

**ESTRATEGIA PARA DEFINIR NIVELES DE
INVENTARIO Y POOL DE COMPONENTES
MAYORES, PARA LAS FLOTAS DEL TALLER DE
EQUIPO DE SOPORTE DE CERREJÓN L.L.C.**

Estudiante

JOSE SAMIR ROMERO TERAN

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
INGENIERIA MECATRONICA
2017**

**ESTRATEGIA PARA DEFINIR NIVELES DE
INVENTARIO Y POOL DE COMPONENTES
MAYORES, PARA LAS FLOTAS DEL TALLER DE
EQUIPO DE SOPORTE DE CERREJÓN L.L.C.**

JOSE SAMIR ROMERO TERAN
1122405868
SAMIR_GT@HOTMAIL.COM
310 224 3995

**PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRONICA**

DIRECTOR: DIEGO ARMANDO MEJIA BUGALLO
INGERIERO EN MECATRONICA
MAGISTER EN CONTROLES INDUSTRIALES
DAMEJIA14@HOTMAIL.COM

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
INGENIERIA MECATRONICA
2017

**ESTRATEGIA PARA DEFINIR NIVELES DE
INVENTARIO Y POOL DE COMPONENTES
MAYORES, PARA LAS FLOTAS DEL TALLER DE
EQUIPO DE SOPORTE DE CERREJÓN L.L.C.**

JOSE SAMIR ROMERO TERAN
1122405868
SAMIR_GT@HOTMAIL.COM
310 224 3995

**PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRONICA**

DIRECTOR: DIEGO ARMANDO MEJIA BUGALLO
INGENIERO EN MECATRONICA
DAMEJIA14@HOTMAIL.COM

ASESOR TÉCNICO EMPRESA: JOSE GUILLERMO NIEVES ZARATE
INGENIERO MECÁNICO
ESP. GERENCIA EN MANTENIMIENTO
JOSE.NIEVES@CERREJON.COM

CERREJÓN L.L.C.
Representante legal,
Calle 100 No. 19-54
La Guajira (57) (5) 350.55.55

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
INGENIERIA MECATRONICA
2017

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Por haberme formado profesionalmente a lo largo de todos estos años.

AL TODO EL CUERPO DE DOCENTES, PROFESORES E INGENIEROS DEL PROGRAMA DE INGENIERIA.

Por haber sido mi centro de formación durante los últimos años de la carrera.

A LA COMPAÑÍA CERREJON.

Por brindarme la oportunidad de realizar las prácticas empresariales que me exigen en la universidad de pamplona para obtener el título de Ingeniero en Mecatronica.

AL INGENIERO DIEGO ARMANDO MEJIA BUGALLO

Por el apoyo, asesoría y consejos brindado.

A MIS JURADOS

Ing. JUAN CARLOS DELGADO

Ing. YARA ANGELINE OVIEDO DURANGO

Por sus comentarios, consejos y revisiones, con los cuales se llevó a buen término el desarrollo de la presente tesis.

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis primero que todo a Dios porque mi triunfo es tu triunfo.

A mis padres BLANCA THERAN y JOSE ROMERO quienes siempre me tienen es sus oraciones, por su apoyo sacrificio, amor y confianza.

A mis hermanos José Luis, Yeison Antonio, Marieth Del Rosario, Fabián José, Emmanuel Yoset, Yeiner De Jesús, Carlos José y familiares que en los momentos más difíciles con su apoyo me inspiraron a seguir adelante y nunca desistir.

A mi novia Paulina Mendoza que gracias a todo su amor y apoyo me acompañó en momentos tristes y momentos felices.

A mis amigos, Adela Rico, Adela Martínez, Rafael Adolfo Solano, Larry Ariza, Carlos Gutiérrez, Fabio Pacheco, José Alfaro, Jhoimer Hernandez y a todos aquellos quienes contribuyeron a mi formación personal y profesional.

A mi maestro y amigo Diego Armando Mejia Bugallo de depósito su confianza para que este proyecto fuera posible

A mis maestros Jennifer Ríos y Durvin Roso quienes nunca desistieron al enseñarme Y aquellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	15
RESUMEN DEL PROYECTO	16
PALABRAS CLAVE	16
1. TÍTULO.....	17
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	18
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	19
1.5.1 Alcances.....	19
1.5.2 Limitaciones.....	19
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1 Problemas en la gestión de inventarios	19
2.1.1 Según la actividad económica	19
2.1.2 Según la forma jurídica	20
2.1.3 Según su dimensión.....	20
2.1.4 Según su ámbito de actuación	20
2.1.5 Según la titularidad del capital	21
2.1.6 Según el destino final	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.2.1 Niveles óptimos de inventario	25
2.2.2 Teoría de inventarios	27
2.2.3 Tiempos de reaprovisionamiento	28
2.3 MARCO HISTORICO	30
2.3.1 Cerrejón	30
3 DESARROLLÓ DEL PROYECTO.....	33
3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
3.2 RESULTADOS	41

3.2.1 Desarrollo de la taxonomía desde el nivel de flotas hasta el nivel de referencia de componentes	41
3.2.3 Identificación de los sistemas más críticos en los equipos	49
3.2.4 Selección de componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos de la flota.....	57
3.2.5 Horas de vida útil de los componentes críticos según fabricante	64
3.2.6 Niveles de inventario para las partes y pool requerido.....	67
3.2.7 Resultados obtenidos en las mediciones del tiempo de trabajo.....	70
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78

Índice de tablas

Tabla 1. Resultado para las mediciones de tiempo del trabajo en el mes de septiembre del 2016	34
Tabla 2. Resultado promedio en las mediciones del tiempo de trabajo en el mes de septiembre del 2016.....	37
Tabla 3. Productividad del mes de septiembre	38
Tabla 4. Taxonomía de equipos y superintendencias	42
Tabla 5. Catalogación de componentes para los equipos	47
Tabla 6. Sistemas críticos en los equipos	51
Tabla 7. Selección de componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos	59
Tabla 8. Hora de vida útil de los Sistemas críticos en los equipos.....	65
Tabla 9. Nivel de inventario para el pool de componentes	68
Tabla 10. resultados para las mediciones de tiempo de trabajo en el mes de enero.....	71
Tabla 11. Promedio de resultados para las mediciones de trabajo en el mes de enero del 2017	74
Tabla 12. Productividad en el mes de enero del 2017	76
Tabla 13. Cronograma de actividades	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Graficas

Grafica 1. Factores que impiden la disponibilidad de los equipos	21
Grafica 2. Tendencias de algunos inventarios de repuestos en Colombia.....	22
Grafica 3. Porcentaje del valor de inventario versus activos de plantas y equipos	23
Grafica 4. Sistema q con reabastecimiento instantáneo	29
Grafica 5. Resultados promedio de mediciones en los tiempo de trabajo	38
Grafica 6. Resultados de Productividad	39
Grafica 7. Resultado promedio en los tiempos de trabajo	75
Grafica 8. Resultados de productividad en el mes de enero del 2017	76

INTRODUCCIÓN

Históricamente sea demostrado a lo largo de los años, la gran influencia que la industria brinda a la economía mundial, donde encontramos gran variedad de empresas con diferentes fines, estrategias económicas y estrategias de producción que permiten su sostenimiento y desarrollo con la finalidad de generar suficientes utilidades a sus accionistas, en Colombia encontramos múltiples empresas que influyen directamente en la economía del país, estas se desempeñan en diferentes sectores como la minería, construcción, ensambles, agro, etc., económicamente para lograr un sostenimiento y gran productividad es necesario la búsqueda del mejoramiento usando métodos eficientes que ataquen cualquier problemática que represente pérdidas que afecten el presupuesto económico de la empresa, por general estas mejoras se enfocadas en las áreas de producción de la empresa donde son diseñadas, estudiadas para garantizar una productividad eficiente que permita de esta forma el ahorro de costos.

Gracias al desarrollo que se ha implementado en las últimas décadas en el sector industrial, encontramos maquinas herramientas que permiten la optimización de los procesos. Para un funcionamiento adecuado de estas, es necesario ciertas condiciones de usos y mantenimiento los cuales no han sido de gran interés en la industria, ya que no pertenecen a la parte productiva no son motivo de atención, otra importante área del sector industrial al cual no se le brindad la atención necesaria son los almacenes de repuestos e insumos que pertenecen directamente en el proceso de producción de la empresa. Analizando las compras realizadas para los almacenes de cerrejón encontramos inversiones significativas en repuestos necesarios para el funcionamiento de las maquinas que brindan soporte a la producción.

Teniendo en cuenta que las inversiones en repuestos e insumos de mantenimiento son significativas para la empresa se dio la necesidad de generar una estrategia para definir los niveles de inventario y pool de componente mayores para las flotas del taller de equipo de soporte de cerrejón, apoyado en métodos estadísticos, matemáticos, administrativos, analíticos y prácticos.

RESUMEN DEL PROYECTO

Los inventarios actualmente son un área vital en las industrias colombianas, ya que se invierte gran capital representativo que al manejarse sin un plan que garantice una circulación constante de los insumos conducen a pérdidas de altos costos improductividad. Consecuente con esto surge la necesidad de elaborar una estrategia para definir niveles de inventario, repuestos e insumos de mantenimiento, apoyado en métodos estadísticos, matemáticos, administrativos, analíticos y prácticos.

Este proyecto se lleva a cabo en busca de la gestión del mantenimiento del taller equipo de soporte de la empresa carbones del cerrejón, el cual está encargado del mantenimiento de las grúas y equipos de soporte de compañía, donde estos prestan servicios en diferentes áreas del proceso productivo.

Uno de los puntos neurálgicos es la baja disponibilidad actual de las flotas en cuestión, es la no existencia de partes en el proceso de mantenimiento de los equipos, ya que no están incluidas en las compras de bodega, la renovación y compras de maquinarias las cuales contienen partes nuevas y actualizadas que las máquinas de la compañía no contienen, por esta motivo es necesario actualizar inventarios para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos y disponibilidad de las partes que día a día son necesarios para lograr un mantenimiento eficiente que garantice una disponibilidad de los equipos confiable, es por esto que el proyecto apunta directamente a definir los niveles de inventario necesarios para disminuir la demora de los mantenimientos o reparaciones afectados por falta de partes necesaria para estos proceso.

PALABRAS CLAVE

Confiabilidad. Disponibilidad. Eficiencia. Flotas. Improductividad. Insumos. Inventarios. Mantenimiento. Maquinarias. Neurálgicas. Productivo Renovación. Reparación.

1. TÍTULO

ESTRATEGIA PARA DEFINIR NIVELES DE INVENTARIO Y POOL DE COMPONENTES MAYORES, PARA LAS FLOTAS DEL TALLER DE EQUIPO DE SOPORTE DE CERREJÓN L.L.C.

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION.

El problema que se aborda con este proyecto es el impacto negativo en la disponibilidad de los equipos, que es causados por el lead time de los repuestos para los mantenimientos correctivos en los equipos de soportes y grúas de carbones del cerrejón, debido a la gran diversidad de equipos en las flotas, marcas y referencias, se hace difícil mantener todos los repuestos disponibles para cada uno de ellos. Con este proyecto se encontrara cuáles son los componentes claves y necesarios para aumentar la disponibilidad, los tipos y cantidad de repuestos óptimos para impactar de forma positiva los mantenimientos de los equipos sin afectar considerablemente los costos asociados a la mano intención de inventarios en la bodega de la compañía

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se justifica el desarrollo del siguiente proyecto ya que la disponibilidad de los equipos en los últimos años han tenido una disminución muy notoria y se ha encontrado que la demora por partes es un punto neurálgico que se debe abordar de manera inmediata para no afecta la disponibilidad en forma directa.

En el momento de realizar las catalogaciones de partes e insumos utilizados en los mantenimientos que en el día a día son requeridos, podemos garantizar un ahorro significativo en la compra de estos repuestos ya que al realizar un cargo directo se generan costos adicionales y largas esperas de las parte o insumo, afectando la disponibilidad y los tiempos de mantenimiento de los equipos, para garantizar un menor tiempo de los procesos ejecutados en el taller se necesario contar con un buen inventario que respalde las partes disponibles en bodega, de esta forma se verá beneficiando el proceso de producción de la empresa.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General.

Definir estrategias para los niveles de inventario y pool de componentes mayores para las flotas de los equipos del taller de soporte de carbones del cerrejón l.l.c.

1.4.2 Objetivos Específicos.

1. Desarrollar una taxonomía desde el nivel de flotas hasta el nivel de referencia de componentes
2. Identificar los sistemas más críticos en los equipos
3. Seleccionar los componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos de la flota
4. Identificar horas de vida útil de los componentes críticos según fabrica
5. Definir los niveles de inventario para las partes y pool requerido

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances.

Este proyecto se desarrollara gracia a la información suministrada por la empresa (cerrejón) donde parte de esta es confidencial. El desarrollo de este será guiado por un asesor técnico el cual facilitara información relacionada y útil para la ejecución de este.

Las muestras de datos, verificación y captura de componentes serán realizadas en el taller equipo de soporte (cerrejón) donde son encontrados los diferentes equipos.

1.5.2 Limitaciones.

La falta de información suministrada por los fabricantes de repuestos y la empresa limitan el desarrollo de este proyecto ya que es información confidencial.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Problemas en la gestión de inventarios

La situación actual o problemática se presenta en un país como Colombia, en el cual existe una gran cantidad de empresas industriales de diferentes sectores económicos, que por razones productivas es necesario que dispongan de almacenes de repuestos e insumos para las actividades de mantenimiento.

Las empresas industriales cuya actividad primordial es la producción de bienes o productos mediante la transformación y/o extracción de materias primas, se pueden clasificar según la actividad económica, según la forma jurídica, según su dimensión, según su ámbito de actuación y según la titularidad del capital.

2.1.1 Según la actividad económica

- Sector primario. Está formado por las actividades económicas relacionadas con la obtención o explotación directa de los recursos naturales del suelo, del subsuelo o del mar. Ejemplo de este tipo de empresas son las agrícolas, mineras, petroleras, explotadoras forestales, pesqueras, entre otras.

- Sector secundario. Forma parte de la actividad económica que comprende el uso predominante de la maquinaria y procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. Incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias. De acuerdo con lo que producen, sus grandes divisiones son: Construcción, industria manufacturera, electricidad, gas y agua. Ejemplo de este tipo de empresas son las siderúrgicas, las industrias mecánicas, químicas, textiles, industrias aceiteras, industrias azucareras, de la construcción, del papel, etc.
- Sector terciario o sector servicios. Corresponde al conjunto de todas aquellas actividades que no producen bienes materiales de forma directa. Trata de servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población. Incluye todo lo relativo al comercio, turismo, sanidad, actividad civil. Se destacan para este caso las empresas de transporte aéreo.

