

INFORME FINAL PRÁCTICA EMPRESARIAL CARBONES DEL CERREJON LIMITED

OSCAR OMAR CALDERON FUENTES

Firma del estudiante_____

SUPERVISOR DE LA EMPRESA

ING. FREDYS RAFAEL ELJACHS

Vo/Bo. Supervisor_____

SUPERVISOR DE LA EMPRESA

ING. EDUARD MAURICIO ROMERO GARCIA

Vo/Bo. Supervisor_____

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA

BUCARAMANGA

JULIO DE 2014

**INFORME FINAL PRÁCTICA EMPRESARIAL CARBONES DEL CERREJON
LIMITED**

OSCAR OMAR CALDERON FUENTES

Dirigido a: MIGUEL ANGEL REYES

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA

BUCARAMANGA

JULIO DE 2014

TABLA DE CONTENIDO	pág.
1. GLOSARIO	8
2. INTRODUCCIÓN	10
3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	12
3.1 Generalidades	12
3.1.1 Nombre de la empresa	12
3.1.2 Actividad Económica	12
3.1.3 Dirección	12
3.1.4 Teléfonos	12
3.1.5 Reseña Histórica	12
3.2 Información acerca de la empresa	16
3.3 Descripción del área de desempeño en la compañía	17
3.3.1 Área de trabajo Equipo liviano	18
3.3.2 Área de trabajo Equipo Soporte	20
3.3.3 Área de trabajo Proyecto Compite	21
4. OBJETIVOS	23
5. PLAN INICIAL DE TRABAJO	24
6. MARCO TEORICO	25
6.1 Mecánicos Asociados S.A.S	25
6.2 Wrench Time	25
6.2.1 ¿Cómo se lleva a cabo un estudio de muestreo de Wrench Time?	26
6.2.2 ¿Qué sucede si mejoramos el Wrench time?	26
6.3 Lavadero de equipo liviano y proceso de recirculación de agua	27
6.4 Diseño del nuevo equipo de registro geofísico de las camionetas	28
6.4.1 Estructura del sistema de registro geofísico actual	28
6.4.2 Diseño Propuesto	29

7. DESCRIPCION DE RESPONSABILIDADES Y TAREAS ASIGNADAS	
INICIALMENTE.	31
7.1 Semana de inducción	31
7.2 Construcción de la estructura para el equipo de registro geofísico para el Departamento Técnico.	32
7.2.1 Rediseño de las piezas.	33
7.2.2 Calculo de parámetros operacionales	33
7.3 Supervisión y mejoras del proceso de recirculación de agua del lavadero de equipo liviano.	33
7.3.1 Problemas corregidos.	35
7.3.2 Problemas por corregir.	36
7.4 Desarrollo del proyecto wrench time en los talleres de equipo liviano y equipo de soporte.	38
7.4.1 Wrench time en los talleres de equipo liviano y mediano	38
7.4.2 Wrench time en los talleres de equipo soporte.	40
7.5 Actividades no realizadas que estaban contempladas en el plan inicial de trabajo	46
8. ACTIVIDADES REALIZADAS NO CONTEMPLADAS EN EL PLAN INICIAL	47
8.1 Acompañamiento en la entrega de alternadores reparados, motores de arranque y trasmisiones de las camionetas Mazda, Ford duty y camiones Kodiak, International y kenworth	49
8.2 Inventario de un stock de componentes y repuestos para organizar área, ubicar en zona de excedentes lo innecesario y preparar zona para auditoria.	50
8.3 Supervisión del proceso de certificación de las grúas de la superintendencia de equipo liviano.	51
8.4 Mejora de los instructivos de mantenimiento preventivo para las grúas 150 toneladas del taller de equipo soporte	54

8.5 Estandarizar las medidas y planos de las grapas para muelles de suspensión de varias flotas de camiones y camabajas	55
8.6 Acompañamiento de Informes de estado y fallas mecánicas de equipos accidentados.	57
8.7 Inventario y reubicación de repuestos de la bodega de cargo directo que no deberían existir.	57
8.8 Asistencia a un curso rápido del motor 2.5 Diésel utilizado en las nuevas MAZDA BT-50 utilizadas en la Empresa.	58
8.9 Acompañamiento en el diagnostico e informe para el arreglo del sistema de frenos de la camabaja del equipo 90-133	59
9. APORTES AL CONOCIMIENTO	64
10. CONCLUSIONES	67
11. ANEXOS	79
12. REFERENCIAS	82

1. GLOSARIO

MANTENIMIENTO: Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.¹ Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

EQUIPO MEDIANO Y LIVIANO: Designación común dentro de la compañía haciendo referencia a su tamaño o capacidad de carga dentro de la operación, siendo los equipos pesados los camiones de 120, 240, 320 toneladas con los que se transporta el carbón a las pilas de recolección y los equipos livianos las pequeñas camionetas.

PRÁCTICA EMPRESARIAL: Periodo de trabajo de profesionales en formación que en su mayoría han terminado su periodo académico y realizan esta labor en busca de experiencia en su campo de acción.

VALVULA R-12: Una válvula que se usa en vehículos de chasis largo, instalada generalmente cerca de las cámaras, función es evitar la caída de presión de aire entre la bomba y las cámaras de freno.

VALVULA RE-6 & RE-6NC: Valvula diseñada para controlar el aire de servicio y estacionamiento (emergencia) en dollies que no cuentan con freno de resorte (T30/30) funciona como una válvula de relevo normal por los frenos de servicio a la vez que releva envía aire cuando se aplica el freno de estacionamiento/emergencia

WRENCH TIME: el concepto traduce “tiempo de llave en mano” pero es en general el proyecto implementado por un departamento de cerrejón para mejorar productividad en los procesos de mantenimiento.

CARGO DIRECTO: Concepto manejado en Cerrejon que hace referencia al stock de repuestos y componentes de rápida utilización y que se piden directamente para ser usados.

MASA: Mecanicos Asociado S.A.S es la empresa contratista que se encarga de realizarle el mantenimiento a los equipos mediano y livianos de Cerrejón

BLASTIGMAR: empresa contratista que se encarga del mantenimiento e instalaciones varias.

GENERAL ABSTRACT OF WORK GRADE

TITLE: FINAL REPORT "INTERNSHIP IN COALS OF CERREJON LIMITED"
ALBANIA-GUAJIRA. UNIVERSITY PONTIFICIA BOLIVARIANA SECTIONAL
BUCARAMANGA 13 JANUARY 2014 TO 14 JULY 2014.

AUTHOR: OSCAR OMAR CALDERON FUENTES.

FACULTY: SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING.

DIRECTOR: MIGUEL ANGEL REYES.

ABSTRACT

Degree project in the form of business practice done in the company of carbones del Cerrejon limited in the period from 13 January to 14 July of 2014. Cerrejon is a miner complex and integrated transportation in La Guajira, comprising an open pit mine which produces 32 million tons of thermal carbón every year. For its operation n the company employ 10,000 people in different departments, one of them is the Service Department at operations and is where I've been working. In the work plan proposed initially I was in charge of the control and maintenance of a system of re-circulation of water for laundry of medium and light equipment of the company, lead implementing of an operational productivity in two areas project spec graphics, improve aspects t instructions for preventive maintenance of the gr technicians as of 150 tonnes of the area support, teamsupport my boss in the plans and designs you necessary for manufacturing of pieces that were emerging over time in operation n and not been keep in minery and help standardize these parts also. Development of practice in the company to leave pleasant experiences and good knowledge which are not obtained from the development you rich career and has given me the possibility to consolidate and implement much of learned throughout it. the experience of teamwork in pursuit of specific objectives and supervising maintenance work enriching since has learned much of Assembly processes, of lubrication, materials, safety, prevention maintenance and revision procedures and analysis of mechanic failures when there were accidents within the company.

KEYWORDS:

Maintenance Equipment medium, light equipment, service operation, Cerrejón.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: INFORME FINAL DE PRACTICA EMPRESARIAL CARBONES DEL CERREJON LIMITED, ALBANIA-LA GUAJIRA. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA 13 DE ENERO DEL 2014 AL 14 DE JULIO DEL 2014.

AUTOR: OSCAR OMAR CALDERON FUENTES.

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA.

DIRECTOR: MIGUEL ANGEL REYES.

RESUMEN

Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial realizado en la compañía Carbones del Cerrejón limited en el periodo de 13 de enero del 2014 al 14 de julio de 2014. Cerrejón es un complejo de minería y transporte integrado en La Guajira que abarca una mina a cielo abierto de carbón térmico que produce más de 32 millones de toneladas al año. Para su operación la compañía emplea a 10.000 personas distribuidas en diferentes departamentos, uno de ellos es el departamento de Servicio a la Operación y es donde yo he estado trabajando. En el plan de trabajo propuesto inicialmente estuve a cargo del control y mantenimiento de un sistema de recirculación de agua para el lavadero de equipos medianos y livianos de la compañía, liderar la implementación de un proyecto de productividad operacional en dos áreas específicas, mejorar aspectos técnicos de los instructivos de mantenimiento preventivo de las grúas de 150 toneladas del área de equipo de soporte, apoyar a mi jefe en los planos y diseños necesarios para fabricación de piezas que iban surgiendo con el tiempo en la operación y no se tenían en bodega y ayudar a estandarizar también estas partes. El desarrollo de la practica en la compañía deja gratas experiencias y buenos conocimientos que no son obtenidos en el desarrollo teórico de la carrera y me ha brindado la posibilidad de afianzar y aplicar mucho de lo aprendido a lo largo de ella. La experiencia de trabajar en equipo en busca de objetivos puntuales y supervisar trabajos de mantenimiento fué enriquecedora ya que se aprendió mucho de procesos de ensamblaje, de lubricación, seguridad, materiales, procedimientos de mantenimiento preventivo y revisión y análisis de fallas mecánicas cuando se presentaban accidentes dentro de la compañía.

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento, Equipo mediano, Equipo liviano, Servicio a la operación, Cerrejón.

2. INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial realizada desde el 13 de enero de 2014 hasta el 14 de julio de 2014 se ha llevado a cabo en el complejo carbonífero Carbones del cerrejón la cual es una de empresas de carbón más grande del mundo creada en el año 1975 y está ubicada en el departamento de La Guajira. La operación de Cerrejón integra la exploración, extracción, transporte, embarque y exportación de carbón de diversas calidades.

En un mundo competitivo como el de hoy en el que toda compañía va en busca de aumentar su producción y sostenerse en los mercados, los procesos que se derivan de su operación tienen que ser óptimos y eficientes. Bajo esta premisa Cerrejón trabaja incesantemente para mantener sus costos de producción controlados sin escatimar en todo lo indispensable para ello. El departamento de Servicios a la operación bajo esta misma senda trabaja para darle al departamento de producción y muchos otros los equipos necesarios para su eficiente operación y el mantenimiento de estos mismos. En la permanencia en la Compañía se trabajó para este departamento, más específicamente en la superintendencia de equipo liviano y mediano, en donde se le da apoyo a la operación básicamente con el mantenimiento de todos los equipos medianos y livianos.

Aunque hubo responsabilidades concretas en toda la práctica siempre se estuvo dispuesto para cualquier trabajo que se necesitara sin importar el campo en que fuera y es que en Cerrejón debes estar abierto a cualquier necesidad y se trabaja en algunas ocasiones como cualquier empleado mas aunque seas de un puesto mayor que tus técnicos a cargo.

En el desarrollo de la práctica diariamente las labores estuvieron relacionadas con mantenimiento ya que todas las tareas realizadas de una u otra forma iban dirigidas directa o indirectamente con las labores del mantenimiento que la superintendencia ofrece a las diferentes flotas de equipos, de esta manera tuve la oportunidad de aportar mis conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera y aprender de cada una de las experiencias en el transcurso de mi estancia en la empresa, permitiéndome crecer personal y profesionalmente.

3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.

3.1 Generalidades.

3.1.1 Nombre de la empresa

Carbones del Cerrejon Limited.

3.1.2 Actividad Económica

Cerrejón es un complejo de minería y transporte integrado que abarca una mina a cielo abierto de carbón térmico que produce más de 32 millones de toneladas al año, un ferrocarril de 150 km de largo y un puerto marítimo de cargue directo capaz de recibir buques de hasta 180.000 toneladas de capacidad. Esta es la fortaleza de la operación de cerrejón ya que garantiza mayor eficiencia en el conjunto de la operación y menor impacto sobre el medio ambiente.

3.1.3 Dirección

El complejo minero de Cerrejón está ubicado vecino al municipio de Albania, entre la Sierra nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá en la región oriental de la Guajira.

Oficinas principales: Calle 100 # 19 – 54 Bogotá DC

3.1.4 Teléfonos

Teléfono:(1) – 595 57 08

Celular: 315 862 6286

3.1.5 Reseña Histórica

Luego de casi 40 años de operación Carbones del Cerrejon hoy es reconocido como uno de los mayores exportadores de carbon en el mundo y es una compañía

totalmente estructurada y organizada para su correcto funcionamiento económico, social y ambiental. Aquí un resumen de la historia de Cerrejon.

1975. El Gobierno colombiano invita a 17 firmas a participar en la licitación para la explotación de 32.000 ha que actualmente componen el Cerrejón Zona Norte. Sólo cinco de estas compañías se presentaron y únicamente tres cumplieron con los requisitos: Intercor, filial de Exxon, fue la escogida.

1976. Carbones de Colombia S.A. (Carbocol) e Intercor, después de un concurso internacional, firmaron en el mes de diciembre un contrato de asociación por 33 años para desarrollar las reservas carboníferas de El Cerrejón Zona Norte. Este contrato contempla tres etapas: exploración (1977-1980), construcción (1981-1986) y producción (1986-2009). En enero de 1999 se firmó un acuerdo con el Estado colombiano para extender la última etapa por 25 años más, hasta 2034.

1980. Se obtienen los resultados de los estudios geológicos y de factibilidad y se firma la declaratoria de comercialidad de Cerrejón Zona Norte.

1983. El gobierno nacional otorgó en concesión a Carbocol unas zonas de playa y terrenos de bajamar en Bahía Portete y autorizó la construcción y operación de un puerto privado para la explotación y exportación del carbón y todos aquellos productos necesarios de infraestructura de los proyectos carboníferos. Comienza la etapa de minería anticipada. La primera fase de Mushaisa, la unidad residencial de Cerrejón en La Mina, entra en funcionamiento ofreciendo servicio para 500 personas. En noviembre se le da el nombre de Puerto Bolívar al más importante puerto carbonífero de América Latina que contaría con un canal dragado de cuatro km. de longitud, 19 m de profundidad y 225 m de ancho, con capacidad inicial para recibir barcos de hasta 180.000 t. de peso muerto.

1986. El 26 de febrero el buque Bulk Venturer transporta 23.000 t. de carbón, realizando el primer zarpe del muelle en Puerto Bolívar. Después de seis años, y con una inversión de 3.000 millones de dólares, se finalizó la etapa de construcción y montaje de las instalaciones e infraestructura de El Cerrejón Zona Norte que dio inicio a la operación de minería en gran escala.

1995: Cerrejón cumplió una década de exportaciones con un acumulado histórico de 100 millones de toneladas de carbón; se removieron 80.3 millones de BCMs. Intercor realizó esta actividad con un promedio anual de 4.500 trabajadores directos y 3.500 indirectos.

2000-2001: Se inauguró la ampliación de la infraestructura del complejo. Se vendió la participación de Carbocol en el Cerrejón Zona Norte (50%), al consorcio integrado por dos subsidiarias de Billiton Company, una subsidiaria de Anglo American y una subsidiaria de Glencore que conforman la Sociedad Cerrejón Zona Norte S.A.

2010: Alcanzamos un acumulado de exportación de 444.9 millones de toneladas de carbón y nos ubicamos entre las 10 empresas más grandes del país.

