

**DISEÑO DE UN ESTÁNDAR LOGÍSTICO PARA EL MANEJO DE COMPONENTES
UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUE**

ERIK SAMIR DAZA DÍAZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE MECATRÓNICA, MECÁNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER
NOVIEMBRE DE 2016**

**DISEÑO DE UN ESTÁNDAR LOGÍSTICO PARA EL MANEJO DE COMPONENTES
UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUE**

**ERIK SAMIR DAZA DÍAZ
PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**DIRECTOR DEL PROYECTO
BELISARIO PEÑA RODRÍGUEZ
INGENIERO INDUSTRIAL / MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE MECATRÓNICA, MECÁNICA E INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER
NOVIEMBRE DE 2016**

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 MARCO REFERENCIAL.....	14
3.1 MARCO TEÓRICO	14
3.2 MARCO LEGAL	21
4 METODOLOGÍA	22
5 ALCANCE	23
6 LIMITACIONES.....	24
7 SITUACIÓN ACTUAL	25
7.1 ALMACÉN EXTERNO - PATIO VIDAL	27
7.1.1 Distribución de espacios	27
7.1.2 Tiempos de recepción.....	29
7.1.3 Zona de residuos aceitosos	31
7.1.4 Propuesta de mejoramiento	33
7.2 ALMACÉN INTERNO – ENMALLADO DE PROGRAMACIÓN Y LOGÍSTICA.	35
7.2.1 Distribución de espacios	35
7.2.2 Entrega de componentes y repuestos.....	36
7.2.3 Recepción de componentes y repuestos	37
7.2.4 Propuesta de mejoramiento	39
8 ESTÁNDAR LOGÍSTICO	43
8.1 ALMACENAMIENTO	43
8.1.1 Responsabilidades.....	44
8.2 DISTRIBUCIÓN	44
8.3 TRANSPORTE.....	46
8.4 Documentación de procesos.....	47
9 SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS.....	49

9.1	CONTRATISTA.....	49
9.1.1	Atención de servicios	49
9.1.2	Pedidos conformes	49
9.1.3	Pedidos entregados a tiempo.....	49
9.1.4	Orden y aseo de áreas de almacenamiento	50
9.1.5	Documentación pre operacional.....	50
9.2	SUPERVISORES.....	50
9.2.1	Componentes en condiciones subestandar	50
9.2.2	Componentes con tiempo vencido	50
9.2.3	Recomendaciones atendidas	51
9.2.4	Orden y aseo de almacenes	51
9.3	TECNOGUAJIRA	51
9.3.1	Pedidos atendidos.....	51
9.3.2	Utilización de equipos	51
9.3.3	Inspecciones	52
10	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	53
11	RECURSOS.....	54
12	RESULTADOS ESPERADOS.....	55
13	RESULTADOS OBTENIDOS.....	56
13.1	Gestión de recomendaciones.....	56
13.2	Cumplimiento de recomendaciones	57
13.3	Tiempos de respuesta.....	58
13.4	Inspecciones	59
13.5	Componentes con tiempo vencido	61
13.6	Almacenes	62
	CONCLUSIONES.....	63
	BIBLIOGRAFÍA	64

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Área por zona y responsables directos	28
Tabla 2. Utilización general	28
Tabla 3. Tiempos de recepción elementos de corte y pasadores	29
Tabla 4. Propuesta de distribución de zonas	33
Tabla 5. Propuestas distribución utilización general	34
Tabla 6. Tiempos de devoluciones de materiales nuevos.....	36
Tabla 7. Tiempos de recepción de materiales de Hitachi.....	37
Tabla 8. Recepción de mangueras Liebherr	38
Tabla 9. Especificaciones técnicas de los estantes	40
Tabla 10. Costos del proyecto.....	54

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Sistema de calificación Westinghouse	16
Cuadro 2. Principios de manejo de materiales	17
Cuadro 3. Proceso detallado de proceso logístico	25
Cuadro 4. Proceso de entrega componentes mediante SIPOC	36
Cuadro 5. Proceso de recepción de componentes mediante SIPOC.....	37
Cuadro 6. Recepción de andamios - Almacén externo	47
Cuadro 7. Recepción de componentes - Almacén interno	47
Cuadro 8. Recepcion de componentes almacen externo.....	48
Cuadro 9. Cronograma de actividades.....	53

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Proceso general de pedidos.....	25
Figura 2. Plano almacén externo	28
Figura 3. Plano de zona de residuos aceitosos.....	31
Figura 4. Plano de propuesta temporal	32
Figura 5. Propuesta de distribución de zonas	33
Figura 6. Plano actual almacén interno	35
Figura 7. Plano de propuesta almacén interno.....	39
Figura 8. Dimensiones de los estantes	40
Figura 9. Estándar de distribución de herramientas.....	45

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Utilización general	29
Gráfica 2. Tiempos de recepción elementos de corte y pasadores.....	30
Gráfica 3. Propuesta de utilización general.....	34
Gráfica 4. Porcentajes de tiempos de recepción de materiales Hitachi.....	38
Gráfica 5. Porcentajes de tiempos de recepción de mangueras Liebherr	38
Gráfica 6. Pareto – Cantidad de material requerido	41
Gráfica 7. Gestión de recomendaciones a tiempo	56
Gráfica 8. Cumplimiento de las recomendaciones	57
Gráfica 9. Tiempo de respuesta	58
Gráfica 10. Control de calificaciones almacén externo.....	59
Gráfica 11. Control de calificaciones almacén interno	60
Gráfica 12. Componentes con tiempo vencido en almacén externo	61
Gráfica 13. Porcentaje de componentes con tiempo vencido en almacén externo	61
Gráfica 14. Porcentajes de utilización	62

RESUMEN

Se presenta mediante este escrito el diseño de un estándar logístico para el manejo de componentes utilizados en el mantenimiento de equipos de cargue de carbones del Cerrejón, el cual está comprendido por las actividades de almacenamiento, distribución y transporte; dicho estándar surge por las diversas demoras asociadas al proceso logístico de las paradas programadas en el mantenimiento preventivo de los equipos, en donde se encuentran involucrados dos contratistas de transporte y la superintendencia de planeación, programación y análisis propia de la compañía. Debido a lo expuesto anteriormente, se adoptó el modelo de la metodología de Six Sigma en donde, primeramente, se definió el problema, luego se midieron los defectos y se cuantificaron los procesos mediante el uso del diagrama de Ishikawa, principio de Pareto, y observaciones experimentales, seguidamente se analizaron y se determinaron las causas potenciales del problema como incidentes mal reportados, comunicación ineficiente entre responsables y falta de estandarización de procesos, posteriormente se realizaron propuestas como la distribución óptima de los espacios en los almacenes, la ubicación de los repuestos mediante el análisis ABC, el uso de medios mecánicos en el manejo de materiales y planes de acción ante inconformidades y por último se estableció un sistema de control de procesos con el fin de garantizar el cumplimiento de los factores de éxito en la operación logística mediante indicadores a los diferentes involucrados en el proceso.

En definitiva, se logró sustentar el impacto de la implementación del estándar logístico para el almacenamiento, distribución y transporte componentes, en donde se obtuvieron estimados de una reducción en los niveles de inventarios, cumplimiento de la meta en las condiciones cualitativas de los almacenes, cumplimiento de las solicitudes atendidas y una minimización en los tiempos de entrega y recibo de componentes.

Palabras claves: almacenamiento, distribución, transporte, principio de Pareto, manejo de materiales, equipos de cargue, tiempos de entrega y recibo.

INTRODUCCIÓN

Bajo las condiciones que presentan los complejos carboníferos a cielo abierto, como es el caso del Carbones del Cerrejón, resulta una limitante la movilidad de equipos y personal, debido a que las zonas de extracción del mineral se encuentran distantes de los talleres y áreas administrativas, por tal motivo el mantenimiento realizado a los equipos de cargue es hecho en la misma zona de extracción. Siendo así la logística a llevar en el proceso de paradas programadas, en donde se realizan periódicamente tareas de mantenimiento preventivo, resulta prioritaria ya que una demora en este proceso tiene un gran impacto en la eficiencia operacional de los equipos de cargue.

Dada la importancia del proceso logístico en las paradas programadas, han surgido investigaciones acerca de las causas principales y el efecto de estas en la operación de los equipos; los criterios primordiales se basan en cumplimiento de tiempos, cantidad requerida y calidad del servicio.

Por tal motivo en este proyecto se pretende diagnosticar en primera instancia la ejecución de las tareas de almacenamiento, distribución y transporte de componentes, sumado a esto identificar los aspectos de impacto en los tiempos de entrega y recepción de materiales, para culminar con la determinación de estrategias para establecer un estándar logístico para el manejo de componentes utilizados en el mantenimiento de los equipos de cargue.

Las actividades comprendidas en el proceso logístico, resultan afectadas por diversos factores dentro de los cuales encontramos las condiciones climáticas y la disponibilidad de equipos y personal. En donde los actores responsables de este proceso lo comprenden dos operadores logísticos y personales directo de logística de la compañía.

Para la fundamentación teórica del proyecto, fue necesario realizar una revisión bibliográfica en el contexto industrial acerca del almacenamiento, distribución y transporte desde un enfoque integral. Sumado a esto para el desarrollo del proyecto fue necesario de la intervención y aporte de los supervisores, analistas, programadores, planeadores y técnicos de la superintendencia de planeación, programación, análisis y logística de carbones del cerrejón.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En 1975 la organización de las Naciones Unidas, expresa la relación de Producción = Operación + Mantenimiento, como actividad final de toda empresa. Mientras que Muñoz, (2003), propone el concepto de mantenimiento como el control de los equipos y componentes mediante la ejecución, revisión y reparación constante; coincide con Mucharaz, (2010) y Tavares, (2000) expresando que el mantenimiento en las organizaciones, debe tener como punto focal el aseguramiento de la disponibilidad y la extensión de vida de los equipos. El nivel del cumplimiento de estos factores está condicionada por todos los procesos internos asociados al mantenimiento, inmersos en actividades operacionales y logísticas. Por consiguiente uno de los tipos de mantenimiento con mayor aplicación en las industrias es el preventivo, (Herrera, 2009), donde se da lugar a las inspecciones, reparaciones y cambios de componentes.

En operaciones mineras a gran escala, como el caso de Carbones del Cerrejón, se presentan con frecuencia mantenimientos programados; especialmente en equipos de cargue, en donde se está sujeto a la intervención de múltiples actividades, por tal motivo todas estas deben estar estratégicamente organizadas a fin de cumplir con las metas operacionales.

En el proceso logístico que se lleva a cabo en las paradas programadas de dichos equipos, se generan inconvenientes por las actividades de recepción, almacenamiento, transporte y entrega de los componentes solicitados para el mantenimiento. Dicho problema surgió hace varios años, más sin embargo, se presenta una evidencia formal de este en el 2014¹. A raíz de esto, han surgido propuestas para el mejoramiento de este, el caso más relevante se presenta en 2015, en donde se lleva a cabo una investigación por parte de la estudiante Andrea Carvajalino acerca de las fuentes que generan las demoras, allí se encuentra que los incidentes mal reportados, los puestos de trabajos no estandarizados, el desorden en almacenes y la entrega de componentes deteriorados, son causantes potenciales de las demoras en el mantenimiento².

Cabe considerar por otra parte, la situación actual que afronta el sector minero, propiamente el carbonífero, en donde se presencia una crisis como consecuencia de los bajos precios. Según datos de comercio exterior del Departamento Nacional de Exportaciones (DANE), el carbón térmico en 2011 alcanzó un precio promedio por toneladas de \$96.77USD mientras que actualmente se estima en \$46.28USD, por lo que en los últimos 5 años ha perdido cerca del 50% de su valor promedio³.

Por tal motivo, se hace necesario para las empresas de este sector lograr altos índices operacionales y asumir retos encaminados en aumentar la productividad de los equipos, disminuir el rango de accidentes y minimizar las demoras en los procesos.

¹ Fuente interna de la compañía: Supervisores de campo.

² Carvajalino. (2015). *Mejora proceso logístico*. Albania: Cerrejón.

³ DANE. (2016). *Precios FOB de Exportación de Carbón*. Sistema de Información Minero Colombiano.

En las empresas con frecuencias se presentan problemas de almacenamiento y distribución, (Ballou, 2004), por lo que expresa que los inventarios en cualquier almacén debe seguir un patrón, según los requerimientos y disposiciones particulares de cada empresa, una de las alternativas que propone es la clasificación de estos según el principio de rotación, es decir, localizar cerca de la entrada del almacén los elementos de mayor flujo, de igual forma sugiere que las cargas pesadas estén a baja altura, con el fin de facilitar el manejo de estos. Todo esto va conjuntamente relacionado al tipo de material que se transporte, el empaque y embalaje son primordiales, para garantizar las condiciones del componente transportado.

La ejecución de todo el proceso logístico, como se mencionó anteriormente incluye la participación de numerosos actores, por lo que la comunicación debe ser transversal y la capacidad de respuesta entre estos debe ser eficaz y eficiente. Al implantar en conjunto y estratégicamente dichos procesos se obtendrían resultados favorables para la compañía dentro de ellos se destaca, aumento de la disponibilidad de los equipos, maximización del cumplimiento de la atención a los servicios solicitados, reducción de tiempos de respuesta y demoras atribuidas al proceso logístico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un estándar logístico para la distribución, almacenamiento y transporte de repuestos utilizados en el mantenimiento de los equipos de cargue de Carbones del Cerrejón.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de la ejecución de las actividades en el área de mantenimiento de la empresa Carbones el Cerrejón.
- Identificar los factores críticos que afectan los tiempos de recepción y entrega de materiales en los almacenes de repuestos.
- Determinar las estrategias que permitan diseñar el estándar logístico para la distribución, almacenamiento y transporte de repuestos utilizados en el mantenimiento de los equipos de cargue de Carbones del Cerrejón

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

Dado que el presente proyecto aborda el diseño e implantación de un estándar logístico, es preciso aclarar algunos conceptos. Para empezar, se entenderá el concepto de logística, definido por Mora, (2010), como una actividad transversal de los diferentes departamentos de la organización, en donde tiene lugar el aprovisionamiento de materias primas; la planificación y gestión de la producción; el almacenamiento, manipulación y gestión inventarios, empaques, embalajes, transporte, distribución física y los flujos de información. Dicho esto, es preciso aclarar los tipos de inventarios que pueden presentar las empresas de manufactura; Mora, (2010), los clasifica como materias primas o insumos, productos en proceso de producción, producto terminado y suministro de fábrica.

Según el proceso llevado a cabo para obtener un producto final, el almacenamiento cumple un papel importante en el trayecto de la cadena de suministro, ya que esta fase, como lo expresa (Gómez, 2013), supone la recepción, manipulación, conservación y expedición de materiales, en donde se tiene como fin suministrar los materiales en condiciones óptimas, en el momento oportuno y bajo costo.

De acuerdo al propósito logístico, (Gómez, 2013), clasifica los almacenes bajo los siguientes criterios:

- Naturaleza del producto
 - Materia prima: Contiene materiales, suministros, envases, etc., que posteriormente serán utilizados en el proceso de transformación.
 - Productos en curso: Sirven de amortiguador en las diferentes fases del proceso productivo.
 - Productos terminados: Exclusivamente destinados al producto final.
 - Material auxiliar: Está constituido por los repuestos, productos de aseo, aceites, pinturas, aceites, etc.
- Localización
 - Central: Se localiza lo más cerca posible al centro de fabricación y está preparado para manipular cargas de grandes dimensiones.
 - Regional: Se ubica cerca del punto de consumo, está preparado para recoger grandes cargas y servir mercancías mediante el uso de medios de transporte de distribución de menor capacidad.
 - Plataforma: Espacio logístico en donde la mercancía no se almacena de forma permanente.
- Propiedad
 - Propio: la empresa es dueña del almacén
 - Alquiler: Espacios de almacén contratados o tercerizados.
- Función logística
 - Consolidación: Tiene como finalidad la agrupación de pedidos pequeños de diferentes proveedores en un solo envío.

- División de envíos: Cuando un pedido es de gran volumen, este se dividen envíos de menor tamaño para entregar al cliente.
- Combinado: Integra ambos tipos de almacén en una sola estructura logística.

La distribución de los espacios en los almacenes y el flujo de materiales que se presente, delimita la elección de los mecanismos de transportes a utilizar; los montacargas, por ejemplo, como lo expresa (Ballou, 2004), son equipos mecánicos asistidos por motor que mejoran la eficiencia de las tareas en las rutas de transporte y almacenamiento, según sea la naturaleza del producto. De igual forma, (Bowersox, Closs y Cooper, 2007), plantean que para garantizar el estado óptimo de los productos es necesario hacer uso de las estibas, cuyos equipos sirven de complemento para ajustar en dimensiones y peso al producto dentro de las operaciones de traslado realizadas por los equipos.

Según (Gómez, 2013), existen una gran variedad de vehículos que se pueden utilizar en el transporte de carretera entre ellos se destacan los rígidos, remolques, plataformas, cisternas, entre otros. De igual forma hay diversos aspectos técnicos a considerar, a continuación, se mencionan los principales:

- Tara: Peso que tiene el equipo en vacío.
- Carga útil: Carga máxima autorizada que se puede guardar en el equipo.
- Peso máximo autorizado: Es el resultado de sumar el peso en vacío del equipo y la carga máxima autorizada.
- Carga por eje: Es el peso soportado por cada eje del equipo, normalmente se admite una carga de 10 toneladas por eje.⁴

Bajo la actividad principal que presente cada empresa, surgen múltiples procesos interrelacionados llevados a cabo para obtener el producto, resultado y/o servicio final, como lo sustenta (Gómez, 2013), en este forma los diagramas de flujo se convierten en un instrumento que facilita el seguimiento de las tareas realizadas, en donde se representa gráficamente las actividades que conforman un proceso y su relación

Teniendo en cuenta que el proceso logístico de las paradas programadas implica distribución, almacenamiento y transporte de repuestos, en este último apartado es necesario estimar y fijar con gran certeza el tiempo requerido para hacer llegar un pedido desde los almacenes hacia donde se encuentran los equipos, de igual forma resulta conveniente estimar cuanto se tardara en realizar una entrega y recibo de pedidos en los propios almacenes, bajo este panorama el estudio de tiempos como lo expresa (García), es una herramienta o bien sea un método que permite confiablemente estimar el tiempo necesario para llevar a cabo un proceso determinado, de igual forma ayuda a identificar opciones de mejora en el desarrollo de las

⁴ Los ejes de un vehículo son las líneas imaginarias de dirección transversal respecto a las cuales giran las ruedas cuando el vehículo avanza en dirección recta.

actividades, lo que se pretende con este estudio según (Jananía, 2008), es flexibilizar y agilizar los procesos, bajo el enfoque de integrar eficientemente la interacción máquina-hombre.