2.1.2 Según la forma jurídica

- Empresas societarias o sociedades. Generalmente constituidas por varias personas. Dentro de esta clasificación se destacan la sociedad anónima y la sociedad de responsabilidad limitada.

2.1.3 Según su dimensión

- Pequeña empresa. Es aquella que maneja poco capital y poca mano de obra. Se caracteriza porque existe una reducida división y especialización del trabajo. Tienen un número de empleados menores a 50.
- Mediana empresa. En este tipo de empresa se observa una mayor división y delimitación de funciones administrativas y operacionales. La inversión y los rendimientos obtenidos son mayores que los de la pequeña empresa. tienen un número de trabajadores entre 50 y 250.
- Gran empresa. Es la de mayor organización, posee personal especializado en cada una de las áreas de trabajo, se observa una gran división del trabajo y las actividades mercantiles se realizan en un porcentaje elevado. Posee más de 250 trabajadores.

2.1.4 Según su ámbito de actuación

- Empresas locales, regionales, nacionales, multinacionales.

2.1.5 Según la titularidad del capital

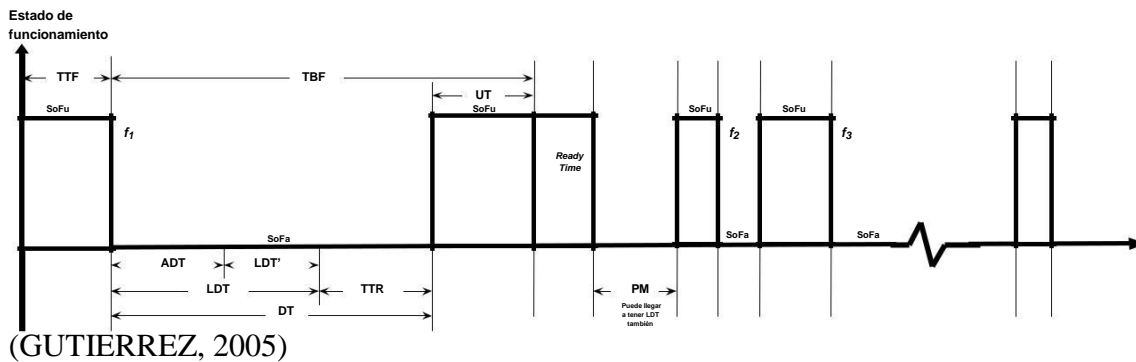
- Empresa privada. Si el capital está en manos de particulares.
- Empresa pública. Si el capital y el control está en manos del estado.
- Empresa mixta. Si la propiedad es compartida.
- Empresa social. Si el capital está en su mayor parte en manos de los trabajadores.

Las empresas industriales para su productividad, es estrictamente necesario que dispongan de una serie de recursos, unos directos e indirectos con la producción, pero que tienen igual valor cuando se habla de una administración eficiente y productiva. Uno de estos recursos que para muchos es un mal necesario, son los inventarios de repuestos e insumos, donde su verdadera razón de ser dentro de las empresas es mantener o aumentar la disponibilidad de los equipos productivos y no llegar a incurrir en largas paradas que directamente son grandes pérdidas, que contrastadas con el valor del inventario son mucho mayores, por tal motivo las organizaciones prefieren tener este capital guardado en un almacén.

En nuestro país no se conoce el verdadero valor que tiene la palabra inventario y mucho menos si es de repuestos. En muchas empresas se tienden a realizar grandes inversiones económicas, enfocándolas solo a procesos que generan más productos, más ventas, más publicidad, mayor valor de productos, entre otros, pero no a optimizar los recursos existentes para reducir costos y ser más eficientes o productivas.

El poder tanto constructivo como destructivo que tienen los inventarios, se puede observar en las siguientes figuras. La Gráfica 1 muestra la utilidad que estos tienen en actividades de mantenibilidad ya que se debe disponer del repuesto en el momento justo para la labor de mantenimiento y así poder reducir las paradas de producción que son el verdadero cáncer de las empresas.

Grafica 1. Factores que impiden la disponibilidad de los equipos

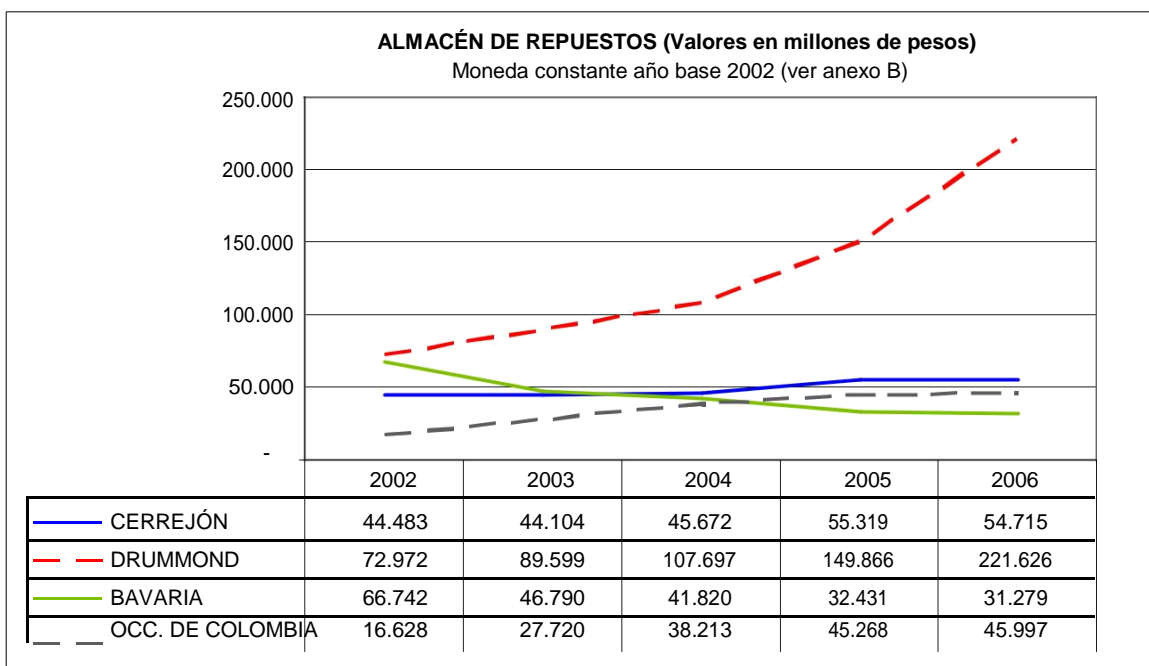


Por el contrario el inventario también puede tener un efecto muy destructivo el cual es proporcional al tamaño económico y físico de este, ya que se incurrirá en ciertos costos excesivos. Para visualizar este efecto, en la figura 2 se observa la tendencia de almacenes de repuestos de algunas empresas industriales representativas en Colombia en los últimos 5 años, (ver anexo A).

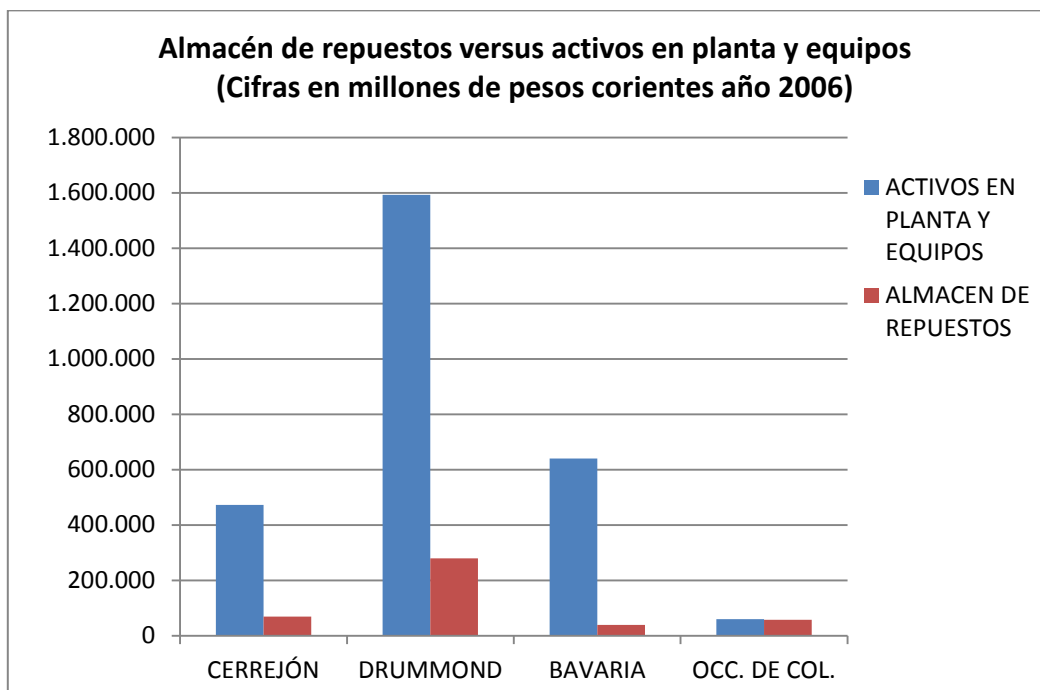
Adicionalmente en la figura 3 se puede analizar el porcentaje que estos representan respecto al total de los activos de plantas y equipos de las mismas empresas, (ver anexo A).

En la actualidad existen ciertas prácticas para administrar los almacenes de repuestos que no son muy buenas y nada saludables para las empresas; estas existen por varios motivos, como desconocimiento, desorganización, negligencia, desinterés, corrupción; por parte de la alta gerencia, personal administrativo y operativo. Estas prácticas suelen salir a flote

Grafica 2. Tendencias de algunos inventarios de repuestos en Colombia



Grafica 3. Porcentaje del valor de inventario versus activos de plantas y equipos



cuando se observa que el almacén se convierte en un sitio olvidado, desorganizado, con robos, pérdidas, deterioros, obsolescencia de repuestos; el personal no es el capacitado si no el que va sobrando de otras dependencias, largas colas de personal a espera de atención, sitios y cantidades sobredimensionadas, entre otros.

Colocados a la venta, hacen posible las operaciones productivas de la misma; estos productos pueden ser maquinarias, repuestos, insumos, etc.

Para soporte de operaciones. Presentan un alto costo de almacenamiento cuando se tienen y cuando no se tienen pueden acarrear altos costos de indisponibilidad de los equipos. Los problemas sobre repuestos que generalmente se presentan son los siguientes:

- Su costo unitario es alto.
- El tiempo de consecución es alto.
- La rotación de inventarios es lenta.
- El consumo es aleatorio.

Para contrarrestar los problemas mencionados anteriormente se establecen las siguientes medidas correctivas, que llevan a una buena gestión de repuestos.

- Controlar las unidades instaladas (planta).
- Control de existencias (inventarios).
- Control de requisiciones en trámite (pedidos).
- Llevar los registros históricos de consumo.
- Actualización: proveedores, plazos de suministro, precios, entre otros.

Los repuestos se clasifican según el destino final, según la procedencia y según el uso.

2.1.6 Según el destino final

- Reparables. Pueden ser reparados después de haber sido utilizados durante cierto tiempo; suelen ser piezas de cierto valor y plazos de entrega largos. En la siguiente tabla se muestran los datos que se deben tener en cuenta para un análisis de repuestos reparables.
- Desechables. Elementos con una vida útil clara y que no son reutilizables. Son piezas de alta rotación y plazos de entrega cortos. Pertenecen a este grupo los reciclables y los contaminantes.

(GONZALEZ BOHOQUEZ, p.104)

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Niveles óptimos de inventario

Como calcular los niveles óptimos de inventarios

Uno de los aportes que ha hecho la matemática aplicada a la industria ha sido encontrar una forma de calcular los niveles óptimos de inventarios que se debe tener en una empresa, por insignificante que se crea que es el producto que se tiene en inventario, debe tomarse como un producto vital para alimentar la cadena de abastecimiento, vamos entonces a ver como se calculan las cantidades optimas de inventarios:

Una buena administración de inventarios debe proveer los materiales y suministros que las operaciones vayan requiriendo, y al mismo tiempo minimizar la inversión de inventarios, las pérdidas como consecuencia de la caída en desuso de ciertos materiales, stocks deteriorados y pérdidas de ventas al no contar con un nivel adecuado de existencias.

Las principales variables que afectan al nivel de inventarios son:

- Nivel de ventas y durabilidad o perfectibilidad del producto: (especialmente al nivel de existencia de productos acabados).
- Período y naturaleza técnica del proceso de producción: (especialmente al nivel de existencia de productos acabados).
- Eficiencia en la programación de compras y confiabilidad de las fuentes de abastecimiento (especialmente al nivel de existencias de materias primas). La importancia de la administración de inventarios se debe dado a que mantener un nivel mayor de inventarios implica inmovilizar recursos adicionales y además se incurre en un mayor costo de mantención (manipulación y almacenamiento de los inventarios). Vamos a ver por el enfoque de certeza como calcular el lote económico:

En este método, la cantidad óptima se determina conociendo:

Cantidad promedio de inventarios:

Si la utilización de un artículo del inventario se permanece constante en el tiempo y no hubiera que mantener ningún stock de seguridad, el inventario promedio, es el siguiente:

$$\text{Inventario promedio} = \frac{(Q+Q)}{2} = \frac{Q}{2}$$

Dónde:

Q = Cantidad de unidades "U" de cada pedido, que también corresponde al saldo final

O = Saldo final del inventario

Luego el Costo de Mantenimiento, es igual al costo unitario de mantenimiento (C) multiplicado por el inventario promedio en existencia, o sea:

$$\text{Costo de mantenimiento} = C * \frac{Q}{2}$$

Costos de la orden:

Estos incluyen costos tales como:

- Costos de colocar una orden, es decir gasto administrativo requerido para emitir las órdenes internas coleccionar precios, elegir al proveedor, etc.
- Gastos de recibir y controlar las mercaderías que llega a bodega.
- Costos de embarque y de acarreos.

Estos costos tienen una parte fija y variable; (los costos de un departamento de compras y de recepción son fijos. Por ejemplo: El personal del departamento de compras en un costo fijo, pero en cambio el costo de colocar un pedido, es variable).