3.2 Información acerca de la empresa

El sólido rendimiento de cerrejón a lo largo de los años desde su fundación ha posicionado la empresa a nivel internacional como una de las más grandes exportadoras de carbón en el mundo y es que desde el comienzo de sus días hasta hoy son más de 460 millones de toneladas entregadas sin ninguna declaración de fuerza mayor, mencionando que año tras año las metas de producción son más altas y si en el año 2013 se exportaron 32.5 millones de toneladas en este 2014 las expectativas son superar esta cifra. Cerrejón tiene gran sentido de responsabilidad social evidenciándose en los 10 millones de dólares (aproximadamente) invierte en la gestión social, en programas de educación, salud e infraestructura básica, cultura, recreación, deporte y generación de empleo de los cuales se benefician más de 250.000 personas de la región.

En cuanto a sostenibilidad ambiental la empresa ha tenido un gran desafío en lo que va de este año debido al duro fenómeno del niño de estos meses, obligando a cerrar dos tajos de extracción directa de carbón ya que las emisiones de material particulado y de polvo excedían el límite permisible por la ley y estaba afectando severamente las poblaciones cercanas a la operación. Por esto último la inversión

en sostenibilidad ambiental ha sido más exigente y necesaria para fortalecer los sistemas de control y monitoreo, reducción de emisiones, rehabilitación de tierras intervenidas y la realización de estudios ambientales.

Por otra parte, es de extrema importancia para Cerrejón que todos los procesos sean seguros y libres de accidente. En este sentido se emplean cualquier cantidad de políticas, campañas y rutinas de seguridad en todas las áreas y procesos diarios, buscando crear una cultura que ya está más que entendida para mantener la integridad de cada uno de los trabajadores.

3.3 Descripción del área de desempeño en la compañía.

En la figura 1 se muestran todas las áreas que pertenecen al departamento de Servicios a la operación a la que pertenezco. La línea roja muestra específicamente las zonas donde me he desempeñado a lo largo de estos seis meses.

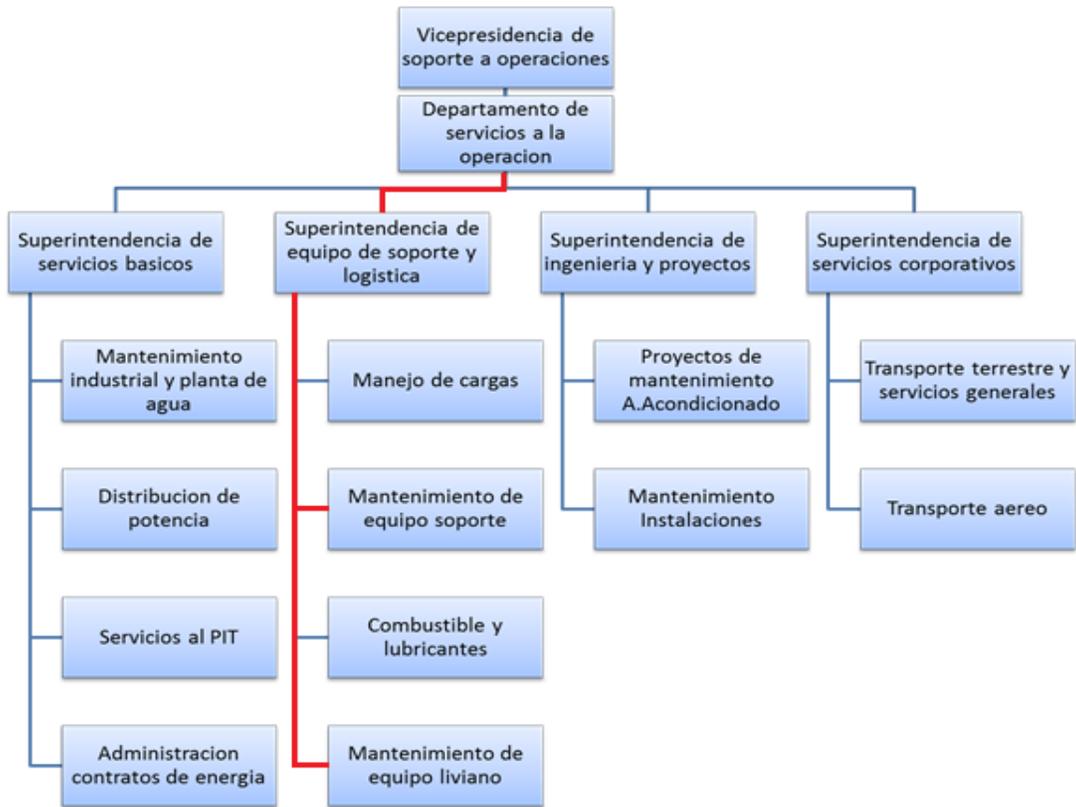


Figura 1. Departamento de Servicios a la Operación. *Fuente: autor*

3.3.1 Área de trabajo Equipo liviano.



Figura 2. Entrada a los talleres de equipo liviano. *Fuente: autor*

En esta zona de la empresa he pasado la gran mayoría del tiempo de la práctica. Al lado izquierdo de la figura 2 están las oficinas de cerrejón donde está toda la superintendencia y administración del contrato de la empresa que se hace cargo del mantenimiento de los equipos. Esta empresa es Mecánicos Asociados (MASA), la cual tiene mas de 10 años de hacerse cargo del mantenimiento de los equipos livianos y medianos de Cerrejón. MASA cuenta con cuatro talleres para cada labor o proceso de mantenimiento requerido por la operación, taller de tareas correctivas, taller para equipos medianos, taller de Mantenimiento preventivo y el taller de soldadura, latonería y pintura. Surge la pregunta del porqué si hay equipos medianos también en los talleres porque se llama taller de equipo liviano, simplemente es una convención o cotidianidad de la empresa y que todos los trabajadores llaman esta zona de esa manera.



Figura 3. Taller correctivo equipos livianos. *Fuente: autor*



Figura 4. Taller correctivo equipos medianos. *Fuente: autor*



Figura 5. Taller de mantenimiento preventivo. *Fuente: autor*

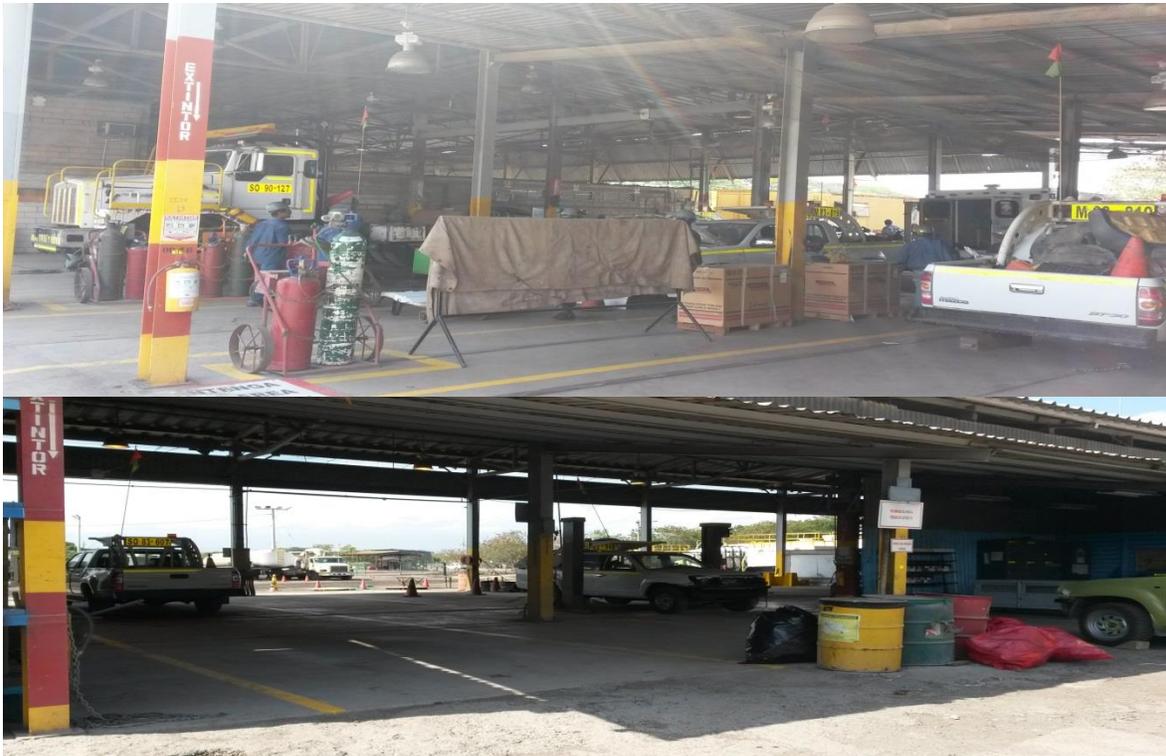


Figura 6. Taller de latonería, soldadura y pintura. *Fuente: autor*

3.3.2 Area de trabajo Equipo Soporte.



Figura 7. Taller de equipo soporte. *Fuente: autor*

El taller de equipo de soporte brinda mantenimiento al resto de equipos móviles de que la operación requiere en la compañía. Este taller a diferencia de los talleres de equipo liviano si tiene para su labor personal cerrejón en su gran mayoría, solo para trabajos de soldadura y de aire acondicionado es realizado por personal de MASA u otra empresa contratista.

En el taller se brinda mantenimiento a Grúas Grove y Liebherr desde 40 a 150 toneladas, Bombas barner, Generadores, Montacargas, Pegadores de tubos, Motosoldadores, Compresores, Unimoc, Pajaritas (ver figura 6), Enrollacables, retroscabadoras, entro otros equipos.

La infraestructura de este taller es bien completa teniendo en cuenta que tiene bien definida sus zonas de lubricación y herramienta correctamente señalado todo su interior y sus respectivas zonas de evacuación, dos puentes gruas que facilitan el levantamiento y traslado de partes pesadas, zona de soldadura y un lavadero cercano para la limpieza adecuada del equipo antes de ingresar y ser intervenido en el taller.

El taller está dividido metodológicamente en dos áreas de supervisión, una se encarga específicamente de todas las grúas, unimoc, enrollacables y la otra del resto de equipos de soporte.

3.3.3 Área de trabajo Proyecto Compite.

COMPITE es un programa creado por Cerrejón para implementar proyectos de optimización de recursos y mejora de procesos productivos y administrativos debido a la exigencia que tenemos en el momento en cuestiones económicas por el precio del carbón.

El programa utiliza varios métodos de ataque a los procesos en los que se incluye a los técnicos, metodología y logística de la operación en búsqueda de mayor productividad de las actividades realizadas diariamente.

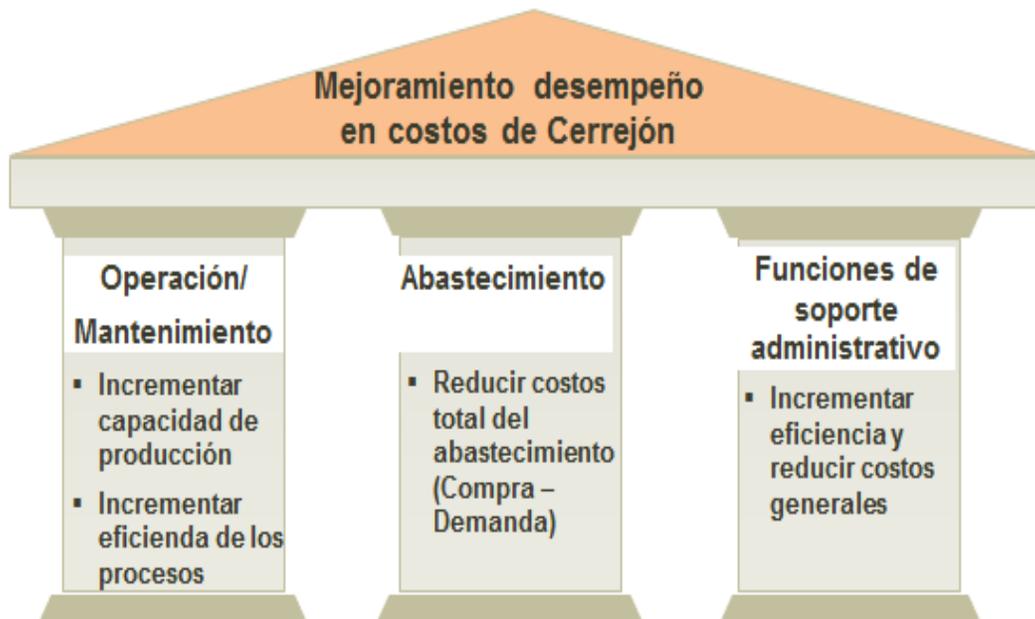


Figura 8. Objetivos del Programa COMPITE.

4. OBJETIVOS

Objetivo general

Aportar mejoras a la productividad y optimización de recursos de la empresa Carbones del Cerrejón Limited a partir de proyectos de ingeniería, mantenimiento de los equipos y trabajos en el sistema de recirculación de aguas del lavadero de equipo liviano del departamento de servicios a la operación.

Objetivos específicos

- Mejorar el sistema de recirculación de agua del lavadero de equipo liviano y mediano.

- Realizar diseños para solucionar necesidades que se vayan presentando con el paso del tiempo en los talleres de mantenimiento.
- Aplicar conocimientos adquiridos en el desarrollo de proyectos de ingeniería de acuerdo a las necesidades de la operación.
- Buscar mejoras en la productividad de los empleados en los talleres de mantenimiento.
- Conocer sobre el mantenimiento de los equipos livianos y medianos de la empresa bajo la metodología RCM

5. PLAN DE TRABAJO

Al comenzar las actividades en la empresa mi supervisor pensó en un plan en el cual me desempeñaría a lo largo de los seis meses, pero con el desarrollo de los días y las necesidades de la superintendencia y del departamento en general las actividades fueron cambiando y semana a semana eran diferentes. En el siguiente recuadro muestro cual fue mi plan inicial de trabajo y a continuación el plan que desarrollé finalmente.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inducción(A1)	█					
Supervisión y mejoras del proceso de recirculación de agua.(A2)		█	█	█	█	█
Diseño de estructuras o piezas mecánicas necesarias para la operación. (A3)		█				
Manejo y análisis de información sobre el mantenimiento y vida útil de los equipos en operación. (A4)		█	█	█	█	█
Construcción del proyecto del brazo para registros geofísicos de las camionetas.(A5)		█	█	█	█	█
Reparación y mejora de un equipo existente para el lavadero(A6)			█	█	█	
Proyecto de mejora de productividad de empleados(A7)			█	█		
Propuesta de mejoramiento de alineación de correas de uno de los equipos medianos.(A8)			█	█	█	█

Figura 9. Plan inicial de trabajo

6. MARCO TEORICO.

Para el desarrollo de la práctica Inicialmente era necesario el conocimiento de varios procesos y zonas de la empresa en las que me desempeñaría.

A continuación, se describen detalladamente varios conceptos, zonas y procesos importantes en los que estuve inmerso dentro de la compañía.

6.1 Mecánicos Asociados S.A.S

Mecánicos Asociados S.A.S (MASA) es una empresa colombiana líder en la prestación de servicios integrales de gestión de activos para el sector petrolero, de minería y energía, constituida hace más de 28 años y que hoy en día hace parte del grupo industrial holandés Stork Technical Services.

MASA es actualmente una de las principales contratistas que tiene cerrejón para su proceso de mantenimiento de equipos. Cuenta con un taller especializado para sus operaciones de mantenimiento de equipos livianos y medianos, pero adicionalmente tiene personal especializado en varios talleres de la empresa donde se realizan labores de soldadura y aire acondicionado para las cabinas operativas de los equipos.

