustentos fotográficos como evaluaciones, entregarlos oportunamente a su Supervisor inmediato.
- 14.Reportar al Supervisor los cambios de rutas o en las condiciones de operación de la flota (sobre-carga de camiones, sobre-revoluciones, abusos de transmisión, daños en las vías, botaderos, zonas de carga, etc.) que van a alterar las condiciones de operación de la flota.
- 15.Cuidado y uso apropiado de camionetas, manuales, computadoras y equipos de soporte, equipos de evaluación, radios, etc. reportar de inmediato al Supervisor por pérdidas o daños.
- 16.Mantener las unidades móviles limpias y en buenas condiciones (camionetas, grúa, montacargas, camiones de servicio, camión lubricador), reportar averías.
- 17.Asegurar la recopilación correcta y completa de datos para la generación de backlogs (fotos, esquemas, números de parte, herramientas, etc.)

7.2.3. Funciones de especialista de camiones

1. Coordinar con planeamiento y mantenimiento la implementación y administración de mejoras como BITs, TIBUs, service letters, entre otros.
2. Realizar los reportes de los pre análisis de falla que generen en la operación, así como asesorar, revisar, visar los reportes de análisis de fallas generados en los talleres para el manejo racional y eficiente a los procesos de reclamo de garantía, re-dos.
3. Controlar, actualizar y participar en la solución de problemas técnicos y su respectivo seguimiento.

7.2.4. Funciones de planeamiento

1. Mantener informado al cliente sobre el estado de reparaciones y la fecha de término.
2. Establecer el cronograma de trabajo para el taller y definir las prioridades.
3. Solicitar la entrega de materiales en la bahía de trabajo.

4. Coordinar y realizar seguimiento a la atención de repuestos de acuerdo a los requerimientos de taller.
5. Reportar a su jefatura la implementación o definición en la recuperación de sus componentes.
6. Elaborar los repuestos mensuales de cumplimiento de tiempo de reconstrucción de taller.
7. Coordinar con el área de mantenimiento la ejecución de programa de mantención de las herramientas, equipos y máquina de taller.
8. Absorber consultas internas respecto al avance de la recuperación y fecha de término de la recuperación.
9. Coordinar con la supervisión y la jefatura de taller, los trabajos de sobretiempo.
10. Ayudar a la supervisión informándole sobre el avance del tiempo establecido para la ejecución de las tareas.

7.2.5. Funciones del personal de monitoreo de condiciones

1. Administrar las descargas de los ECM de los equipos como: VIMS, ET, entre otros sistemas.
2. Gestionar el análisis de fluidos y enviar las muestras a los laboratorios asignados.
3. Examinar las muestras de flujos, tapones, rejillas, y enviar la alerta en caso sea necesario.
4. Analizar las pruebas de rendimiento y evaluación realizadas en los equipos; y enviar la alerta en caso sea necesario.
5. Entrenar a los inspectores y/o mecánicos asignados a los equipos en temas de inspecciones visuales, y crear backlogs en base a lo encontrado.
6. Realizar la evaluación de condiciones de vías (FGO)
7. Elaborar reportes de estado de flotas en conjunto con el monetarista de condiciones del área central.
8. Actualizar los datos de cambio de aceites en el sistema de modo tal que permita el seguimiento de las horas de los aceites en máquinas.

7.3. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO

Está enfocada a la necesidad de establecer planes de mantenimiento, donde se prevé la ejecución de acciones de mantenimiento para evitar la falla de los equipos garantizando la mayor disponibilidad de los equipos de manera de prevenir las fallas que impiden lograr estos objetivos. En tal sentido, el personal que realiza la gestión de mantener estos activos, está familiarizado con el término falla y conoce los tipos o modalidades que pudieran presentarse en los equipos bajo su responsabilidad.

Para una exitosa gestión es importante aplicar análisis estadísticos que permitan diagnosticar mediante una secuencia lógica las causas involucradas en una falla. Este análisis y su posterior utilización permiten llevar un control sobre las fallas que se producen en los equipos, así como sus causas, logrando atacar prioritariamente aquellos problemas más significativos y que afectan en mayor grado la efectividad de los equipos a través de una programación y planificación oportuna teniendo como parámetros de análisis estos ítem.

- Disponibilidad física y contractual.
- Paradas programadas vs no programadas.
- Paradas por ocurrencia y duración.
- Paradas principales.
- Programa mensual.
- Seguimiento de componentes mayores y menores en la operación.
- Seguimiento de reparación de componentes mayores.