En el desarrollo de este estudio resulta conveniente definir los siguientes conceptos:

- Tiempo estándar: Es el tiempo a considerar globalmente en el proceso, en el cual hay lugar a las tolerancias o tiempos perdidos por el trabajador.
- Tiempo normal: Es el tiempo que emplea el operario en realizar un proceso a ritmo normal.
- Tiempo de ciclo: Es la media entre el total de tiempos y ciclos.
- Factor de calificación: Determina el tiempo real de operación en comparación del juicio del observador; existen varios métodos de calificación entre los cuales se encuentran los siguientes:
 - Sistema Westinghouse.
 - Calificación sintética.
 - Calificación según habilidad y esfuerzo.
 - Calificación por velocidad.
 - Calificación objetiva.

Para este caso se utilizará el factor de calificación Westinghouse, ya que según (Jananía, 2008), la mayoría de los analistas de tiempos lo emplean. En el cuadro 1 se exponen los factores a considerar en este sistema.

Cuadro 1. Sistema de calificación Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
0.15	A1	Superhábil	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
Condiciones			Consistencia		
0.06	A	Ideal	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buena	0.01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0.03	E	Regular	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Pobre	-0.04	F	Pobre

Fuente: Jananía. (2008). pág. 108. *Manual de tiempos y movimientos : Ingeniería de métodos*. México: Limusa.

(García), define los factores de la siguiente forma:

- Habilidad: Destreza para realizar determinado trabajo
- Esfuerzo: Voluntad para trabajar eficientemente.
- Condiciones: Circunstancias que afectan al operador como temperatura, ventilación, iluminación, ruido, etc.
- Consistencia: Grado de variación en los tiempos mínimos y máximos en relación con la media.

Por otra parte en lo que comprende el manejo de materiales, (Konz, 2004), hace referencia a 20 principios, los cuales se aprecian en la tabla 5.1. Estos principios se aplicarán de acuerdo a las condiciones que presente cada organización específicamente.

Cuadro 2. Principios de manejo de materiales

Principio	Descripción
Orientación	Estudiar a fondo las relaciones del sistema antes de la planeación preliminar, para identificar métodos y problemas existentes, restricciones físicas y económicas, y establecer requisitos y metas futuras.
Planeación	Establecer un plan para incluir los requisitos básicos, operaciones deseables y la consideración de contingencias para todo el manejo de material y actividades de almacenamiento.
Sistemas	Integrar el manejo y las actividades de almacenamiento que son económicamente viables en un sistema coordinado de operación incluyendo recepción, inspección, almacenamiento, producción, ensamble, empaque, embarque y transportación.
Carga unitaria	Manejar el producto en una carga unitaria tan grande como sea posible.
Aprovechamiento de espacio	Aprovechar todo el espacio cubico.
Estandarización	Estandarizar métodos y equipo de manejo siempre que sea posible.
Ergonómico	Reconocer capacidades y limitaciones humanas mediante el diseño de equipos y procedimientos de manejo de material para la interacción efectiva de quienes usan el sistema.
Energía	Incluir el consumo de energía de los sistemas y procedimientos de manejo de material al comparar o preparar las justificaciones económicas.
Ecológico	Reducir al mínimo los efectos adversos sobre el medio ambiente cuando se seleccione el equipo y los procedimientos de manejo de material.
Mecanización	Mecanizar los procesos de manejo cuando sea posible incrementando la eficacia y la economía en el manejo de materiales.
Flexibilidad	Usar métodos y equipos que puedan realizar varias tareas en distintas condiciones de operación.

Simplificación	Simplificar el manejo por eliminación, reducción o combinación de movimientos y/o equipo innecesarios.
Gravedad	Utilizar la gravedad para mover material siempre que sea posible, mientras se respetan las limitaciones respecto a seguridad, daño del producto y pérdidas.
Seguridad	Proporcionar equipo y métodos seguros de manejo de material que se apaguen a los códigos y reglamentos de seguridad existentes además de la experiencia tenida.
Computarización	Considerar la computarización en los sistemas de manejo y almacenamiento de material, cuando lo justifiquen las circunstancias, para mejorar el control de material e información.
Flujo del sistema	Integrar el flujo de datos con el flujo de material físico en el manejo y almacenamiento.
Distribución de planta	Preparar una distribución de equipo y una secuencia operativa para todas las soluciones viables del sistema, luego, seleccionar el sistema opcional que integre mejor la eficiencia y efectividad.
Costo	Comparar la justificación económica de las soluciones opcionales en equipo y métodos con base en la efectividad económica medida por gasto de unidad manejada.
Mantenimiento	Preparar un plan para mantenimiento preventivo y reparaciones programadas para todo el equipo de manejo de material.
Obsolescencia	Preparar una política a largo plazo y económicamente sana para reemplazar equipo y métodos obsoletos, con especial consideraciones de los costos de ciclo de vida después de impuestos.

Fuente: *“The twenty Principles of Material Handling”, College-Industry Council on Material Handling.*

De igual forma, (Konz, 2004), define las siguientes relaciones que permiten evaluar el estado operativo y administrativo de los almacenes:

- Utilización de espacios de almacén: Relación entre el área o volumen total del almacén y el espacio ocupado por los materiales.
- Utilización de espacio de pasillos: Relación entre el área o volumen total del almacén y el espacio ocupado por los pasillos.
- Promedio de distancia por movimiento: Relación entre la distancia total del movimiento y el número total de movimientos para un producto.
- Índice de cargas dañadas: Cociente entre el número de cargas dañadas o no conformes y el número total de cargas.
- Índice de tardanza de trabajo: Relación del número de trabajos retrasados en una semana y el número de trabajos completos en una semana.
- Índice de pedidos realizados: Razón del número de pedidos entregados y recibidos por día entre las horas laborales por día.

Tras las decisiones que comprende la ubicación de las existencias en un almacén, tanto (Ballou, 2004) como (Meyers y Stephens, 2006), afirman que la categorización ABC resulta conveniente implementar, esta consiste en clasificar los productos en tres categorías A, B y C, basándose en el principio de Pareto, donde se argumenta que cerca del 20% de la cantidad de artículos representan alrededor del 80% del valor total del inventario, esto es aplicable para los inventarios de empresas comerciales.

Dichas categorías presentan ciertas características, a continuación, se exponen las principales:

Artículos tipo A

- Pocas unidades físicas.
- Representan la mayor parte del capital.
- Alta rotación.

Artículos tipo B

- Representan mediana frente al total de unidades físicas.
- Representan la segunda parte del capital.
- Rotación media.

Artículos tipo C

- Muchas unidades físicas.
- Representan la menor parte del capital.
- Baja rotación.

No obstante, dicha clasificación es flexible ya que puede cambiar su comportamiento con el tiempo de acuerdo a los requerimientos que se presenten, así entonces, un producto tipo A puede convertirse en uno tipo B o en C e inversamente.

Por otro lado, en el contexto operacional de Carbones del Cerrejón los equipos de cargue son empleados en el proceso de extracción y retiro del carbón y material estéril. Los cuales están compuestos por palas eléctricas, hidráulicas y cargadores. En ellos se maneja el concepto de disponibilidad, (Tavares, 2000), lo define como la relación entre la diferencia del número de horas calendario con la cantidad de horas de intervención por mantenimiento (sumado a esto los imprevistos y tiempos muertos) y el numero horas calendario; este indicador es de suma importancia en la gestión del mantenimiento, pues da lugar a un análisis de los equipos que estén por debajo de los estándares operacionales. Es válido aclarar lo que expone la Agencia Nacional de Minería acerca del estéril, lo concibe como material sin minerales que fomenten un

valor recuperable, en otros términos, es el residuo o desecho producido en las explotaciones mineras⁵.

Dado que los requerimientos primordiales son los trabajos de mantenimiento, de acuerdo con el momento en que se intervenga el equipo con respecto al periodo de programación, los trabajos de mantenimiento en Carbones del Cerrejón se dividen en:

- Programado: Incluye las tareas consideradas en programaciones semanales, generalmente son tareas de mantenimiento preventivo, rutinario, reparaciones, cambios de componentes e inspecciones
- No programado: Incluye todas las tareas no consideradas en las programaciones semanales, comúnmente son llamados imprevistos.

De igual forma, dependiendo si se tiene un alcance definido y recursos estimados, los trabajos de mantenimiento se dividen en:

- Mantenimiento Planeado: Incluye las tales en las cuales se tiene un alcance específico y están definidos los recursos requeridos.
- Mantenimiento No Planeado: Son los trabajos de mantenimiento en los cuales no se tiene definido el alcance y recursos, es decir, no hay un estándar de trabajo.

Bajo las consideraciones anteriores, se estipulan los tipos de tareas mantenimiento en carbones del cerrejón, siguiendo la siguiente jerarquía

- Mantenimiento predictivo: Tareas en las que se miden los parámetros de funcionamiento que caracterizan la condición de desgaste de un equipo o componente,
- Mantenimiento preventivo: Tareas ejecutas a intervalos fijos de acuerdo con parámetros establecidos, para mantener la capacidad funcional de un equipo o un sistema, reduciendo su probabilidad de falla.
- Mantenimiento modificativo y/o rediseño: Tareas en las que se incluyen modificaciones, cambios o rediseños a los equipos con el fin de mejorar la seguridad y productividad.
- Mantenimiento a la falla y/o correctivo: Tareas necesarias para restaurar la capacidad funcional de un equipo o sistema que ha falla o está funcionando deficientemente.⁶

⁵ Ministerio de Minas y Energía. (agosto de 2003). *Glosario técnico minero*. Bogotá D.C.: Agencia Nacional de Minería. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

⁶ Sistema de Integridad Operacional y Calidad. (2013). *Guía para la Administración de Ordenes de Trabajo*. Mantenimiento. Albania: Cerrejón.

3.2 MARCO LEGAL

Dentro del desarrollo del presente proyecto es necesario contemplar las normativas propias de la empresa, así como los decretos y leyes que estipula el estado para la ejecución correcta y segura de las actividades operacionales.

Siendo así a continuación se mencionan los archivos vigentes del Cerrejón que regulan y fueron adaptados para el alcance de este proyecto:

- Guía para la administración de órdenes de trabajo.
- Estándar de control de contaminación del área reconstrucción hidráulica.
- Guía para el manejo de reclamos.
- Reglas de seguridad en bodegas.
- Reglas generales para el manejo de cargas.
- Procedimiento para el manejo, almacenamiento, embalaje, preservación y entrega de materiales.

Estos instrumentos estuvieron bajo el aspecto referencial de las siguientes entidades.

- Ministerio del trabajo, bajo la resolución 2400/79.
- Norma Técnica Colombiana (NTC 5693-1) del 2009 en la sección de ergonomía, parte 1.
- Norma Técnica Colombiana (NTC-ISO9001:2008).
- Occupational Safety & Health Administration (OSHA) 09 CFR.1910.146/1926.953/250.

4 METODOLOGÍA

La utilización de los espacios en los almacenes de repuestos, mantener en condiciones seguras en zonas de almacenamiento de componentes y disminuir las demoras asociadas al proceso logístico en el mantenimiento programado de equipos de cargue.

Identificar las actividades necesarias para mantener en condiciones estándares la entrega de componentes a equipos de cargue y mejorar la comunicación y capacidad de respuesta de los actores responsables del proceso logístico de mantenimiento programado.

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados en este proyecto, se toma como modelo la metodología Six Sigma; (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008), establecen que se trata de un sistema integral que pretende alcanzar, mantener y maximizar el éxito de una empresa mediante la minimización de los defectos y la variabilidad de los procesos. Para el cual se identifican las siguientes fases de mejoramiento:

- Definir: Es la primera etapa del proceso en donde se identifican las oportunidades de mejoramiento. Dando lugar a la documentación del proceso a través de los elementos establecidos del SIPOC⁷.
- Medir: Aquí se da lugar a la cuantificación de los procesos y medición de los defectos, con el fin de conocer con mayor detalle el proceso a mejorar. Ejecutando la toma de datos y el empleo de los diagramas de flujo
- Analizar: En esta fase se determinan las causas de los problemas y se entiende claramente por que se generan los defectos, mediante el uso de herramientas como la carta de Pareto, gráficos de barras, gráficos de control y diagrama de Ishikawa.
- Mejorar: Se identifica los medios para eliminar la raíz de los problemas y se presenta la evaluación e implementación de las mejores soluciones, asegurando el cumplimiento de los objetivos planteados. Estableciendo los planes de implementación, documentación, capacitación y respuesta.
- Controlar: Se diseña un sistema de seguimiento para mantener los resultados obtenidos dentro de los límites máximos de aceptación.

⁷ Planeación Corporativa - Cerrejón. (2006). *Mejoramiento de Procesos*. Cerrejon. SIPOC, acrónimo en inglés de supplier, input, process, output y customer.

5 ALCANCE

El presente proyecto es llevado a cabo en Carbones del Cerrejón e involucra en primer orden al personal del departamento de mantenimiento, específicamente los trabajadores de la superintendencia de programación, planeación, análisis y logística de equipos de cargue. Dentro de los cuales están inmersos los analistas, planeadores, programadores, supervisores, auxiliares, técnicos y operarios. De igual forma intervienen directamente operadores logísticos como Stewart & Stevenson y GrupoColba. Ambas empresas terciarias sirven de apoyo para el transporte de componentes; mientras que la primera se encarga de trasladarlos hacia campo donde se encuentran los equipos, la segunda solamente los distribuye desde la bodega de materiales hacia los almacenes.

Dentro del desarrollo del proceso resulta oportuno distinguir los tipos de materiales involucrados en el proceso, a continuación, se menciona algunos de estos:

- Elementos de seguridad: Materiales auxiliares que no están en contacto directo con el equipo a intervenir, dentro de ellos se destaca:
 - Eslingas
 - Cintas para delimitación
 - Avisos
 - Extintores
 - Conos
 - Cuñas
- Repuestos: Componentes a instalar directamente en el equipo, en lo cual se encuentran:
 - Componentes mayores
 - Cilindros
 - Mandos Finales
 - Motores
 - Componentes menores
 - Bombas
 - Joystick
 - Válvulas
 - Consumo básico
 - Filtros
 - Mangueras
 - Abrazaderas
- Herramientas especiales: Elementos complementarios para realizar las labores de mantenimiento, están en contacto directo con el equipo, dentro de estos se resaltan:
 - Torres de bloqueo
 - Bases de motores
 - Andamios

6 LIMITACIONES

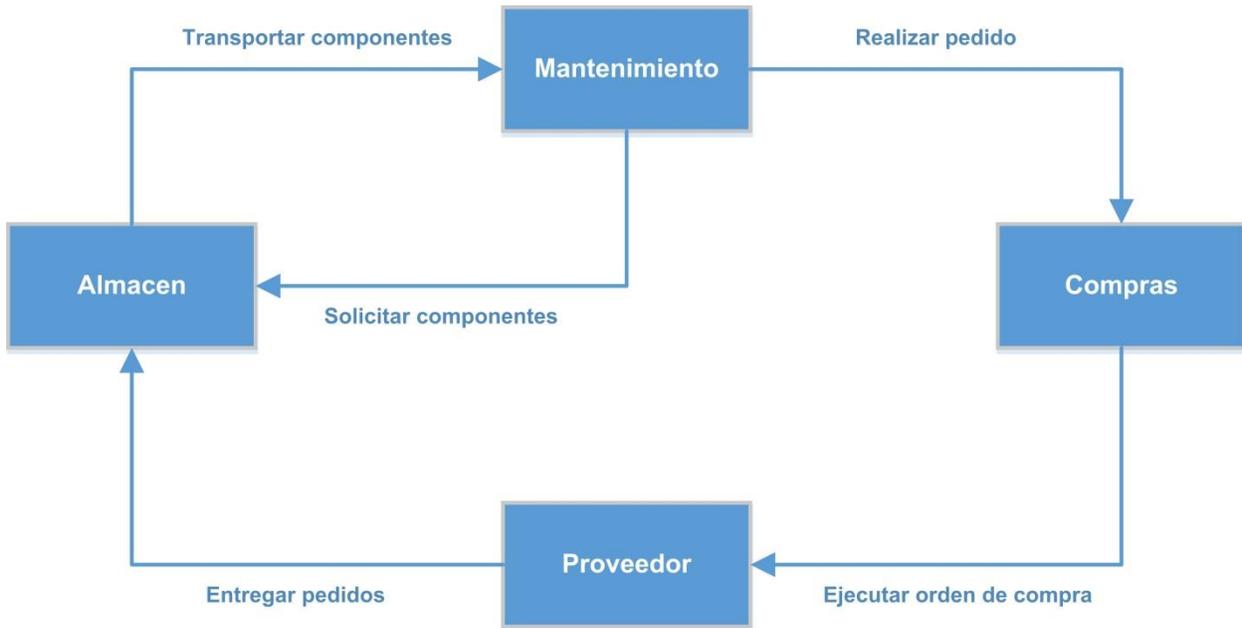
Debido a lineamientos de seguridad establecidos por la organización las condiciones climáticas que se presenten afectan directamente el desarrollo de las principales actividades del proceso, por ejemplo, en caso de alerta de tormenta, la operación de extracción no es posible realizarla, lo cual conlleva a detener una serie de actividades que hacen que esta sea posible. De igual forma el tiempo se convierte en un importante obstáculo, si bien la ejecución del proyecto no es la única responsabilidad a cargo, dentro de ellas está la participación activa en proyectos asignados por la organización, como el caso de la sistematización del ejercicio presupuestal, apoyo en las actividades llevadas a cabo en la superintendencia y las inspecciones llevadas a cabo diariamente.

Teniendo en cuenta que el presente comprende entre sus enfoques la revisión y redistribución de los materiales en los almacenes, es necesario contar el personal autorizado y la disponibilidad de los diversos equipos de transportes como montacargas y camiones, esto debido a que los elementos almacenados son de carga pesada.