Actualmente la empresa le brinda un portafolio de servicios específico a la empresa:

- Mantenimiento eléctrico y mecánico (correctivo y preventivo) (*ver anexo A*)
- Soldadura de mantenimiento.
- Mantenimiento de aires acondicionados de todos los equipos

6.2 Wrench Time

La palabra “Wrench time” se define como la cantidad real de tiempo que una persona gasta efectivamente en tareas que agregan valor a la compañía. un estudio de Wrench time en una organización tiene como finalidad identificar y luego eliminar o mitigar el tiempo dedicado a tareas que no aportan valor a los procesos. Un Wrench time ideal en el mundo debería estar entre el 55%-60% pero la mayoría de empresas están entre el 18%-30%.

Los estudios realizados identifican el porcentaje de tiempo que el personal de mantenimiento gasta en la tarea y los retrasos son debido a varias razones.

- Desplazamiento desde una zona de trabajo a otra.
- Trabajos no planeados que requieren intervención inmediata y están a esperas de partes, personas, etc.
- Formación de los técnicos en la labor, seguridad, etc.
- Reuniones de seguridad, informativas, etc.
- Espera de partes y espera de terceros para realizar un trabajo.
- Tiempos dedicados al almuerzo y a descansos.
- Cuestiones de supervisión, diferencias y esperas con el jefe.
- Búsqueda de herramientas, hablando con el compañero, descansos, trámites.

6.2.1 ¿Cómo se lleva a cabo un estudio de muestreo de Wrench Time?

Este proyecto utiliza el muestreo estadístico, utilizando una ruta que pasa por todos los lugares estratégicos de la zona de trabajo sin repetir ruta. Se realiza un recorrido en el menor tiempo posible sin interferir en el trabajo de los técnicos de mantenimiento. Se realiza el recorrido varias veces en horarios estipulados para contabilizar de esta manera una medición y luego hacer el respectivo análisis.

6.2.3 ¿Qué sucede si mejoramos el Wrench time?

- los trabajos de mantenimiento se terminen a tiempo.
- Aumenta la capacidad de producción.
- Se mejora la actitud del personal.
- Generamos más disponibilidad de tiempo para que el personal pueda capacitarse.
- Aumentamos confiabilidad de los equipos de producción.

6.3 Lavadero de equipo liviano y proceso de recirculación de agua.

Este lavadero es una de las partes relacionadas con los talleres de mantenimiento y los equipos utilizados que más impacto tiene con el medio ambiente, siendo este último un agente de gran importancia para cerrejón y su sistema de recirculación busca minimizar el gasto de agua y la contaminación hacia el Rio Ranchería.

El sistema está constituido por obra civil y electrohidráulica.

El sistema de bombeo está compuesto por una bomba vertical multietapas marca Mann, modelo BMV8-140-1503, con caudal de 45gpm y presión de 300 psi. Esta bomba tiene 14 etapas y el diámetro de succión y descarga es de 2", tiene una potencia de 15HP y trabaja a 480 Voltios. Esta bomba queda funcionando con un selector de dos posiciones y su acometida viene del tablero que está en la antigua caseta de bombeo. Tiene un break de 15 amp a la salida del transformador, un contactor de 32 Amp, y un guarda motor de 18 a 32 amp.

La bomba tiene una valvula de alivio que para sobrepresiones descarga hacia la piscina de succion.

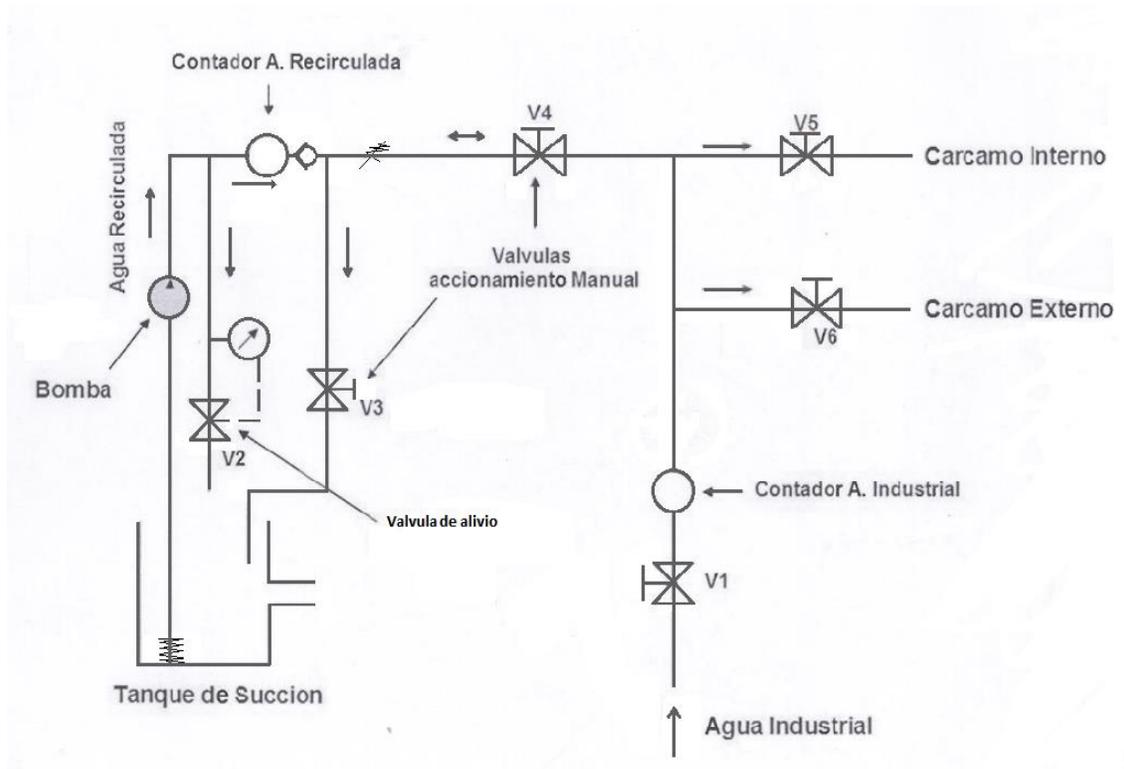


Figura 10. Esquema hidráulico del sistema de bombeo del lavadero

6.4 Diseño del nuevo equipo de registro geofísico de las camionetas.

Este proyecto Inició en el segundo semestre del 2013 con el apoyo del practicante asignado al área en dicho periodo. La intención era hacer más practico el sistema utilizado por el departamento técnico para las mediciones geológicas dentro de la mina.

6.4.1 Estructura del sistema de registro geofísico actual.

El equipo de registro geofísico consta de una sonda conectada a un módulo de adquisición de datos que es introducida en los agujeros realizados por las perforaciones o pozos exploratorios a diferentes alturas Como es evidente, la tarea ha de realizarse en campo, por lo que se dispone de un vehículo liviano (MAZDA BT-50) en el cual es dispuesto todos los elementos que constituyen el equipo de registro. La sonda es ubicada y desplegada a través de un mecanismo

de brazo que es operado manualmente por el operador, el cual debe bajarse del vehículo para realizar dicha acción; luego la sonda es liberada a través de los agujeros mediante la extensión del/ de la cable/guaya que la soporta, dicho despliegue es controlado por un motor eléctrico el cual esta enlazado con el módulo de adquisición de datos realizando tomas a diferentes alturas cierto número de veces definida das en función de la profundidad, información requerida y plan de ejecución de la tarea. Luego de la realización de la tarea, la sonda vuelve a la superficie al recoger el/la cable/guaya, el operador debe plegar el bazo y asegurar la sonda para disponerse a movilizarse ya sea a otro punto de medición o ubicación final del proceso requerido.



Figura 11. Estructura de la camioneta actual de registro. *Fuente: autor*

6.4.2 Diseño Propuesto

Consiste en la utilización de un motor eléctrico conectado a la red eléctrica del vehículo con el fin de actuar sobre un tornillo de potencia con su eje de rotación horizontal; dicho tornillo no tendrá translación relativa con respecto a la estructura soporte y estará conectado con una tuerca que, gracias al giro del tornillo, se desplazara sobre su eje. De igual manera, un brazo compuesto por una tubería

estará unido a la tuerca, de esta manera, a medida que la tuerca se desplace por el tornillo, gracias al giro otorgado por el motor eléctrico, el brazo se podrá extender fuera o dentro del vehículo a voluntad del usuario que podrá controlar el sentido de giro de dicho motor.

La utilización de un tornillo de potencia se contempla como una opción atractiva debido que presenta las siguientes ventajas:

- Sencillez en su diseño
- Posibilidad de fabricación con gran exactitud y herramientas disponibles en el taller y a bajo costo.

Sin embargo es necesario anotar que la baja eficiencia de transmisión, mejorable con la utilización de rodamientos de bola en sus apoyos, y el elevado rozamiento entre las roscas constituyen las mayores desventajas de este subsistema.

Este diseño, en las condiciones descritas, limita la extensión del brazo a la longitud del tornillo que a su vez determina la carrera de la tuerca, por lo que se acoplará al final del brazo una extensión de aproximadamente 30cm que será desplegada/replegada y asegurada en cualquiera de las dos posiciones de manera manual mediante un pasador que interrumpirá el movimiento relativo entre los acoples; de esta manera, se puede ubicar el mecanismo de tal forma que, con la carrera de la tuerca sin usarse, la segunda extensión sea desplegada y la sonda pueda ya disponerse justo fuera del vehículo, asegurar la posición y poder comenzar la ubicación precisa de la sonda activando el motor y rodando la tuerca o, si se desea, desplazarse desde la posición de segunda extensión desplegada (desde ahora, parcialmente desplegada) entre agujeros para realizar otras mediciones.

7. DESCRIPCION DE RESPONSABILIDADES Y TAREAS ASIGNADAS INICIALMENTE.

En el desarrollo de la práctica inicialmente se pensó en una serie de actividades que realizaría buscando solventar las necesidades que la superintendencia de equipo soporte&logística tenía en ese momento. A continuación describo en detalle las experiencias de las actividades realizadas y de algunas que no se pudieron realizar por diferentes circunstancias.

7.1 Semana de inducción

En la primera semana de mi práctica profesional la empresa nos brinda a lo largo de una semana toda la información necesaria para familiarizarnos con las actividades, visión, políticas, seguridad, procesos, entre otros, que se realizan en Cerrejón. De esta manera logramos entrar fácilmente en la cultura Cerrejón que es muy minuciosa y exigente en aspectos de seguridad industrial y medio ambiente.

En la inducción ofrecida por la empresa realizamos los siguientes cursos.

- Conocimientos y entendimiento de la organización (Historia, visión, objetivos, política)
- Políticas generales de seguridad en sistemas.
- Sistema de seguridad y reporte de incidentes y casi accidentes
- Gestión ambiental
- Uso preventivo de tapones auditivos
- Responsabilidad social cerrejón
- Estándares sociales
- Manejo del descanso y fatiga.
- Riesgos higienicos y medicina en el trabajo.
- Primeros auxilios

- Curso contraincendios
- Proceso minero
- Gestión calidad del carbón
- Visita a la operación
- Seguridad básica
- Protocolo de riesgos fatales
- Identificación y evaluación de riesgos
- Inspecciones y observaciones.
- Manejo de cargas
- Evaluación de conocimiento del programa de inducción.

7.2 Construcción de la estructura para el equipo de registro geofísico para el Departamento Técnico.

Luego del proceso de diseño realizado inicialmente por el estudiante en práctica del periodo anterior, iniciamos la etapa de compra de materiales, cálculos necesarios, rediseño de piezas y construcción de los elementos más importantes del sistema deseado.

La estructura que se quiere implementar busca mejorar el actual sistema de mediciones geofísicas que realiza el departamento Técnico para realizar las voladuras de los mantos.

El trabajo era apoyar a uno de los supervisores a realizar la construcción del sistema, en este sentido se realizaron los cálculos operacionales del sistema teniendo en cuenta el motor eléctrico que tenía y las condiciones de operación, rediseñar algunas medidas de las piezas a construir, elaborar los planos para que el tornero pudiese trabajar y verificar los avances que se iban dando en dicha construcción. A continuación explico las tareas realizadas en este proyecto.

7.2.1 Rediseño de las piezas

Este trabajo básicamente fue en CAD, apoyado en el software de dibujo solidworks. Realicé los planos bajo medidas reales en las cuales el tornero del taller nos iba trabajar ya que disponíamos de los materiales para su construcción.

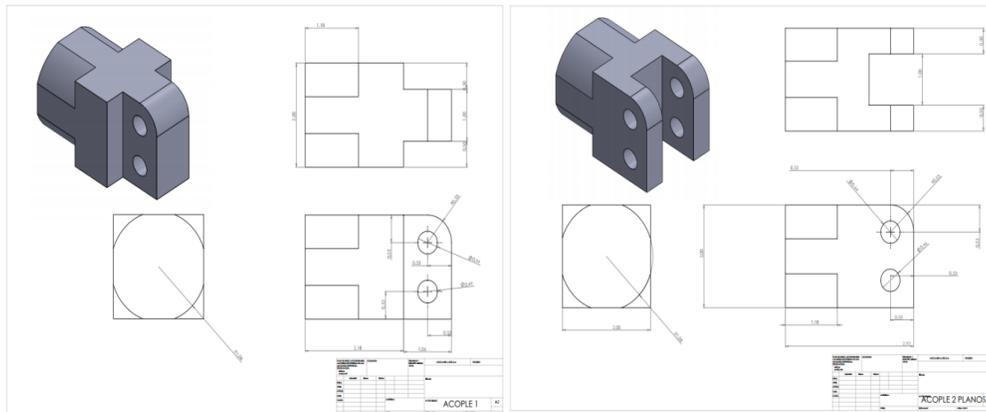


Figura 12. Planos para construcción de piezas necesarias. Fuente: autor

7.2.2 Calculo de parámetros operacionales

Después de llegado el motor eléctrico tuve la tarea de realizar los cálculos operacionales respectivos en los que teóricamente trabajaría el mecanismo, tales como la velocidad de avance del tornillo de potencia para mover el tubo por el cilindro, el piñón necesario para la velocidad deseada, entre otros, a partir de la velocidad lineal del motor eléctrico y el Diámetro del eje del Motor eléctrico.

Los cálculos son realizados a partir de los piñones con los que contábamos y la velocidad lineal del motor eléctrico que es lo único que teníamos de referencia, apoyándome en el libro de diseño de máquinas de shygley.

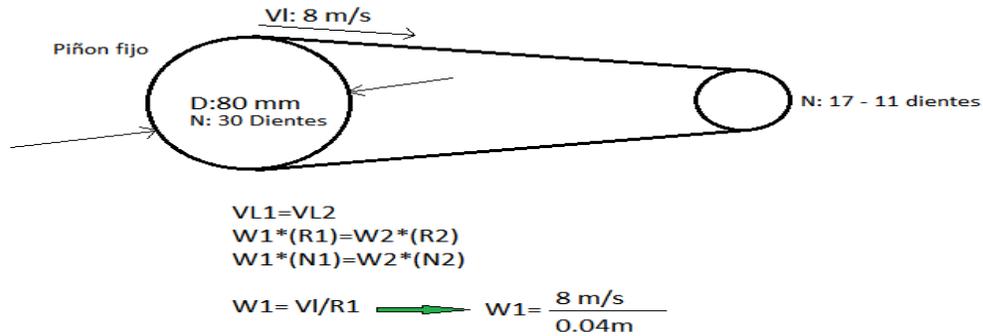


Figura 12. Datos para hacer los cálculos.