En este trabajo se presentará los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se tienen a esta máquina.

7.3.1. Programa de mantenimiento preventivo

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo se define como una lista completa de actividades para asegurar el correcto funcionamiento del camión minero.

El mantenimiento preventivo se realiza con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre el diseño y un programa con frecuencia hora/máquina, para realizar cambios de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes con la cual se evitará fallas.

Teniendo como parámetro el manual de operación y mantenimiento del equipo se creó un programa de mantenimiento y un listado de partes que es enviado a logística para que nos provea los estos repuestos e insumos necesarios en cada mantenimiento semanalmente, se lanza un preliminar que es confirmado por el supervisor.

Para dar conformidad al programa de mantenimiento, se toma como consideración que el camión trabaja 20 horas diarias.



Figura 47. Foto mantenimiento preventivo de camión 797F

Fuente: Tomado en mina, taller de mantenimiento de armado SPCC.

7.3.1.1. Secuencias de mantenimiento preventivo

El soporte Toquepala realiza los mantenimientos preventivos en 6 intervalos (PM1, PM2, PM3, PM4, PM5 y PM6) de acuerdo a las horas del equipo como sigue:

A partir de las 50 horas: para garantizar un buen funcionamiento en el equipo se cambia el total de los filtros de la máquina ya que por temas de asentamiento de máquina nueva tiene un desgaste mayor.

- Filtro de aceite de enfriador de frenos.
- Filtro de aceite del sistema de control de frenos.
- Filtro de aceite de mando final y de diferencial.
- Filtro de aceite del mando del ventilador.
- Filtro de aceite del sistema hidráulico.
- Filtro de drenaje de la caja de la bomba de la dirección.
- Filtro de aceite del convertidor de par.
- Filtro de aceite de transmisión.
- Se cambió también aceite de Mortor 15W40.

Cada 10 horas de servicio o cada día: Drenar sedimentos del tanque de aire.

- Probar alarma de retroceso.
- Probar el sistema de frenos.
- Revisar el nivel de refrigerante.
- Revisar el nivel del diferencial y mando final.
- Revisar el nivel de aceite motor.
- Revisar el nivel de aceite de ruedas delanteras.

- Revisar el nivel del sistema hidráulico.
- Revisar cinturón de seguridad.
- Revisar acumulador de dirección.
- Medir distancia de suspensiones.
- Revisar fugas por el cilindro de dirección.
- Nivel de aceite de suministro de convertidor de par.

Cada 333 horas de servicio de mantenimiento preventivo (PM1):

- Se retirará tapones magnéticos de las ruedas.
- Se revisará las presiones de los neumáticos.
- Se cambiará los siguientes filtros y aceites.

Tabla 13*Mantenimiento preventivo PM1*

Filtros y respiraderos	Cantidad	UOM	N.° Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios.	1	EA	419-9172
Filtro actuación de frenos	1	EA	293-3645
Filtro drenaje caja dirección	2	EA	293-3646
Filtro aceite dirección y fan	1	EA	340-0406
Filtro de enfriamiento frenos lh y rh	2	EA	340-0402
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero t/c - xmsn - dirección - levante y frenos	3	EA	4T-6788
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello respiradero de motor	4	EA	4395502
Sello de tapón de drenaje de Carter posterior	1	EA	2154639
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite hidráulico 488,7 gl (sae 10w)	488,7	GAL	515072
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Cada 666 horas de servicio PM2:

- Comprobar la carga de acumulador de frenos.
- Inspeccionar el cable de retención de tolva.
- Comprobar altura de suspensión y/o fugas.
- Limpiar rejillas de salida del sumidero del convertidor de par.
- Se cambiará los siguientes filtros y aceites.

Tabla 14

Mantenimiento de servicios PM2

Filtros y respiraderos	Cantidad	UOM	N.º Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios	4	EA	419-9172
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello de tapón de drenaje de carter posterior	1	EA	2154639
Filtros de exterior de cabina	1	EA	231-0167
Filtro aceite diferencial	1	EA	328-3655
Filtros de aire secundarios nuevos	4	EA	277-7838
Respiradero de ruedas delanteras	2	EA	9C-4937
Respiradero de diferencial	1	EA	9T-1119
Filtros de aceite convertidor	1	EA	4247616
Sello de screen de retorno de mando de bombas	1	EA	2385084
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178
Aceite convertidor & transmisión 166,2 gl (sae 30w)	166,2	GAL	408070

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Cada 1000 horas de servicio PM3:

- Limpiar rejillas del colector de aceite de motor.
- Inspeccionar tolva.

