	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(1)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Roberto Carlos Iguaran Pertuz		
<b>FACULTAD</b>	De ingenierías		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Ingeniería Mecánica		
<b>DIRECTOR</b>	Lisneider Sánchez Ascanio		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Fortalecimiento de la metodología Lean Manufacturing en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Strengthening of the Lean Manufacturing methodology in the engine reconstruction unit of the Cerrejón company		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras)			
<p>En un primer lugar, se analiza el tipo de falencias presentadas en los procesos llevados a cabo dentro del área de la reconstrucción de componentes en el taller, mediante los principios de la metodología LEAN Manufacturing; que posteriormente permite identificar cuales procedimientos no generan valor agregado al sistema de trabajo en la empresa, para finalmente posibilitar un espacio de discusión hacia las modificaciones que se realizarían en los procesos identificados.</p>			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
<p>First, the type of shortcomings presented in the processes carried out within the area of component reconstruction in the workshop is analyzed, through the principles of the LEAN Manufacturing methodology; that subsequently allows to identify which procedures do not generate added value to the work system in the company, to finally enable a space for discussion towards the modifications that would be made in the identified processes.</p>			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Lean Manufacturing. Reconstrucción. Tableros.	Mejoramiento continuo. Talleres. Indicadores.	
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Lean Manufacturing. Reconstruction. Boards.	Continuous improvement. Workshops. Indicators.	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 67	PLANOS:0	ILUSTRACIONES: 29	CD-ROM:0



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88  
 atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**Fortalecimiento de la metodología Lean Manufacturing en la dependencia  
de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón**

**Roberto Carlos Iguarán Pertuz**

**Facultad De Ingeniería, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña**

**Ingeniería Mecánica**

**MS.C. Lisneider Sánchez Ascanio**

**29 de agosto del 2023**

## Índice

Resumen.....	9
Introducción .....	10
Capítulo 1. Fortalecimiento de la metodología Lean Manufacturing en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón. ....	11
1.1 Descripción breve de la empresa. ....	11
1.1.1 Misión .....	11
1.1.2 Visión .....	11
1.1.3 Objetivos de la empresa .....	12
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional. ....	13
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado .....	14
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada. ....	14
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Objetivos de la pasantía. ....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos. ....	17
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos.....	17
Capítulo 2. Enfoques referenciales .....	19
2.1 Enfoque conceptual.....	19
2.2 Enfoques Legales. ....	21
Capítulo 3. Informe del cumplimiento de trabajo. ....	23
3.1 Presentación de resultados. ....	23

3.1.1 Realizar investigación en campo y socialización con técnicos e ingenieros para la identificación de la estructura operativa de la dependencia de reconstrucción de motores, con el fin de utilizarla como base para el diseño de estrategias efectivas en la implementación de la metodología Lean Manufacturing.	23
3.1.1.1 Estudiar a detalle los diferentes formatos de seguridad y funcionamiento dentro de los talleres..	23
3.1.1.2 Conocer el funcionamiento de los talleres, observando cómo se maneja cada proceso dentro de este.....	26
3.1.1.3 Socializar con técnicos e ingenieros de las diferentes problemáticas que estos observan dentro de los talleres. ....	30
3.1.2 Establecer el diagnóstico inicial de la dependencia de reconstrucción de motores, a través del análisis de la operación del taller y de los principios de la metodología Lean, de modo que permita el establecimiento de una línea base relacionada. ....	32
3.1.2.1 Identificar los tableros e indicadores LEAN que se encuentran dentro de la dependencia.....	32
3.1.2.2 Comparar los tableros del taller con la normativa LEAN, observando con esto si cumplen con los parámetros de dicha norma.....	38
3.1.2.3 Realizar un informe de la situación de los tableros de cada dependencia.....	39
3.1.3 Diseñar un procedimiento para la operación de mantenimiento y reconstrucción de motores, con base en los pilares de la metodología Lean, que	

permite la optimización del proceso. ....	43
3.1.3.1 Crear un sistema en donde se trabaje el fortalecimiento al personal sobre el manejo de LEAN.....	43
3.1.3.2 Diseñar un método de actualización mensual de los tableros, de manera que todos estén encargados de esta función.....	45
3.1.3.3 Cuantificar todos los resultados obtenidos para ver el estado y utilización de la metodología Lean dentro de la dependencia de reconstrucción. ....	47
Capítulo 4. Diagnostico final .....	57
Capítulo 5. Conclusiones .....	58
Capítulo 6. Recomendaciones.....	59
Referencias.....	60
Apéndices.....	61

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Estrategias FO – FA – DO – DA de la empresa Cerrejón. ....	15
<b>Tabla 2</b> Actividades a realizar en el proyecto. ....	17
<b>Tabla 3</b> Formato de Auditoria de Reuniones LEAN.....	40
<b>Tabla 4</b> Registro de tiempo de reuniones LEAN y el estado de sus tableros. ....	41
<b>Tabla 5</b> Documentación de calidad de los procesos de los talleres de reconstrucción. ....	48
<b>Tabla 6</b> Flotas de equipos mineros dentro de la empresa Cerrejón. ....	51
<b>Tabla 7</b> Matriz de la documentación de la flota 789 de equipos mecánicos de 190 Ton. ....	52
<b>Tabla 8</b> Documentación de procesos realizados en el taller de Máquinas y Herramientas. ....	53