DATOS		FORMULA			
velocidad de avance del tornillo		$(P * E * W) / 60$			
datos	Valor	Unidades	datos	valor	unidades
velocidad lineal del motor e	8	mt/min	velocidad de avance del tornillo con piñon fijo	1,11	in/s
diametro piñon fijo	80	Mm	velocidad de avance del tornillo con piñon 1	3,03	in/s
Nº dientes piñon fijo	30		velocidad de avance del tornillo con piñon 2	1,96	in/s
Nº dientes piñon 1	11		velocidad de avance del tornillo con piñon fijo	0,03	m/s
Nº dientes piñon 2	17		velocidad de avance del tornillo con piñon 1	0,08	m/s
tornillo de potencia	9	h/in	velocidad de avance del tornillo con piñon 2	0,05	m/s
Nº de entradas del tornillo	1		velocidad angular del piñon 1	545	Rpm
paso del tornillo	0,33333333	In	velocidad angular del piñon 2	353	Rpm
velocidad angular del piñon fijo (W)	200	Rpm			

Tabla 2. Parámetros de operación del tornillo de avance del sistema



Figura 13. Acoples, tubos, bujes y motor eléctrico para utilizar en la construcción. *Fuente:*
autor

Luego de haber avanzado considerablemente en la construcción de las piezas necesarias y del tiempo que esperamos por el motor eléctrico y algunos componentes, no se pudo terminar de construir el primer prototipo inicial del nuevo sistema por demoras en algunas órdenes que el departamento técnico debía elaborar y por la poca disponibilidad del supervisor encargado. De esta manera uno de los objetivos propuestos inicialmente no se pudo cumplir al 100%.

7.3 Supervisión y mejoras del proceso de recirculación de agua del lavadero de equipo liviano.

El lavadero de equipos medianos y livianos es una de las áreas del taller de mantenimiento que encarga de dejar los equipos listos para las tareas preventivas o correctivas que se requieran.

Las condiciones de los terrenos dentro de la mina hacen que los equipos lleguen a los talleres repletos de lodo, estado inadecuado para ser intervenidos, pero los residuos del lavado no pueden ser vertidos en el río directamente por cuestiones ambientales. Para

esto se implementó un sistema de recirculación de agua que busca decantar el lodo por medio de unos canales y una obra civil específica y poder reutilizar el agua para el lavado.

El sistema que se pensó en un primer momento por el ingeniero a cargo del diseño del mismo no tuvo en cuenta la gran cantidad de lodo que en un día puede generar la actividad, en este sentido es necesario que equipos especializados de succión realicen trabajos de mantenimiento del sistema con mayor frecuencia de la que se había planificado.

Por otro lado, la bomba hidráulica y algunos accesorios de las tuberías estaban en mal estado generando caídas de presión en las mangueras de los lavadores, aspectos a corregir en desarrollo de mi práctica ya que estaba a cargo del control y mantenimiento de este sistema de recirculación de agua. Diariamente tomaba las mediciones de los contadores para llevar un control del gasto de agua industrial, agua que se recicla y entregar un informe mensual a mi supervisor del mismo.

Actualmente el sistema tiene una presión por encima de los 250 psi que en condiciones normales de operación es la adecuada.

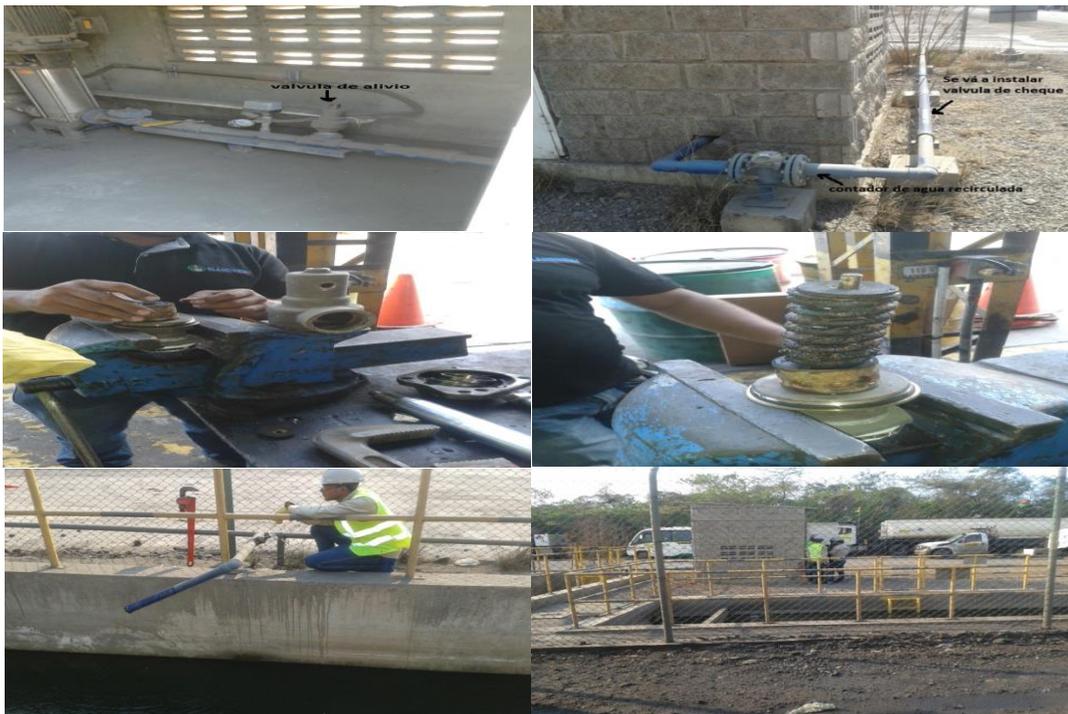


Figura 14. Mantenimiento a la bomba y tubería del sistema. *Fuente: autor*



Figura 15. Mantenimiento del sistema de recirculación de agua con equipo especializado. *Fuente: autor*

Fuente: autor

7.3.1 Problemas corregidos del sistema.

- Pobre presión del agua para el lavado de los equipos
- Grietas de la caseta de brakers eléctricos para encendido y control de la bomba.
- Colapso de las piscinas de lodos por poca frecuencia de mantenimiento.
- Fugas en las tuberías por válvulas en mal estado.
- Válvula de alivio de la bomba hidráulica con sellado deficiente que disminuye la presión del sistema.
- Cerradura y puerta de acceso a la caseta de la bomba hidráulica en mal estado.
- Rápido llenado de los canales de acceso de lodo por falta de mantenimiento.

7.3.2 Problemas por corregir.

- Mal aspecto del lavadero al salirse el agua de lavado, lo que ocasiona grandes charcos de agua afuera del sistema.
- Disponibilidad de equipo especializado para el mantenimiento del sistema.
- Mejorar la obra civil para tener mayor cobertura
- Estancamiento del agua de la última piscina que ocasiona malos olores y proliferación de plaga.
- Mangueras de los lavadores en mal estado y demasiado cortas para el trabajo.
- Cambiar las boquillas de salida de agua de las mangueras para que se pueda regular el caudal de salida.
- Aumentar la profundidad de los canales de lodo que están antes de entrar al sistema de recirculación

Teniendo en cuenta que a lo largo de la práctica esta actividad fue una responsabilidad de principio a fin, puedo concluir que el objetivo de “Mejorar el sistema de recirculación de agua del lavadero de equipo liviano y mediano” se cumplió y que las mejoras realizadas en el sistema y la logística diaria de su operación se evidencian notablemente en la disponibilidad de agua recirculada para lavar, menos agua industrial utilizada, mayor frecuencia de los mantenimientos con los equipos necesarios, mejor aspecto del lugar del trabajo y mejor funcionamiento de las partes hidráulicas del sistema.

7.4 Desarrollo del proyecto wrench time en los talleres de equipo liviano y equipo de soporte

Wrench Time es una metodología implementada por el Programa Compite dentro de la compañía que sirve para medir el porcentaje de tiempo que un empleado gasta aplicando esfuerzo físico en una herramienta, equipo o material para realizar un trabajo de

Figura 16. Formato de observaciones y código de actividades.

Al realizar cada observación utilizo el formato mostrado, donde reflejo el número de personas por código de actividad, siendo los códigos; 01 WT, 02 llenando formatos, 03 esperando, 04 buscando herramientas, 05 buscando repuesto, 06 desplazándose, 07 hablando, 08 usando teléfono, 09 reuniones, 10 otras actividades no valor, 11 No observado, 12 otras actividades incidentales, 13 alistamiento.

Luego de las observaciones y el estudio inicial realizado la gerencia tomó como prioridad centrarse en dos zonas de los talleres teniendo en cuenta que eran los más críticos de todo el taller. El taller de equipo mediano y de mantenimiento preventivo.



Figura 17. WT los talleres de MASA. Fuente: autor

Después de realizados los estudios de línea base, el programa Compitem implementó una serie de propuestas a la logística del taller y a aspectos importantes en el tema de

herramientas, repuestos y arranques de turno. Hasta la fecha se hace un seguimiento periódico de los talleres para verificar lo eficaz de las acciones tomadas.

7.4.2 Wrench time en los talleres de equipo soporte.

El trabajo realizado en este taller fue muy similar al hecho en los talleres de equipo liviano, pero la experiencia de trabajar con personas de más de 20 años de trayectoria en la compañía fue más gratificante. Es que en el día a día aprendemos de la capacidad de cada uno de ellos, y es que adicional a las observaciones me detenía a aprender de algunas de las tareas mecánicas o eléctricas que realizaban en los equipos.

El taller de equipo de soporte a diferencia del taller de equipo liviano es trabajado por personal directamente de cerrejón y no como contratista. Esto hace que el trabajo que se realiza en el taller tenga un ambiente más tranquilo y relajado.

En el taller existen varios problemas a solucionar en aspectos de arranque de turno, herramienta, repuestos, manejo del descanso y principalmente supervisión.

En las siguientes se evidencian los resultados del trabajo realizado en equipo de soporte



Fuente: autor

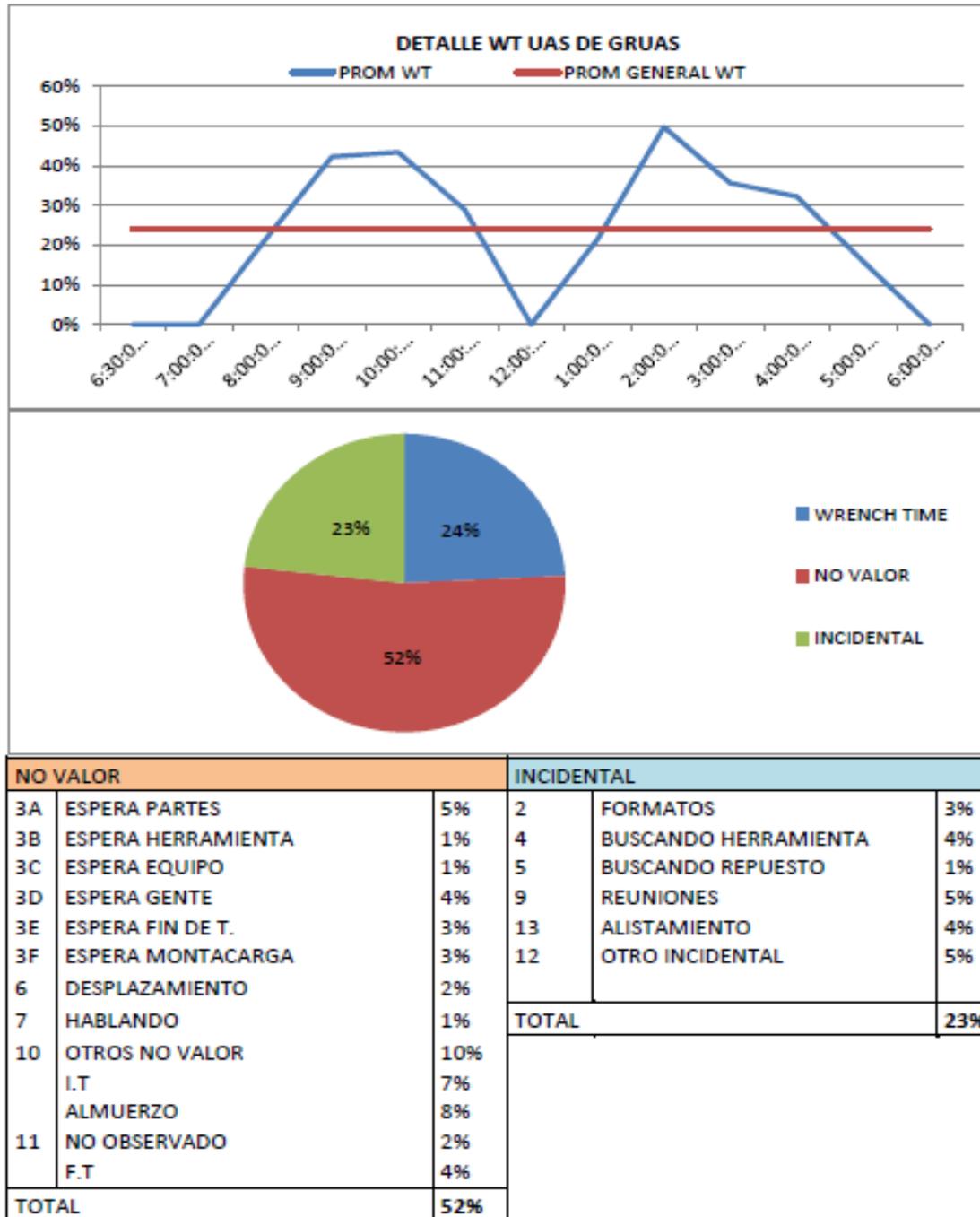


Figura 18. Uas de Grúas y resultado de observaciones.



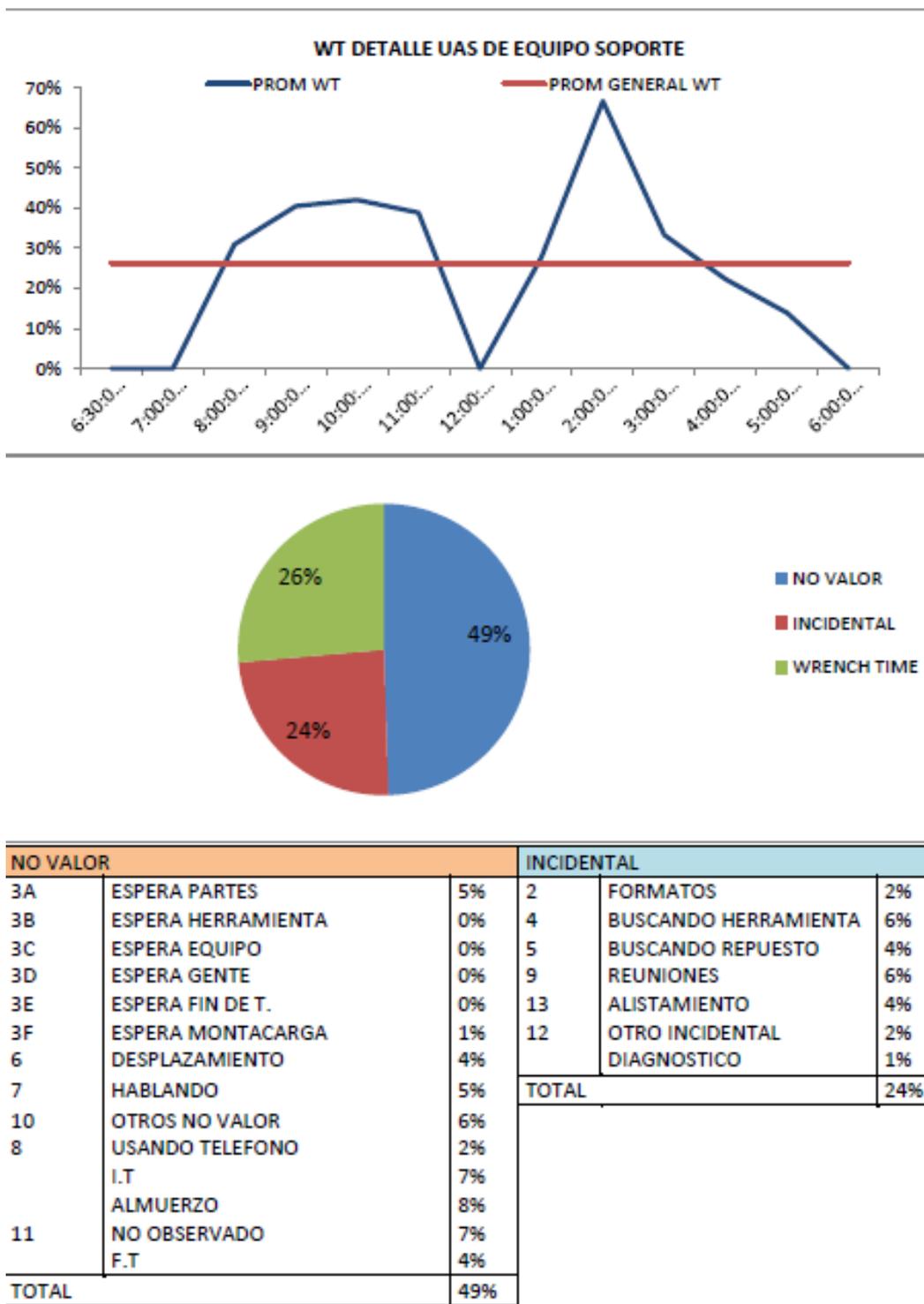


Figura 19. Uas equipo de soporte y resultado de observaciones. Fuente: autor

7.5 Actividades no realizadas que estaban en el plan inicial de trabajo

La experiencia en la compañía me deja claro que no era posible asegurar un plan de trabajo que se pudiera restringir o cumplir en su totalidad, y es que en el día a día surgen muchos contratiempos, necesidades en los talleres y en la compañía en general y como practicante terminas siendo un auxiliar de ingeniería que debe estar dispuesto a cualquier tarea que se presente. Algunas tareas de las descritas a continuación se planearon al comienzo de la práctica y por algunas circunstancias no se pudieron llevar a cabo.