Luego los costos totales de orden de un período son iguales a:

$$\text{Costo de ORDEN} = F + S * \frac{O}{Q}$$

Dónde:

F = Costo fijo de la orden.

O = Demanda para un período de tiempo.

Q = Unidades de cada pedido.

O/Q = Número de pedidos en un período de tiempo.

S = Costo variable de cada pedido.

Luego, los COSTOS TOTALES DEL INVENTARIO, va a ser igual al costo total de mantenimiento más el costo total de ORDEN.

$$\text{C. Total: } C * \frac{Q}{2} + F + S * \frac{O}{Q}$$

Análisis de la fórmula:

- A medida que aumenta la cantidad pedida Q son mayores los costos de mantenimiento pero menores los costos de orden.
- A medida que disminuye la cantidad pedida Q son menores los costos de mantenimiento pero menores los costos de orden.

Por la tendencia de esta ecuación podemos hacer uso del cálculo diferencial y llegamos a lo siguiente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * S * O}{C}}$$

(Hincapie, 2010)

2.2.2 Teoría de inventarios

Inventarios

Los inventarios, son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado, perteneciendo al patrimonio productivo de la empresa.

Los inventarios en los últimos tiempos han alcanzado una elevada importancia, ya que si estos se mantienen demasiado altos, el costo podría llevar a una empresa a tener problemas de liquidez financiera; esto ocurre porque un inventario sin rotación inmoviliza recursos que podrían ser mejor utilizados en funciones más productivas de la organización; además el inventario sin rotación tiende a tornarse obsoleto, a quedar fuera de uso y corre el riesgo de deteriorarse. Por otro lado, si se mantiene un nivel insuficiente de inventario, podría no atenderse a los clientes de forma satisfactoria, lo cual genera reducción de ganancias y pérdidas de mercado¹.

Tipos de inventarios. De acuerdo a las características físicas de los objetos a contar, pueden ser los siguientes².

- Inventarios de materia prima. Son aquellos en los cuales se contabilizan todos aquellos materiales que no han sido modificados por el proceso productivo de la empresa.
- Inventarios de materia semielaborada o productos en proceso. Como su propio nombre lo indica, son aquellos materiales que han sido modificados por el proceso productivo de la empresa, pero que todavía no son aptos para la venta.
- Inventarios de productos terminados. Son aquellos donde se contabilizan todos los productos que van a ser ofrecidos a los clientes, es decir que se encuentran aptos para la venta.
- Inventarios de materiales para soporte de las operaciones, o piezas y repuestos. Son aquellos donde se contabilizan los productos que aunque no forman parte directa del proceso productivo de la empresa, es decir no serán

(PULIDO, 2014)

(IBID, 2015)

2.2.3 Tiempos de reaprovisionamiento

En esta parte es necesario determinar el tipo de reaprovisionamiento que se va utilizar, para así poder establecer las cantidades a pedir y los tiempos en que se deben realizar pedidos óptimos. Entre los más relevantes están: el sistema de revisión continua, sistema de revisión periódica, sistema *R M* y sistema *T R M*.

2.4.1 Sistema de revisión continúa³. En esta sección se explicará un sistema de revisión continua denominado algunas veces sistema Q o sistema de cantidad fija de orden, el cual es lo suficientemente flexible para utilizarse en la práctica de la administración de inventario cuando se deseen pedidos únicos.

El sistema de revisión continua se basa en las siguientes suposiciones:

- La tasa de demanda es variable.
- El tiempo de entrega desde el momento en que se coloca una orden a la fecha de recepción es variable.
- Se permiten inexistencias, debido a que la demanda es variable.
- Los artículos se obtienen en grupos o lotes y el lote se coloca en el inventario todo a la vez.

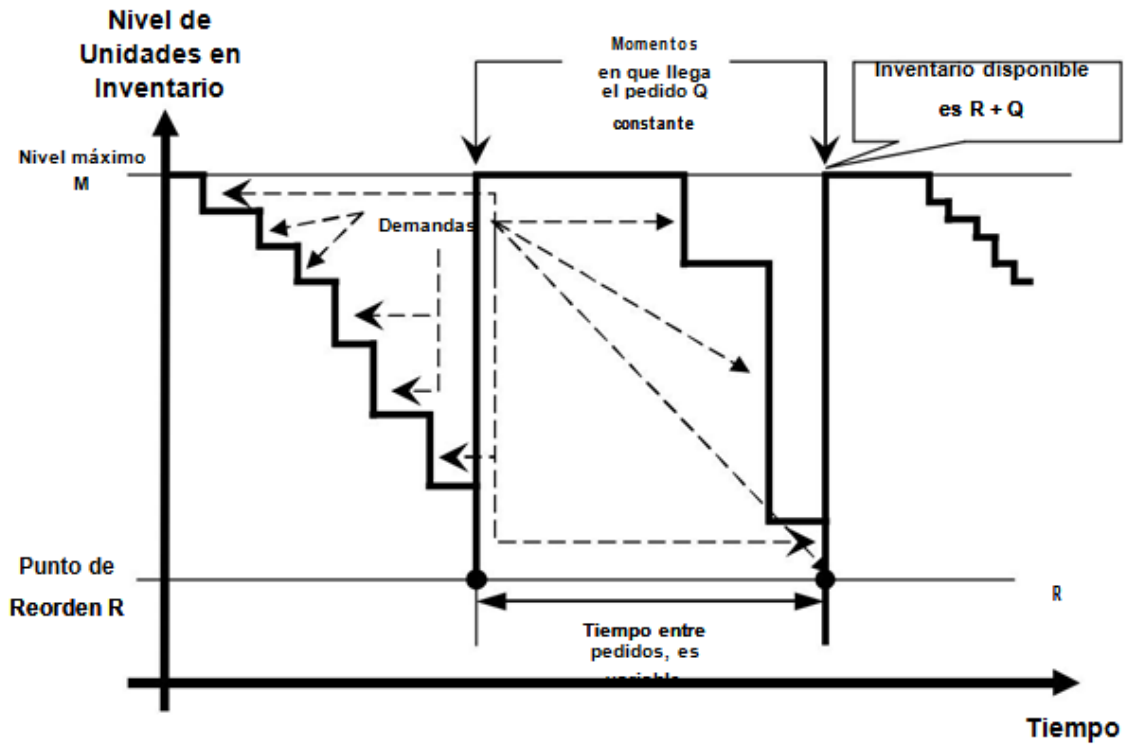
En el trabajo de inventarios, las decisiones de reordenar el material en almacén se basan en las cantidades totales a la mano más las que son objeto de una orden. El material de una orden se contabiliza de la misma manera que el material que se tiene a la mano para decisiones de recompra debido a que el primero está programado para llegar, aún cuando no se vaya a producir más. El total de material de una orden y el que se tiene a la mano recibe el nombre de posición de existencias (o existencias disponibles).

En un sistema Q se debe revisar continuamente la posición de existencia (material a la mano más el material de orden). Cuando la posición de existencia disminuye hasta alcanzar el punto de orden predeterminado (o punto de reorden R), se coloca una orden por una cantidad fija. Dado que esta cantidad es fija, el tiempo entre órdenes variará dependiendo de la naturaleza aleatoria de la demanda.

Una gráfica de la operación de este sistema cuando el reabastecimiento es instantáneo se presenta en la figura 4. La posición de existencia cae en una forma irregular hasta que alcanza el punto de reorden R, donde se coloca una orden por Q unidades. La orden se recibe instantáneamente y entonces se repite el ciclo de utilización, reorden y recepción del material.

(SCHROEDE, 1992)

Grafica 4. Sistema q con reabastecimiento instantáneo



(MORA GUITIERREZ, NOVIEMBRE. 2005.P.237)

(EDISON ROLANDO, 2007)

2.3 MARCO HISTORICO

2.3.1 Cerrejón

Operaciones integrales

Mina

- Ubicada entre los municipios de Albania, Barrancas y Hatonuevo, en La Guajira, posee recursos estimados en 1.961 millones de toneladas de carbón.
- En ella se desarrollan las actividades diarias de producción de carbón, mantenimiento de los equipos de minería y servicio de soporte a la operación.
- Cuenta con varios tajos operativos: Patilla, Tabaco, La Puente, Oreganal, Tajo 100 y Comuneros.
- Los equipos y la maquinaria empleados en la operación están entre los de mayor tamaño y capacidad en su **tipo: más de 240 camiones de 320, 240 y 190 toneladas de capacidad.**
- **Cerrejón utiliza tecnología de última generación en la operación y mantenimiento de los equipos de minería,** las tolvas de recibo, las plantas trituradoras, las bandas transportadoras y los dos silos.

Talleres de Mantenimiento

- Los talleres de mantenimiento cuentan con un área de más de 26.000 metros cuadrados.
- Más de 2000 personas son responsables de que todo el equipo de producción de Cerrejón esté a punto para garantizar el normal y eficiente funcionamiento de nuestra operación.
- Cuentan con 42 hangares en total. En 23 de ellos, con un área aproximada de 8400 metros cuadrados, reciben atención la flota de camiones y de cargadores.
- Casi 2800 metros cuadrados constituyen el área para los equipos auxiliares y los 15.000 metros cuadrados restantes están dedicados a las áreas de soldadura y de reconstrucción de componentes.
- En los talleres se llevan a cabo diferentes tipos de mantenimiento (preventivo, programado y por condición).
- El cuidado de nuestros equipos, entre los que se encuentran palas, cargadores, motoniveladoras, tanqueros, tractores de llantas, de oruga y trailla está regido por los más estrictos estándares de calidad, seguridad y medio ambiente y por la dedicación de trabajadores altamente calificados y capacitados en cada una de las operaciones del taller.

Ferrocarril

- Único con línea férrea de trocha estándar en Colombia. 150 kilómetros que conectan La Mina con Puerto Bolívar.
- Cuenta con 562 vagones, cada uno con capacidad para transportar entre 96 y 110 toneladas de carbón.
- La carga es nivelada, humectada y compactada como medida de control ambiental para prevenir las emisiones de partículas durante su transporte.
- También se utilizan trenes que transportan suministros básicos importados, necesarios para la operación de La Mina, como: combustible diesel, llantas, equipos y repuestos, entre otros.
- El ciclo completo de cargue, transporte y descargue de carbón es de aproximadamente 12 horas.

Puerto Bolivar

- Ubicado en Bahía Portete en La Alta Guajira, es el terminal carbonífero más importante de América Latina y uno de los de mayor tamaño del mundo.
- Cuenta con un sistema de cargue directo desde 1985.
- Recibe barcos hasta de 180.000 toneladas de peso muerto, con 300 metros de eslora y 45 metros de manga.
- Su canal navegable tiene 19 metros de profundidad, 225 metros de ancho y cuatro kilómetros de largo.
- La rata anual promedio de cargue actual es de 6.300 toneladas por hora, con picos hasta de 11.000 toneladas por hora.
- Cuenta además con un muelle de suministros para recibir barcos, hasta de 30.000 toneladas, con maquinaria, repuestos, combustibles y otros materiales para la operación minera.

Indicadores

Producción: 33,7 millones de toneladas (Mt)

Exportaciones: 34,2 Mt

Reservas estimadas: 4.816 Mt

Crecimiento de Cerrejón 2004-2014 (carbón): 42,2%

Crecimiento de Cerrejón 2004-2014 (exportaciones): 37,3%

Contribución

Regalías pagadas 2014: \$ 461.000 M / US\$ 233,37 M

Impuestos pagados 2014: \$ 392.258 M / US\$ 197 M

Ventas 2014: US\$ 2.263 M

Inversión social 2014: \$ 20.455 M / US\$ 10 M

Inversión ambiental 2014: \$ 114.575 M / US\$ 56,7 M

Impacto económico

Participación de Cerrejón en exportaciones de carbón colombianas: 44,4 %

Participación de Colombia en el mercado mundial del carbón: 8 %

Participación de Cerrejón en el mercado mundial del carbón: 3,6 %

Empleo

Total empleados: 12.780

Empleados directos: 6.163

Contratistas: 6.617

Empleados por origen

La Guajira: 3.966 / 64,3 %

Costa Atlántica: 1.638 / 26,6 %

Resto del país: 554 / 9 %

Exterior: 5 / 0,1 %

Empleo por género

Hombres: 5.724

Mujeres: 439

Contratos y compras

Contratos La Guajira (124 proveedores): \$ 40.335 M / US\$ 16,8 M

Contratos Colombia (446 proveedores): \$ 323.416 M / US\$ 134,8 M

Contratos Internacionales (23 proveedores): \$ 9.703 M / US\$ 4 M

Compras La Guajira (21 proveedores): \$ 4.317 M / US\$ 1,7 M

Compras Colombia (417 proveedores): \$ 122.959 M / US\$ 48,5 M

Compras Internacionales (213 proveedores): \$ 761.238 M / US\$ 300,4 M

(<http://www.cerrejon.com//site/operacion-integrada/indicadores.aspx>, 2014)

3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Análisis y observación en los tiempos de trabajo del taller equipo de soporte

Las siguientes tablas muestran el resultado de mediciones de productividad realizadas en el taller equipo de soporte a 10 técnicos durante los turnos de trabajo,

La medición comienza a las 6:00am y termina a las 6:00pm observando a un técnico durante 12 horas, en la medición los técnicos son observados cada 5 minutos donde se evidencia que actividad realiza, estos datos son almacenados y analizados mediante un programa que entrega como resultado los tiempos invertidos en durante el turno,

Las actividades observadas son las siguientes:

VALOR AÑADIDO: tiempo de trabajo

TRANSPORTE: trasportando el equipo

INVENTARIO: solicitando repuesto ante la bodega

MOVIMIENTO: desplazamiento del técnico en el taller

ESPERANDO: esperando repuestos, fin de trabajo y otros

SOBRE PRODUCCION: haciendo tareas adicionales

EXCESO DE PROCESAMIENTO: repitiendo un trabajo que ya fue realizado

DEFECTOS: actividades personales

PAUSAS: pausa activas descansos

INSTRUCCIONES: manuales de instrucciones del trabajo

Las tablas numero 1 nuestra el resultado en tiempo y porcentaje invertido en un turno de trabajo para los técnicos de mantenimiento del taller equipo de soporte:

Tabla 1. Resultado para las mediciones de tiempo del trabajo en el mes de septiembre del 2016