7 SITUACIÓN ACTUAL

El proceso general de pedidos de los componentes y repuestos utilizados en el mantenimiento de los equipos de carga dentro de la organización se esboza en la figura 1.

Figura 1. Proceso general de pedidos



Si bien anteriormente se había manifestado el proceso general de pedido de componentes, en el cuadro 3, se expone el proceso detallado de las actividades realizadas en el proceso logístico de paradas programadas.

Cuadro 3. Proceso detallado de proceso logístico

Etapa	Actividad	Software/ Documentos	Encargado	Periodicidad
1. Solicitar partes, equipo de soporte y herramientas	1.1. Gestionar partes, equipo de soporte y herramientas	Ellipse, LinkOne	Programación	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)
	1.2. Verificar disponibilidad de partes, equipo de soporte y herramientas	Ellipse	Programación	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)
	1.3. Vincular repuestos a OT	Ellipse	Programación	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)

	1.4. Solicitar recursos disponibles	Ellipse	Programación	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)
2.1. Recibir y organizar recursos	2.1.1. Digitar los solínes	Word	Programación	Día de la parada
	2.1.2. Recibir repuestos y componentes (Early Start - enmallado o patio Vidal-, campo)	-	Soporte de programado	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)
	2.1.3. Organizar repuestos y componentes en lugar indicado	-	Soporte de programado	1 semana antes de parada (recursos planeados) 2 días antes de parada (recursos no planeados)
	2.1.4. Verificar que los repuestos y componentes pedidos se encuentren en su totalidad en el lugar indicado	Solínes	Soporte de programado	Día de la parada
	2.1.5. Marcar los repuestos y componentes según numeración de solínes	Solínes	Soporte de programado	Día de la parada
2.2. Coordinar equipos de soporte (grúa)	2.2.1. Solicitar requerimientos de equipo de soporte	Excel	Programación	Semanal
	2.2.2. Verificar necesidad y prioridad de equipo de soporte para las paradas	Reunión	Programación / Logística/ Manejo de cargue	Diaria
Etapa	Actividad	Software/ Documentos	Encargado	Periodicidad
2.3. Programar y asignar equipo de soporte Logística (luminarias, camión canasta, etc.)	2.3.1. Solicitar requerimientos de equipo de soporte Logística	Excel	Programación	Semanal
	2.3.2. Verificar necesidad y prioridad de equipo de soporte Logística para las paradas	Reunión	Programación / Logística/ Manejo de cargue	Diaria

3. Transportar recursos a la pala	3.1. Transportar los recursos hacia la pala (encargado : personal de Stewart & Stevenson)	WorkPack	Logística	Día de la parada (partes y componentes) Día requerido (equipo de soporte)
4. Recibir recursos en pala	4.1. Recibir los recursos en el área donde se encuentra ubicada la pala.	WorkPack	Ejecución	Días de la parada
	4.2. Solicitar recursos faltantes.	-	Ejecución/ Programación	Días de la parada
5. Evacuar recursos	5.1. Evacuar los recursos del área donde se encuentra ubicada la pala	-	Ejecución / Logística	Último turno de la parada (partes, componentes, desechos)
6. Recibir recursos a conformidad	6.1. Recibir recursos (devolución, desechos, a reparar) en Early Start	-	Logística / Programación	Último turno de la parada (partes, componentes, desechos)
	6.2. Verificar que los recursos a devolver se encuentren completos y en condiciones de conformidad	Formato recursos a devolver	Soporte de programado	Cada que lleguen recursos a ES
	6.3. Efectuar la devolución de los recursos		Soporte de programado	Cada que Materiales haga recolección de los recursos.

7.1 ALMACÉN EXTERNO - PATIO VIDAL

7.1.1 Distribución de espacios

En la figura 2, se exponen las condiciones en que se encuentran distribuidos los materiales en el almacén externo en las instalaciones de logística en Early Start.

Figura 2. Plano almacén externo



El almacenamiento de los materiales está bajo la responsabilidad directa del grupo de logística propio de la empresa y de la contratista Stewart&Stevenson, en la tabla 1 se encuentran los espacios utilizados por cada zona y su debido responsable.

Tabla 1. Área por zona y responsables directos

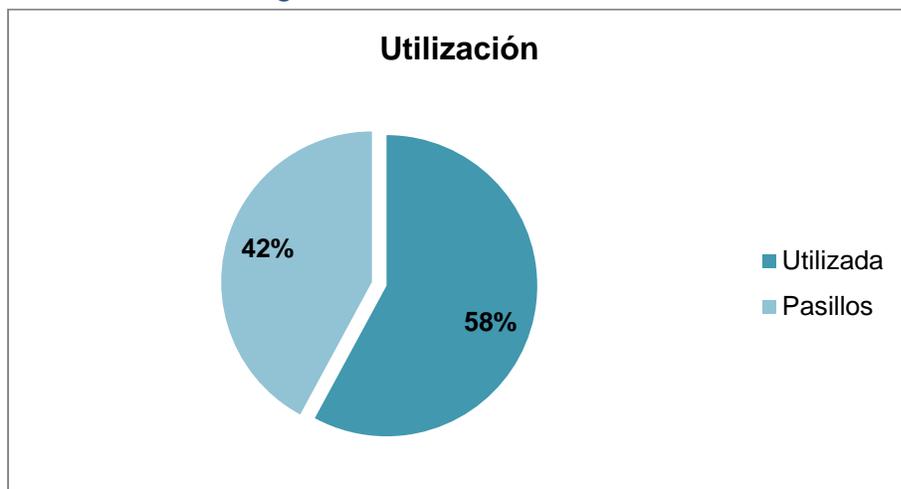
Responsable/Zona	Área
Logística	566.1
Cargo Directo y PM	68.59
Herramientas Especiales	175.49
Reparar y Reutilizables	82.66
Reutilizables, Corte y Pasadores	68.89
Torres	114.73
Transición	55.74
Stewart&Stevenson	189.49
Alistamiento	68.64
Andamios	68.9
Desechos y Chatarras	51.95
Total	755.59

Como se puede evidenciar, la zona con mayor ocupación en el Patio Vidal es la de herramientas especiales, esto debido a las características de los componentes allí guardados, ya que estos son de grandes dimensiones. Sumado a esto los pasillos consideran el 37% del espacio, a causa de los equipos de transportes utilizados y los polines terminan ocupando un 9% del área total del almacén.

Tabla 2. Utilización general

Zona	Área
Utilizada	832.04
Pasillos	605.11
Total	1437.15

Gráfica 1. Utilización general



Si bien el porcentaje destinado a la utilización del almacenamiento de los materiales supone más del 50%, se ha observado que hay una deficiente distribución de espacios ya que la zona de tránsito vehicular se ve afectada por materiales que en su momento fue imposible almacenar en las zonas correspondientes. Resulta oportuno aclarar que dentro del área de utilización está inmersa el área destinada a la demarcación o delimitación de las zonas.

Por otra parte, tras realizar varias observaciones en el área de desechos y chatarras se han encontrado las siguientes condiciones:

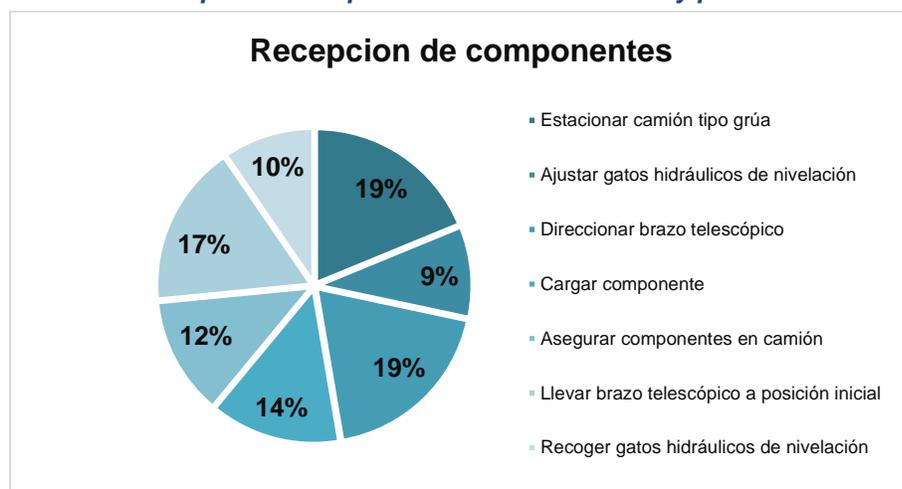
- Desorden e inadecuado aseo.
- Clasificación incorrecta de desechos.
- Área propensa a contaminación.
- Desaprovechamiento del espacio.
- Contenedores inapropiados e insuficientes.

7.1.2 Tiempos de recepción

Tabla 3. Tiempos de recepción elementos de corte y pasadores

Descripción de actividad	ΣT (min)
1. Estacionar camión tipo grúa	2.28
2. Ajustar gatos hidráulicos de nivelación	1.16
3. Direccional brazo telescópico	2.31
4. Cargar componentes	1.66
5. Asegurar componentes en el camión	1.51
6. Llevar brazo telescópico a posición inicial	2.07
7. Recoger gatos hidráulicos de nivelación	1.16
Total	12.15

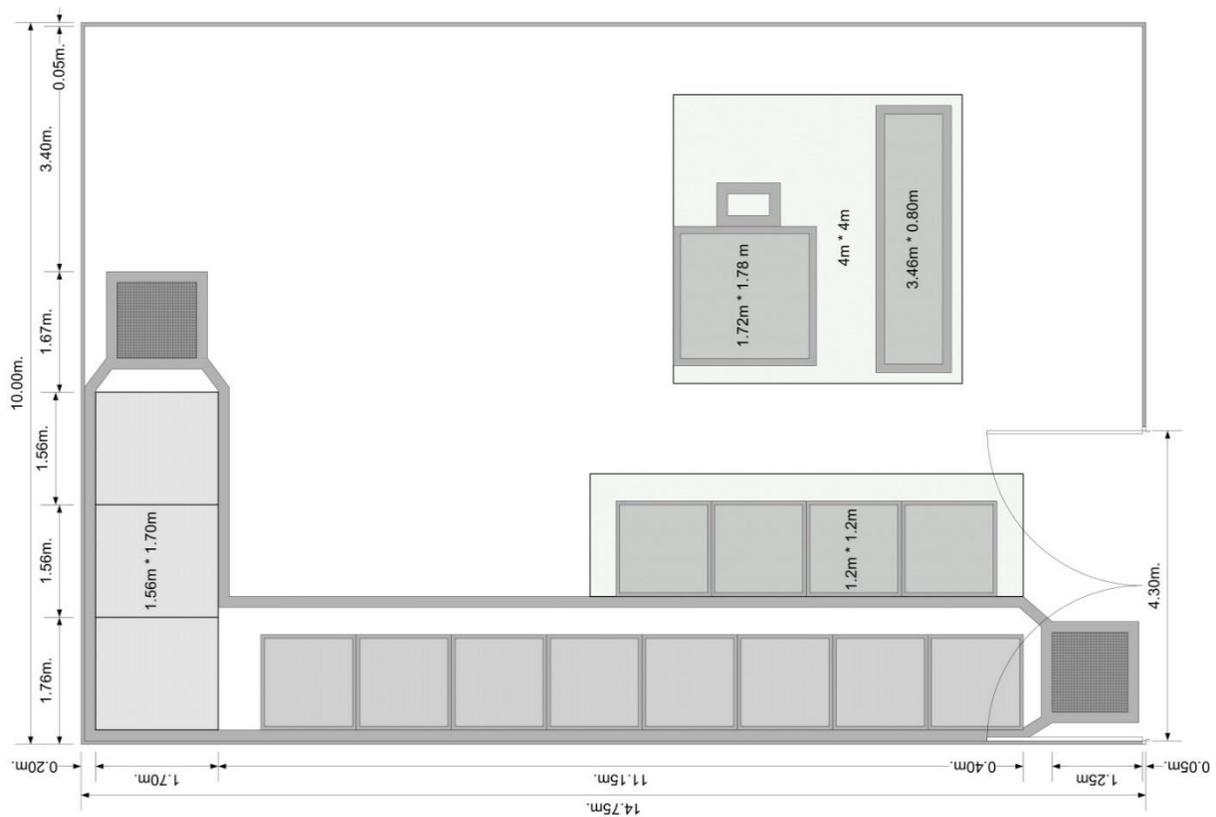
Gráfica 2. Tiempos de recepción elementos de corte y pasadores



En el proceso de recepción de componentes del Patio Vidal, se identificaron varios puntos críticos que afectan la seguridad del operario, como es el caso de la tarea de asegurar componentes en el camión, en donde el brazo telescópico no se encontraba en la posición inicial y en varios momentos hubo choques entre el casco del operario y la eslinga sujeta al brazo; en este caso la posición en la que se encontraba el operario le favorecía, no obstante en otras circunstancias podría haber un accidente, por lo que para este proceso luego de haber descargado el componente en el camión es necesario direccionar el brazo de y ajustar los soportes de cargue a su posición inicial y finalmente organizar el componente en el camión. Sumado a esto las salidas de acceso vehicular se encuentran obstruidas y esto ocasiona un mayor tiempo de ejecución por lo que las dimensiones del vehículo dificultan su maniobra para salir del almacén por las vías de entrada vehicular.

7.1.3 Zona de residuos aceitosos

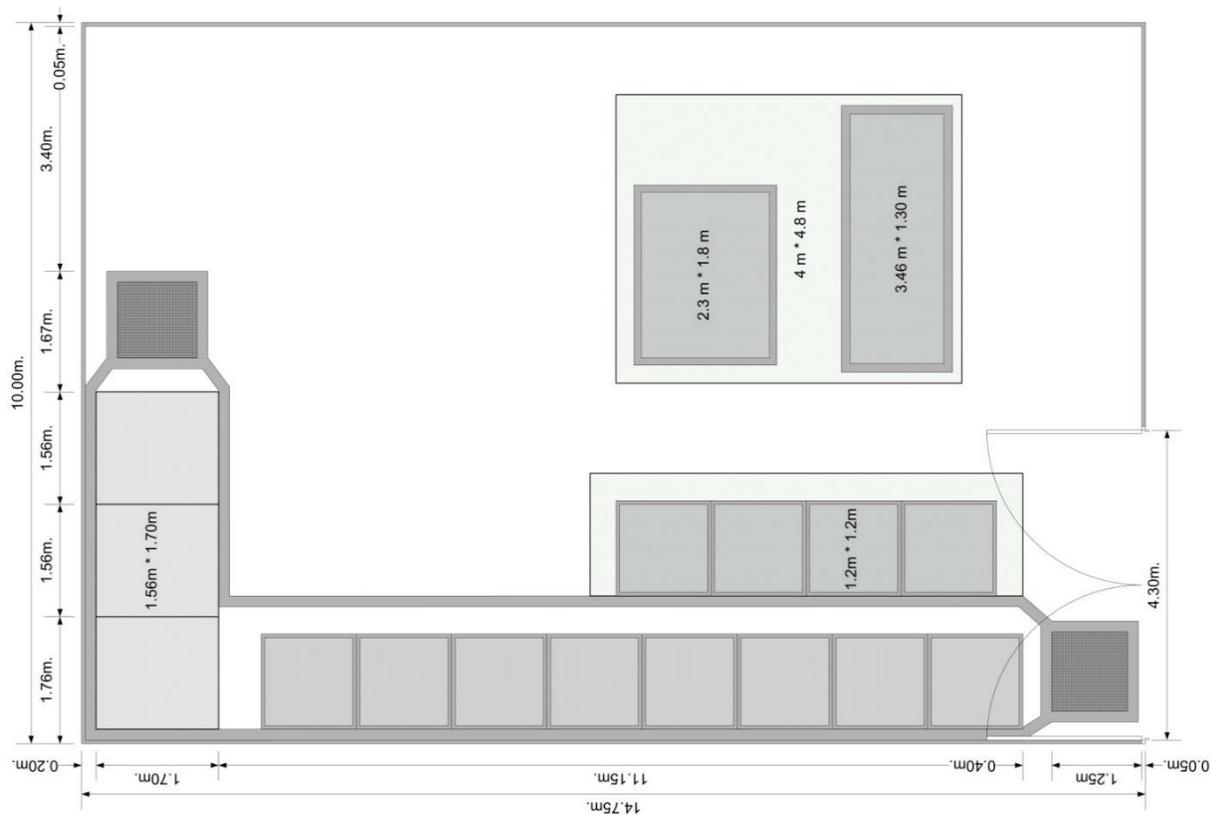
Figura 3. Plano de zona de residuos aceitosos



Bajo las condiciones que presenta la zona de residuos aceitosos no es posible cumplir con los lineamientos de seguridad establecidos por Cerrejón, ya que se han encontrado en muchas ocasiones derrames de aceite y esbozo de los depósitos por múltiples lluvias.