La superintendencia de Equipo soporte&logistica estaba en la etapa de estudio e implementación de la metodología RCM en los talleres de equipo liviano y mediano. El supervisor quiso que me capacitara en el tema con personal calificado en la compañía y de esta manera poder realizar la actividad A6 (ver figura 9). En ese momento el personal que podía capacitarme estaba de vacaciones y no fue posible reunirme con ellos. Por otro lado, el Programa de mejoramiento de procesos "Compite" requería de mi para realizar el proyecto de productividad que venían trabajando y no conté con el tiempo suficiente para estar pendiente de esta actividad que luego de varias semanas fue realizada por el personal de MASA.

Adicional a las tareas q realizaba para mejorar el lavadero de Equipo liviano y mediano se pensó en la necesidad de mantener un equipo pequeño de carga (bobcat) para realizar tareas frecuentes de mantenimiento de los canales de lodo del sistema. En los talleres había dos equipos de este estilo que estaban en muy malas condiciones y que necesitaban de mucho trabajo y piezas nuevas para su reparación completa. MASA no quiso hacerse cargo del presupuesto necesario para la compra de las partes necesarias y luego de varios intentos y gestiones

pertinentes, no fue posible esta reparación y en consecuencia la actividad (A6) no se pudo realizar.

Otro inconveniente surgió para la A8 que consistía en realizar un inspección del estado de las correas de transmisión, hacer un informe técnico del estado del sistema que estaba desalineado y proponer soluciones en el equipo para el problema que se presentaba. Básicamente el trabajo era en un camión kenworth que arrastra una camabaja con capacidad para 40 toneladas. El principal problema era que al ser un equipo mediano, intentar hacer observaciones funcionales en el motor requería de subir a una altura de más de 2 metros y para esto en la compañía se necesita un permiso de trabajo en alturas que a los practicantes no se les realiza. Esta condición obligó a replantear el trabajo y buscar otras alternativas de solución, apoyándose en técnicos con el respectivo permiso pero en últimas no fue posible realizar la actividad (A8)

8. ACTIVIDADES REALIZADAS NO CONTEMPLADAS EN EL PLAN INICIAL

Como mencioné en el capítulo anterior, en el desarrollo de la práctica inicialmente se pensó en una serie de actividades que realizaría buscando solventar las necesidades que la superintendencia de equipo soporte y logística tenían en ese momento. De esta manera a continuación describo en detalle las experiencias de las actividades realizadas que inicialmente no estuvieron contempladas y que surgieron en el día a día laboral y de las necesidades en los talleres en los que estuve trabajando.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Capacitación sobre mantenimiento de motores diésel.						
Entrega de alternadores reparados, motores de arranque y transmisiones de las camionetas Mazda, Ford Duty y camiones Kodiak, International y Kenworth.						
Inventario de un stock de componentes y repuestos para chatarrizar lo innecesario y ubicar en el área de excedentes lo que se puede utilizar.						
Inventario y reubicación de repuestos de la bodega de cargo directo que no deberían existir.						
Mejora de los instructivos de mantenimiento preventivo para las grúas 150toneladas del taller de equipo soporte.						
Acompañamiento en la certificación de las grúas de la superintendencia de equipo liviano.						
Gestion para eliminar una malla antigua de componentes						
Estandarizar las medidas y planos de las grapas para muelles de suspensión de varias flotas de camiones y camabajas.						
Informes de estado y fallas mecánicas de equipos accidentados.						

Figura 20. Actividades realizadas no contempladas en el plan inicial. Fuente: autor

8.1 Acompañamiento en la entrega de alternadores reparados, motores de arranque y transmisiones de las camionetas Mazda, Ford duty y camiones Kodiak, International y kenworth.

La empresa tiene que controlar su actividad de mantenimiento y reducir los costos de sus operaciones. Con esta premisa entendemos que cada componente que falla en lo posible se repara siempre y cuando sea viable en cuanto a costos y confiabilidad. En esta experiencia mi tarea con estas partes era revisar de la mano de un compañero de trabajo los daños que en estos se presentan y llevar un control de los componentes a reparar y de los equipos a los que son instalados los reparados. Es una tarea relativamente sencilla pero importante porque muchos componentes se han perdido o simplemente se desechan pudiéndose reparar. Esta era una tarea de supervisión que no tenía una frecuencia fija y a la que hacía acompañamiento siempre que no tuviera otras responsabilidades en el momento que requirieran un cambio de estos componentes.



Figura 21. Stock de arranques, alternadores, transmisiones y bombas bombas hidráulicas. *Fuente: autor*



Figura 22. Reparación y ensamble de una transmisión de camión Kodiak. *Fuente:*
autor

8.2 Inventario de un stock de componentes y repuestos para organizar área, ubicar en zona de excedentes lo innecesario y preparar zona para auditoria.

En el taller existen varios puntos donde se almacenan componentes usados, obsoletos y algunos nuevos que por su tamaño no pueden estar en la bodega de cargo directo. Con ayuda de mi compañero de trabajo y uno de mis supervisores se hizo la gestión del montacargas y otros técnicos para sacar todos los componentes que están obsoletos e irreparables para mandarlos al área de excedentes y hacer un control de estos componentes para pasar un informe al departamento de materiales quienes son los administradores de todos los repuestos que entran a la compañía. Estas áreas eran un punto negativo del taller para la auditoria anual que realiza la empresa Bureau veritas en la compañía teniendo en cuenta la mala organización y suciedad que presentaba la zona.

Después de varios días de gestión y de arduo trabajo se logró dejar las zonas en buenas condiciones para la auditoria y todos los componentes bien ubicados e inventariados.

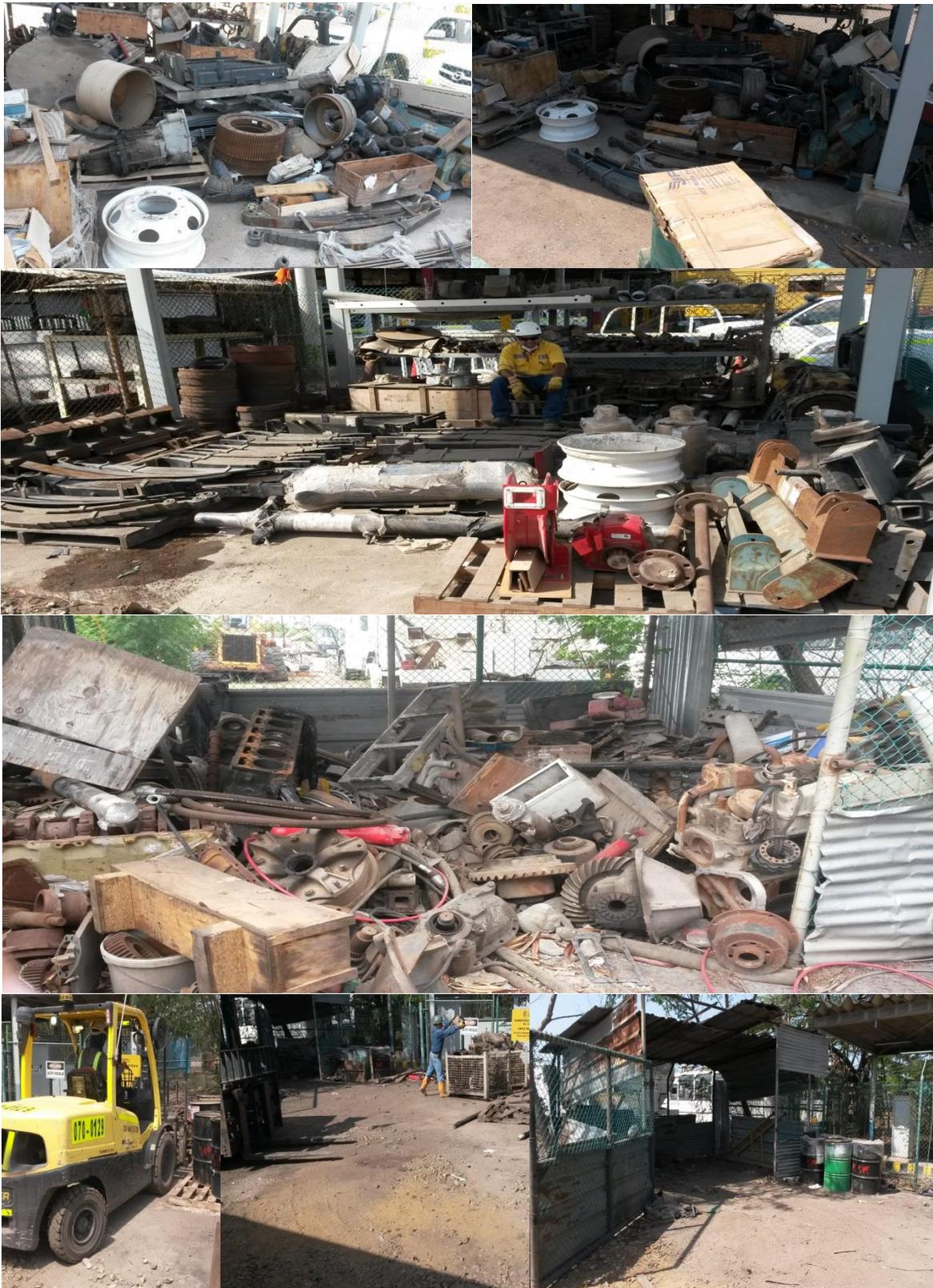


Figura 23. Trabajo realizado en Enmallados de componentes. *Fuente: autor*

8.3 Supervisión del proceso de certificación de las grúas de la superintendencia de equipo liviano.

Es requisito indispensable en aspectos de auditoria de seguridad que todos los equipos que se operan dentro de la mina que suponen un riesgo crítico para las personas que interactúan con estos mismos, estén certificados. Es decir, que bajo la norma internacional que los rige cumplan con todos los protocolos de seguridad requeridos para una óptima operación. Dicho esto, se hizo el acompañamiento al trabajo de certificación de un ingeniero de Bureau veritas en las diferentes flotas de grúas de la superintendencia. Estas a diferencia de las grúas de equipo pesado son de cabina móvil, de arrastre de equipos o pequeñas grúas remotas para cargas medianas.

El proceso que hace el ingeniero es verificar el estado de toda la parte mecánica, eléctrica e hidráulica de todo el sistema móvil del equipo, es decir, que no existan fugas por los cilindros de accionamiento, que las cabinas estén en buen estado, no existan ruidos extraños, la señalización sea adecuada, los actuadores estén completamente funcionales, entre otros.

Esto tiene como finalidad garantizar que la empresa está realizando un correcto mantenimiento de los equipos en aspectos funcionales que garanticen la seguridad de las personas que operan la máquina.

En los casos en los que el equipo no pasa la certificación se le abre las ordenes de servicio que se requieran para corregir los problemas existentes y de esta manera poder ser operada confiablemente.

De acuerdo con lo establecido se deben de realizar las siguientes revisiones, inspecciones y certificaciones a cada una de las partes de los equipos y que deberán quedar consignadas en una lista de chequeo con su respectivo informe.

- Identificación general del equipo.
- Inspección detallada sin movimiento.

Partes Estructurales

- Chasis.
- Soldaduras
- Cabina
- Estado de materiales componentes.

Sistema Eléctrico

- Estado de baterías.
- Estado del alternador.
- Tablero de instrumentos.

Sistema Hidráulico

- Revisión de las bombas del sistema.
- Estado de mangueras y racores.
- Niveles de aceite.
- Bombas.

Sistemas de seguridad

- Revisión de indicadores direccionales y farolas
- Pitos y alarmas.
- Vidrios y limpiavidrios.
- Extintores.
- Limitadores y protectores de carga, dirección, velocidad y torsión.

Accesorios

- Winches.
- Eslingas de acero y nylon.
- Ganchos.
- Grilletes.
- Cadenas.
- Separadores.



Figura 24. Certificación de las grúas de la superintendencia de equipo liviano y mediano. *Fuente: autor*

8.4 Mejora de los instructivos de mantenimiento preventivo para las grúas 150 toneladas del taller de equipo soporte

Buscando mejorar los procedimientos utilizados por los técnicos de cerrejón para el mantenimiento preventivo programado de las grúas de la compañía, se realizó un estudio de estos instructivos para mejorar en aspectos técnicos, críticos y frecuencia de las inspecciones.

El mantenimiento preventivo que se realiza a las grúas está dividido en cuatro tipos:

- Tipo B, que es a las primeras 250 horas de servicio.
- Tipo C, 500 horas deservicio después del PM tipo B.
- Tipo D, que se realiza a las 1000horas de servicio.
- Tipo E a las 2000 horas de servicio, luego de esto los pm siempre son tipo E que es el más exhaustivo.

Las grúas son equipos muy complejos y tienen sistemas mecánicos muy robustos que se utilizan para el manejo de cargas muy pesadas y demandan buenos procedimientos de mantenimiento. Los instructivos incluyen tareas para todas las partes del equipo como son: hidráulica, neumática, eléctrica y mecánica.

El trabajo buscaba que el instructivo fuese más detallado técnicamente en algunos procedimientos que son críticos y que con la experiencia del taller se han evidenciado las fallas que son evitables y que suponen gran impacto y dificultad cuando ya es un trabajo de tipo correctivo.

Muchas veces el instructivo se queda corto en las tareas y solo menciona lo que se debe hacer, pero no dice cómo hacerlo. El objetivo es dotar el mismo de procedimientos o datos importantes que clarificaran aún más la tarea a realizar por parte del técnico, en lo posible que incluyeran herramientas, torques de apriete, filtros necesarios, stockcode de los componentes, referencias de los manuales, entre otros.

Además, incluir mediciones de presiones, temperaturas, caudales, voltajes en las tareas según las especificaciones del fabricante.

En la empresa existen grúas de 40, 60, 100 y 150 toneladas.

El trabajo hizo énfasis en los instructivos de las de 150 toneladas como la mostrada continuación. (Ver anexo C)



Figura 25. Grúas de 150 toneladas. *Fuente: autor*

8.5 Estandarizar las medidas y planos de las grapas para muelles de suspensión de varias flotas de camiones y camabajas.

En la gestión de mantenimiento que realiza uno de mis supervisores dentro del taller hay que garantizar los repuestos requeridos para dichas tareas. En este caso en particular se tenía un problema con las grapas que sujetan los muelles de suspensión de ciertas flotas. Estas grapas con el tiempo se desgastan y se fracturan producto de los esfuerzos a los que son sometidos y existe el problema de la poca disponibilidad de estos componentes en almacén.