Técnico 1			Técnico 2			Técnico 3		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	115	16 %	VALOR AÑADIDO	70	10 %	VALOR AÑADIDO	175	24 %
TRANSPORTE	15	2%	TRANSPORTE	75	10 %	TRANSPORTE	90	13 %
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	100	14 %	MOVIMIENTO	140	19 %	MOVIMIENTO	115	16 %
ESPERANDO	85	12 %	ESPERANDO	110	15 %	ESPERANDO	65	9%
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	80	11 %	SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	15	2%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	35	5%
DEFECTOS	100	14 %	DEFECTOS	0	0%	DEFECTOS	75	10 %
PAUSAS	130	18 %	PAUSAS	190	26 %	PAUSAS	50	7%
INSTRUCCIONES	170	24 %	INSTRUCCIONES	40	6%	INSTRUCCIONES	115	16 %
TOTAL	715	100 %	TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %

Técnico 4			Técnico 5			Técnico 6		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	270	38%	VALOR AÑADIDO	240	33%	VALOR AÑADIDO	115	16%
TRANSPORTE	90	13%	TRANSPORTE	75	10%	TRANSPORTE	15	2%
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	100	14%	MOVIMIENTO	145	20%	MOVIMIENTO	100	14%
ESPERANDO	65	9%	ESPERANDO	30	4%	ESPERANDO	85	12%
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	35	5%	SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%
DEFECTOS	65	9%	DEFECTOS	30	4%	DEFECTOS	100	14%
PAUSAS	95	13%	PAUSAS	115	16%	PAUSAS	130	18%
INSTRUCCIONES	35	5%	INSTRUCCIONES	50	7%	INSTRUCCIONES	170	24%
TOTAL	720	100%	TOTAL	720	100%	TOTAL	715	100%

Técnico 7			Técnico 8			Técnico 9		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	70	10%	VALOR AÑADIDO	175	24%	VALOR AÑADIDO	130	18%
TRANSPORTE	75	10%	TRANSPORTE	90	13%	TRANSPORTE	100	14%
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	140	19%	MOVIMIENTO	115	16%	MOVIMIENTO	70	10%
ESPERANDO	110	15%	ESPERANDO	65	9%	ESPERANDO	195	27%
SOBRE PRODUCCION	80	11%	SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	15	2%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	35	5%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%
DEFECTOS	0	0%	DEFECTOS	75	10%	DEFECTOS	100	14%
PAUSAS	190	26%	PAUSAS	50	7%	PAUSAS	105	15%
INSTRUCCIONES	40	6%	INSTRUCCIONES	115	16%	INSTRUCCIONES	20	3%
TOTAL	720	100%	TOTAL	720	100%	TOTAL	720	100%

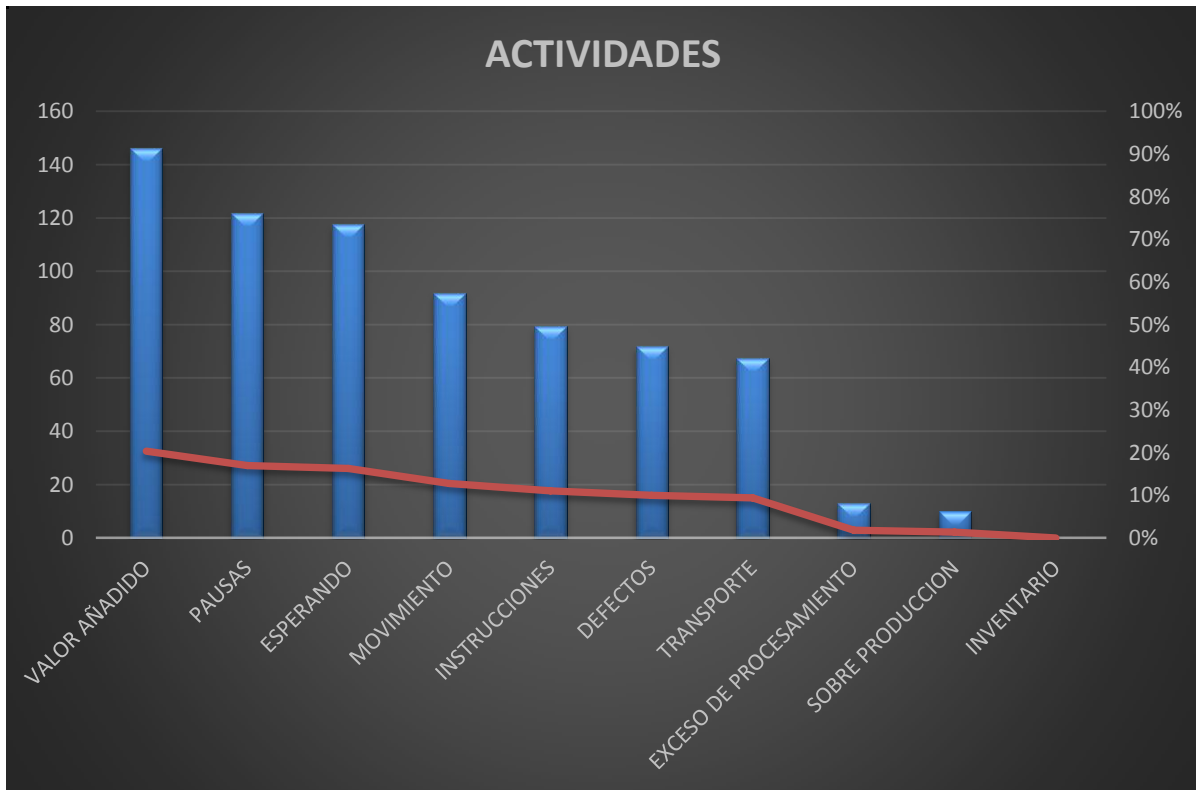
Tabla 2. Resultado promedio en las mediciones del tiempo de trabajo en el mes de septiembre del 2016

Técnico 10			promedio		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	45	6%	VALOR AÑADIDO	145,5	20%
TRANSPORTE	80	11%	TRANSPORTE	69,5	10%
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	100	14%	MOVIMIENTO	98	14%
ESPERANDO	190	26%	ESPERANDO	116	16%
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	11,5	2%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	10,5	1%
DEFECTOS	200	28%	DEFECTOS	80,5	11%
PAUSAS	65	9%	PAUSAS	115,5	16%
INSTRUCCIONES	40	6%	INSTRUCCIONES	72,5	10%
TOTAL	720	100%	TOTAL		100%

La tabla numero 2 indica el promedio de las 10 mediciones realizadas a los técnicos

En la gráfica número 5 se puede observar el promedio del tiempo en minutos y el porcentaje del tiempo invertido durante el turno

Grafica 5. Resultados promedio de mediciones en los tiempo de trabajo

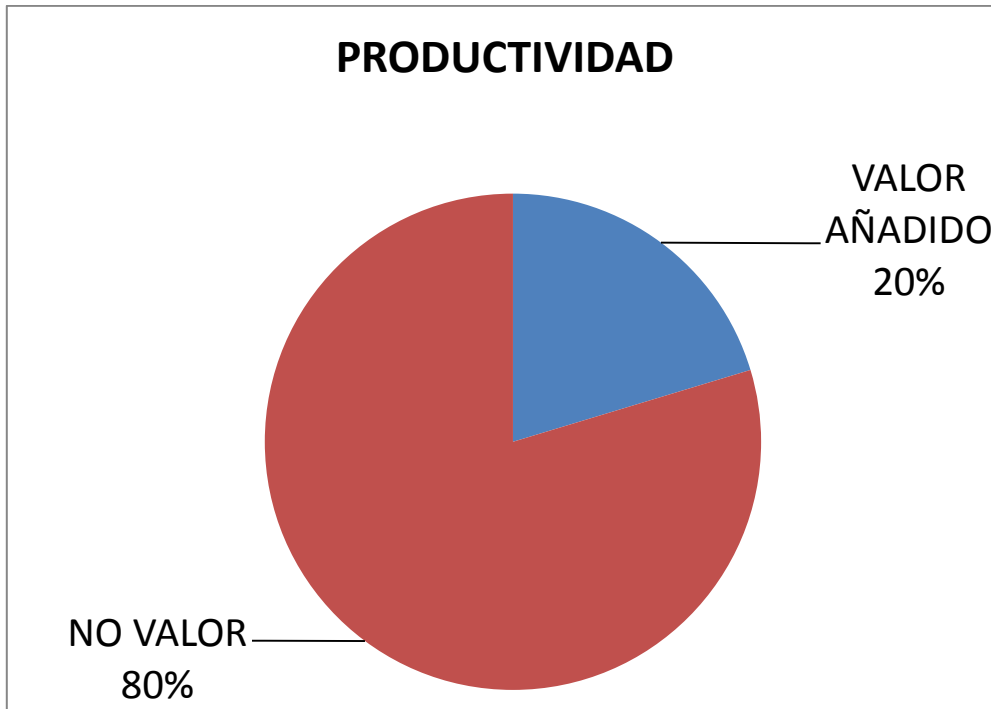


En la gráfica número 6 es fácil notar los porcentajes de productividad y de pérdida de tiempo en los turnos de trabajo:

Tabla 3. Productividad del mes de septiembre

VALOR AÑADIDO	20%
NO VALOR	80%

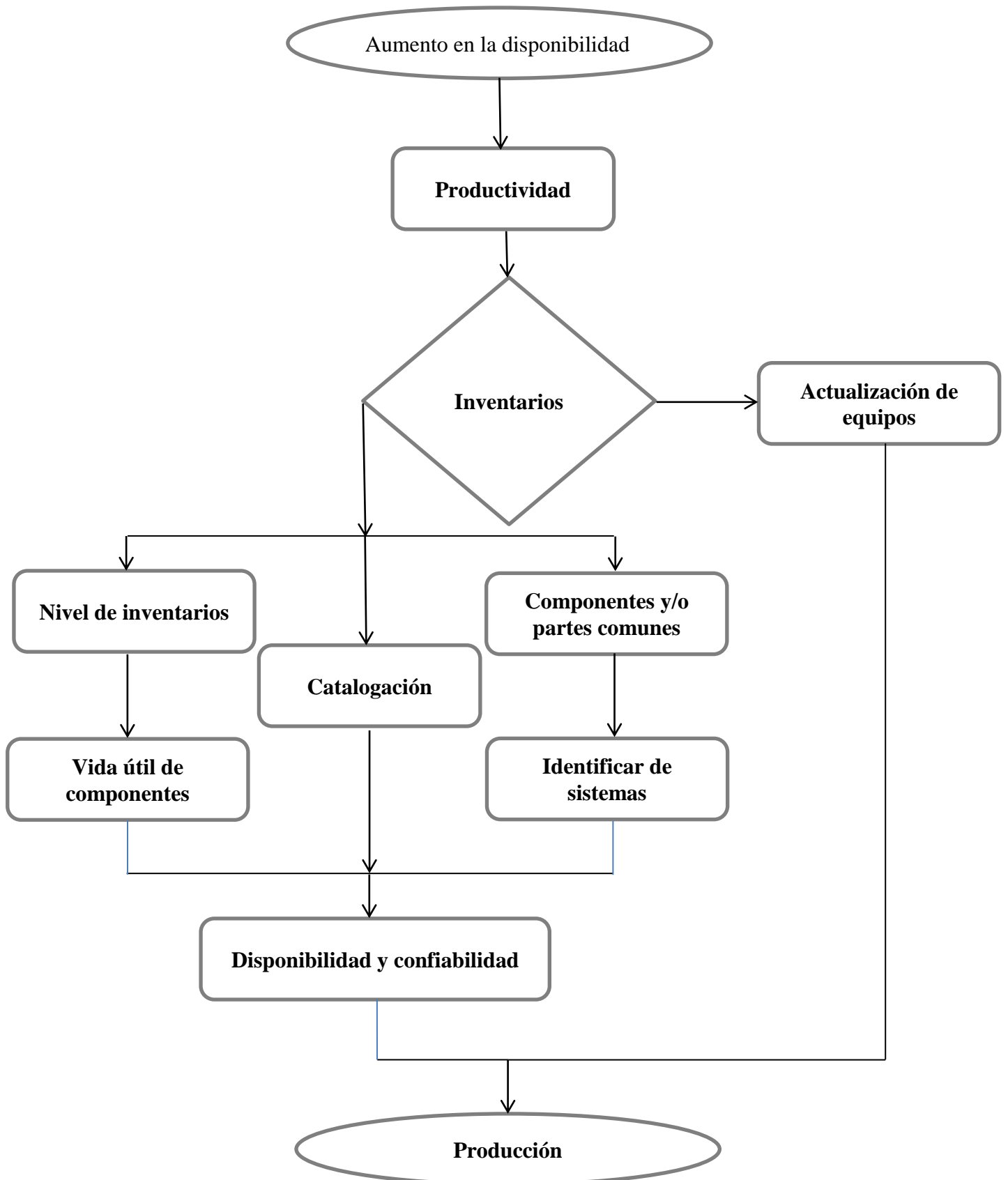
Grafica 6. Resultados de Productividad



Análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de tiempo de trabajo en los técnicos del taller equipo de soporte

De acuerdo a los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en el mes de septiembre a noviembre, se puede observar que una de las mayores pérdidas está representada en las esperas de repuestos, esto se debe a la falta y actualización de inventarios, donde se reflejan en 116 minutos equivalentes a un 16% del turno. De la necesidad de reducir los tiempos de esta actividad nace éste proyecto que apunta directamente a aumentar la productividad y la reducción de compras de emergencia, realizando una catalogación de repuestos se puede lograr un ahorro en las compras de cargo directo y emergencias que en el día a día son requeridos.

Ejecución del proyecto



3.2 RESULTADOS

3.2.1 Desarrollo de la taxonomía desde el nivel de flotas hasta el nivel de referencia de componentes

El taller de equipo de soporte de cerrejón está compuesto por 257 equipos donde están divididos por 17 flotas encargadas de brindar soporte a la producción minera, en talleres y campamento. Estos equipos corresponden a diferentes superintendencias y departamentos donde llevan a finalidad diferentes tareas (carga, transporte, herramientas, etc...) el taller equipo de soporte está encargado del mantenimiento general de estos. Contando con un cierto número de técnicos encargados de los procesos. El mantenimiento de estos equipos es programado y planeado de acuerdo al seguimiento técnico y seguimiento de horas de trabajo donde se programan para reparaciones preventivas y tareas los cuales permiten la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Para lograr un orden en la programación de estas tareas es necesario realizar una taxonomía que indique ciertas características y ubicación de los equipos, ya que es necesaria esta información para una mejor planeación y seguimiento.