7.1.3.1 Propuesta de mejoramiento

Figura 4. Plano de propuesta temporal



Dado que uno de los problemas frecuentes hallados en la zona de residuos aceitosos, comprende el exceso de capacidad de almacenamiento de desechos como mangueras y filtros de aceite, y que además no se cuenta con limpiezas periódicas establecidas formalmente, se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de estos dos depósitos con el fin de mitigar los impactos generados por la cantidad de residuos y la baja disponibilidad de equipos y personal. En primera instancia el depósito de manguera aumentara su capacidad en un 60%, y por último el depósito de filtros aumentara su capacidad en un 35%, esto debido a que el principal

7.1.4 Propuesta de mejoramiento

Figura 5. Propuesta de distribución de zonas

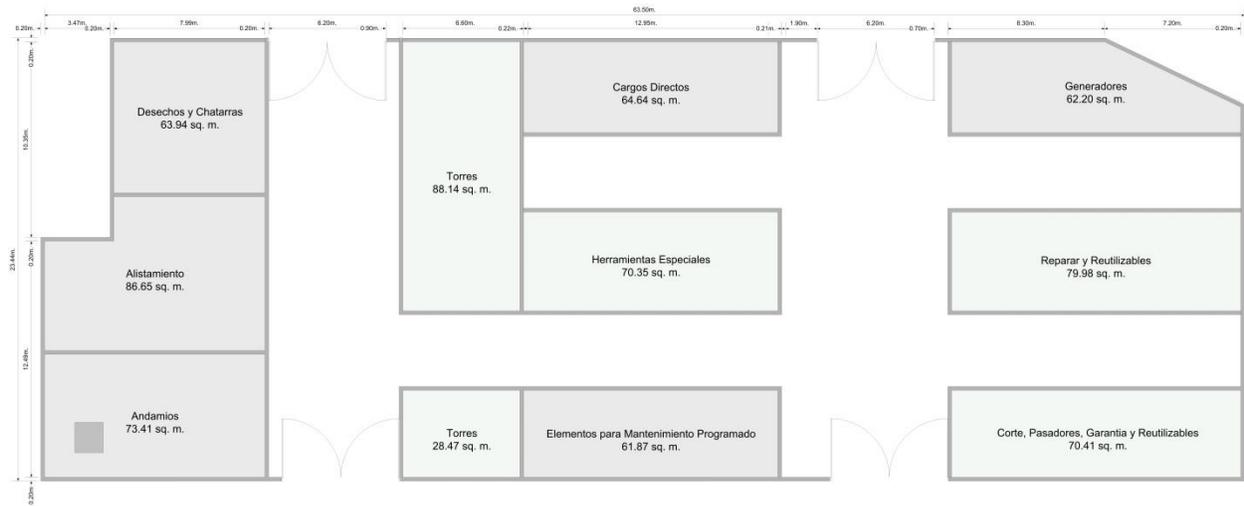


Tabla 4. Propuesta de distribución de zonas

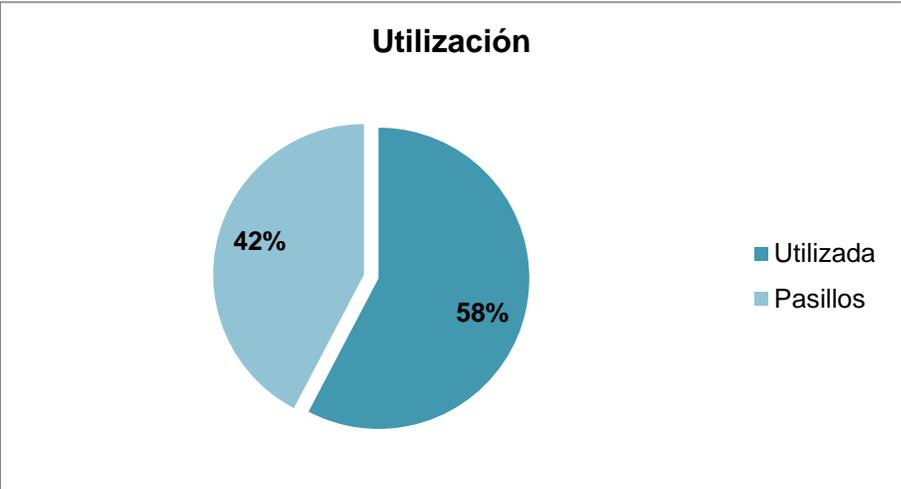
Responsable/Zona	Área
Logística	532.78
Herramientas Especiales	70.35
Reparar y Reutilizables	79.98
Reutilizables, Corte y Pasadores	70.41
Torres	116.61
Transición	62.2
Cargos Directos	68.59
Elementos para PM	64.64
Stewart&Stevenson	224
Alistamiento	86.65
Andamios	73.41
Desechos y Chatarras	63.94
Total	756.78

Teniendo en cuenta la opinión y experiencia de los planeadores, supervisores y técnicos, se identificaron los componentes más relevantes y de mayor rotación en el almacén externo, sumado a esto bajo las observaciones realizadas se encontró que el conductor del equipo de transporte presentaba dificultades al momento de maniobrarlo esto debido a los pasillos, ya que son muy angostos, se optó por aumentar el ancho de estos a causa de esto, teniendo en cuenta el ancho máximo de los equipos de transporte involucrados en el proceso.

Tabla 5. Propuestas distribución utilización general

Zona	Área
Utilizada	829.06
Pasillos	608.09
Total	1437.15

Gráfica 3. Propuesta de utilización general



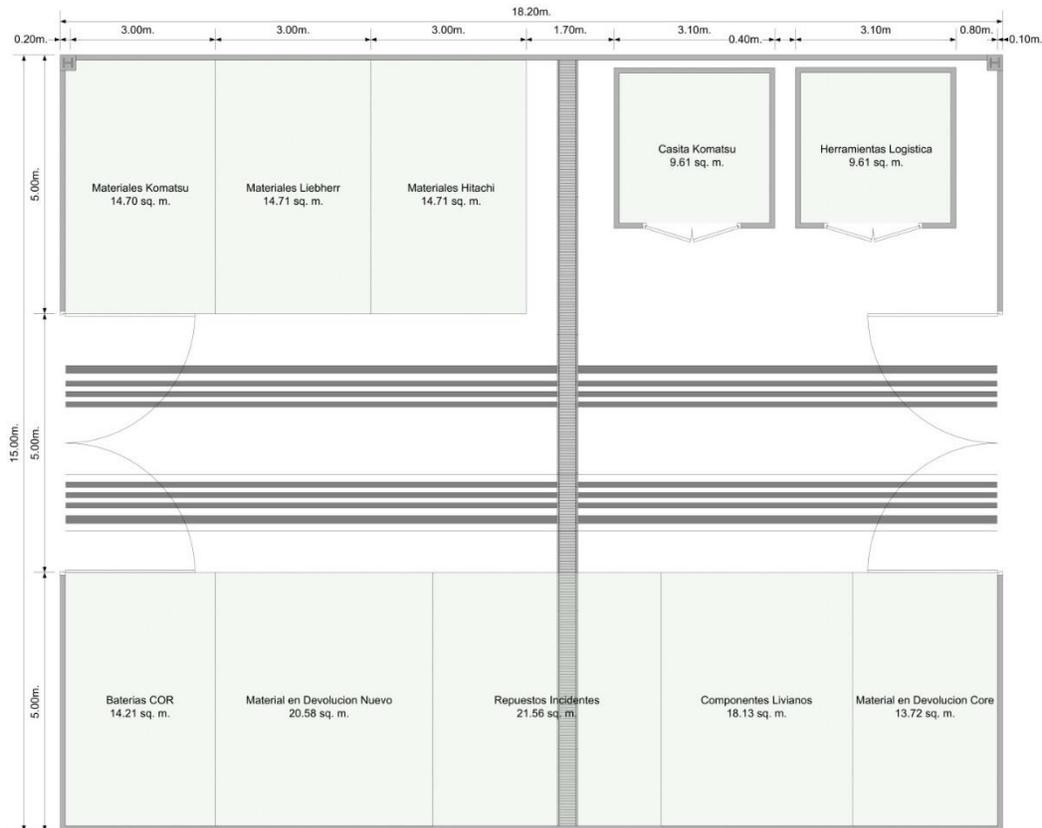
Se evidencia que la propuesta de distribución no presenta mayores cambios en los porcentajes de utilización, mas sin embargo los pasillos se encontraban mal distribuidos ya que tenían diferentes dimensiones y esto dificultaba el manejo de los componentes, por lo que se adoptó la medida de balancear estas dimensiones para establecer un ancho de 3,8 m, en los pasillos horizontales y una disminución de poco impacto en el pasillo vertical principal, sumado a esto los elementos destinados al mantenimiento programado se reubicaron, ya que su uso es frecuente y estaban ocupado parte de los pasillos de acceso vehicular, los generadores se trasladaron hacia donde se encontraba estos, lejos de la puerta de entrada ya que su rotación es baja. Por ultimo debido a las responsabilidades de las zonas se decidió dividir el almacén para la contratista Stewart&Stevenson y el grupo de logística de equipo de cargue, ya que las zonas de incidencia de la contratista generan gran impacto en las calificaciones hechas al almacén y en las ultimas inspecciones estas se encontraban en condiciones subestandar.

7.2 ALMACÉN INTERNO – ENMALLADO DE PROGRAMACIÓN Y LOGÍSTICA

7.2.1 Distribución de espacios

La actual distribución de zonas en el almacén interno, se muestran en la figura 6, se cuenta aproximadamente de un área de $273 m^2$, la zona de APL son las de mayor rotación ya que los materiales son utilizados en el mantenimiento preventivo de los equipos de carga.

Figura 6. Plano actual almacén interno



Los materiales almacenados son poco pesados y de fácil manipulación, salvo unos más sin embargo por su frecuente, uso estos son apilados, ocupan mucho espacio en dimensiones cuadradas y son difíciles de localizar al momento de realizar una entrega.

7.2.2 Entrega de componentes y repuestos

7.2.2.1 Proceso

A continuación, en el cuadro 4, se muestra detallado el proceso de entrega de componentes en el enmallado interno de programación y logística en donde se identifican los elementos del SIPOC.

Cuadro 4. Proceso de entrega componentes mediante SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
1. Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Planeadores • Programadores • Fabricantes 2. Contratistas <ul style="list-style-type: none"> • Stewart & Stevenson • Grupo Colba 	1. Listado de Componentes y repuestos a recibir 2. Constancia o vale de entrega de materiales 3. Equipos de transporte	<pre> graph TD A[Cargar y verificar material] --- B[Chequear vales] B --- C[Organizar material] </pre>	Componentes y repuestos a transportar	1. Operarios Tecnoguajira 2. Supervisores 3. Stewart & Stevenson 4. Grupo Colba

7.2.2.2 Tiempos de entrega

En la tabla 6, se expone el resumen de los tiempos tomados por cada actividad del proceso de entrega de materiales en el almacén interno, como se mencionó anteriormente este consta de diversas zonas, las cuales están clasificadas según el tipo de material y la flota que pertenezca, en este caso la zona de estudio fue la de material nuevo en devolución.

Tabla 6. Tiempos de devoluciones de materiales nuevos.

Descripción de actividad	ΣT	TC	FC	TN
1. Cargar y verificar cantidad de material	2.83	0.28	1.05	0.3
2. Chequear de vales	1.29	0.13	1.01	0.13
3. Organizar material en camión	0.98	0.1	1.03	0.1
Tiempo Normal				0.53

Resulta conveniente hacer énfasis que la actividad que mayor tiempo requiere en el proceso no se está ejecutando forma eficiente y segura, ya que el material sufre golpes al momento de guardarlo en el equipo de transporte, sumado a esto no se hace uso del carro hidráulico de elevación lo que genera un mayor esfuerzo y tiempo de carga.

7.2.3 Recepción de componentes y repuestos

7.2.3.1 Proceso

A continuación, en el cuadro 5, se muestra detallado el proceso de recepción de componentes en el enmallado interno de programación y logística en donde se identifican los elementos del SIPOC.

Cuadro 5. Proceso de recepción de componentes mediante SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
1. Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Planeadores • Programadores • Fabricantes 2. Contratistas <ul style="list-style-type: none"> • Stewart & Stevenson • Grupo Colba 	1. Listado de Componentes y repuestos a recibir 2. Constancia o vale de entrega de materiales 3. Equipos de transporte	<pre> graph TD A[Descargar componentes] --> B[Verificar cantidad] B --> C[Entregar vales] C --> D[Organizar componentes] </pre>	Componentes y repuestos a transportar	1. Operarios Tecnoguajira 2. Supervisores 3. Stewart & Stevenson 4. Grupo Colba

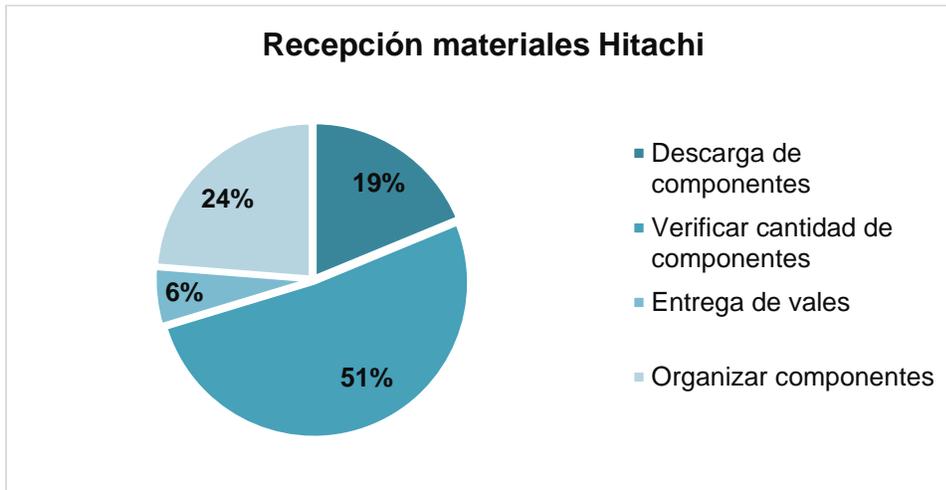
7.2.3.2 Tiempo de recepción

En la tabla 7, se muestra el resumen de los tiempos tomados por cada actividad del proceso de recepción de en el almacén interno, en esta ocasión la zona de incidencia fue los materiales de Hitachi.

Tabla 7. Tiempos de recepción de materiales de Hitachi

Descripción de actividades	ΣT	TC	FC	TN
1. Descargar componentes	3.05	0.3	1.01	0.31
2. Verificar cantidad de componentes	8.37	0.84	1.08	0.9
3. Entregar vales	0.97	0.1	1.05	0.1
4. Organizar componentes	3.86	0.39	0.99	0.38
Tiempo Normal				1.69

Gráfica 4. Porcentajes de tiempos de recepción de materiales Hitachi

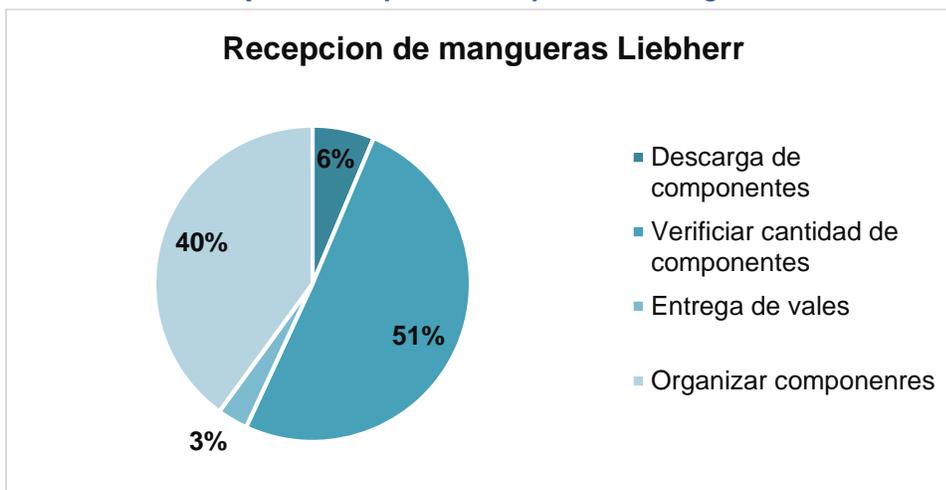


Se evidencia que la verificación de componentes requiere mucho más tiempo que las demás, no obstante, la descarga y organización de componentes juegan un papel importante en este proceso ya que la forma en que se realicen afecta drásticamente el tiempo del proceso.

Tabla 8. Recepción de mangueras Liebherr

Descripción de actividad	ΣT	TC	FC	TN
1. Descarga de componentes	2.57	0.26	1.03	0.26
2. Verificar cantidad de componentes	20.54	2.05	1.06	2.18
3. Entrega de vales	1.27	0.13	1.09	0.14
4. Organizar componentes	16.24	1.62	0.95	1.54
Total				4.12

Gráfica 5. Porcentajes de tiempos de recepción de mangueras Liebherr



Se evidencia que la actividad de verificar la cantidad de componentes, específicamente en este proceso demanda mucho más tiempo que las demás. Esto debido a que la

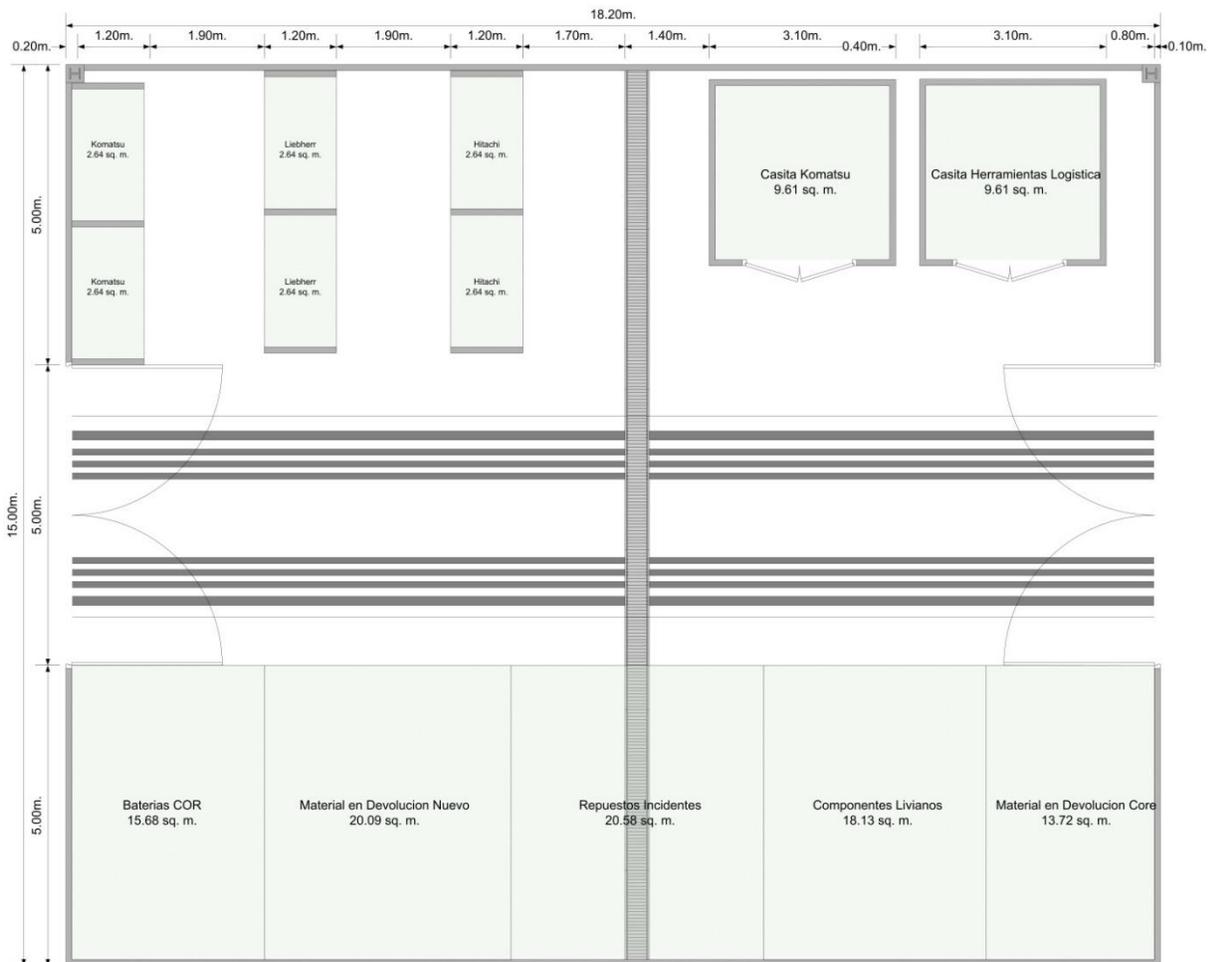
cantidad de materiales y la forma en que se reciben, dificulta a los operarios la identificación de estos. Además, la manera en que se descargan las mangueras no resulta eficiente ya que al igual que el proceso de devolución no se está haciendo uso del carro hidráulico de elevación, como se manifestó anteriormente este proporciona menor tiempo y esfuerzo. De igual forma las mangueras sufren impactos con el suelo al momento de bajarlas del equipo de transporte, lo que generaría daños por el material de las mangueras y la fuerza con que se ejecute

Por otra parte, la organización de las componentes ocupa un valor importante en este proceso ya que es necesario realizar el embalaje de las mangueras para poder ser transportadas posteriormente a su destino.