En cerrejón hay empresas contratistas que se dedican a suministrar ciertos repuestos para diferentes flotas de equipos, en este caso es la empresa que suministra los muelles y grapas para la mayoría de equipos medianos de la compañía es NTS (national truck service), que es importador directo y

representante de importantes marcas para el sector automotor, afines y demás sectores que atiende. Hoy es calificado en Colombia, entre las cinco compañías más grandes, en el sector de suministro de autopartes.

Estas grapas se traen por encargo y cada vez que existían problemas con estos componentes de la suspensión se requería tomar las medidas de cada equipo para que la empresa las pidiera.

Con la ayuda del programa de diseño asistido por computador “Solidworks” luego de tomar las medidas respectivas se estandarizaron los planos de las grapas de los equipos que estaban down en el taller.

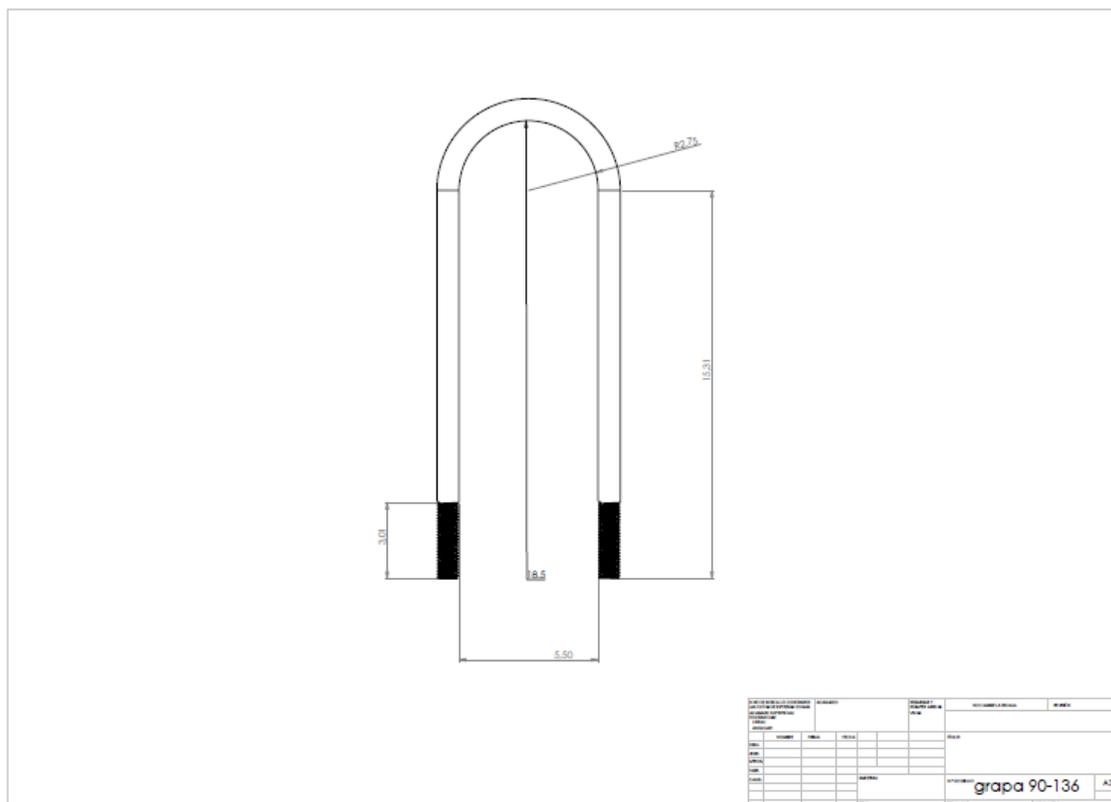


Figura 26. Grapa del equipo 90-136. Fuente: autor

8.6 Acompañamiento de Informes de estado y fallas mecánicas de equipos accidentados.

En lo que va del año en materia de seguridad, la compañía no ha tenido su mejor desempeño y los accidentes laborales han sido una constante a lo largo de estos seis meses. Importante es recalcar que no ha habido lesiones graves, ni fatalidades pero que si suponen una preocupación importante para la compañía.

Cuando ocurre un accidente con algún equipo es responsabilidad de uno de mis supervisores hacer el trabajo de inspección y realizar en el informe de las posibles fallas mecánicas que ocasionan el accidente o en su defecto corroborar que las fallas no estuvieron en la parte mecánica del equipo.

Esta experiencia ha sido de las más importantes en el desarrollo de la pasantía, ya que es un conocimiento que solo se consigue con la práctica y te da bases importantes para hacer un análisis de fallas basado en evidencias físicas en el lugar del suceso.

Mi supervisor tenía la buena disposición de hacerme participe de sus informes, en los cuales hacia mis aportes para llegar a un informe final y que la superintendencia estuviera informada de las condiciones de los equipos que tenían estos percances.

8.7 Inventario y reubicación de repuestos de la bodega de cargo directo que no deberían existir.

Este trabajo es un problema de la superintendencia desde hace mucho tiempo y que se viene trabajando con calma tratando de eliminar por completo esta bodega que no cumple con el concepto de cargo directo que se maneja en la compañía.

El término “cargo directo” se refiere a que el departamento está autorizado para pedir repuestos que sean de urgencia y de inmediata utilización, o decirlo en

términos más concretos, comprar lo que vas a colocar inmediatamente al equipo que lo necesita. En este sentido, la administración del contrato con Mecánicos Asociados (MASA) desde hace mucho ha mantenido una pequeña bodega a la que se le llama “bodega de cargo directo” donde se guardan repuestos aparentemente de consumo de alta frecuencia y que con el paso del tiempo se ha llenado de componentes que no se utilizan y la cantidad repuestos existentes es bien considerable.

La administración en su afán de mejorar sus procesos es consciente de que esto es un gran problema en caso de una auditoria ya que los únicos autorizados para tener bodega de repuestos es el departamento de materiales.

Por todo esto tuvimos la tarea de realizar un inventario de todos los componentes existentes en la bodega, realizar un informe completo de los mismos para mandarlos al departamento de Materiales y que se encargue de todos estos elementos.

8.8 Asistencia a un curso rápido del motor 2.5 Diésel utilizado en las nuevas MAZDA BT-50 utilizadas en la Empresa.

Teniendo en cuenta el cambio que ha implementado cerrejón en su flota de camionetas Mazda, es importante que se capacitara a la mayor cantidad posible en el motor nuevo que tendrán que intervenir en sus tareas de mantenimiento.

La camioneta Mazda BT-50 motor Diésel es la nueva apuesta que ha hecho cerrejón buscando mayor economía, rendimiento y reducción de emisiones contaminantes, si bien la BT-50 lleva varios años haciendo parte de la familia cerrejón siempre ha sido a motor de gasolina.

En este curso rápido habló de aspectos técnicos del motor, los cuidados que deben tener los conductores en el manejo de la doble tracción, ventajas de este

motor con respecto al convencional y del mantenimiento de ciertas partes del mismo.

Este motor diésel turbo que tiene una potencia de 140.9 HP/3500 rpm y un torque de 336 Kg-mt/1800 rpm tiene menor consumo de combustible con relación al motor anterior, entrega alto torque a bajas y altas rpm y tiene bajas emisiones. Posee dos filtros de combustible, el prefiltro debe ser cambiado cada 5.000 km y el filtro primario a los 15.000 km. Pequeños tips como estos se mencionaron en el curso en el que ingeniero a cargo de la charla daba sus recomendaciones para el mantenimiento y cuidado de la camioneta dado las condiciones difíciles a las que se someten en la mina, posteriormente se realizó un curso de reparación de motores diésel en Bogotá al que no pude asistir por no ser empleado directo de la compañía.

8.9 Acompañamiento en el diagnostico e informe para el arreglo del sistema de frenos de la camabaja del equipo 90-133.

En esta labor hice un acompañamiento a mi supervisor encargado en la toma de evidencias físicas encontradas en el equipo 90-133 perteneciente al Departamento de Servicios a la Operación se realizó la evaluación de los componentes que hacen parte del sistema de frenos de la cama baja en el taller de equipo liviano y mediano apoyándose en la información técnica propuesta por los fabricantes

El supervisor propuso el cambio de algunos elementos en el sistema neumático de acuerdo a los daños presentados y propuso un nuevo sistema en base a las recomendaciones del fabricante e igualmente estudió los mantenimientos preventivos que se habían hecho anteriormente para buscar irregularidades.



Figura 27. Equipo 90.133. *Fuente: autor*

Se realizó una inspección del sistema y se tomaron algunas evidencias para buscar las soluciones pertinentes.



Figura 28. Evidencias del estado del sistema de frenos. *Fuente: autor*

El sistema de frenos presentaba varios problemas que debían ser corregidos, el más importante era el uso de las cámaras de freno de resorte de tamaño diferente a las instaladas por el fabricante y de capacidades diferentes en un mismo eje. Esto en últimas generaba una falla prematura del sistema y un funcionamiento ineficiente de las zapatas de freno. Cuando se utilizan cámaras de frenado de distinto tamaños en el mismo eje se pierde el balance de frenada en el eje y sufre el eje de la cámara también.

El tráiler tiene tres ejes y tenía esta disposición: el primero de cámaras de frenado 30-30, el segundo de cámaras 36-36 y en el último eje tenía cámaras de 36-36 y de 30-30, un problema fácilmente visible.

Otra irregularidad del sistema era que el circuito neumático que tenía instalado era diferente al circuito original propuesto por el fabricante. Lo más relevante de este aspecto era el uso de solo una válvula de relevo en el Dolly y el uso de dos válvulas de relevo R-12 (Ver Anexo A) para aplicar el freno de parqueo en el tráiler; aunque este diseño aplica los frenos, la alta la válvula de relevo proporcional lo que obliga al uso de la misma señal de control del freno de servicio en el tráiler aumentando el tiempo de respuesta de los frenos al momento de aplicarlos.

Uno de los elementos claves en el correcto funcionamiento del sistema de frenos de este tráiler es la válvula RE-6 & RE-6NC (ver figura 29). Esta válvula se usa en los sistemas de freno de remolque y en las plataformas rodantes. Es una válvula con función doble, combina las funciones de una válvula relé y una válvula de emergencia. La función relé es idéntica a la de una válvula relé, una válvula de freno controlada remotamente. La presión control del vehículo que está halando (grúa) pasa a través de la línea de servicio del remolque y a la porción relé de la válvula. La función de emergencia de la válvula aplica automáticamente una

presión total a las cámaras del remolque cuando la presión de suministro del remolque está por debajo de un valor mínimo predeterminado.

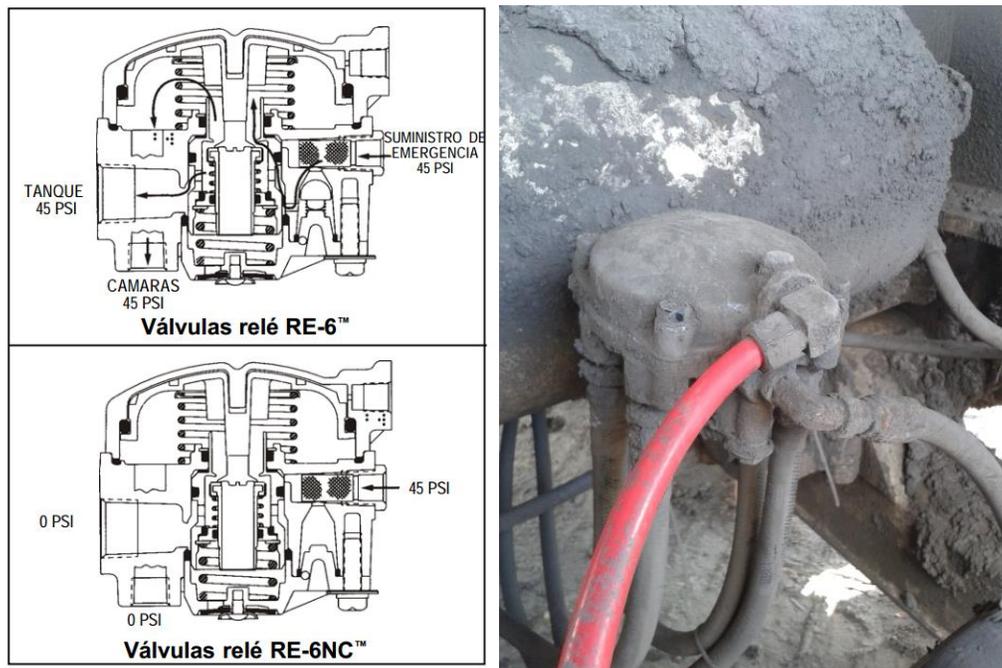


Figura 29. Válvula RE-6 – RE-6NC

El equipo 90-253 es un Tráiler cama-baja con Dolly de 180 toneladas de capacidad de carga fabricado en 1989, el sistema de frenos es completamente neumático con 10 cámaras de freno de resorte tipo 36-36 conectadas de acuerdo al siguiente esquema:

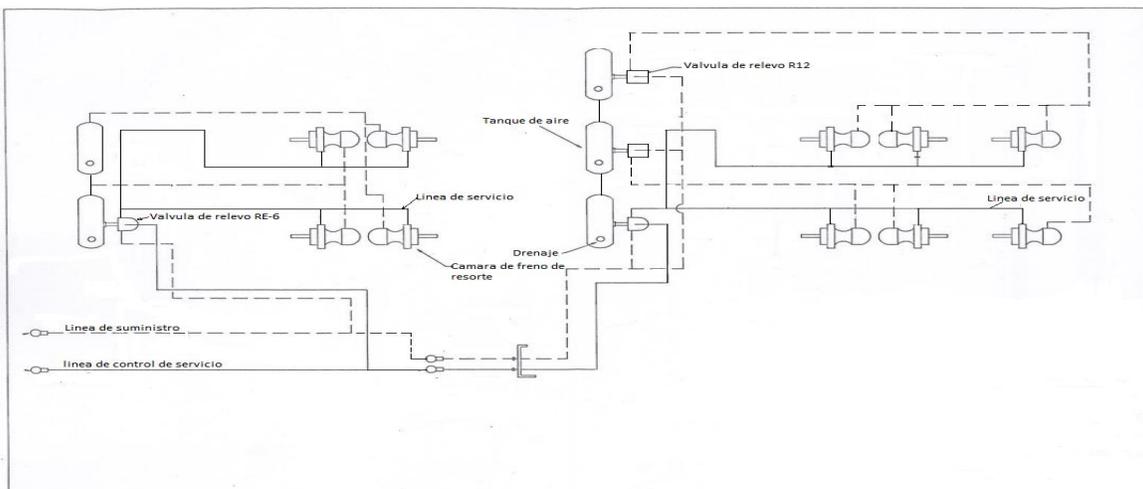
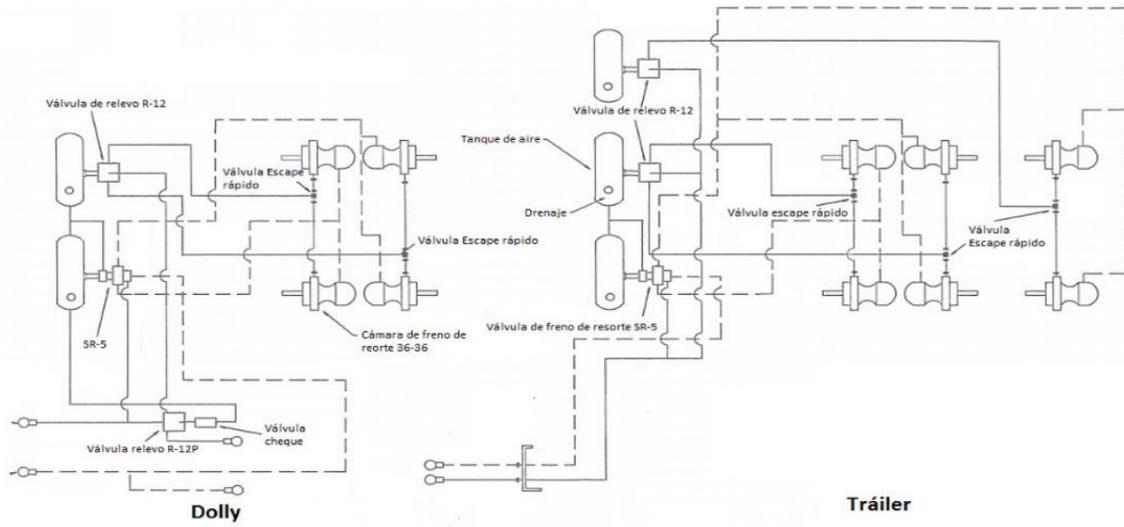


Figura 30: Sistema de frenos que estaba instalado. Fuente: Mauricio Romero



Esquema Circuito Propuesto para el Sistema de Frenos

Figura 31. Sistema propuesto por el fabricante. *Fuente: Mauricio Romero*

Para finalizar se hizo una serie de recomendaciones a la superintendencia para buscar mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y recursos utilizados para dichas tareas, buscar corregir totalmente los problemas del sistema y se propuso un circuito neumático de frenos teniendo en cuenta la disponibilidad de las válvulas en stock y las especificaciones del fabricante.

9. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Conocer como es el modo real de trabajo de un ingeniero en la industria es una de las lecciones más importantes que se adquirieron dentro de la práctica. Las dificultades que se presentan diariamente debido a los afanes propios de cada departamento por mantener y cumplir los objetivos de la empresa, la exigencia de superiores y la acumulación de trabajo supone que en ciertas ocasiones se tomen decisiones fuera de lo ideal en cuestiones de ingeniería, ya que no se hacen los análisis correspondientes y se realizan conclusiones basadas en la experiencia y en lo disponible en el momento.

Por otro lado, esto se convierte en un reto como profesional a no conformarnos con las soluciones básicas en los procesos a los que nos enfrentamos y buscar siempre un mejoramiento de nuestras metodologías de trabajo que no se resuman a la efectividad de un trabajo en equipo, en realizar tareas a prueba y error, si no que nos motive a la necesidad del conocimiento profundo de los sistemas que intervenimos que no solo nos permitan identificar fallas, sino prever su comportamiento al hacer cambios en sus componentes y realizar diferentes tareas de mantenimiento.

Es cierto que no es una práctica correcta desde el punto de vista académico, y que las operaciones que se realizan en esta zona de trabajo muchas veces son muy básicas, esto nos brinda la sensación de querer realizar mejoramientos al proceso, a la logística y metodología de operación de los talleres.

Aunque me desempeñe mucho en la búsqueda de mejorar la eficiencia del proceso de mantenimiento, su costo-efectividad, reducir tiempos de trabajo, queda la sensación de haber podido buscar un mejoramiento de las labores con metodologías aprendidas a lo largo de carrera y no con métodos estadísticos y convencionales.

Otra experiencia muy importante para mi desarrollo fue la interacción y manejo de personal que tiene años de experiencia en sus trabajos. La comunicación y saber llevar un buen ambiente dentro del grupo son indispensables para el desarrollo de las labores.

La responsabilidad es otro aspecto relevante de esta experiencia. Tener a cargo trabajos que repercuten directamente en la toma de decisiones importantes para el mejoramiento de la compañía hace que como profesional logres tener la mejor disposición y compromiso frente a la labor que realizas. Y es que bajo mi criterio estuvo reflejar los problemas de la parte logística de dos talleres de mantenimiento y por lo observado se tomaron medidas que suponían además de un gasto económico importante, cambios en los turnos de trabajo del personal, presión al personal para un arranque de turno más rápido, entre otros.

El trabajo realizado de la mano de un Ingeniero mecánico interventor de mantenimiento fue de gran ayuda para aplicar conceptos teóricos en situaciones puntuales de la labor diaria. Entender como analizar las fallas de un equipo desde la simple observación, priorizar los correctos procesos de lubricación, torque, presión y medición para el montaje de piezas mecánicas en los equipos fue muy interesante.

Otro aspecto no de menos valor fue adoptar una cultura de trabajo seguro, entendiendo que el seguimiento de todos los protocolos, identificación y valoración de los riesgos que existen en el trabajo diario es fundamental para cuidar mi integridad y evitar daños lamentables en el desarrollo de mis actividades diarias.

Por último, el ordenamiento de las prioridades al momento de comenzar la vida laboral es una lección que puede ser mejor comprendida observando a los colegas, superiores y personal a cargo, mediante testimonios, diálogos y concejos. Tener un balance entre los diferentes sectores que identifican al ser humano no siempre es capaz de aprenderse de manera teórica, por lo que solo al introducirse al mundo laboral se comienza a experimentar las dificultades que esto representa y a valorar la formación integral que se ha obtenido a través de los años en las diferentes instituciones en las que se ha hecho (incluyendo familia y relaciones inter-personales) que ayudan a realizar dicha tarea de manera óptima y sana.

10. CONCLUSIONES

En estos seis meses de trabajo he podido adquirir proactividad y capacidad para desempeñarme en nuevas tareas. Lo cierto es que en la empresa debes estar dispuesto a trabajar en muchos campos y que muchas veces no están relacionadas necesariamente con la ingeniería mecánica. Esto último me ha ayudado mucho a adaptarme a diferentes situaciones en el que nuestro conocimiento se resume a nuestras buenas ideas para determinado problema a resolver, de esta forma mi seguridad en el manejo personal, comunicación con los técnicos y desempeño en reuniones importantes para transmitir mis conceptos ha mejorado considerablemente. Es indudable también que el manejo de personal y el trabajo en equipo son capacidades que se adquieren en esta compañía.

El puesto establecido tiene la oportunidad de conocer, tanto como quiera el practicante, sobre los procesos, metodologías y proyectos que son realizados dentro del departamento. La posibilidad de identificar metodologías de elaboración basadas en prueba y error, iteración y poder aportar en dichas áreas para optimizar dichos procesos, reducir el tiempo de respuesta y generar herramientas que faciliten la interacción entre el proceso y el operario / técnico corresponden algunos de los aportes más significativos que se realizaron y realizan durante el periodo de prácticas.

Uno de los aportes consistió en la identificación de fallas en el sistema de recirculación de agua del taller de quipo liviano y mediano que, a pesar de no tener una temporada invernal que causara emergencia y colapso del sistema, siempre tuvo fallas no solo en la frecuencia del mantenimiento con los equipos de succión, también en las estructuras, tuberías y bomba hidráulica. Los operadores desconocían las recomendaciones de operación hechas por el diseñador, algunas recomendaciones hechas por este último no contemplaban las condiciones

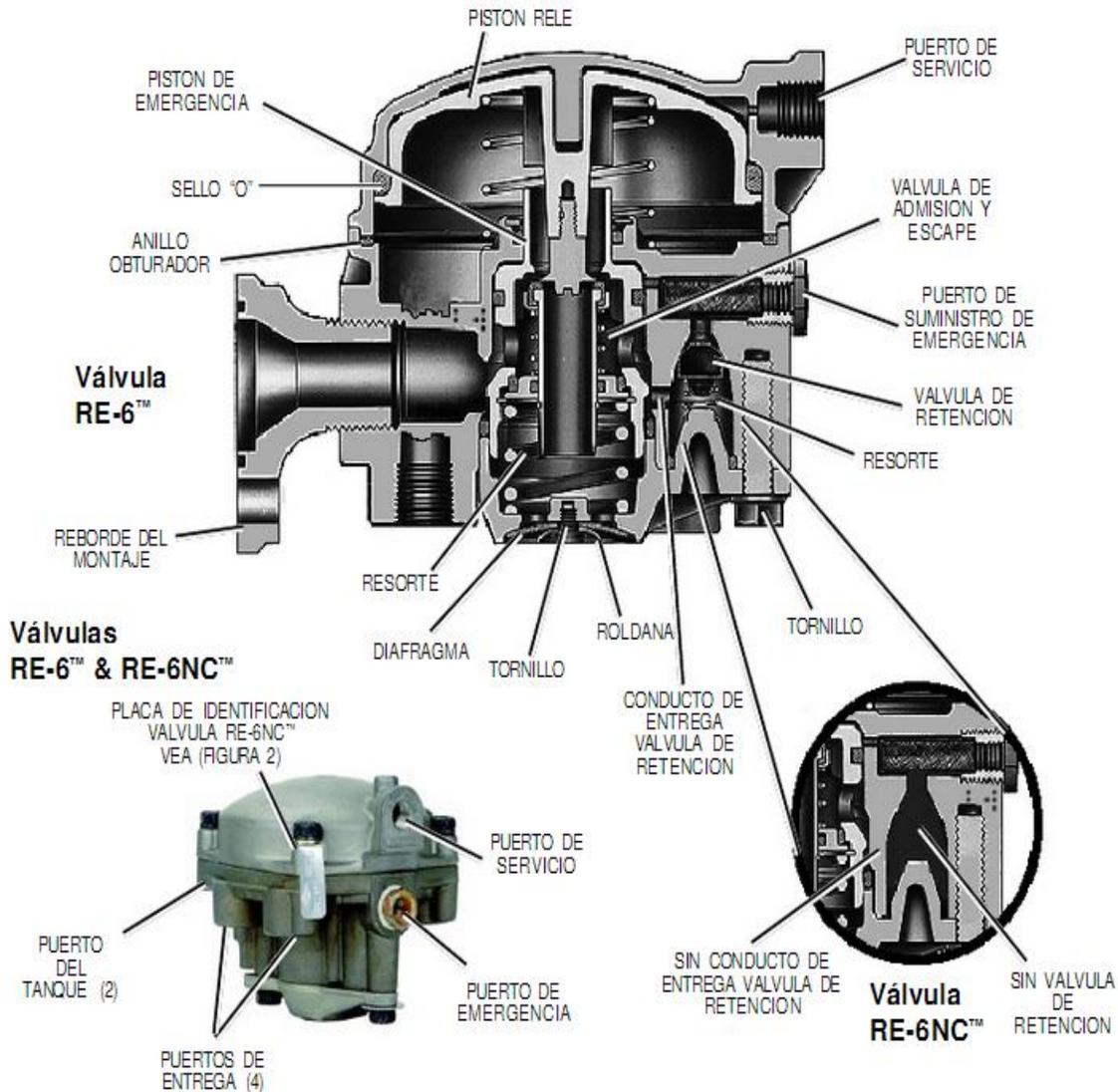
severas de polvo y barro de la mina por lo cual era inviable, no existía un plan de mantenimiento definido, es decir, las cosas se solucionaban en función de que fueran fallando y en casi todos los casos, la solución era temporal, solo para solventar de momento el inconveniente. Las mediciones y parámetros operacionales no indicaban correctamente la eficiencia del proceso que, junto a problemas de diseño, incluía datos falsos malinterpretados que no reflejaban la realidad de lo acontecido en el lavadero desde sus inicios. Gracias al apoyo del jefe asignado y la contratista que se encarga del mantenimiento de instalaciones (BLASTIGMAR) se hicieron varias correcciones para que el sistema al día de hoy tenga solo como problema principal la dependencia de equipos de succión con mayor frecuencia para su mantenimiento.

En el trabajo de asistencia a los ingenieros del departamento, se colaboró en las investigaciones de accidentes y cuasi-accidentes que se presentaron y fueron designados al departamento. En este proceso se realizaron aportes exitosos de análisis de fallas, basadas en el estudio de los sistemas comprometidos para cada caso, así como la toma de evidencias, análisis de la información recolectada.

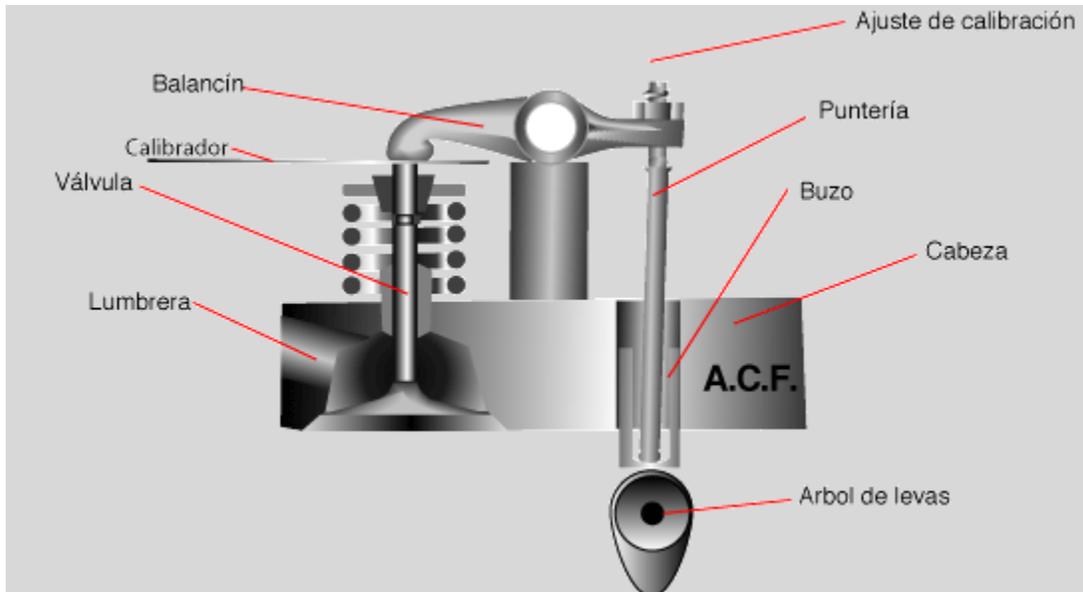
Por último es importante mencionar que los aportes realizados a la empresa en busca de estrategias para mejorar la productividad de los talleres de mantenimiento son satisfactorios y dejaron las bases necesarias para seguir trabajando en los aspectos identificados.

11. ANEXOS

ANEXO A: VALVULA DE RELEVO R-12 Y VALVULA RE-6 & RE-6NC



Esta válvula está diseñada para controlar el aire de servicio y estacionamiento (emergencia) en dollies que no cuentan con freno de resorte (T30/30) funciona como una válvula de relevo normal por los frenos de servicio a la vez que releva envía aire cuando se aplica el freno de estacionamiento/emergencia. Muy utilizada también en circuito de remolques previos al sistema actual doble. Reemplaza a la válvula A-1000



La válvula de relevo R-12 se usa principalmente en vehículos para aplicar los frenos de servicio del eje trasero. Operan con aire, y son válvulas de control graduado de alta capacidad y de rápida respuesta. Cuando reciben una señal de presión desde la válvula de frenos de servicio, gradúan, mantienen o dejan escapar la presión del aire desde las cámaras a las que están conectadas.

Están generalmente montadas cerca de las cámaras a las que sirven. Estas válvulas de relé se pueden conseguir tanto en diseños de montaje remoto como para depósito y tienen un recambio de cartucho de la válvula de entrada y de escape sin tener que quitar la línea.