La taxonomía contiene la siguiente información:

Equipo: número del equipo

Marca / modelo: marca y modelo del equipo

Equipo: marca / modelo / serie: serie del chasis

Motor: marca / modelo / serie: marca, modelo y seri del motor

Capacidad: capacidad de carga del equipo

Orden de compra: código de la orden de compra

Fecha de Ingreso: fecha de ingreso a zona mina

Horometro: horas de trabajo del equipo

Usuario: a que súper intendencia corresponde

Cliente: superintendente del área donde corresponde el equipo

Extensión: número telefónico de superintendencia

En la tabla número 4 se encuentra la taxonomía de equipos correspondientes al taller equipo de soporte donde se estable la información necesaria para su identificación y ubicación de los equipos

Tabla 4. Taxonomía de equipos y superintendencias

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS A LA OPERACION SUPERINTENDENCIA DE EQUIPO DE SOPORTE Y LOGISTICA UAS DE EQUIPO DE SOPORTE										
EQUIPO	MARCA / MODELO	EQUIPO: MARCA / MODELO / SERIE	MOTOR: MARCA / MODELO / SERIE	CA P	ORDEN DE COMPRA	F. OPE	HR	USUARIO	CLIENTE	E X T.
MINICARGADORES										
012-0032	MINICARGADOR CAT 242B	MARCA: CAT / MODELO: 242B / SERIE: M02590	MARCA: CAT / MODELO: 3240 / SERIE: GGA17095		C01294	30-Mar-06	9651	SERVICIOS CORPORATIVOS	CARLOS VILLARREAL	5756
012-0036	MINICARGADOR CAT 242B	MARCA: CAT / MODELO: 242B / SERIE: BXM04836	MARCA: CAT / MODELO: 3240 / SERIE: CYS01286		C65171	26-Feb-09	4135	PLANTA DE CARBON	JUAN MIGUEL ESTRADA	5784
012-0038	MINICARGADOR VOLVO MC90B	MARCA: VOLVO / MODELO: MC90B / SERIE CHASIS: VCE0M90BV00071117	MARCA: VOLVO / MODELO: D34DCCE2I / SERIE: 03476		D09602	28-Jan-11	968	IMIS	DIEGO GOMEZ	6252
074-0018	MINICARGADOR CAT 242B	MARCA: CAT / MODELO: 242B / SERIE: CT0242BVSRS01934	MARCA: CAT / MODELO: C3.4-1,53KW TIER 4 INTERIM COMPLIANT / SERIE: CYMA2144		D39214	4-Jun-12	1491	MANTTO DE VIAS FFCC	LUIS J. CASTRO / ALEJANDRO DE LA OSSA	5058
CARGADORES										
136-0050	CARGADOR PETTIBONE SPEED SWING 445E	MARCA: SPEED SWING / MODELO: 445E / SERIE: 3511	MOTOR: CUMMINS / MODELO: 6BTA 5.9 / SERIE: 46477101		B82028	15-May-06		MANTTO DE VIAS FFCC	NICOLAS MANJARREZ	6276
MONTACARGAS										
Montacargas Contrato Asecolba										
070-0085	MONTACARGA HYSTER H440FS	MARCA: HYSTER / MODELO: H440FS / SERIE: E008D01706X	MARCA: CUMMINS / MODELO: 6CT8.3-C / SERIE: 46023688 CPL 2185	20TON	B04346	3-Nov-00	4918	EQUIPO DE SOPORTE	RAFAEL MORENO / ASECOLBA	5599
070-0087	MONTACARGA HYSTER H230XL	MARCA: HYSTER / MODELO H230XL / SERIE: E007D04643Y	MARCA: PERKINS 1006-6 / SERIE: YH70393*U752127G	10TON	B21220	20-Oct-01	21513	PERMANENTE	RAFAEL MORENO / ASECOLBA	5599
070-0094	MONTACARGA LIFT KING LK20P44	MARCA: LIFT KING / MODELO: LK20P44 / SERIE: LT1506	MARCA: PERKINS / MODELO: YG36373 / SERIE: U854813N	10TON	C10048	20-Aug-06	5541	MANEJO DE CARGAS	RAFAEL MORENO / ASECOLBA	5599

070-0101	MONTACARGA HYSTER H230HD	MARCA: HYSTER / MODELO: H230HD / SERIE: G007E03059D	MARCA: CUMMINS QSB 5.9 / SERIE: 21721219	10 TO N	C10052	20- Aug- 06	229 57	TALLERES PERMANENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	59 10
070-0104	MONTACARGA LIFT KING LK20P44	MARCA: LIFT KING / MODELO: N005V03615E / SERIE: LT1666	MARCA: PERKINS 1006-6 / SERIE YA35081*U856428N	10 TO N	C37198	23- Jan- 08	419 6,48	MANEJO DE CARGAS	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0113	MONTACARGA HYSTER H110FT	MARCA: HYSTER / MODELO: H110FT / SERIE: N005V03686E	MARCA: CUMMINS B4.5RGT / SERIE: 46819896 CPL: 0648	5 TO N	C45485	18- Mar- 08	137 97	TALLER DE LLANTAS	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0120	MONTACARGA HYSTER H3.00 TX-98	MARCA: HYSTER / MODELO: H3.0TX-98 / SERIE: B466R06935F	MOTOR: YANMAR 4TNE98-SNM / SERIE: 10845	3 TO N	C62038	26- Dec- 08	103 32	TALLERES PERMANENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0126	MONTACARGA HYSTER H3.00 TX 98	MARCA: HYSTER / MODELO: H3.0TX-98 / SERIE: B466R10761J	MOTOR: YANMAR 4TNE98-SNM / SERIE: 10869	3 TO N	D22084	25- Sep- 11	815 0	RECONSTRUCC ION	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0127	MONTACARGA HYSTER H3.00 TX 98	MARCA: HYSTER / MODELO: H3.0TX-98 / SERIE: B466R10762J	MOTOR: YANMAR 4TNE98-SNM / SERIE: 19011	3 TO N	D22084	25- Sep- 11	963 1	PLANTA DE CARBON	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0128	MONTACARGA HYSTER H110FT	MARCA: HYSTER / MODELO: H110FT / SERIE: P005V4981J	MOTOR: CUMMINS QSB 3.3 / SERIE: 68331479	5 TO N	D21085	9- Sep- 11	832 8	TALLERES PERMANENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0129	MONTACARGA HYSTER H110FT	MARCA: HYSTER / MODELO: H110FT / SERIE: P005V4982J	MOTOR: CUMMINS QSB 3.3 / SERIE: 68331629	3 TO N	D21085	9- Sep- 11	428 3	MATERIALES / EXCEDENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0130	MONTACARGA HYSTER H110FT	MARCA: HYSTER / MODELO: H110FT / SERIE: P005V4983J	MOTOR: CUMMINS QSB 3.3 / SERIE: 68331627	5 TO N	D21085	9- Sep- 11	774 1	TALLERES PERMANENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
070-0131	MONTACARGA HYSTER H110FT	MARCA: HYSTER / MODELO: H110FT / SERIE: P005V4984J	MOTOR: CUMMINS QSB 3.3 / SERIE: 68331618	5 TO N	D21085	9- Sep- 11	113 5	TALLERES PERMANENTES	RAFAEL MORENO / ASEOCOLBA	55 99
Montacargas Materiales Bodega Despacho										
070-0092	MONTACARGA HYSTER H 3.00 DX	MARCA: HYSTER / MODELO: H3.00DX / SERIE: A466R09482C	MARCA: MAZDA / SERIE: HA-S173575	3 TO N	B95309	10- Dec- 05	139 93	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0095	CARRO PATINADOR ELECTRICO DE 1500 LBS.	MARCA: INGERSOLL RAND / MODELO: CARRY ALL 2 / SERIE: QB0710-735540	ELECTRICO	1500 LB	C15796	30- Oct- 06	N/A	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0096	MONTACARGA HYSTER H3.0 TX - 98	MARCA: HYSTER / MODELO: H3.0TX-98 / SERIE: B466R02651D	MARCA: YANMAR / MODELO: 4TNE98-SNM / SERIE: 02552	3 TO N	C18377	8- Jan- 07	180 96	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0103	MONTACARGA ELECTRICO HYSTER E100ZS	MARCA: HYSTER / MODELO: E100ZS / S/N: D098N02418D	ELECTRICO	4500 KG	C15811	5- Dec- 06	375 0	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0117	CARRETILLA ELECTRICA HYSTER R30XM2	MARCA: HYSTER / MODELO: R30XM2 / SERIE: G118N02775F	ELECTRICO / R30XM2	3000 LB	C46317	13- May- 08	756 0	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0118	CARRO PATINADOR CARRY ALL INGERSOLL RAND	MARCA: INGERSOLL RAND / MODELO: CARRY ALL 6 / SERIE: JR0827-921041		1500 LB	C45687	25- Feb- 08	N/A	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0133	CARRO PATINADOR EZ GO	MARCA: EZ GO / MODELO: SHUTLLE 2 / SERIE: 2837611	ELECTRICO 48 VOLTIOS - 8 BATERIAS DE 6 VOLTIOS T-105		D44997	19- Nov-	N/A	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32

						12				
070-0134	CARRO PATINADOR EZ GO	MARCA: EZ GO / MODELO: SHUTLLE 2 / SERIE: 2837621	ELECTRICO 48 VOLTIOS - 8 BATERIAS DE 6 VOLTIOS T-105		D44997	19-Nov-12	N/A	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0135	CARRO PATINADOR EZ GO	MARCA: EZ GO / MODELO: SHUTLLE 2 / SERIE: 2837592	ELECTRICO 48 VOLTIOS - 8 BATERIAS DE 6 VOLTIOS T-105		D44997	19-Nov-12	N/A	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32
070-0137	CARRETILLA ELECTRICA HYSTER R30XM3	MARCA: HYSTER / MODELO: R30XM3 / SERIE: H18N01645L	ELECTRICO / R30XM3	3000 LB	D43868	3-Jan-13	343 8	MATERIALES / DESPACHO	LUIS OVALLE	53 32

Catalogación de repuestos

En el momento de adquirir un repuesto en los taller de cerrejón es necesario un proceso de solicitud ante bodega central, la cual está encargada de la compra y el almacenamiento de repuesto e insumos que la compañía requiera.

Cada superintendencia, área o taller realiza una solicitud a bodega centra por medio de una catalogación donde se explican las características específicas del pedido, bodega central se encarga de la compra y entra del pedido, este proceso tarda alrededor de 3 meses en ser culminado, ya que pasan por un proceso de aprobación.

Cuando no se puede realizar el mantenimiento de un equipo por falta de un repuesto o insumo el taller debe realizar una solicitud de compra directa al gerente del departamento, esta solicitud es respondida en 5 días avileses, donde es aprobada la compra ya sea de emergencia o directa. Estas compras se realizan en almacenes exteriores a cerrejón donde se aumentan los tiempo de espera del proceso de mantenimiento y generando gastos adicionales de envíos .

El fin de realizar una catalogación de repuestos es garantizar la disponibilidad de las partes en los momento que se requieren, al trascurrir del tiempo se han actualizado e ingresado equipos al taller y no se cuenta con las partes en bodega para el mantenimiento de estos equipos

La catalogación costa de una tabla que contiene la información mínima de compra y almacenamiento, esta información es necesaria ya que bodega central organiza y clasifica dependiendo de las características del repuesto o insumo.

La información mínima de compra y almacenamiento

- Parte No.: código del repuesto o insumo ante la fabrica
- Unidad Consumo: si es un kit o una unidad
- Coloquial: nombre coloquial del repuesto
- Cantidad Instalada: cuantos se instalaron en un mes
- Clase de inventario: catalogar, stock, capital, direct orden, manual
- Crítico, Seg, Vital: prioridad de compra
- Descripción Español (max 160 caracteres por columna)
- Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)
- Información descripción mínima
- Es Químico
- Grupo para clasificación arancelaria
- Guía para clasificación arancelaria

Clasificación de repuestos

En el momento de clasificar los repuestos o insumos para la respectiva catalogación se tiene en cuenta cuales son los que más coinciden en el mantenimiento del equipo, esta información la encontramos en una plataforma llamada hélice, donde se registran las ordenes de trabajo que contienen cuales repuestos fueron utilizados, en que tiempo se realizó el mantenimiento y cualquier observación en el proceso.

Teniendo en cuenta la información que nos brinda hélice podemos saber cuáles son los repuestos que más demanda tienen, teniendo el conocimiento de cuáles son los componentes más utilizados es sencillo generar una catalogación que apunta directamente a mejorar la disponibilidad de los repuestos en bodega garantizando así un mantenimiento en menor tiempo y un ahorro de gastos significativos para la empresa.

En la siguiente tabla podemos ver una catalogación realizada para los equipos Enrolla cables hogg and davis135 (695 – 106) el cual realiza una tarea crítica (movimiento de palas eléctricas) en la zona mina.