7.2.4 Propuesta de mejoramiento

En la figura 7, se expone la alternativa de mejoramiento de distribución de espacios en el almacén interno.

Figura 7. Plano de propuesta almacén interno



Se ha optado el uso de estantes ya que estos maximizan la utilización del espacio cubico del almacén, atendiendo al problema de los materiales almacenados en forma

cuadrática, apilados y ubicados en varias ocasiones en la zona de tránsito vehicular. Sin duda alguna esto ocasiona desorden, daños físicos y demoras, además no se cumplen las reglas básicas de seguridad en bodegas establecidas por la compañía⁸.

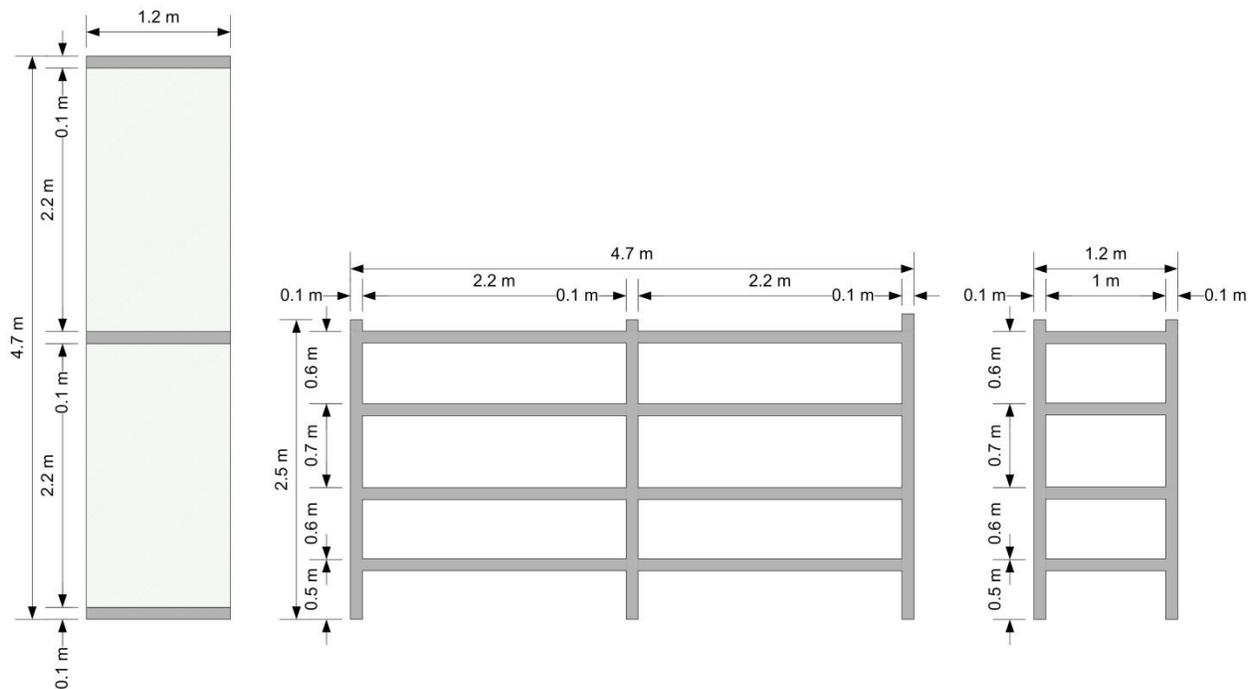
Anteriormente se había estudiado la opción de adquirir dichos estantes, pero debido a limitaciones no se ha hecho la adquisición. En la tabla 9, se aprecian las especificaciones técnicas de los estantes cotizados,

Tabla 9. Especificaciones técnicas de los estantes

Módulos	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Niveles	Capacidad por nivel (kg)
6	2.2	1.2	2.5	4	1000

De igual forma, en la figura 8, se exponen las dimensiones de los estantes de acuerdo a las diferentes vistas.

Figura 8. Dimensiones de los estantes



Con el fin de preservar los materiales almacenados, los estantes incluirán una cubierta plástica (IKL) en la que permanezca libre el lado frontal y la parte inferior del mismo,

⁸ Sistema de Integridad Operacional. (2014). *Reglas de seguridad en bodegas*. Albania: Cerrejón. IV Equipos, instalaciones y dispositivos, A. bodega: 4. Debe haber suficiente espacio en los pasillos para manejar materiales ya sean pesados y/o voluminosos, en estantes o apilados. 5. Los pasillos serán definidos y señalizados apropiadamente, manteniendolos libres de obstáculos y otros materiales. 6. El almacenamiento de materiales debe ser planeado de tal forma que se garantice un manejo seguro y se prevenga la caída de los mismos.

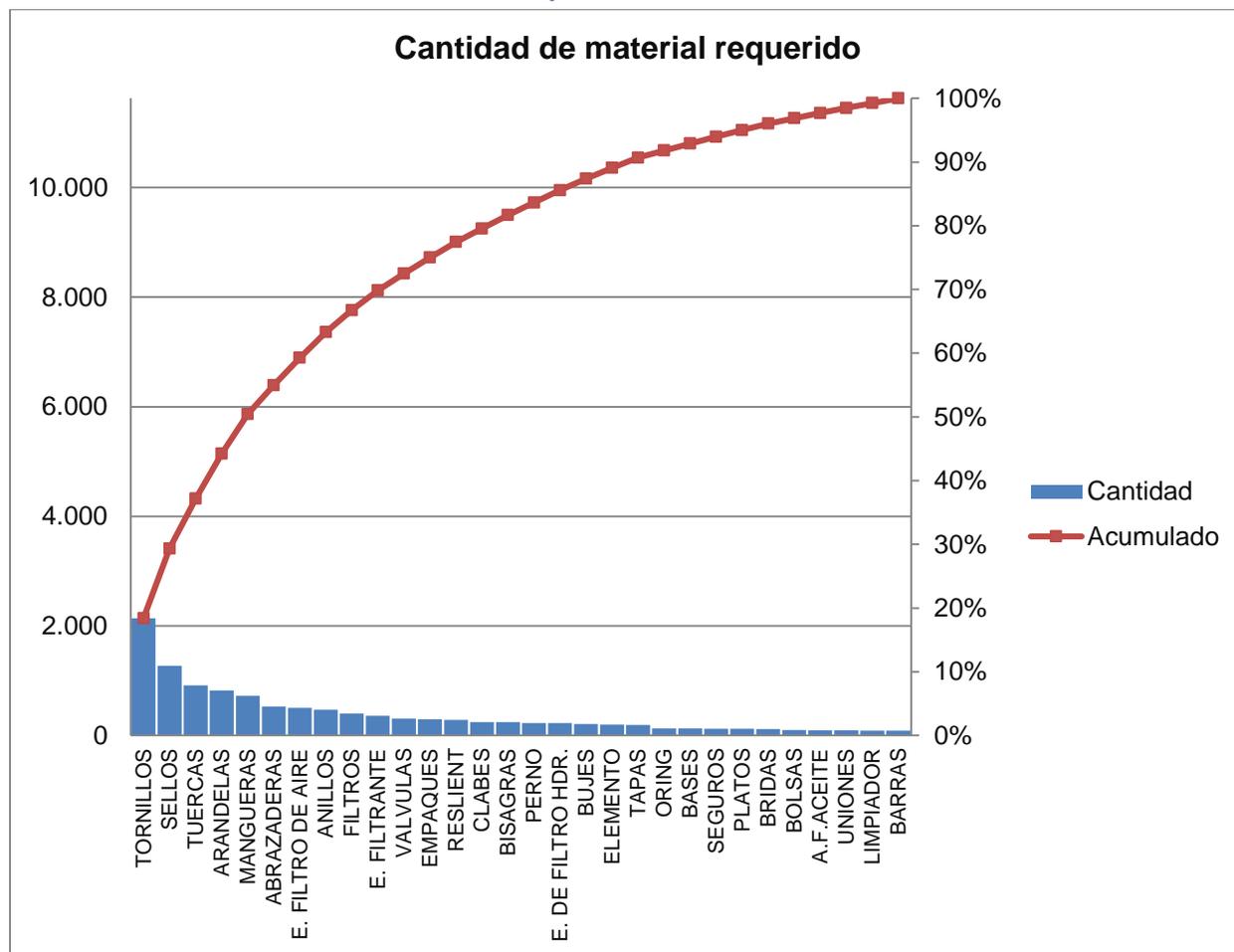
Sumado a esto contendrán plaquetas en acrílico en donde se identificarán el destino y el equipo al cual será enviado.

Ahora bien, ya establecido el mecanismo de almacenamiento de los materiales queda por definir el modo en que serán distribuidos dentro los materiales dentro de los estantes. Para lo cual es necesario realizar un análisis de Pareto o ABC, a la cantidad de elementos que fueron almacenados allí en el transcurso del año.

Dicha información fue obtenida por uno de los sistemas integrados de información con los que cuenta la compañía llamado Business Objects de SAP (BO), En el cual se contemplan las transacciones totales hechas en diversos periodos, a través de los diferentes centros de costos y el concepto de la transacción.

La información recopilada se presenta en la gráfica 8, donde cerca de 10.000 componentes fueron almacenados en el enmallado interno, en los periodos de enero y octubre del 2016.

Gráfica 6. Pareto – Cantidad de material requerido



Teniendo en cuenta el principio de Pareto, los componentes almacenados en esta área se ubicarán bajo las siguientes condiciones:

- Artículos tipo A: Comprendidos por mangueras, sellos, tuercas, tornillos, arandelas, anillos y entre otros componentes de bajo peso, serán ubicados en el segundo nivel a una altura de 60 cm a partir del primer nivel hacia arriba. De igual forma los filtros y elementos de este serán ubicados en el tercer nivel a una altura de 70 cm a partir del segundo nivel hacia arriba.
- Artículos tipo B: Comprendidos por bujes, barras, válvulas, abrazaderas, empaques y otros componentes de mayor peso serán localizados en el primer nivel a una altura de 50 cm desde el suelo hacia arriba.
- Artículos tipo C: Comprendidos por bisagras, pernos, uniones, bandejas y otros elementos de poca rotación estarán en el cuarto nivel a una altura de 60 cm a partir del tercer nivel hacia arriba.

8 ESTÁNDAR LOGÍSTICO

8.1 ALMACENAMIENTO

Para los materiales a salvaguardar en el almacén interno deben considerarse las siguientes condiciones.

- Llevar registro de la cantidad de material almacenado.
- En lo posible tener información precisa acerca de las entregas programadas.
- Verificar que el peso total de los materiales almacenados no sobrepase la capacidad de resistencia de las estibas y estanterías.
- Alinear los materiales de forma que sea fácil su manipulación.
- Todo componente almacenado debe contener la siguiente información
 - Numero de componente.
 - Descripción de componente.
 - Stock code en ELLIPSE.
 - Equipo a instalar.
- Todo componente debe de estar limpio antes de ingresar en los almacenes.
- Componentes que presenten suciedad no se recibirán en lo posible hasta que se encuentren debidamente limpios.
- En caso de ingresar componentes sucios, se debe justificar la acción y tomar algunas las siguientes medidas de control, ubicarlo bajo suficiente papel absorbente o cubrirlo mediante aserrín. Sumado a esto se realizará seguimiento con el fin de evitar la extensión de la contaminación.
- Si el componente almacenado llegase a presentar en un futuro posibles derrames, se debe prever recipientes para el drenaje o utilizar papel absorbente sobre este.
- Las estibas que presenten contaminación deben ser sustituidas lo más pronto posible.
- Los cauchos, recipientes y pisos de drenaje deben ser lavados según la condición que presenten, esto para evitar que causen contaminaciones.
- Los componentes deben preferiblemente estar sobre estibas o en su defecto sobre cauchos, en ningún caso estos deben ser colocados directamente sobre el suelo.
- Conocer la resistencia de la estiba para establecer que tipo carga almacenar en ella y a su vez mitigar los daños físicos. Los componentes deben ser almacenados en lo posible en la zona establecida en el estándar de área vigente,
- En ningún caso los componentes deben ser almacenados en la zona de tránsito vehicular.
- Evaluar la condición de las estibas que presenten daños y solicitar cambio o reparación.
- En lo posible hacer uso de equipos y/o medios mecánicos para la manipulación de materiales. Teniendo en cuenta la resistencia de los equipos a utilizar en el caso del almacén interno el carro hidráulico tiene una capacidad de carga de 362 kg, y una altura de 1,5 m.

- En caso de maniobrar materiales verificar que el peso de la carga sea menor a 25kg.

8.1.1 Responsabilidades

- Supervisor: Responsable de asegurar el cumplimiento de las consideraciones estipuladas en el estándar.
- Técnico auxiliar: Encargado de garantizar la correcta ejecución de las preparaciones de pedidos, de igual forma es quien registra y autoriza el ingreso de materiales en los almacenes.
- Estudiante Tecnogujira: Encargados de ejecutar las tareas de preparación de pedidos recepción, entrega, preservación, embalaje y organización de materiales.
- Estudiante en práctica PPAL: Encargado de ejecutar las rutinas de inspecciones con el fin de evaluar las condiciones de los materiales almacenados e informar ante los supervisores y encargados del área cualquier inconformidad.

8.2 DISTRIBUCIÓN

Al momento de ubicar los materiales recibos es necesario ubicarlos estratégicamente con el fin de lograr una eficiente operación en la preparación y entrega de pedidos.

Para determinar el nivel de rotación y el valor que representan los materiales almacenados fue necesario revisar el reporte de transacciones por flota en los meses transcurridos de los años generados por el sistema integrado de información e Business Objetos de SAP.

A continuación, se dan las instrucciones:

1. Tras haber iniciado sesión, dirigirse a la intranet de la compañía.
2. Dirigirse a la pestaña de mis aplicaciones
3. Seleccionar dentro de las opciones BO prueba.
4. Abrir los archivos de la organización
5. Seleccionar Mantenimiento (Mtto)
6. Dirigirse al reporte de transacciones totales
7. Seleccionar el icono de actualizar
8. Fijar las fechas de inicio y fin en formato de AAAA/MM
9. Fijar los centros de costos asociados a Mantenimiento (Mtto)
10. Generar reporte
11. Exportar reporte en formato Excel

Hecho los pasos anteriores es necesario aplicar el principio de Pareto o clasificar los inventarios mediante el método ABC, para estimar como se mencionó anteriormente el nivel de rotación y valor de cada uno de estos.

La técnica de Pareto o clasificación de inventarios ABC, en este caso se implementará para ubicar los componentes de acuerdo a las siguientes consideraciones generales:

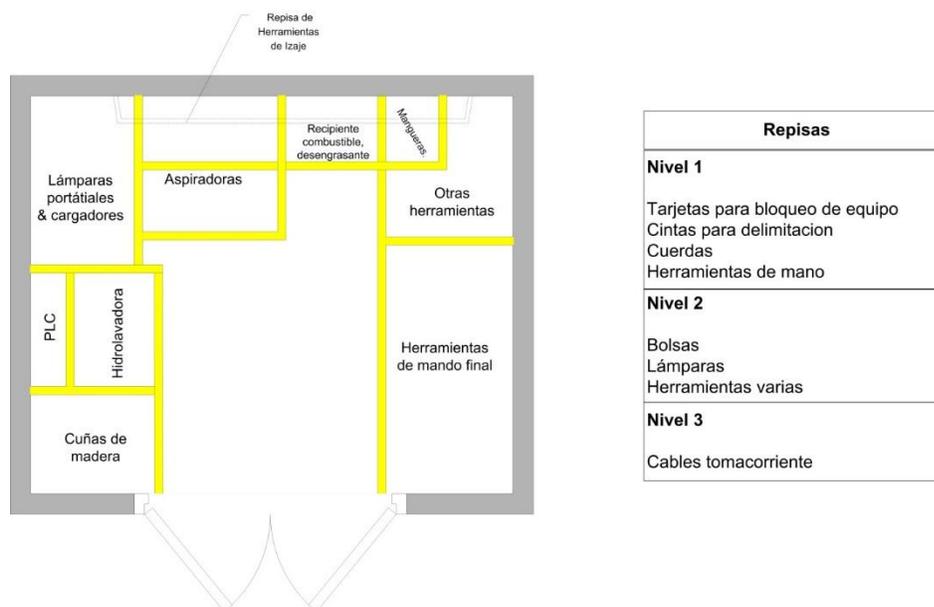
- Los componentes de gran peso serán ubicados cerca del punto de envío y en caso de contar con estanterías ubicarlas en los primeros niveles o sobre estibas.
- Sumado a esto los componentes de difícil manipulación ya sea por sus dimensiones serán ubicados de la misma manera.
- Los componentes con menores dimensiones y pesos serán agrupados en los últimos niveles de la estantería o en su defecto en estibas.
- Componentes de alta rotación y con dificultad de manejo intermedia serán ubicados en el segundo y tercer nivel del estante si se cuentan con estos o en su defecto agrupados en estibas.