ANEXO C: INSTRUCTIVO MAESTRO DE GRUAS LIBHERR DE 150 TONELADAS

Revisó
Supervisor

Aprobó
Superintendente

INSTRUCTIVO DE SEIS SUPERESTRUCTURA TIPO E LTM1150

EQUIPO: _____ ORDEN DE TRABAJO #: _____

FECHA PROGRAMADA: _____ FECHA
EJECUTADO: _____

PREDESPACHO #: _____ HOROMETRO: _____

TECNICOS: _____

DURACION ESTIMADA DE LOS SEIS:

TIPO B: 500HRS. TIPO C: 1000 HRS. TIPO D: 5000 HRS TIPO E: 10000 HRS

1. ASPECTO DE SISTEMA DE INTEGRIDAD OPERACIONAL (SIO)

- 1.1. Criticidad de la tarea, nivel de riesgo BIII Medio.
- 1.2. Coordinar su labor con las demás personas que se encuentran trabajando en el equipo antes de intentar realizar cualquier movimiento o prueba en el equipo.
- 1.3. Utilice procedimiento de Etiqueta y Candado.
- 1.4. Asegurar que el área donde se va a realizar el SEIS cumpla con el estándar de ejecución.
- 1.5. Asegurar que las herramientas que va a utilizar estén limpias y en buen estado.
- 1.6. Drenar los aceites con la bomba de succión o en los carros disponibles y hacer disposición final en los sitios autorizados. Controlar los derrames de aceite, combustible, grasa, refrigerante, etc. sobre el piso o área de la mina y descargar el carro en el punto de colección.
- 1.7. Hacer disposición final de residuos sólidos tales como filtros, trapos, guantes, aserrín, sellos, cartón, electrodos de soldadura y otros desechos recipientes de contenidos químicos especiales (canecas de aerosoles, penetrantes, freones, etc.) en los sitios autorizados.
- 1.8. Hacer uso del químico biodegradable autorizado para limpieza de partes y tener en cuenta el MSDS para el uso de todos los productos químicos.

2. HERRAMIENTAS ESPECIALES

- 2.1 Caja de seis
- 2.2 Manómetro.
- 2.3 Manuales de consulta.

3. RECIBO DEL EQUIPO

- 3.1 Entreviste al operador sobre el estado y funcionamiento del equipo. La información del operador debe traducirse en tareas en el formato de captura de incidentes FO-MAT-SS01.

4. DESARROLLO DE LA TAREA

NOTA: Toda falla encontrada debe registrarse como tareas en el Formato: [FO-MAT-SS01](#) de Captura de Incidentes.

4.1 LAVADO Y TRASLADO AL TALLER

ANTES DE INGRESAR EL EQUIPO AL LAVADERO

- 4.1.1 Diligencie el formato de recibo y entrega de equipos.
- 4.1.3 Remover o levantar las guardas que sean necesarias para el lavado del equipo, incluyendo tapa, túneles de las extensiones.
- 4.1.4 Al ingresar el equipo al área de lavado saque las extensiones y estabilizadores al máximo para un buen lavado.
- 4.1.5 Indicar al operador del lavadero que evitar mojar el tubo de admisión de aire tanto del motor de la superestructura como el del chasis.
- 4.1.6 Desconectar el cable de disparo (Cable color grúas) del S.S.I.

DESPUES DE LAVADO EL EQUIPO

- 4.1.7 Asegurar que el equipo esté limpio en todos sus componentes. Si tiene objeciones en la calidad del lavado exija la corrección inmediatamente.

ANTES DE INGRESAR EL EQUIPO AL TALLER

- 4.1.8 Retirar las contrapesas que se encuentran en la plataforma de la grúa. Esto para facilitar la ejecución de las tareas del Seis.

CONVENCIONES

☠ Leer advertencias de seguridad de la página

☞ Peligro daño al equipo

A Aplica a este equipo

NA No aplica a este equipo

4.2 EJECUCION DEL SEIS

Nota : Ahora encienda el equipo y proceda a realizar las siguientes tareas

RUTA 1: PRUEBA OPERATIVA

ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICIAL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.1	Cabina del operador	Verificar estado y limpieza de la cabina.	4.01 M. Operación				
4.2.2	Cabina del operador	Verificar operatividad de aire acondicionado y limpia parabrisas.	4.01 M.Operación				
4.2.3	Cabina del operador	Revisar presencia de códigos de fallas o alarmas en el LICCON.	7.10 M.Operador				
4.2.4	S.S.I	Revisar operatividad del sistema de detección automático. (Modulo de control energizado).	Revisar Instructivo: IT-SOE-SSI1				
4.2.5	Centralizado de Grasa.	Revisar operatividad del sistema automático.	A				
4.2.6	Centralizado de Grasa.	Revisar la hermeticidad.	A				
4.2.7	Motor	Revisar por presencia de códigos de falla o alarmas en la cabina del operador.	162 a 177 M.Operacion				

4.2.8	Motor	Verificar operatividad de indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	162 a 177 M.Operacion				
4.2.9	Motor	Revisar la hermeticidad y el estado del sistema de combustible.	5-16 M. Motor Super.				
4.2.10	Motor	Revisar la hermeticidad y el estado del sistema de aceite.	5-16 M. Motor Super.				
4.2.11	Motor	Revisar la hermeticidad y el estado del sistema de refrigeración.	5-15 M. Motor Super.				
4.2.12	Motor	Revisar la hermeticidad y el estado del sistema de aspiración y de escape de gases.	5-24 M. Motor Super.				
4.2.13	Hidráulico	Verificar operatividad de indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	162 a 177 M.Operacion				
4.2.14	Hidráulico	Revisar la hermeticidad del sistema.	A				
4.2.15	Eléctrico	Realizar prueba de arranque y carga. Ver tabla # 1.	A				
4.2.16	Giro de la tornamesa	Verificar operatividad de los movimientos(giro derecha y giro a la izquierda). Revisar indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	4.01 M. Operación				
4.2.17	Giro de la tornamesa	Revisar la hermeticidad.	621 M. Mantenimiento				
4.2.18	Giro de la tornamesa	Verificar operatividad del freno.	4.01 M. Operación				
4.2.19	Giro de la tornamesa	Verificar operatividad del seguro.	4.01 M. Operación				
4.2.20	Levante	Verificar operatividad de los movimientos del boom (subir y bajar). Revisar indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	4.01 M. Operación				

ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICIAL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.21	Levante	Verificar hermeticidad del cilindro de levante.	A				
4.2.22	Telescopaje	Verificar operatividad de los movimientos de las extensiones del boom (sacar y retraer todas las extensiones). Revisar indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	4.01 M. Operación				
4.2.23	Telescopaje	Verificar hermeticidad del cilindro telescopico y estado de la estructura de las extensiones.	633 M. Mantenimiento				
4.2.24	Winche	Verificar operatividad de los movimientos del winche (subir y bajar gancho). Revisar indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	4.01 M. Operación				
4.2.25	Winche	Verificar operatividad del freno del winche.	621 M. Mantenimiento				
4.2.26	Winche	Verificar hermeticidad.	621 M. Mantenimiento				
4.2.27	Contrapesas	Revisar operatividad de los movimientos de la contrapesas(Subir, bajar, asegurar y desasegurar contrapesos). Revisar indicadores y pilotos de control en la cabina del operador.	4.01 M. Operación				
4.2.28	Contrapesas	Revisar la hermeticidad de los cilindros de la contrapesas.	631 M. Mantenimiento				

Nota: Proceda a apagar el equipo y realice las siguientes tareas

RUTA 2: INSPECCIONES Y CAMBIOS CICLICOS

ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICIAL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.29	S.S.I	Revisar estado de componentes mecánicos(Tanques de polvo, actuadores, válvulas, mangueras y boquillas).	Seguir el instructivo: IT-SOE-SSI1				
4.2.30	S.S.I	Revisar estado de componentes eléctricos y electrónicos(Cable rojo, cable gris, electro explosivo y modulo de control).	Seguir el instructivo: IT-SOE-SSI1				
4.2.31	S.S.I	Realizar prueba semestral.	Seguir el instructivo: IT-SOE-SSI1				
4.2.32	Centralizado de Grasa.	Revisar estado de componentes mecánicos(Bomba, deposito, válvulas, mangueras y graseras).	A				
4.2.33	Centralizado de Grasa.	Revisar estado de componentes eléctrico(Cableado).	A				
4.2.34	Estructura y latonería en general	Verificar por corrosión, abolladuras, desajuste, grietas, tornillería, estribos y pasamanos.	A				
ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICIAL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.35	Motor	Realizar inspección por fugas o deterioros en el motor	A				
4.2.36	Motor	Tomar muestra de aceite.	A				
4.2.37	Motor	Cambiar aceite.	5-17 M.Motor Super.				
4.2.38	Motor	Cambiar Filtro de aceite	5-18 M.Motor Super.				
4.2.39	Motor	Drenar el filtro separador de agua.	5-12 M.Motor Super.				
4.2.40	Motor	Cambiar el filtro separador de	5-30 a 33				

		agua.	M. Motor Super.				
4.2.41	Motor	Cambiar filtro principal de combustible.	5-34,35 M. Motor Super.				
4.2.42	Motor	Limpiar la válvula evacuadora de polvo del filtro de aire.	5-14 M.Motor Super.				
4.2.43	Motor	Cambiar elemento principal del filtro de aire.	5-42 M.Motor Super.				
4.2.44	Motor	Cambiar elemento secundario del filtro de aire.	5-43 M.Motor Super.				
4.2.45	Motor	Revisar nivel de refrigerante.	5-10 M.Motor Super.				
4.2.46	Motor	Cambiar filtro de agua.	5-15 M.Motor Super.				
4.2.47	Motor	Cambiar refrigerante.	5-41 M.Motor Super.				
4.2.48	Motor	Revisar estado y tensión de la correa trapezoidal.	5-19 a 22 M. Motor Super.				
4.2.49	Motor	Verificar ajuste de las válvulas.	5-24 a 28 M. Motor Super.				
4.2.50	Motor	Revisar estado de las conexiones de módulos de control, cables y sensores.	A				
4.2.51	Hidráulico	Tomar muestra de aceite tanque hidráulico	A				
4.2.52	Hidráulico	Cambiar aceite.	607 M. Mantenimiento				
4.2.53	Hidráulico	Cambiar filtro de presión.	619 M. Mantenimiento				
4.2.54	Hidráulico	Cambio del filtro de aireación y ventilación del deposito hidráulico.	619 M.				

			Mantenimiento				
4.2.55	Hidráulico	Cambio del filtro de retorno.	619 M. Mantenimiento				
4.2.56	Eléctrico	Realizar mantenimiento de las baterías.	611 M. Mantenimiento				
4.2.57	Eléctrico	Realizar limpieza de compartimientos de componentes eléctricos y electrónicos(Cajas de fusibles y relevos, cajas de módulos de control). Utilice aspiradora.	A				
4.2.58	Giro de la tornamesa	Revisar estado del mecanismo giratorio.(Motor hidráulico, engranaje y corona de giro)	621 M. Mantenimiento				
ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICIAL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.59	Giro de la tornamesa	Verificar torque de fijación de los pernos de la corona de giro.	621 M. Mantenimiento				
4.2.60	Giro de la tornamesa	Revisar nivel de aceite	621 M. Mantenimiento				
4.2.61	Giro de la tornamesa	Tomar muestra de aceite.	A				
4.2.62	Giro de la tornamesa	Cambiar aceite.	621 M. Mantenimiento				
4.2.63	Levante	Revisar estado de estructura del boom, poleas y del cilindro de levante.	A				
4.2.64	Winche	Revisar estado del mecanismo.(Motor hidráulico, cables y gancho).	621 M.				

			Mantenimiento				
4.2.65	Winche	Cambiar aceite.	621 M. Mantenimiento				
4.2.66	Contrapesas	Revisar estado de estructura de los cilindros.	631 M. Mantenimiento				
4.2.67	Contrapesas	Verificar torque de fijación de los pernos de la corona de giro.	A				
4.2.68	Contrapesas	Verificar presión de los acumuladores.	631 M. Mantenimiento				

RUTA 3: EJECUCION DE TAREAS DE LUBRICACION

ITEM	SISTEMA	DETALLE DE ACTIVIDAD	No. PAGINA MANUAL DE SERVICIO	HR. INICI AL	HR. FINAL	O K	TECNICO
4.2.69	Giro de la tornamesa	Lubricar corona de giro. Ver tabla #2.	629 M. Mantenimiento				
4.2.70	Giro de la tornamesa	Lubricar seguro de la tornamesa. Ver tabla #2.	A				
4.2.71	Telescopaje	Lubricar las extensiones y las superficies de deslizamiento del boom. Ver tabla # 2.	629 M. Mantenimiento				
4.2.72	Winche	Lubricar cables y poleas. Ver tabla # 2.	A				
4.2.73	Motor	Lubricar la corona dentada en el volante de impulsión del motor. Ver tabla #2.	5-23 M. Motor chasis				

4.3 VERIFICAR MANTENIMIENTO Y CONFORT DE CABINA: Contacte al Contratista.

4.4 REALIZAR PRUEBA Y ENTREGA DE EQUIPO DISPONIBLE: Llenar formato de recibo y entrega de equipos.

TABLA # 1

PRUEBA DE BATERIAS Y SISTEMA DE ARRANQUE Y CARGA				
BATERIA #		VOLTAJE MEDIDO		ACCION
1				
2				
TIPO DE BATERIAS		VOLTAJE DE REFERENCIA		
VOLTAJE DE ARRANQUE				
REFERENCIA		MEDIDO		ACCION
SISTEMA DE CARGA				
VOLT. RPM MIN. SIN CARGA		VOLT. RPM MAX. CON CARGA		ACCION
ref. :	Medido:	ref.:	Medido:	

TABLA # 2

COMPARTIMIENTO	TIPO	PUNTOS DE ENGRASE	SEIS TIPO	CAPACIDAD DE TANQUE	CANTIDAD SUMINISTRADA	TECNICO
MOTOR	ACEITE-LUBRAX TOP TURBO 15W/40	NA				
GIRO DE LA TORNAMESA	ACEITE-LUBRAX IND /EGF-220-EP	NA				
WINCHE	ACEITE-LUBRAX IND /EGF-220-EP	NA				
HIDRAULICO	ACEITE-LUBRAX OH-49-TDX	NA				
VOLANTA DEL MOTOR	GRASA-LUBRAX INDUSTRIAL GSM 2 EP	1				
CORONA DE GIRO	GRASA-LUBRAX SURSTICK SUMMER	1				
EXTENSIONES DEL BOOM	GRASA-LUBRAX SURSTICK SUMMER	-				
POLEAS	GRASA-LUBRAX INDUSTRIAL GMA 2 EP	-				
CABLES	GRASA-LUBRAX INDUSTRIAL GMA 2 EP	-				

Nota: Para la lubricación de los puntos que no están especificados en esta tabla, utilizar grasa LUBRAX INDUSTRIAL GSM 2 EP.

NOTA:

Quando cualquier ítem del Instructivo del SEIS no se pueda realizar o quede fuera de especificaciones, esto debe documentarse como una excepción. La liberación del producto (equipo disponible) debe ser autorizada por escrito y es responsabilidad exclusiva del Supervisor, quien definirá la corrección a aplicar.

12. REFERENCIAS

- SALAZAR LERMA, Jaime. Proyecto final del proyecto de Industria: Diseño del nuevo equipo de registro geofísico para la superintendencia de geología del departamento técnico del cerrejón. Albania, 2013. Trabajo de práctica empresarial. Universidad del Norte. Facultad de Ingeniería Mecánica. Escuela de Ingenieras.
- Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, “Diseño en ingeniería mecánica de Shigley”, Octava edición.
- ROMERO GARCIA, Eduard Mauricio. Informe técnico equipo 90-133 frenos camabaja 90-253. Sointer Ltda. Consultado el 7 de marzo del 2014
- ESCOBAR, Gabriel. Presentación de metodología y propuesta de trabajo de Wrench time. Proyecto Compite CERREJON. Consultado el 10 de julio de 2014.
- Manual de instrucciones BENDIX RE6 RELAY VALVE.
<www.bendixvrc.com/itemDisplay.asp?documentID=4428>
- CARBONES DEL CERREJON LIMITED. Historia [en línea]
<<http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/historia.aspx>>