A continuación se muestra en la tabla numero 5 la catalogación de repuestos donde se utiliza el formato exigido por bodega central el cual es obligatorio para ejecución de esta:

Tabla 5. Catalogación de componentes para los equipos

CATALOGACIÓN DE REPUESTOS												
N o.	Parte No.	Unidad Consumo	Colorial	Cantidad Instalada	Clase de inventario	Crítico, Seg, Vital	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Es Químico	Grupo para clasificación arancelaria	Guía clasificación arancelaria para
695 - 106												
1	W03905A	EA	rueda y neumático	1	MANUAL	NO APLICABLE	conjunto de la rueda y el neumático para 695/106-107	Wheel and tire assembly	1) Fibra, caucho o goma poliester	NO	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
2	S29905A	EA	Piñón y el cubo de montaje	1	MANUAL	NO APLICABLE	Piñón y el cubo de montaje para 695/106-107	Sprocket and hub assembly	PINON	NO	otros	No aplica
3	A01050	EA	Actuador de montaje	1	MANUAL	NO APLICABLE	Actuador de montaje para 695/106-107	Actuador assembly	Actuador hidraulico	NO	Otros	No aplica
4	M08050	EA	Motor (rueda loca)	1	MANUAL	NO APLICABLE	Motor (rueda loca) para 695/106-107	Motor (idler wheel)	Actuador hidraulico	NO	otros	No aplica
5	S29005	EA	Rueda de	1	MANUAL	NO APLICABLE	Rueda de espigas para 695/106-107	Sprocket	rueda metalica	NO	Otros	No aplica

			espigas			ICA							
6	C10075	EA	w / cadena de enlace	1	MANUAL	NO APLICABLE	w / cadena de enlace para 695/106-107	Chain w/link	CADENA	NO	Otros	No aplica	
7	F09005	EA	'A' trama (superior)	1	MANUAL	NO APLICABLE	A' trama (superior) para 695/106-107	'A" frame (upper)	'A' trama	NO	Otros	No aplica	
8	F09020	EA	'A' trama (inferior)	1	MANUAL	NO APLICABLE	A' trama (inferior) para 695/106-107	'A" frame (lower)	'A' trama	NO	Otros	No aplica	
9	A08015	EA	El brazo pivotante	1	MANUAL	NO APLICABLE	El brazo pivotante para 695/106-107	Pivot arm	Pivote	NO	Otros	No aplica	
10	C32030	EA	Cilindro (rueda loca)	1	MANUAL	NO APLICABLE	Cilindro (rueda loca) para 695/106-107	Cylinder (idler wheel)	Cilindro para sistema hidraulico	NO	Otros	No aplica	
11	S24070	EA	Sapacer	1	MANUAL	NO APLICABLE	Sapacer para 695/106-107	Sapacer	Sapacer	NO	Otros	1) Tipo De bolas, rodillos, agujas, ect)	
12	S28100	EA	Torsión Juego de Primavera	1	MANUAL	NO APLICABLE	Torsión Juego de Primavera para 695/106-107	Torsión Spring Set	Torsión Spring Set	NO	Otros	1) Tipo De bolas, rodillos, agujas, ect)	

3.2.3 Identificación de los sistemas más críticos en los equipos

Los sistemas críticos están compuestos por diferentes partes que con solo un fallo puede interrumpir la disponibilidad reflejando consecuencias negativas en el trabajo de los equipos, estos sistemas son resaltados ya que intervienen directamente con el funcionamiento de máquina y la seguridad del operario. En la operación minera la disponibilidad de los equipos permite la ejecución del proceso ya que son utilizados para el cargue, transporte, explosión del terreno, movilización de maquinaria y transporte de personal, es por esto que un equipo Down representa grandes pérdidas en la producción, con referencia a lo mencionado es importante clasificar los sistemas más críticos de los equipos. Al momento de identificar los sistemas más críticos garantizamos un listado de repuestos disponibles en bodega, apuntando directamente a la disminución significativa del tiempo Down y favoreciendo la disponibilidad de los equipos

Confiabilidad

Los sistemas críticos están compuestos por repuestos que cumplen con una función indispensable que de ellos depende la confiabilidad del equipo es importante hablar de los sistemas críticos ya que de ellos depende la seguridad y un funcionamiento óptimo.

En el día a día del taller se nota que la falta de repuestos es un tema que afecta directamente a la productividad del taller, generando grandes pérdidas de tiempo en los procesos de mantenimiento, en muchos casos los técnicos acuden a la reparación de partes que permiten la salida del equipo afectando la confiabilidad

Los sistemas con más importancia en los equipos son:

Sistema eléctrico

Está compuesto por una serie de partes eléctricas y/o electrónicas que enlazadas entre si permiten el funcionamiento óptimo de un proceso el cual es mesetario para el equipo

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico es uno de los más importantes que encontramos en los equipos a causa de que el movimiento de los efectores finales es realizado gracias a la fuerza hidráulica, uno de los elementos más importantes son los cilindros, mangueras, bombas, etc...

Sistema motor

Se clasifica de gran importancia ya que el motor y sus partes permiten el movimiento y generación de potencia para todos los movimientos y tareas del equipo.

En la siguiente tabla podemos ver la lista de componentes de algunos sistemas críticos, esta tabla cumple con la información requerida por bodega central ya que la compra y suministro de estos depende de la superintendencia de almacén, Cabe resaltar que en el taller equipo de soporte de cerrejón no se hacen reparaciones mayores. Ejemplo: la reparación total de un motor, reparaciones totales de transmisión, etc...

A continuación veremos en la tabla número 6 la identificación de los sistemas críticos en los equipos:

Tabla 6. Sistemas críticos en los equipos

IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS CRITICOS EN LOS EQUIPOS											
SISTEMA ELECTRICO											
GENERADOR											
No .	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Uso Anual, Qt Entra (Ej: 1, 20)	Cantidad Instalada	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripcion Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
1	185046160	EA	ALTERNADOR C.B.	20	1	SOLO CATALOGAR	ALTERNADOR C.B. PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	ALTERNATOR	1) DC, 12 V, 25 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
2	U5MK8259	EA	MOTOR DE ARRANQUE	18	2	SOLO CATALOGAR	MOTOR DE ARRANQUE PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	STARTING MOTOR	1) DC, 12 V, 25A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
3	-185206450	EA	SOLENOIDE	14	1	SOLO CATALOGAR	SOLENOIDE PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	SOLENOID	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
4	22010016	EA	CARGADOR DE	15	1	SOLO CATA	CARGADOR DE BATARIA	BATTERY CHARGER	12V, 3A DSE915	Otros	No Aplica

			BATERIA 12V, 3A DSE9150 Tensión entrada 85-265V			LOGAR	PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10		0 Tensión entrada 85-265V		
5	RLE00 V01	EA	REGULADOR LEROY SOMMER R220 LSA40 4815226	14	1	SOLO CATALOGAR	REGULADOR LEROY SOMMER PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	REGULATOR LEROY SOMMER	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
6	517200 15	EA	RELE 12V. 240/360 W 30A	12	2	SOLO CATALOGAR	RELE PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10 y 339890	RELAY	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
7	517200 24	EA	RELE ENCHUFABLE 12V-10A-1 Contacto Relé de interface RSB	12	1	SOLO CATALOGAR	RELE ENCHUFABLE PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	PLUG RELAY	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
8	517200 28	EA	RELE ENCHUFABLE 230V-10A-1 Contacto Relé de interface	15	1	SOLO CATALOGAR	RELE ENCHUFABLE PARA GENERADOR GESAN DPWBS 10	INDUSTRIAL PLUG RELAY	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)

			RSB								
9	1157360	EA	ALTERNADOR	20	3	SOLO CATALOGAR	ALTERNADOR PARA GENERADOR GESAN DLWBS 9	ALTERNADOR	1) DC, 12 V, 25 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
10	22010016	EA	CARGADOR DE BATERIA 12V, 3A DSE9150 Tensión entrada 85-265V	20	5	SOLO CATALOGAR	CARGADOR DE BATERIA PARA GENERADOR GESAN DLWBS 9	BATTERY CHARGER	12V, 3A DSE9150 Tensión entrada 85-265V	Otros	No Aplica
11	04659918	KIT	KIT DIODOS + VARISTOR LSA40	17	1	SOLO CATALOGAR	KIT DIODOS + VARISTOR PARA GENERADOR GESAN DLWBS 9	KIT DIODES	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
12	51720015	EA	RELE 12V. 240/360 W 30A	14	1	SOLO CATALOGAR	RELE PARA GENERADOR GESAN DLWBS 9	RELAY	1)12V. 240/360 W 30A 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)
13	50220016	EA	CONTACTOR AUXILIAR ACTI91NA+1NC	16	2	SOLO CATALOGAR	CONTACTOR AUXILIAR PARA GENERADOR GESAN DLWBS 9	AUXILIARY CONTACTOR	1)12v: 2)equipo	Interruptores Eléctricos	1) Tensión en voltios; 2) Uso (Si es para un equipo o instalación eléctrica)

ENROLLACABLES

No .	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Uso Anual , Qt Entera (Ej: 1, 20)	Cantidad Instalada	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
14	P10025	EA	7- CABLE PULG	15	2	MANUAL	7- CABLE PULG para 695/106-107	7- WIRE PULG	1) cobre, ; 2)(voltios)	Cables eléctricos	1) Tipo de material (cobre, aluminio, ect); 2) Tension (voltios)
15	S21005	EA	6- CABLE SCKET	14	3	MANUAL	6- CABLE SCKET para 695/106-107	6- WIRE SCKET	1) cobre, ; 2)(voltios)	Cables eléctricos	1) Tipo de material (cobre, aluminio, ect); 2) Tension (voltios)
16	C02110	EA	6- CABLE para WHIP	14	2	MANUAL	6- CABLE para WHIP para 695/106-107	6- WIRE CABLE WHIP	1) cobre, ; 2)(voltios)	Cables eléctricos	1) Tipo de material (cobre, aluminio, ect); 2) Tension (voltios)
17	POS025	EA	2- cable de la luz PIGTALL	12	1	MANUAL	2- cable de la luz PIGTALL para 695/106-107 para 695/106-107	2- WIRE LIGHT PIGTALL	1) cobre, ; 2)(voltios)	Cables eléctricos	1) Tipo de material (cobre, aluminio, ect); 2) Tension (voltios)
18	AM878581	EA	ALTERNADOR (12 V, 120 A)	20	1	MANUAL	ALTERNADOR (12 V, 120 A) DE MOTOR PARA MONTACARGA LK20P44	ALTERNATOR GP-CHARGING (12 V 120 A)	1) DC	Motores Eléctricos	No identificado

MONTA CARGAS

No .	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Uso Anual , Qt Entera (Ej: 1, 20)	Cantidad Instalada	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
19	1526814	EA	MOTOR DE ARRANQU	15	1	MANUAL	MOTOR DE ARRANQUE (12 V) DE MOTOR	STARTING MOTOR GP-	1) DC; 2) 12 V; 3) 85 A	Motors Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases

			E				CUMMINS QSM11 PARA MONTACARGA H970E	ELECTRIC (12 V)		cos	(Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
20	13321 90	EA	JUEGO DE BOCINA 24 V	5	2	MAN UAL	JUEGO DE BOCINA 24 V PARA MONTACARGA H970E	GAME HORN	1) DC, 24 V, 50 A	Otros	No aplica
21	13672 82	EA	ALARMA DE REVERSA	8	1	MAN UAL	ALARMA DE REVERSA PARA MONTACARGA H970E	REVERSE ALERT	1) DC, 24 V, 50 A	Otros	No aplica
22	16493 49	EA	ALTERNA DOR	5	1	MAN UAL	ALTERNADOR (24 V, 50 A) DE MOTOR CUMMINS QSM11 PARA MONTACARGA H970E	ALTERNA TOR GP- CHARGIN G	1) DC, 24 V, 50 A	Motor es Eléctri cos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
23	13133 94	EA	MOTOR DE ARRANQU E DE MOTOR	18	2	MAN UAL	MOTOR DE ARRANQUE (12 V) DE MOTOR CAT C9 PARA MONTACARGA H110FT	STARTING MOTOR GP- ELECTRIC (12 V)	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)	Motor es Eléctri cos	1) DC; 2) 12 V; 3) 85 A
24	13589 11	EA	ALTERNA DOR (12 V, 120 A)	14	1	MAN UAL	ALTERNADOR (12 V, 120 A) DE MOTOR CAT C9 PARA MONTACARGA H110FT	ALTERNA TOR GP- CHARGIN G (12 V 120 A)	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw	Motor es Eléctri cos	1) DC; 2) 12 V; 3) 85 A

									ect); 4) Reductor (Si o No)		
25	2873 D202	EA	MOTOR DE ARRANQUE DE MOTOR	20	1	MANUAL	MOTOR DE ARRANQUE (12 V) DE MOTOR PARA MONTACARGA LK20P44	STARTING MOTOR GP-ELECTRIC (12 V)	1) DC; 2) 12 V; 3) 85 A	Motor es Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
26	2871C 105	EA	ALTERNADOR (12 V, 120 A)	15	1	MANUAL	ALTERNADOR (12 V, 120 A) DE MOTOR PARA MONTACARGA LK20P44	ALTERNADOR GP-CHARGING (12 V 120 A)	1) DC	Motor es Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)

3.2.4 Selección de componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos de la flota

En cerrejón encontramos una gran cantidad de equipos de diferentes marcas los cuales están distribuidos en la empresa según a que tareas estén destinado, el departamento de mantenimiento el cual está encargado de la compra total de los equipos tiene como preferencia ciertos maracas que atreves de la historia han demostrado resistencia y confiabilidad para este tipo de trabajo, debido a que se tiene preferencia por ciertas marcas encontramos un sin número de equipos con características similares

El interés de seleccionar los componentes y/o partes comunes entre los equipos nace de un método llamado canibalismo de repuestos, el cual se ha implementado en la empresa donde se ha aumentado directamente la disponibilidad de los equipos. El canibalismo trata de tomar un componente y/o parte de un equipo que contenga partes comunes a las que se requieren, es necesario que al equipo al cual se le quitara la parte este down y no tenga salida de prioridad. Sabiendo cuales son los componentes y/o partes comunes en los equipos garantizamos un listado de repuestos de gran circulación y evitamos el canibalismo, ya que no es una práctica que garantiza la confiabilidad.