Sumado a esto se tendrá en cuenta el tipo de material y el equipo al cual va a instalarse, en el caso del enmallado interno se calificarán como se mencionó anteriormente teniendo en cuenta el uso de estantes, de la siguiente forma:

- Primer nivel: Comprendidos por bujes, barras, válvulas, abrazaderas, empaques y otros componentes de mayor peso
- Segundo nivel: Mangueras, sellos, tuercas, tornillos, arandelas, anillos y entre otros componentes de bajo peso
- Tercer nivel: Filtros y elementos de este serán ubicados en el tercer nivel a una altura de 70 cm a partir del segundo nivel hacia arriba.
- Cuarto nivel: Bisagras, papel absorbente, pernos, uniones, bandejas y otros elementos de poca rotación y fácil manipulación.

En la ilustración figura 9, se muestra el estándar la ubicación de las herramientas especiales del enmallado interno.

Figura 9. Estándar de distribución de herramientas



Para determinar en este caso los materiales a utilizar fue necesario del apoyo y experiencia de los analistas, supervisores y técnicos; puesto que allí se almacenan los equipos auxiliares para la ejecución de los mantenimientos programados.

8.3 TRANSPORTE

Tras varios comentarios de los actores involucrados en el proceso de transporte y examinando la información relacionada a las entregas de componentes y repuestos se ha encontrado que algunos pedidos han presentado los problemas:

- Perdida
- Incumplimiento en el tiempo de entrega
- Daños físicos
- Cantidad incompleta

Por lo cual se hace necesario establecer un estándar para el control ante esta situación. Sumado a esto, es necesario revisar el alcance del contrato realizado con las contratistas prestadoras del servicio de transporte, ya que estos incidentes generan gastos hacia la compañía.

Por lo anteriormente expuesto es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el formato de entrega y recibo de componentes debe haber un apartado en el cual se ingrese la fecha y hora de entrega y recibo de materiales.
- Conocer con certeza la tara y carga útil de cada equipo a utilizar.
- Al cargar los materiales deberán ponerse en posición inicial los brazos y soportes de carga antes de organizar, para el caso de camiones grúas.
- En el formato de entrega y recibo, llenar siempre los campos de destino en especial el equipo, flota, y cantidad de material.
- Tomar evidencias del material al entregar y recibir, a fin de establecer el responsable de alguna inconformidad si llegase a suceder.
- Obligatoriamente realizar aislamiento a los materiales frágiles.
- Reportar al debido responsable cuando no se cumpla con las cantidades exactas de material.

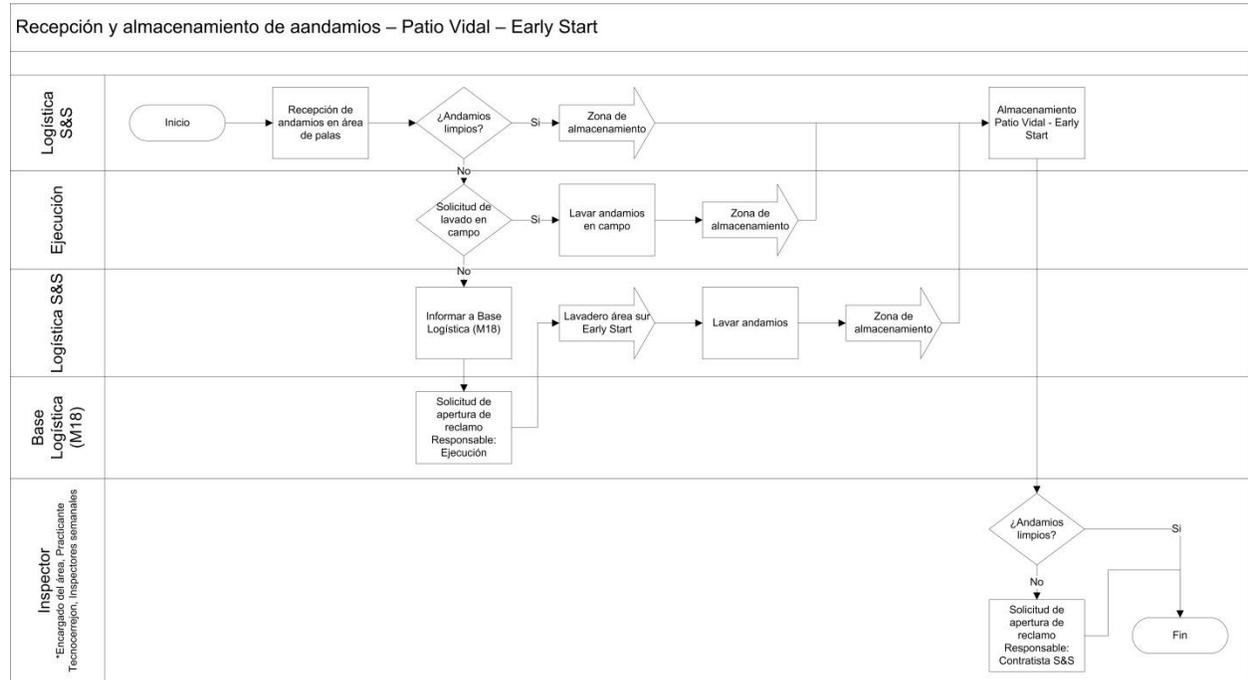
Sumado a esto habrá que considerar ciertas reglas para el manejo de vehículos:

- En ningún caso será excedida el peso máximo autorizado por el equipo.
- Solamente pueden conducir los equipos y/o medios de transporte, personal calificado y certificado para ello.
- No exceder 60km/h en campo.
- Mantener la mayor distancia cuando se esté detrás de un equipo pesado.
- Dar siempre paso a los equipos de carga pesada.
- En ningún caso conducir en estado de embriaguez.

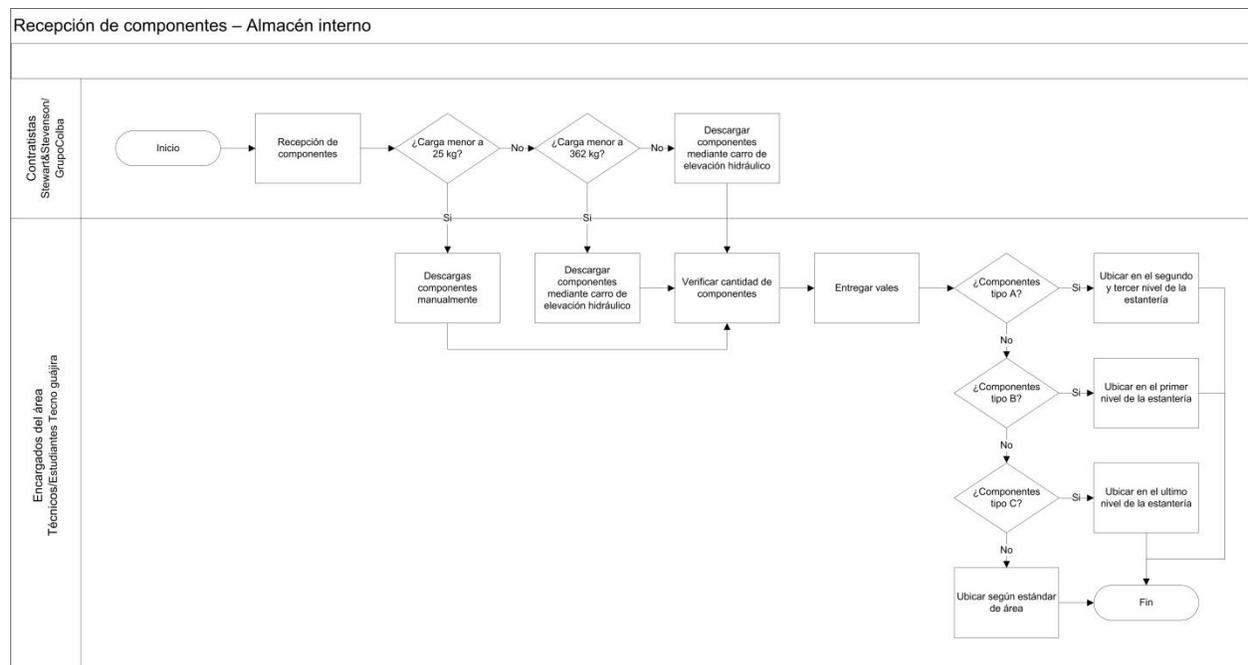
8.4 Documentación de procesos

A fin de cumplir las recomendaciones establecidas en el estándar de almacenamiento, es necesario contar con el detalle de los procesos ejecutados e involucrar directamente a los responsables, en el cuadro 5, se expone el diagrama de proceso implantado en la recepción de andamios en el almacén externo.

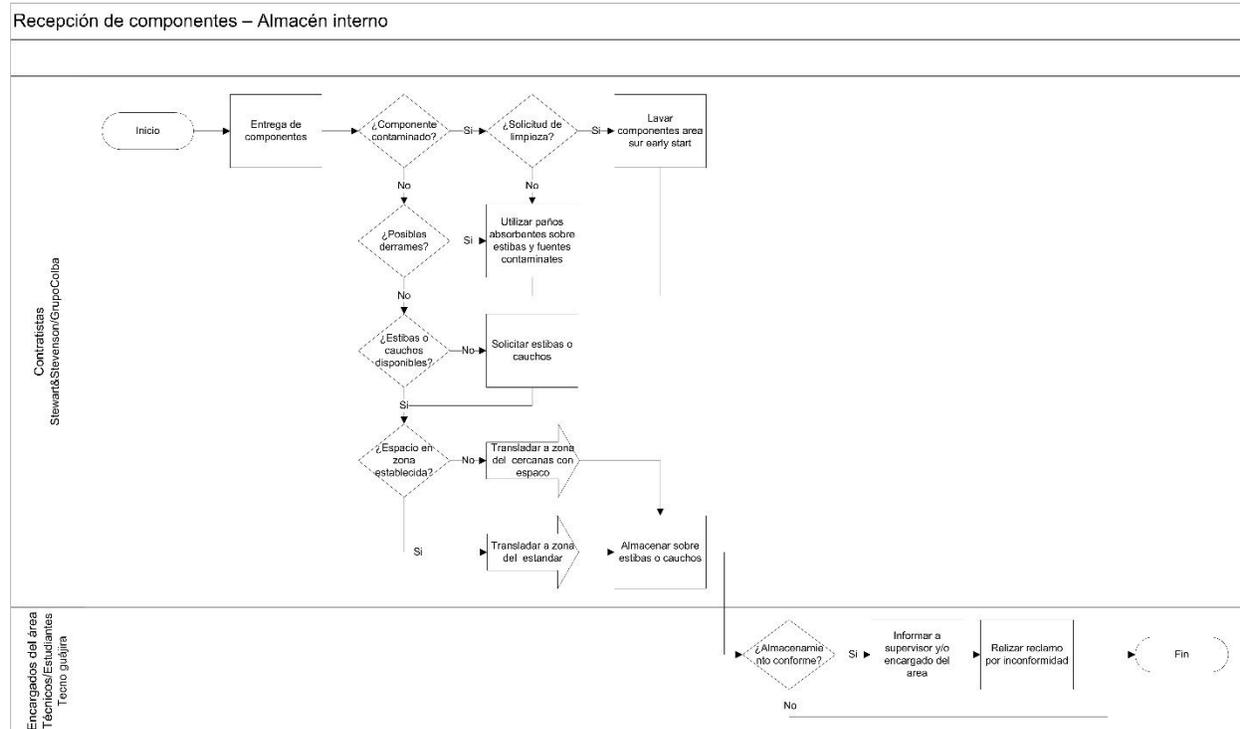
Cuadro 6. Recepción de andamios - Almacén externo



Cuadro 7. Recepción de componentes - Almacén interno



Cuadro 8. Recepcion de componentes almacen externo



9 SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS

Con el fin de asegurar el cumplimiento de la correcta ejecución de las actividades relacionadas al proceso logístico mediante el enfoque de distribución, almacenamiento y transporte de materiales se han tomado como referencia los siguientes indicadores:

9.1 CONTRATISTA

9.1.1 Atención de servicios

- **Definición:** Razón de servicios solicitados en cuanto al alistamiento de áreas para el mantenimiento preventivo; hecha por supervisores y ejecutada por la contratista.
- **Objetivo:** Conocer el nivel de cumplimiento y eficiencia de solicitudes realizadas por los operadores logísticos.
- **Calculo:** $SA = \frac{\text{Servicios atendidos}}{\text{Servicios solicitados}}$, $SAT = \frac{\text{Servicios atendidos a tiempo}}{\text{Servicios atendidos}}$
- **Periodicidad:** Mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).
- **Fuente de información:** Supervisor de logística.

9.1.2 Pedidos conformes

- **Definición:** Proporción de componentes entregados bajo las siguientes condiciones:
 - Cantidad exacta solicitada.
 - Documentación completa.
 - Materiales en óptimas condiciones físicas.
 - Fecha de entrega solicitada.
- **Objetivo:** Determinar la eficacia y eficiencia del servicio prestado por la empresa contratista.
- **Calculo:** $PC = \frac{\text{Pedidos entregados conformes}}{\text{Total de pedidos}}$
- **Periodicidad:** Mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).
- **Fuente de información:** Planeador/Programador/Supervisor o técnico en campo.

9.1.3 Pedidos entregados a tiempo

- **Definición:** Proporción de pedidos entregados en la fecha o periodo estipulado con el cliente
- **Objetivo:** Regular el grado de cumplimiento de las fechas de entrega.
- **Calculo:** $PET = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempos}}{\text{Total de pedidos}}$
- **Periodicidad:** Mensual
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)

- **Fuente de información:** Planeador/Programador/Supervisor o técnico en campo.

9.1.4 Orden y aseo de áreas de almacenamiento

- **Definición:** Observaciones periódicas de la condición de las áreas asignadas en los almacenes de logística.
- **Objetivo:** Garantizar el orden y cumplimiento de los estándares de almacenamiento y distribución de componentes.
- **Periodicidad:** Diaria y mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)
- **Fuente de información:** Documento de evaluación de inspecciones.

9.1.5 Documentación pre operacional

- **Definición:** Observaciones periódicas de la documentación necesaria para la operación de equipos de soporte.
- **Objetivo:** Garantizar el cumplimiento de las inspecciones pre operacionales de los equipos de soporte y asegurar su correcta operación.
- **Calculo:** $DP = \frac{\text{Documentación preoperacional por cada entrega y/o recibo}}{\text{Total de entrega y/o recibo de componentes}}$
- **Periodicidad:** Diaria y mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)
- **Fuente de información:** Documento de evaluación de inspecciones.

9.2 SUPERVISORES

9.2.1 Componentes en condiciones subestandar

- **Definición:** Cantidad de componentes no disponibles para utilizar por mal estado.
- **Objetivo:** Regular la cuantía de componentes deteriorados en los almacenes
- **Calculo:** $CS = \frac{\text{Componentes dañados}}{\text{Total de componentes almacenados}}$
- **Periodicidad:** Mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).
- **Fuente de información:** Inspecciones de área en almacenes.

9.2.2 Componentes con tiempo vencido

- **Definición:** Cantidad de componentes almacenados con exceso en los tiempos estándares de almacenamiento.
- **Objetivo:** Regular la rotación de inventarios y aprovechar la utilización de los espacios.
- **Calculo:** $CS = \frac{\text{Componentes con fecha vencida de almacenamiento}}{\text{Total de componentes almacenados}}$
- **Periodicidad:** Mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).

- **Fuente de información:** Macro de componentes en almacenes.

9.2.3 Recomendaciones atendidas

- **Definición:** Razón entre las recomendaciones hechas en las inspecciones debido a inconformidades y la gestión de estas por parte del supervisor.
- **Objetivo:** Determinar el nivel cumplimiento y eficiencia de la gestión de solicitudes.
- **Calculo:** $SA = \frac{\text{Recomendaciones atendidas}}{\text{Recomendaciones totales}}$, $SAT = \frac{\text{Recomendaciones atendidas a tiempo}}{\text{Recomendaciones atendidas}}$
- **Periodicidad:** Mensual
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).
- **Fuente de información:** Inspecciones cargadas al SIIO

9.2.4 Orden y aseo de almacenes

- **Definición:** Observaciones periódicas de la condición de los almacenes de Logística.
- **Objetivo:** Garantizar el orden y cumplimiento de los estándares de almacenamiento y distribución de componentes.
- **Periodicidad:** Diaria y mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)
- **Fuente de información:** Documento de evaluación de inspecciones.

9.3 TECNOGUAJIRA

9.3.1 Pedidos atendidos

- **Definición:** Promedio de pedidos realizados por cada trabajador.
- **Objetivo:** Regular la cantidad de pedidos realizados por operario.
- **Calculo:** $PA = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Total de trabajadores}}$
- **Periodicidad:** Mensual
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)
- **Fuente de información:** Encargado del área o estudiante Tecnogujira.

9.3.2 Utilización de equipos

- **Definición:** Cantidad de pedidos en los que fue necesaria la utilización de medios mecánicos.
- **Objetivo:** Maximizar el uso de los equipos para el manejo de materiales.
- **Calculo:** $UE = \frac{\text{Pedidos atendidos con equipos}}{\text{Total de pedidos realizados}}$
- **Periodicidad:** Mensual.
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL).
- **Fuente de información:** Estudiante en práctica.

9.3.3 Inspecciones

- **Definición:** Cantidad de inspecciones realizadas por operario según sea su turno laboral.⁹
- **Objetivo:** Determinar el nivel de cumplimiento de las inspecciones diarias a los almacenes.
- **Calculo:** $CI = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Días laborales al mes}}$
- **Periodicidad:** Mensual
- **Responsable:** Estudiante en práctica (PPAL)
- **Fuente de información:** Estudiante Tecnogujira.