- Limpiar rejilla de retorno de mando de bomba.
- Lubricar suspensión del asiento.
- Prueba de los frenos de servicio.
- Inspeccionar varilla de dirección.
- Se cambia los siguientes filtros y aceites.

Tabla 15

Mantenimiento de servicio PM3

Filtros y respiradores	Cantidad	UOM	N.º Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios	1	EA	419-9172
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero t/c - xmsn - dirección - levante y frenos	3	EA	4T-6788
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello de tapón de drenaje de cárter posterior	1	EA	2154639
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Cada 1333 horas de servicio PM4:

- Se retirará tapones magnéticos de las ruedas.
- Se revisará las presiones de los neumáticos.

- Se cambiará los siguientes filtros y aceites.

Tabla 16

Mantenimiento de servicio PM4

Filtros y respiraderos	Cantidad	UOM	N.º Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios	1	EA	419-9172
Filtro actuación de frenos	1	EA	293-3645
Filtro drenaje caja dirección	2	EA	293-3646
Filtro aceite dirección y fan	1	EA	340-0406
Filtro de enfriamiento frenos lh y rh	2	EA	340-0402
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello respiradero de motor	4	EA	4395502
Sello de tapón de drenaje de cárter posterior	1	EA	2154639
Filtros de exterior de cabina	1	EA	231-0167
Filtro aceite diferencial	1	EA	328-3655
Filtro aceite mando final	1	EA	328-3655
Filtros de aire secundarios nuevos.	4	EA	277-7838
Respiradero de ruedas delanteras	2	EA	9C-4937
Respiradero de diferencial	1	EA	9T-1119
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178
Aceite dirección & fan 95 glns (sae 30)	95,1	GAL	408070

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Cada 1666 horas de servicio PM5:

- Comprobar la carga de acumulador de frenos.
- Inspeccionar el cable de retención de tolva.
- Comprobar altura de suspensión y/o fugas.

- Limpiar rejillas de salida del sumidero del convertidor de par.
- Se cambiará los siguientes filtros y aceites.

Tabla 17

Mantenimiento de servicio PM5

Filtros y respiradores	Cantidad	UOM	N.º Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios	4	EA	419-9172
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero t/c - xmsn - dirección - levante y frenos	3	EA	4T-6788
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello respiradero de motor	4	EA	4395502
Sello de tapón de drenaje de cárter posterior	1	EA	2154639
Filtros de aceite convertidor	1	EA	4247616
Filtros de aceite transmisión	2	EA	4178416
Sello de screen de retorno de mando de bombas	1	EA	2385084
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178
Aceite convertidor & transmisión 166,2 gl (sae 30w)	166,2	GAL	408070

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

Cada 2000 horas de servicio PM6:

- Presurizar el sistema de admisión de aire para verificar fugas.
- Limpiar rejillas del colector de aceite de motor y mando de bomba.
- Lubricar suspensión del asiento y prueba de los frenos de servicio.

- Inspeccionar varilla de dirección.

Tabla 18

Mantenimiento de servicio PM6

Filtros y respiraderos	Cantidad	UOM	N.º Parte
Filtros de combustible primario	3	EA	4385385
Filtros de combustible secundario	4	EA	4227587
Filtros aceite motor	2	EA	521-6093
Filtros de aire primarios	1	EA	419-9172
Respiradero de tanque combustible	1	EA	1R-0755
Respiradero de motor	4	EA	3883276
Sello respiradero de motor	4	EA	4395502
Sello de tapón de drenaje de cárter posterior	1	EA	2154639
Filtros de exterior de cabina	1	EA	231-0167
Filtro aceite diferencial	1	EA	328-3655
Filtro aceite mando final	1	EA	328-3655
Filtros de aire secundarios nuevos	4	EA	277-7838
Respiradero de ruedas delanteras	2	EA	9C-4937
Respiradero de diferencial	1	EA	9T-1119
Secador de aire	2	EA	1900760
Aceite motor 110,2 gl (15w40)	110,2	GAL	421180
Aceite ruedas delanteras 32 gl (sae 60)	32	GAL	357178
Aceite mandos 407,6 (sae 60)	407,6	GAL	357178

Fuente: Manual de operación y mantenimiento.