La lista de sistemas y equipos comunes que corresponde al taller equipo de soporte está conformada por los siguientes

MONTACARGA HYSTER H970E H970E

MONTACARGA HYSTER H230XL

MONTACARGA LIFT KING LK20P44

GENERADOR MODELO: 283CSL1707

COMPRESOR DE AIRE I-RAND XP185WJD

MOTOR JOHN DEERE MODELO: 4024TF281

MOTOR INGERSOLL: JS-938

COMPRESORES: 90-87/94

MOTOR INGERSOLL: 35-T43

MOTOR CAT / MODELO: C 2.2

MOTOR CAT / MODELO: C15

MOTOR CAT / MODELO: C+A201

MOTOR INGERSOLL Y-AR21

En la tabla número 7 se establece la selección de componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos de la flota:

Tabla 7. Selección de componentes y/o partes comunes entre los diferentes equipos

SELECCIÓN DE COMPONENTES Y/O PARTES COMUNES ENTRE LOS DIFERENTES EQUIPOS DE LA FLOTA									
MOTOR INGERSOLL:JS-938									
No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
175	15899313	EA	EMPAQUE TADURA	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	GASKET ASSEMBY	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
176	15897523	EA	ANILLOS	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	RINS SET	1)metal escruído; 2) acero	Otros	NO APLICA
177	15899297	EA	ANILLOS	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	RINS SET OS 0,25	1)metal escruído; 2) acero	Otros	NO APLICA
178	15899305	EA	INYECTORES	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	INJECTOR ASSY	1) Metalico;2)peso 0,6kg	Otros	No aplica
179	22255442	EA	MOTOR DE ARANQUE	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	STARTER ASSY	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
180	22255434	EA	ALTERNADOR	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	ALTERNATOR	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
181	22697759	EA	CORREA	MANUAL	PARA MOTOR INGERSOLL	BELT, DRIVER	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)

PARTES PARA COMPRESORES 90-87/94

No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
182	35600261	EA	CILINDRO DE GAS	MANUAL	CILINDRO DE GAS PARA COMPRESORES 90-87/94	SPRING, GAS	cilindro de ga; peso=0,6kg; dimensiones 4*60 cm	OTROS	NO APLICA
183	35225224	EA	VALVULA DE ALIVIO	MANUAL	VALVULA DE ALIVIO PARA 90-87/94	VALVE, SAFELY	1)Metalic; 2)peso 2kg	OTROS	NO APLICA
184	54443213	EA	CILINDRO DE GAS	MANUAL	CILINDRO DE GAS PARA COMPRESORES 90-87/94	SPRING, GAS	cilindro de ga; peso=0,6kg; dimensiones 4*60 cm	OTROS	NO APLICA
185	36897627	EA	VALVULA DE ALIVIO	MANUAL	VALVULA DE ALIVIO PARA COMPRESOR 90-87/94	VALVE, SAFELY	1)Metalic; 2)peso 2kg	OTROS	NO APLICA
186	54378534	EA	ADAPTADOR	MANUAL	VALVULA DE ALIVIO PARA COMPRESOR 90-87/94	ADAPTOR	1)Metalic; 2)peso 2kg	OTROS	NO APLICA

MOTOR INGERSOLL: 35-T43

No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripción Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
187	23286628	KIT	KIT EMPAQUE TADURA	MANUAL	PARA MOTOR YANMAR	GASKET ASSEMBY	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)

188	23286 453	EA	INYECTORES	MANUAL	PARA MOTOR YANMAR	INJECTOR ASSEMBY	1) Metalico;2)peso 0,6kg	Otros	No aplica
189	22255 566	EA	MOTOR DE ARRANQUE	MANUAL	PARA MOTOR YANMAR	STARTER	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
190	22255 574	EA	ALTERNADOR	MANUAL	PARA MOTOR YANMAR	ALTERNATOR	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
191	16539 645	EA	CORREA	MANUAL	PARA MOTOR YANMAR	V-BELT,B45 FAN	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)

MOTOR CAT / MODELO: C 2.2

No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripcion Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
192	349- 1368	EA	GRUPO DE ALTERNADOR DE CARGA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C 2.2	ALTERNATOR GP-CHARGING	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
193	308- 2293	EA	MOTOR DE ARRANQUE	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C 2.2	STARTER	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
194	438- 1597	EA	CORREA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C 2.2	V-BELT,B45 FAN	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
195	322-	EA	EMPAQUE	MANUAL	PARA MOTOR	GASKET	1) Fibra, caucho	Manufacturas	1) Composición (Caucho

	7488		DE CULATA		CAT / MODELO: C 2.2		o goma poliester	as de Caucho	vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
MOTOR CAT / MODELO: C15									
No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripcion Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
196	10R-9815	EA	MOTOR DE ARRANQUE	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C15	STARTER	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
197	10R-9791	EA	ALTERNADOR DE CARGA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C15	ALTERNATOR	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
198	6N-9159	EA	CORREA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C15	V-BELT SET	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
199	224-5122	EA	EMPAQUE DE CULATA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C15	GASKET	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
MOTOR CAT / MODELO: C+A201									
No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Clase de inventario	Descripción Español (max 160 caracteres por columna)	Descripcion Inglés (max 160 caracteres por columna)	Información descripción mínima	Grupo para clasificación arancelaria	Guía para clasificación arancelaria
200	7M-4718	EA	CORREA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C9	V-BELT SET	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)

201	187-1315	EA	EMPAQUE DE CULATA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C9	GASKET	1) Fibra, caucho o goma poliester	Manufacturas de Caucho	1) Composición (Caucho vulcanizado sin endurecer, caucho celular, ect)
202	0R-2698	EA	ALTERNADOR DE CARGA	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C9	ALTERNATOR	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)
203	104-7044	EA	MOTOR DE ARRANQUE	MANUAL	PARA MOTOR CAT / MODELO: C9	STARTER	1) DC, 12 V, 50 A	Motores Eléctricos	1) Tipo de corriente (alterna, continua); 2) Numero de fases (Monofasico, trifasico, ect); 3) Potencia (w, kw ect); 4) Reductor (Si o No)

3.2.5 Horas de vida útil de los componentes críticos según fabricante

Para poder mantener los equipos disponibles y con un alto grado de confiabilidad es elemental la utilización de repuestos garantizados por la fábrica, está según el diseño y materiales utilizados establece una vida útil para los componentes, además del diseño un factor muy importante es en qué sistema se encuentra instalado el componente.

En este caso la vida útil del repuesto comienza en el momento en que el repuesto es instalado, en cerrejón esta información es almacenada en la plataforma hélice. En el momento de realizar cualquier mantenimiento un técnico está encargado de tomar el horometro del equipo e ingresarlo a hélice, considerando el horometro inicial y de los horometros actuales es fácil evidenciar las horas que han transcurrido desde el momento en el que un componente es instalado y el momento que se debe remplazar, tener conocimiento de cuando es necesario el cambio de un componente es de gran importancia ya que esto garantiza la confiabilidad de los equipos y la disponibilidad en campo.

Ya que la confiabilidad de los equipos es un tema muy primordial en cerrejón apuntamos a garantizar los sistemas más críticos, por este motivo se crea un listado de partes donde se conoce el tiempo de útil de cada componente, gracias a los fabricantes de las partes conocemos el rango de horas que estos pueden permanecer trabajando en las condiciones mínimas para su funcionamiento.

La tabla número 8 muestra horas de vida útil de los componentes críticos:

Tabla 8. Hora de vida útil de los Sistemas críticos en los equipos

SISTEMA ELECTRICO			
GENERADOR			
No.	Parte No.	Coloquial	Vida util del repuesto
1	185046160	ALTERNADOR C.B.	13000h
2	U5MK8259	MOTOR DE ARRANQUE	10000h
3	-185206450	SOLENOIDE	16922h
4	22010016	CARGADOR DE BATERIA 12V, 3A DSE9150 Tensión entrada 85-265V	17229h
5	RLE00V01	REGULADOR LEROY SOMMER R220 LSA40 4815226	69190h
6	51720015	RELE 12V. 240/360 W 30A	21151h
7	51720024	RELE ENCHUFABLE 12V-10A-1 Contacto Relé de interface RSB	53112h
8	51720028	RELE ENCHUFABLE 230V-10A-1 Contacto Relé de interface RSB	25073h
9	1157360	ALTERNADOR	13000h
10	22010016	CARGADOR DE BATERIA 12V, 3A DSE9150 Tensión entrada 85-265V	38995h
11	04659918	KIT DIODOS + VARISTOR LSA40	90956h
12	51720015	RELE 12V. 240/360 W 30A	52917h
13	50220016	CONTACTOR AUXILIAR ACTI9 1NA+1NC	84878h
ENROLLACABLES			
No.	Parte No.	Coloquial	Vida util del repuesto
14	P10025	7- CABLE PULG	19862h
15	S21005	6- CABLE SCKET	23456h
16	C02110	6- CABLE para WHIP	25678h
17	POS025	2- cable de la luz PIGTALL	15672h
18	AM878581	ALTERNADOR (12 V, 120 A)	13000h
MONTA CARGAS			

No.	Parte No.	Coloquial	Vida util del repuesto
19	1526814	MOTOR DE ARRANQUE	16332h
20	1332190	JUEGO DE BOCINA 24 V	9763h
21	1367282	ALARMA DE REVERSA	10352h
22	1649349	ALTERNADOR	13000h
23	1313394	MOTOR DE ARRANQUE DE MOTOR	16332h
24	1358911	ALTERNADOR (12 V, 120 A)	13000h
25	2873D202	MOTOR DE ARRANQUE DE MOTOR	16332h
26	2871C105	ALTERNADOR (12 V, 120 A)	13000h

MINI RETRO CARGADORE

No.	Parte No.	Coloquial	Vida util del repuesto
27	214-2484	SENSOR DE REVOLUCIONES CIGUENAL MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	26480h
28	430-9449	SENSOR DE NIVEL REFRIGERANTE MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	24678h
29	234-5012	SENSOR DE TEMPERATURA REFRIGERANTE MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	19673h
30	234-5013	SENSOR DE TEMPERATURA ADMISION MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	16803h
31	249-0096	SENSOR DE PRESION ADMISION MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	13399h
32	274-6719	SENSOR DE PRESION ACEITE MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	9996h
33	279-9830	SENSOR DE REVOLUCIONES ARBOL DE LEVAS PRIMARIO MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	6592h
34	300-9804	SENSOR DE REVOLUCIONES ARBOL DE LEVAS SECUNDARIO MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	13189h
35	266-1473	SENSOR DE POSICION MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	28635h
36	276-8548	SENSOR PRESION ATMOSFERICA MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	17880h
37	10R-9791	ALTERNADOR MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	13000h
38	10R-9815	MOTOR DE ARRANQUE MOTOR CAT C15 - COMPRESOR SULLAIR 1150 CFM	16332h
39	349-1368	ALTERNADOR MOTOR CAT 2.2 - COMPRESOR SULLAIR 185 CFM	13000h
40	423-5606	MOTOR DE ARRANQUE MOTOR CAT 2.2 - COMPRESOR SULLAIR 185 CFM	16332h
41	394-3496	ALTERNADOR DE MOTOR - MINICARGADOR CAT 242 B	13000h
42	163-3361	MOTOR DE ARRANQUE DE MOTOR CAT - MINICARGADOR CAT 242 B	16332h

3.2.6 Niveles de inventario para las partes y pool requerido

El pool de componentes del taller equipo de soporte de cerrejón garantiza un mínimo de componentes para realizar los mantenimientos preventivos estos procesos son programados de acuerdo al número de hora trabajas por el equipo, sabiendo que este tipo de mantenimientos se realiza con mucha fluidez el pool permanentemente requiere de un abastecimiento constante, los componentes e insumos con más rotación pertenecen a los equipos que brindan soporte a la producción ya que el servicio prestado es diurno y nocturno.

Debido al gran número de equipos y actualizaciones que han ingresado al taller, el pool requerido ha aumentado significativamente es por esto la necesidad de actualizar los niveles de inventario, generando una lista general de los componentes e insumos con más circulación.

En la ejecución de los cambios de aceites fue necesario incluir aceites que no hacían parte del pool, esto surge al aumentar el tiempo de trabajo en los equipos, el desgaste en los motor transmisiones y otros componentes móviles es notorio, estos sistemas al presentar desgaste en sus componentes se vio necesario aumentar la lubricación con aceites recomendados por el centro de inspección (GIP).

El control de piezas stock inicia al establecer un ROP y una cantidad por pedido (ROQ). La planificación ROP es un nivel de inventario fijo que dispara una orden de compra. Si el total del inventario iguala o cae debajo del ROP. Esta información se introduce a la plataforma hélice donde automáticamente la orden de entrega se genera.

Los componentes e insumos con más circulación que el pool de componentes del taller equipo e soporte consume están clasificados en la siguiente tabla donde se describe sus características y además el PARTE NUMERO, USO, ROP Y ROQ.

A continuación en la tabla número 9 podemos apreciar los niveles de inventario para las partes y pool requerido:

Tabla 9. Nivel de inventario para el pool de componentes

NIVELES DE INVENTARIO PARA EL POOL DE COMPONENTES								
No.	Parte No.	Unidad Consumo	Coloquial	Crítico, Seg, Vital	Descripcion Inglés (max 160 caracteres por columna)	USO	ROP	ROQ
1	3537750	Tambor	Grasa de alto impacto (azul)	No	High Impact Grease (Blue)	4	2	2
2	3537784	Tambor	Grasa para rodamiento (roja)	No	Bearing grease (red)	3	2	1
3	3537818	Tambor	Grasa de alto rendimiento	No	High Performance Grease	5	3	2
4	3537776	Tambor	Aseite Maxter 5W-30 Sintetico	No	Oil Maxter 5W-30 Synthetic	4	2	2
5	3537859	Tambor	Aseite Maxter 15W-40 Avanzado	No	Oil Maxter 15W-40 Advanced	5	2	3
6	3537867	Tambor	Aseite Maxter 15W-40 Progresa	No	Oil e Maxter 15W-40 Progress	8	4	4
7	3537768	Tambor	Aseite Maxter 25W-50 Grueso	No	Ensure Maxter 25W-50 Thick	2	1	1
8	3537800	Tambor	Aseite Maxter 15W-40 Multigrado	No	Oil Maxter 15W-40 Multigrade	9	4	5
9	3537743	Tambor	Aceite Maxter 40/50 Monogrado	No	Oil r Maxter 40/50 Monogrado	6	3	3
10	6809	Tambor	Aceite Maxter Transmision	No	Oil Maxter Transmision	1	0	1
11	2969152	Tambor	Aceite Maxter Transmision 75W-90 sintetico	No	Oil Maxter Transmission 75W-90 synthetic	1	0	1
12	3537792	Tambor	Aceite Maxter Transmisi3n 80W-90	No	Oil r Maxter Transmission 80W-90	1	0	1
13	3537834	Tambor	Aseite Maxter Transmisi3n 90	No	Oil Maxter Transmission 90	1	0	1
14	2244564	Tambor	Aceite Maxter Transmisi3n 80W-140 Sint3tico	No	Oil Maxter Transmission 80W-140 Synthetic	1	0	1
15	2969152	Tambor	Aceite Maxter Transmisi3n 85W-140	No	Oil Maxter Transmission 85W-140	1	0	1
16	2221745	Tambor	refrigerante rojo	No	Red refrigerant	6	4	2
17	2221752	Tambor	refrigerante verde	No	Green refrigerant	4	2	2
18	2811107	Caja	cinta de bloqueo	No	Locking tape	4	2	2
19	1373091	Caja	cinta aislante	No	insulating tape	4	2	2
20	1813534	Caja	silicona gris loctite	No	Silicon gray loctite	3	1	2
21	1231547	Caja	guantes latex	No	latex gloves	15	7	8
22	2713766	Caja	guantes cuero	No	leather gloves	12	4	8

23	1751940	Caja	guantes 3M	No	3M Gloves	16	8	8
24	1813534	Caja	Tornillos 1/2*1/2"	No	Screws 1/2 * 1/2 "	11	7	4
25	1357813	Caja	Tornillos 1/4*1/2"	No	Screws 1/4 * 1/2 "	10	5	5
26	2135531	Caja	Tornillos 3/4*1/2"	No	Screws 3/4 * 1/2 "	9	4	5
27	2387199	Caja	Tornillos 3/8*1/2"	No	Screws 3/8 * 1/2 "	5	2	3
28	2991677	Caja	Tornillos 5/16*1/2"	No	Screws 5/16 * 1/2 "	4	2	2
29	3877206	Caja	Tornillos 9/16*1/2"	No	Screws 9/16 * 1/2 "	8	4	4
30	2433142	Caja	Tornillos 5/8*1/2"	No	Screws 5/8 * 1/2 "	6	3	3

3.2.7 Resultados obtenidos en las mediciones del tiempo de trabajo

En las siguientes tablas se obtienen los resultados de las observaciones de tiempo de trabajo realizadas en el mes de enero, donde encontramos una mejora notable en los tiempos de espera dando como resultado promedio de 8% del turno

Realizando una comparación con las mediciones anteriores se nota la mejora significativa que tiene la productividad donde los tiempos de espera disminuyen en un 8% causando un impacto en el valor añadido

Esta mejora se logra gracias a la catalogación de repuestos que permitió la disponibilidad de los componentes e insumos en bodega central y en el pool de componentes, gracias a esta disponibilidad de estos los técnicos logran la finalidad del mantenimiento en menor tiempo logrando que la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos aumente, cabe resaltar que la congestión de equipos en el taller equipo de soporte a reducido en un 40 %.