⁹ Este indicador está relacionado directamente con el horario laboral que presente cada operario, generalmente es 4X4, es decir cuatro días de trabajo y cuatro días de descanso.

10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 9. Cronograma de actividades

Actividad	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				

Descripción de actividades: (Lista de tareas)

1. Identificar oportunidades de mejora.
2. Documentar el proceso mediante elementos del SIPOC.
3. Detallar el proceso mediante la construcción de diagramas de flujo.
4. Revisar la distribución y almacenamiento de componentes en almacenes.
5. Verificar las dimensiones de los almacenes de repuestos
6. Realizar estudio de tiempos acerca de la entrega y recepción de componentes en almacenes.
7. Examinar el histórico de entrada y salida de elementos en almacenes.
8. Identificar los elementos que excedan la duración máxima de almacenamiento.
9. Analizar la frecuencia, impacto y naturaleza de las demoras asociadas al proceso logístico en paradas programadas.
10. Evaluar las condiciones en que se entregan y reciben los componentes.
11. Diseñar el estándar de distribución y almacenamiento de componentes.
12. Estructurar el estándar de recibo y entrega de componentes en campo y almacenes.
13. Establecer plan de compras.
14. Retroalimentar con el personal encargado, la ejecución y control de los estándares
15. Establecer el sistema de control de procesos y el plan de monitoreo.
16. Realizar seguimiento y control a las actividades del proceso logístico.

11 RECURSOS

Dada las actividades a ejecutar en el proyecto es necesario utilizar recursos, en la tabla 10, se exponen los costos representativos del proceso de acuerdo al tipo de recurso.

Tabla 10. Costos del proyecto

Descripción	Valor total
Materiales	\$ 16.515.229
Computador	\$ 2.213.400
Estanterías	\$ 14.301.829
Personal	\$ 16.546.680
Estudiante en practica	\$ 5.515.560
Operarios	\$ 11.031.120
Seguridad Laboral	\$ 1.151.664
ARL	\$ 1.151.664
Servicios	\$ 827.722
Internet	\$ 256.000
Luz	\$ 260.922
Transporte	\$ 310.800
Software	\$ 206.000
Licencia Visio	\$ 65.000
Licencia Office	\$ 63.000
Licencia Windows 7	\$ 78.000
Papelería	\$ 24.960
Impresiones	\$ 24.960
Total general	\$ 35.272.255

Se encuentra que los materiales y el personal necesario en el proyecto constituyen cerca del 95% del costo total, esto debido a que son las principales fuentes de consumo y resultan primordiales para la correcta ejecución del proyecto. Sumado a esto es necesario utilizar programas específicos para el desarrollo de ciertas tareas fundamentales, es por esto que son necesarias las licencias de Microsoft, en lo que respecta a Visio, Office y el sistema operativo Windows 7, estos precios fueron estimados según los centros de costos de la compañía, en cuanto al consumo eléctrico se tuvo en cuenta las tarifas expedidas del último periodo del grupo condesa.¹⁰

El salario para el estudiante en práctica está constituido por dos salarios mínimos mensuales vigentes mientras que los técnicos comprenden cuatro salarios mínimos mensuales vigentes.

¹⁰ Tarifas de energía eléctrica (\$/kWh), reguladas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG), noviembre de 2016, hallado el 2 de diciembre de 2016 en: <https://www.codensa.com.co/hogar/tarifas>.

12 RESULTADOS ESPERADOS

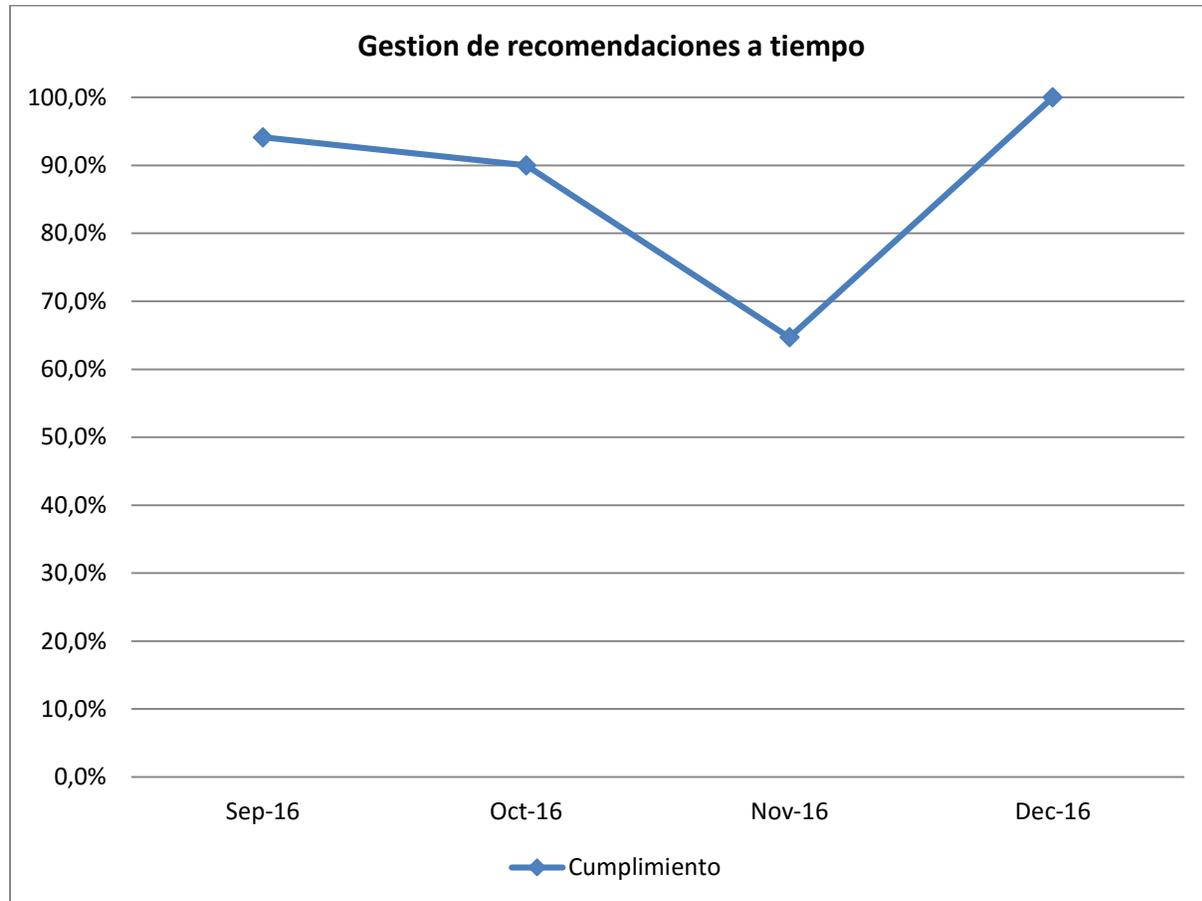
- Reducir en un 20% la cantidad de componentes del almacén externo.
- Minimizar el 30% de los tiempos de recepción y entrega de repuestos en almacenes.
- Cumplir con el 85% de las solicitudes de servicios en el mantenimiento de equipos de cargue.
- Maximizar el 20% de la utilización de los espacios en los almacenes de repuestos de equipos de cargue.
- Suministrar el 100% de los componentes de reparación en condiciones óptimas para su uso.

13 RESULTADOS OBTENIDOS

13.1 Gestión de recomendaciones

Tras establecer el sistema de control de procesos, queda realizar seguimiento a las actividades realizadas en el proceso logístico. En la gráfica 7, se encuentran la gestión de las recomendaciones realizadas en las inspecciones periódicas a los almacenes, cuyo responsable directo es el supervisor de turno.

Gráfica 7. Gestión de recomendaciones a tiempo

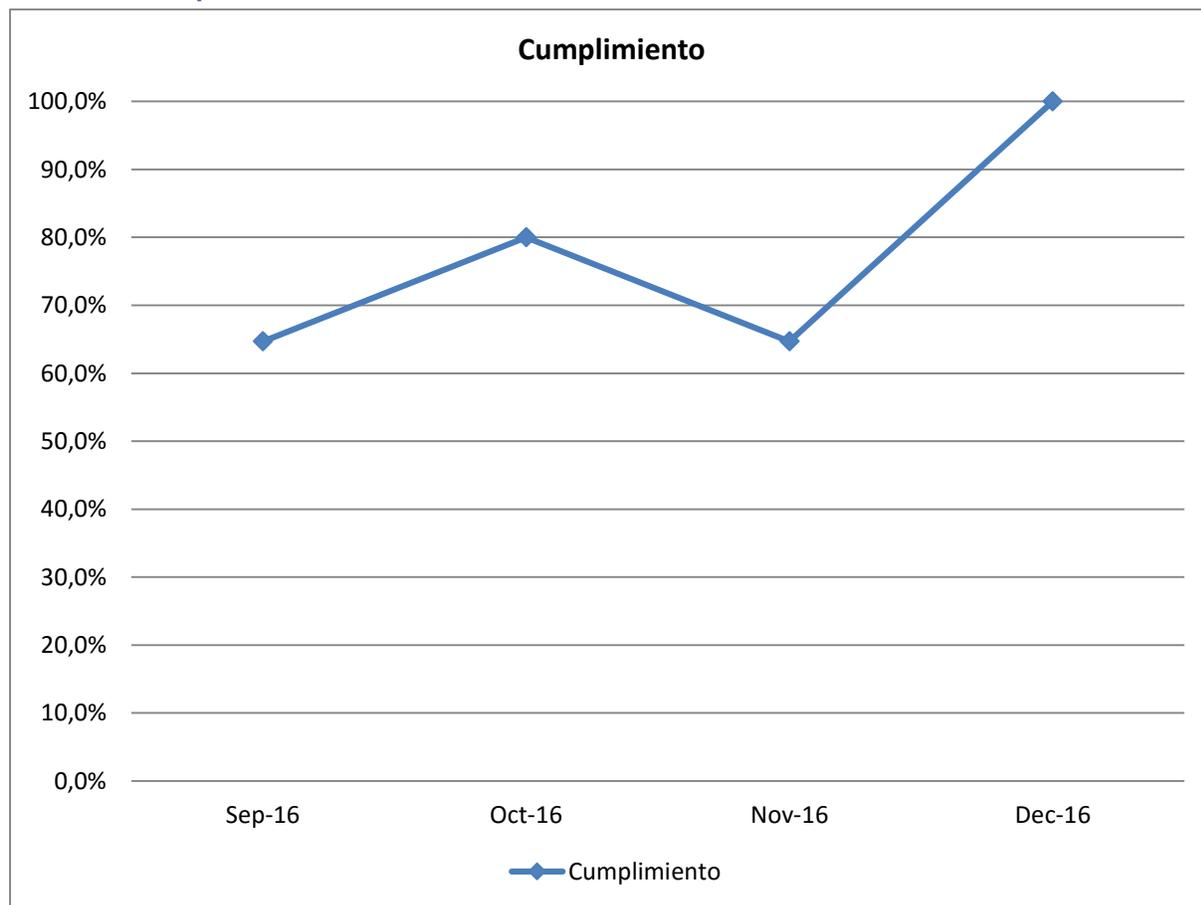


Se evidencia que el mes de noviembre fue el más crítico ya que se realizó la gestión de tan solo el 65% de las recomendaciones realizadas, no obstante, el promedio se mantiene en 87%, 2 puntos porcentuales por encima de la meta establecida, el mes de diciembre se ha destacado por la gestión del 100% de las recomendaciones realizadas en el tiempo oportuno.

13.2 Cumplimiento de recomendaciones

Si bien la función de los supervisores es realizar la gestión de las recomendaciones queda como punto final la ejecución de estas por parte de los técnicos u operadores logísticos contratados, en la gráfica 8.

Gráfica 8. Cumplimiento de las recomendaciones

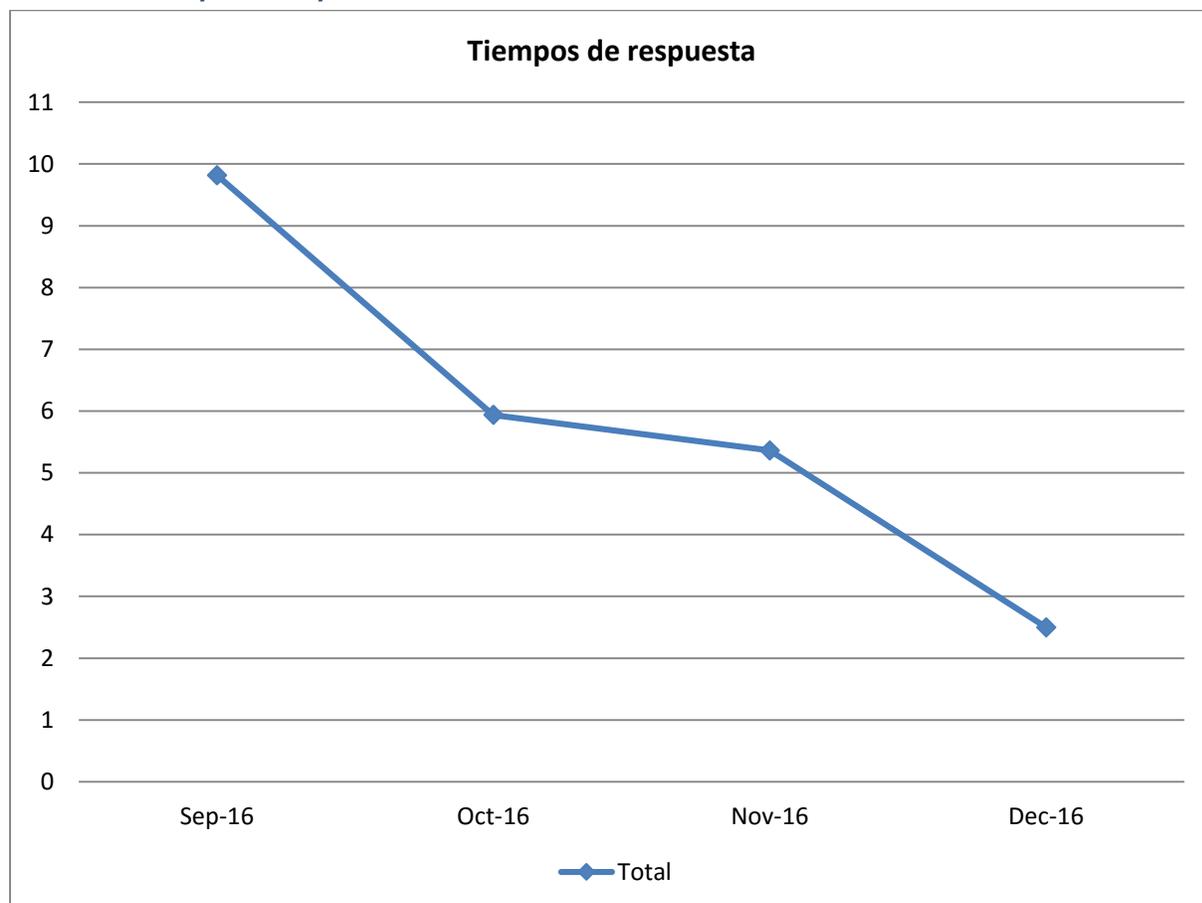


Los meses de septiembre y noviembre se encuentran lejos de las metas establecidas, esto es debido a que las recomendaciones resultan asignadas directamente a técnicos y operadores logísticos, para la realización de muchas de estas es necesario el uso de equipos y personal certificado en el manejo de estos, debido a esto la disponibilidad que presente estos afecta directamente la ejecución de las recomendaciones realizadas, resulta conveniente resaltar que el mes de diciembre se ha mantenido favorable ante las metas establecidas.

13.3 Tiempos de respuesta

En lo que comprende a los supervisores la gestión oportuna de las recomendaciones es un factor de éxito, ya que el cumplimiento de las recomendaciones se debe a muchos casos por la disponibilidad de los equipos, al realizar rápidamente esta gestión se le permite a los técnicos y contratistas mayor tiempo de ejecución, en la gráfica 9, se exponen los tiempos de respuestas en la gestión de recomendaciones de los últimos cuatro meses.

Gráfica 9. Tiempo de respuesta

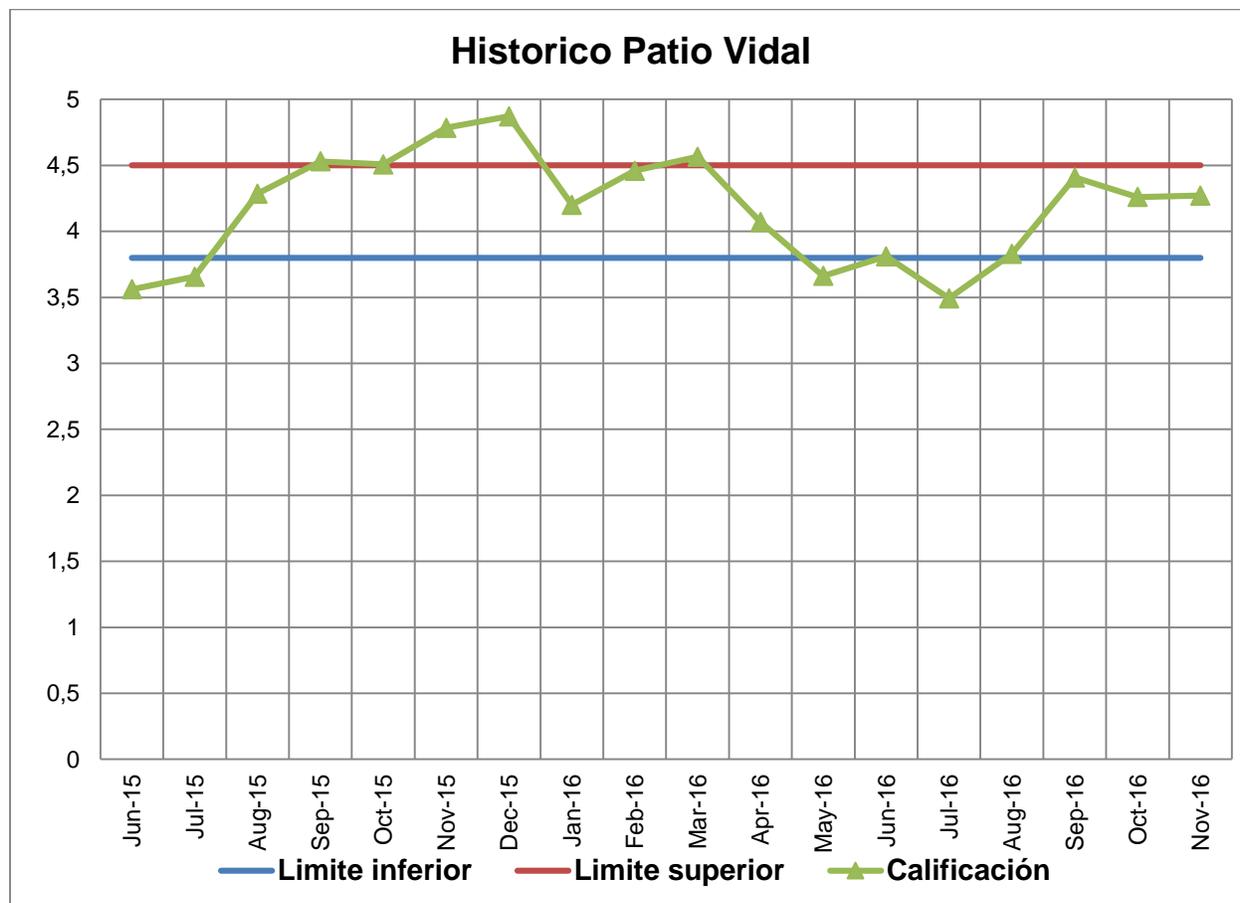


Es evidente que se ha disminuido a gran escala el tiempo de atención de recomendaciones de los supervisores, a principios del periodo establecido se estimaba en 10 días para la gestión de las recomendaciones mientras que en el último mes se encuentra un tiempo cercano a 2 minutos, teniendo en cuenta que en promedio se demoran en atender 5.9 minutos, en el mes de diciembre se ha sido eficiente en la gestión de las recomendaciones.