7.3.2. Programa de mantenimiento correctivo

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipos.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.

En nuestro soporte técnico lo dividimos en dos partes: mantenimiento correctivo planificado y mantenimiento correctivo no planificado.

7.3.2.1. Mantenimiento correctivo no planificado

Es el mantenimiento correctivo de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos.

Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo siga funcionando normalmente sin generar perjuicios; o, se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo (en caso que involucre la seguridad, o por peligro de contaminación, o por la aplicación de normas, etc.)

El mantenimiento correctivo resulta aplicable en:

- Sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en aquellos donde no es posible prever fallas, y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.
- Equipos en funcionamiento que tiene cierta antigüedad. En estos casos puede suceder que la falla se presente en forma imprevista, y por lo general en el momento menos oportuno, debido justamente a que el equipo es exigido por necesidad y se le requiere funcionando a pleno.

Un inconveniente en este tipo de mantenimiento es que debe preverse un capital inmovilizado y disponible para las piezas y elementos de repuesto, visto que la adquisición de los mismos puede no ser resuelta con rapidez, y requiere de una gestión de compra y entrega que no coincide con los tiempos reales para poner en marcha nuevamente los camiones mineros en el más corto tiempo posible, con el agravante que puedan ser piezas que solo estén en fabrica (EEUU).

Para efectuar el mantenimiento correctivo se designa al personal calificado que atiendan en tajo mina (zona de acarreo de camiones) para resolver el problema de inmediato y con la mayor solvencia profesional.

7.3.2.2. Mantenimiento correctivo planificado

El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la

reparación, ya se dispone de los repuestos, de los documentos necesarios y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.

Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento. Suele hacerse en los momentos de menor actividad, horas en contra turno, períodos de baja demanda, durante la noche.

CONCLUSIONES

1. La estandarización cumplida en los procesos de manera rigurosa y además de unos programas detallados de control durante la ejecución de la actividad garantiza resultados óptimos en la aplicación y por lo tanto, hace económicamente viable cualquier de estos procesos.
2. Su consciente cumplimiento de estos procesos ahorra tiempo y dinero a la empresa y contribuye a asegurar la calidad de la mantenibilidad del camión minero.
3. Las empresas Ferreyros dealer del camión minero CAT 797F desarrolla programas de entrenamiento en el Perú y esto acompañado de la experiencia en mina, se puede planificar, proponer y ejecutar soluciones integrales en mantenimiento al equipo.
4. Este proceso que se define en el trabajo informe ha operado de manera satisfactoria en la operación Toquepala. Esto significa que es un proceso confiable garantizando una disponibilidad eficaz.
5. Una buena gestión en planificación y mantenimiento no sólo se basa en el recambio de piezas, sino en la prevención de daños en base a la capacitación constante del personal operario.

RECOMENDACIONES

1. Según la experiencia profesional del que suscribe, se recomienda aplicar este modelo a cualquier máquina de gran minería.
2. La trascendencia en conocer equipos de grandes dimensiones en minería es innegable, pero una buena gestión de mantenimiento requiere de muchos actores: ingenieros, supervisores, técnicos, los cuales, el programa de entrenamiento que tiene Ferreyros soporta muy bien al personal involucrado en estos procesos.
3. El mantenimiento de calidad es sin duda uno de los procesos que facilita la buena disponibilidad del equipo. El mercado requiere más ingenieros con conocimiento profundo en la materia.
4. Existe diversidad de software de mantenimiento, pero es responsabilidad del supervisor tener un conocimiento amplio en estos procesos.
5. Es recomendable que las personas que se interesen en la gran minería tengan conocimiento de estos procesos para su mejora continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Garcia Garrido Santiago. (2 011), “*Operación y mantenimiento de centrales de Ciclo Combinado*”, Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid.
- Gransch Sanjinez Ernesto; (2 010). “*Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*”. Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid – España
- Klimasauskas Ruben Eduardo. (2 013), “*Mantenimiento en Minería, Primera Parte*”, Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/mineria.pdf>.
- *Manual Field Assembly Camion 797F*, caterpillar
- *Operation & Maintenance Manual Camion 797F*, Caterpillar.
- Rey F. S. ; (2 001). “*Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa*”. Edición Fundación Confetemetall Madrid - España.
- *Shop Manual Camion 797F*, Caterpillar
- *Sistema de soporte para distribuidores y clientes (CSS)*