Las tablas número 10 muestran el resultado en tiempo y porcentaje invertido en un turno de trabajo para los técnicos de mantenimiento del taller equipo de soporte:

Tabla 10. Resultados para las mediciones de tiempo de trabajo en el mes de enero

Técnico 1			Técnico 2			Técnico 3		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	405	56 %	VALOR AÑADIDO	320	44 %	VALOR AÑADIDO	230	32 %
TRANSPORTE	30	4%	TRANSPORTE	0	0%	TRANSPORTE	45	6%
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	65	9%	MOVIMIENTO	105	15 %	MOVIMIENTO	95	13 %
ESPERANDO	50	7%	ESPERANDO	30	4%	ESPERANDO	85	12 %
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%
DEFECTOS	55	8%	DEFECTOS	65	9%	DEFECTOS	55	8%
PAUSAS	70	10 %	PAUSAS	95	13 %	PAUSAS	140	19 %
INSTRUCCIONES	45	6%	INSTRUCCIONES	105	15 %	INSTRUCCIONES	70	10 %
TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %

Técnico 4			Técnico 5			Técnico 6		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	195	27 %	VALOR AÑADIDO	270	38 %	VALOR AÑADIDO	195	27 %
TRANSPORTE	75	10 %	TRANSPORTE	90	13 %	TRANSPORTE	75	10 %
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	95	13 %	MOVIMIENTO	100	14 %	MOVIMIENTO	95	13 %
ESPERANDO	30	4%	ESPERANDO	65	9%	ESPERANDO	30	4%
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	55	8%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	55	8%
DEFECTOS	50	7%	DEFECTOS	65	9%	DEFECTOS	50	7%
PAUSAS	205	28 %	PAUSAS	95	13 %	PAUSAS	205	28 %
INSTRUCCIONES	15	2%	INSTRUCCIONES	35	5%	INSTRUCCIONES	15	2%
TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %

Técnico 7			Técnico 8			Técnico 9		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%	ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	240	33 %	VALOR AÑADIDO	250	35 %	VALOR AÑADIDO	140	19 %
TRANSPORTE	80	11 %	TRANSPORTE	95	13 %	TRANSPORTE	75	10 %
INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%	INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	95	13 %	MOVIMIENTO	55	8%	MOVIMIENTO	140	19 %
ESPERANDO	25	3%	ESPERANDO	70	10 %	ESPERANDO	40	6%
SOBRE PRODUCCION	0	0%	SOBRE PRODUCCION	10	1%	SOBRE PRODUCCION	80	11 %
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%	EXCESO DE PROCESAMIENTO	15	2%
DEFECTOS	100	14 %	DEFECTOS	80	11 %	DEFECTOS	0	0%
PAUSAS	65	9%	PAUSAS	70	10 %	PAUSAS	190	26 %
INSTRUCCIONES	115	16 %	INSTRUCCIONES	90	13 %	INSTRUCCIONES	40	6%
TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %	TOTAL	720	100 %

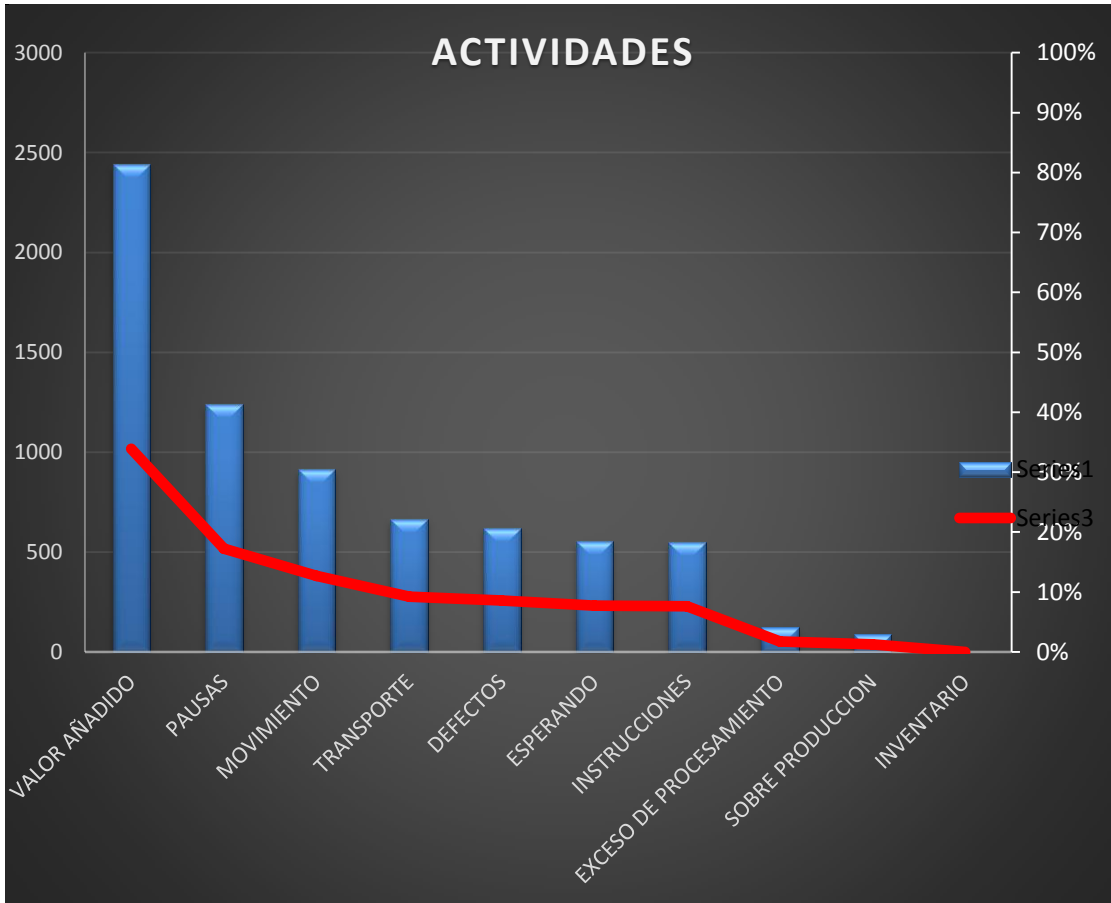
Tabla 11. Promedio de resultados para las mediciones de trabajo en el mes de enero del 2017

Técnico 10		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	195	27%
TRANSPORTE	100	14%
INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	70	10%
ESPERANDO	130	18%
SOBRE PRODUCCION	0	0%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	0	0%
DEFECTOS	100	14%
PAUSAS	105	15%
INSTRUCCIONES	20	3%
TOTAL	720	100%

promedio		
ACTIVIDAD	TIEMPO	%
VALOR AÑADIDO	244	34%
TRANSPORTE	66,5	9%
INVENTARIO	0	0%
MOVIMIENTO	91,5	13%
ESPERANDO	55,5	8%
SOBRE PRODUCCION	9	1%
EXCESO DE PROCESAMIENTO	12,5	2%
DEFECTOS	62	9%
PAUSAS	124	17%
INSTRUCCIONES	55	8%
TOTAL	720	100%

En la gráfica número 3 podemos apreciar los tiempos y porcentajes promedio invertidos en las actividades realizadas durante el turno de trabajo para los técnicos:

Grafica 7. Resultado promedio en los tiempos de trabajo

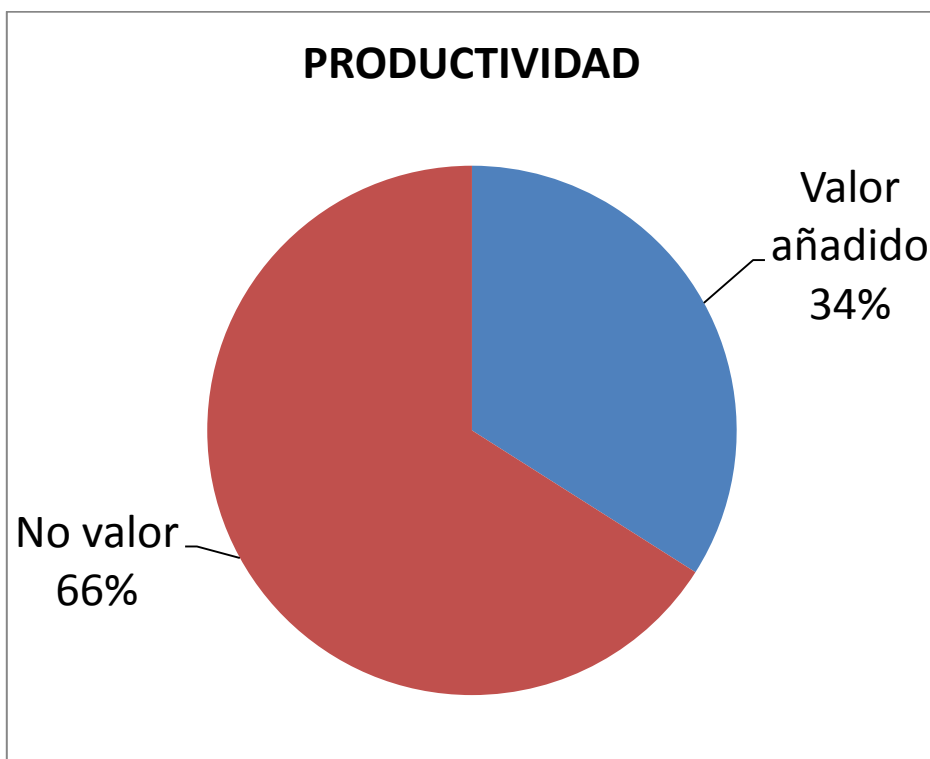


En la gráfica número 4 es fácil notar los porcentajes de productividad y de pérdida de tiempo en los turnos de trabajo:

Tabla 12. Productividad en el mes de enero del 2017

Valor añadido	34%
No valor	66%

Grafica 8. Resultados de productividad en el mes de enero del 2017



CONCLUSIONES

- La conclusión de este trabajo nos lleva a tomar como referente la importancia de los inventarios en cerrejón, donde se ha demostrado que no solo ahora costos de compras sino que también es un factor importante en la producción de la empresa la cual es elemental para la sostenibilidad de esta.
- Mediante el análisis de productividad se demostró en la empresa existencia de tiempos de esperas que pierden los técnicos por la ausencia de partes o insumos que no se encuentran a la hora de los mantenimientos, afectando la eficiencia de las tareas realizadas en el taller
- Con la clasificación de los sistemas críticos se mejoró notablemente la confiabilidad y la disponibilidad en las flotas más influyentes de la operación minera, garantizando que todas las partes estén disponibles en el momento del mantenimiento
- Sabiendo cuales son los componentes y/o partes comunes que en los equipos del taller se logró mantener una fluidez en los repuestos con más circulación, permitiendo disminuir los tiempos Down y aumentando la productividad.
- A partir del desarrollo de la identificación de vida útil en los componentes aumenta la confiabilidad, ya que con esta información es fácil saber cuándo un componente debe ser reemplazado, facilitando la programación de los mantenimientos preventivos.
- Un buen plan de inventarios aporta significativamente a la reducción de costos y esperas en la empresa, ya que evita costos adicionales en compras realizadas del día día las cuales eran necesarias para las necesidades del taller

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.cerrejon.com//site/opercion-integrada/indicadores.aspx>. (2014). Recuperado el 18 de 05 del 2017, de <http://www.cerrejon.com//site/opercion-integrada/indicadores.aspx>: www.cerrejon.com
- EDISON ROLANDO, B. R. (2007). *PLAN DE GESTIÓN DE INVENTARIOS, REPUESTOS E INSUMOS DE*. BUCARAMANGA/COLOMBIA: Universidad Industrial de Santander.
- GONZALEZ BOHOQUEZ, C. R. (p.104). *PRINCIPIO DE MANTENIMIENTO*. BUCARAMANGA: Universidad de Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Física-Mecánica. Escuela de Ingeniería.
- Hincapie, C. A. (22 de 10 de 2010). *pymesexitosas.wordpress*. Recuperado el 15 de 05 de 2017, de <https://pymesexitosas.wordpress.com/2010/10/22/nivel-optimo-de-inventarios/>
- IBID. (13 de 11 de 2015). *wikilearning*. Recuperado el 11 de 05 de 2017, de [wikilearning: <http://www.wikilearning.com/conceptos_basicos-wkccp-12105-2.htm>](http://www.wikilearning.com/conceptos_basicos-wkccp-12105-2.htm)
- MORA GUITIERREZ, A. (NOVIEMBRE. 2005.P.237). *MANTENIMIENTO ESTRATEGICO PARA EMPRESAS INDUSTRIALES O DE SERVICIOS*. MEDELLIN, COLOMBIA, 1 ed: ULTRAGRAFICAS.
- PULIDO, J. (14 de 4 de 2014). *wikilearning*. Recuperado el 10 de 05 de 2017, de [wikilearning: <http://www.wikilearning.com/objetivo_alcancenenes_e_introduccion_a_la_gestion_de_inventario-wkccp-12105-1.htm>](http://www.wikilearning.com/objetivo_alcancenenes_e_introduccion_a_la_gestion_de_inventario-wkccp-12105-1.htm)
- SCHROEDE, R. G. (1992). *ADMINISTRACION DE OPERACIONES*. MEXICO: McGraw HILL: P.467-471.