13.4 Inspecciones

Almacén externo

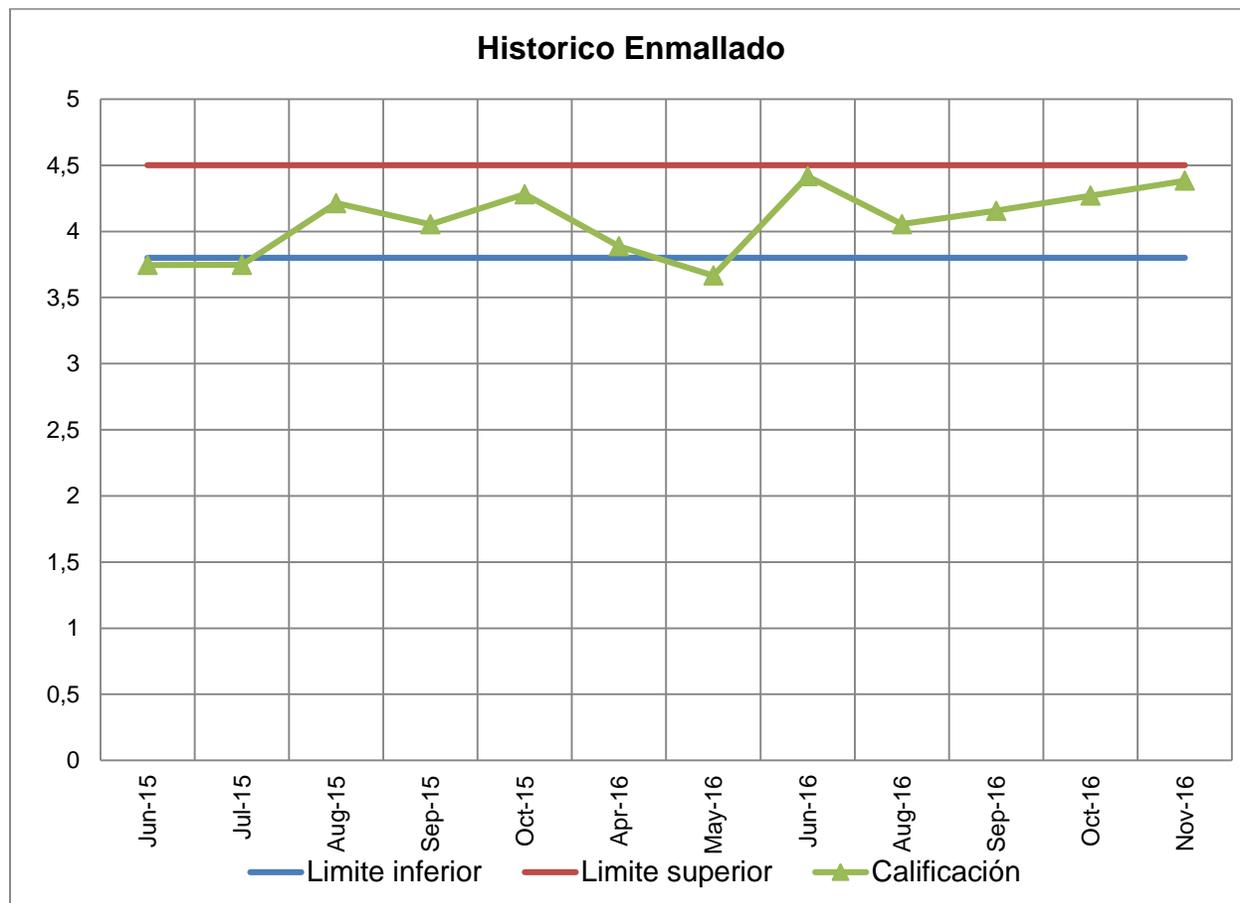
Gráfica 10. Control de calificaciones almacén externo



Es notable que en el 20 de los meses se haya estado por debajo de los límites mínimos de calificación, mas sin embargo en los últimos 4 meses de intervención se ha mantenido la calificación bajo los límites establecidos de calificación, obviamente el sobrepasar el límite superior en este caso particular no resulta malo, ya que es un sistema de calificación y el fin es obtener el mayor puntaje posible, se establecen los límites de estos teniendo en cuenta calificaciones anteriores y las desviaciones que se han presentado de acuerdo a la media de estas.

Almacén interno

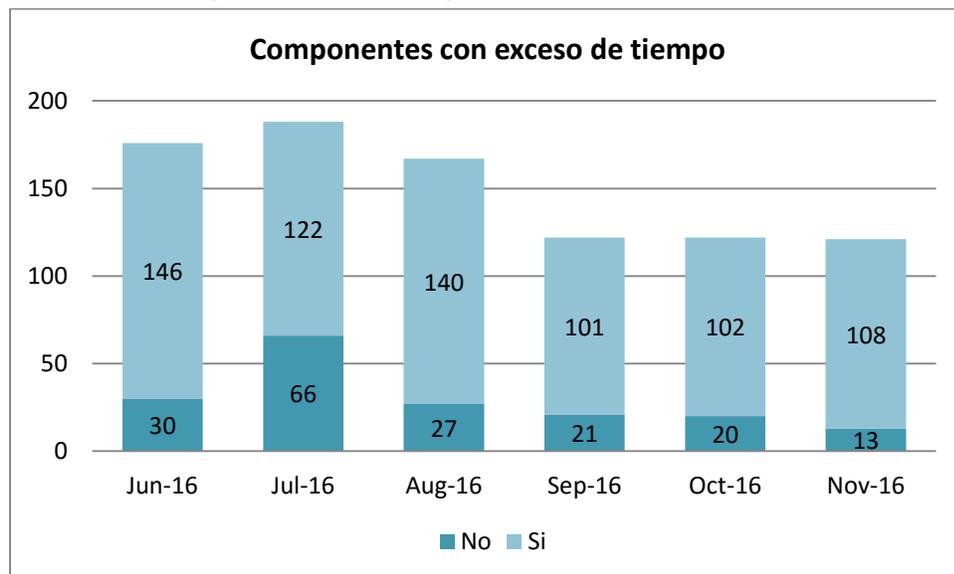
Gráfica 11. Control de calificaciones almacén interno



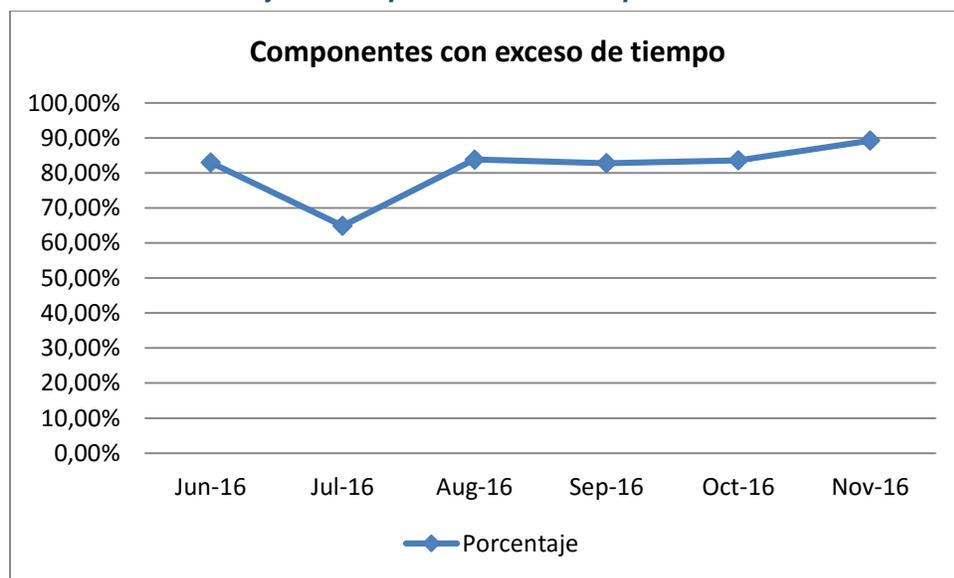
Debido a procesos internos y limitaciones corporativas no se cuenta con un histórico tan preciso como en el caso del almacén externo, no obstante, los datos con los datos obtenidos es viable realizar el análisis acerca de las puntuaciones del amasen interno. Como se evidencia en tres ocasiones se ha estado por debajo del límite mínimo de calificación, en los últimos cuatro meses se aprecia un incremento significativo en las puntuaciones obtenidas, mas sin embargo bajo las inspecciones y los estudios de tiempos realizados se ha encontrado que hay aspectos por mejorar como el tema de manipulación, almacenamiento y distribución de componentes.

13.5 Componentes con tiempo vencido

Gráfica 12. Componentes con tiempo vencido en almacén externo



Gráfica 13. Porcentaje de componentes con tiempo vencido en almacén externo



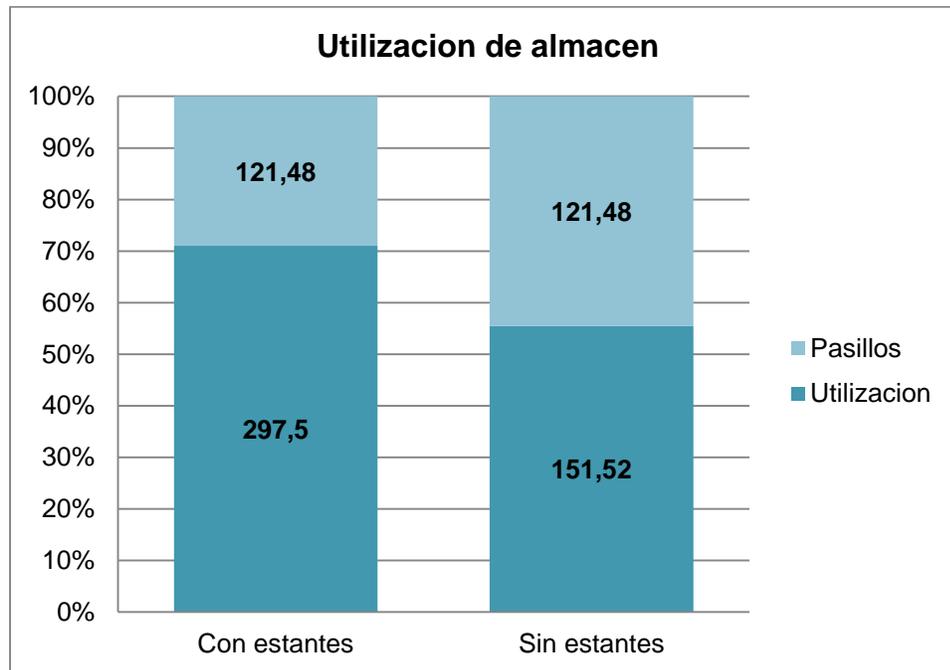
Si bien en el mes de julio se logró el menor porcentaje de componentes con excesos en los tiempos de almacenamientos estandarizados, en los últimos tres meses la tendencia ha ido aumentando gradualmente, mas sin embargo se logra observar que la cantidad de componentes se ha reducido ya que en los últimos tres meses el promedio de componentes almacenados era 177, en estos últimos solo es de 121, lo cual significa una minimización del 31,6% del total de componentes almacenados.

13.6 Almacenes

Tras la adquisición de los estantes se pretende reducir los tiempos de entrega, facilitar la manipulación de materiales junto con la utilización de los medios mecánicos, actualmente se cuentan con el carro hidráulico de cargue, y un montacarga manual.

En la gráfica 14, se evidencia las áreas de utilización de áreas en el almacén

Gráfica 14. Porcentajes de utilización



Como se logra evidenciar, la utilización del espacio en el almacén interno se maximizo en un 15%, cinco puntos porcentuales por debajo de la meta, no se cumplió con lo propuesto ya que se tenía planteado la adquisición de 8 módulos inicialmente, mas sin embargo solo se logró obtener 6 de estos.

CONCLUSIONES

Se encontró que el diseño de un estándar logístico para las actividades de almacenamiento, distribución y transporte de equipos de cargue, favorece a gran escala al desarrollo efectivo y óptimo de las tareas realizadas en el proceso logístico de las paradas programadas para el mantenimiento preventivo de los equipos de cargue. Si bien anteriormente se expresó el diseño de un estándar bajo los tres enfoques mencionados, en cuanto al transporte resulta conveniente aclarar que esta actividad es realizada por contratistas y por aspectos legales en cuanto a la subordinación de actividades, no es posible realizar cambios en la estrategia de transporte del operador logístico, mas sin embargo, en su defecto logró definirse un sistema de control de procesos, en donde primeramente se revisó el alcance del contrato entre las dos partes y se establecieron indicadores para garantizar el cumplimiento de lo establecido en el. Actualmente se están estableciendo los canales de información y comunicación para la gestión e implementación de estos indicadores. Por otra parte, en las actividades de almacenamiento y distribución, fue posible realizar cambios en cuanto al manejo de materiales y control de componentes en los almacenes, ya que en observaciones realizadas se encontraron inconformidades y condiciones subestandar en estos temas. Por tal motivo, se realizó una revisión de la documentación de la compañía frente a estos enfoques y se adaptaron a las necesidades propias del área. En efecto de esto se logró reducir por encima de la meta, la cantidad de componentes en el almacén externo, aumentar a futuro la utilización de los almacenes en un 23%, tres puntos porcentuales por encima de la meta, debido a la adquisición de los estantes en el almacén interno, de igual forma se mantuvo dentro de los límites de control el orden, aseo y demás condiciones de los almacenes. sumado a esto en el almacén externo se realizó una redistribución de espacios a fin de agilizar el proceso de recepción y entrega de componentes. Por otra parte, en cuanto al seguimiento realizado a la gestión y cumplimiento de las recomendaciones realizadas en los almacenes, los resultados fueron favorables, bien es el caso de los tiempos de respuesta, en el cual se logró una reducción del 50%, de igual forma la atención a las recomendaciones realizadas en las inspecciones de los almacenes, fueron garantizadas en un 87% mediante la gestión y un 77% en la ejecución. Finalmente, esto no fuese sido desarrollado si no fuese por el compromiso y entrega del personal involucrado en el proceso logístico.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou. (2004). *Logística - Administración de la Cadena de Suministro* (Quinta ed.). México: Pearson Educación.
- Bowersox, Closs y Cooper. (2007). *Administración y logística en la cadena de abastecimiento* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.
- Carro y Gonzalez. (2006). Logística Empresarial. En *Administración de la Producción y las Operaciones*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Carvajalino. (2015). *Mejora Proceso Logístico*. Albania: Carbones del Cerrejón.
- Codensa. (s.f.).
- DANE. (2016). *Precios FOB de Exportación de Carbón*. Sistema de Información Minero Colombiano. Recuperado el 31 de Agosto de 2016, de <http://www.simco.gov.co/?TabId=109>
- García. (s.f.). *Estudio del trabajo* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.
- Gómez. (2013). *Gestión logística y comercial*. Madrid: McGraw-Hill.
- Herrera. (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Jananía. (2008). *Manual de tiempos y movimientos : Ingeniería de métodos*. México: Limusa.
- Konz. (2004). *Diseño de instalaciones industriales*. México: Limusa.
- Krajewski, Ritzman y Malhotra. (2008). *Administración de Operaciones* (Octava ed.). México: Pearson Educación.
- Meyers y Stephens. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Tercera ed.). México: Pearson Educación.
- Ministerio de Minas y Energía. (Agosto de 2003). *Glosario técnico minero*. Bogotá D.C.: Agencia Nacional de Minería. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Mora. (2010). *Gestión Logística Integral*. Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones.
- Mucharaz. (Diciembre de 2010). Planteamiento para la optimización del mantenimiento preventivo en una instalación industrial. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Muñoz. (2003). *Mantenimiento Industrial*. Leganés.

Planeación Corporativa - Cerrejón. (2006). *Mejoramiento de Procesos*. Cerrejon.

Sistema de Integridad Operacional. (2014). *Reglas de seguridad en bodegas*. Albania: Cerrejón.

Sistema de Integridad Operacional y Calidad. (2013). *Guía para la Administración de Ordenes de Trabajo*. Mantenimiento. Albania: Cerrejón.

Sistema de Integridad Operacional y Calidad. (2015). *Guía para elaboración de estandar de área*. Albania: Cerrejón.

Sistema de Integridad Operacional y Calidad. (2016). *Guía para manejo de reclamos*. Albania: Cerrejón.

Tavares. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.

United Nations. (1975). *Introduction to Maintenance Planning in Manufacturing Establishments*. New York: United Nations Industrial Development Organization.