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Organigrama superintendencia de Reconstrucción Cerrejón .....	13
<b>Figura 2</b> Composición de un tablero LEAN .....	20
<b>Figura 3</b> Formato de reconstrucción de cilindros de inclinación cuchilla D11T.....	24
<b>Figura 4</b> Formato de seguridad para evaluación inicial diaria de trabajadores. ....	25
<b>Figura 5</b> Taller de motores, área de reconstrucción Cerrejón.....	27
<b>Figura 6</b> Taller de Trenes de potencia (Hidráulica), área de reconstrucción Cerrejón.....	27
<b>Figura 7</b> Taller de Cilindros, área Reconstrucción Cerrejón. ....	28
<b>Figura 8</b> Taller de Máquinas y Herramientas, área de reconstrucción Cerrejón .....	29
<b>Figura 9</b> Taller de Rodajes, área de Reconstrucción Cerrejón. ....	30
<b>Figura 10</b> Tablero LEAN completo. ....	32
<b>Figura 11</b> Indicador KPI de los costos generados por reparación de un taller. ....	33
<b>Figura 12</b> Banda MC.....	34
<b>Figura 13</b> Banda 3S.....	35
<b>Figura 14</b> Tablero LEAN del Taller de Motores. ....	36
<b>Figura 15</b> Primera parte del tablero LEAN, taller de Máquinas y Herramientas. ....	37
<b>Figura 16</b> Parte 2 y 3 del tablero LEAN, taller de Máquinas y Herramientas.....	37
<b>Figura 17</b> Tablero LEAN, taller de Rodaje cerrejón. ....	38
<b>Figura 18</b> Horario de Reuniones LEAN, área de Reconstrucción.....	39
<b>Figura 19</b> Auditoria de reuniones LEAN en talleres de reconstrucción.....	41
<b>Figura 20</b> Nuevo Tablero LEAN en taller de Máquinas y Herramientas. ....	42
<b>Figura 21</b> Tablero en Taller de Hidráulica.....	43
<b>Figura 22</b> Capacitación a Técnicos de los Talleres sobre los tableros.....	45

<b>Figura 23</b> Flujo para manejo de procesos. ....	46
<b>Figura 24</b> Actualización de tablero LEAN por parte de los coordinadores del taller.....	47
<b>Figura 25</b> Graficas de manejo de los documentos iniciales.....	49
<b>Figura 26</b> Flujograma de proceso a seguir con los documentos de calidad.....	50
<b>Figura 27</b> Banda MC de lavadoras Graymills. ....	55
<b>Figura 28</b> Lavadora de Inmersión Graymills.....	55
<b>Figura 29</b> Banda de Mejora de taller de Cilindros.....	56



## Lista de apéndices

<b>Apéndice A.</b> <i>Divulgación de nuevos procesos a los técnicos, debido a migración hacia nuevas plataformas. ....</i>	61
<b>Apéndice B.</b> <i>Visita en campo para auditoria de los procesos. ....</i>	61
<b>Apéndice C.</b> <i>Uso de brazo robótico, mejora de proceso de torqueo de motores. ....</i>	62
<b>Apéndice D.</b> <i>Zona de lavado con lavadoras industriales instaladas. ....</i>	62
<b>Apéndice E.</b> <i>Técnico reparando mando Final. ....</i>	63
<b>Apéndice F.</b> <i>Proceso de rectificación de Cigüeñal. ....</i>	63
<b>Apéndice G.</b> <i>Dinamómetro de pruebas para Motores. ....</i>	64
<b>Apéndice H.</b> <i>Foto de mi PAPÁ en su equipo minero, una pala eléctrica 2800XPC. ....</i>	64
<b>Apéndice I.</b> <i>Grupo de trabajo de la superintendencia de Reconstrucción. ....</i>	65
<b>Apéndice J.</b> <i>Bodega de materiales Cerrejón. ....</i>	65
<b>Apéndice K.</b> <i>Camión minero, CAT 789C de 190 Ton. ....</i>	66
<b>Apéndice L.</b> <i>Reconocimiento realizado. ....</i>	66
<b>Apéndice M.</b> <i>Diploma del reconocimiento recibido. ....</i>	67
<b>Apéndice N.</b> <i>Dinamómetro para prueba de motores. ....</i>	67

## **Resumen**

El presente informe da a conocer las actividades realizadas en la modalidad de pasantías en la empresa carbonífera Cerrejón en el departamento de La Guajira en el primer semestre del año 2023. En un primer lugar, se analiza el tipo de falencias presentadas en los procesos llevados a cabo dentro del área de la reconstrucción de componentes en el taller, mediante los principios de la metodología LEAN Manufacturing; que posteriormente permite identificar cuales procedimientos no generan valor agregado al sistema de trabajo en la empresa, para finalmente posibilitar un espacio de discusión hacia las modificaciones que se realizarían en los procesos identificados.

## **Introducción**

El objetivo principal de la pasantía se fundamenta en modificar la manera en cómo se aplica la metodología LEAN Manufacturing en el área de reconstrucción en la empresa Cerrejón, ubicada en el municipio de Albania, La Guajira. El trabajo se fundamenta en la identificación de los procesos realizados en las diferentes tareas del arreglo de los componentes de los equipos de la empresa, para optimizar la forma en cómo se lleva a cabo la resolución de estas tareas, debido a la no visualización de resultados que logren una correcta eficacia y eficiencia dentro de los diferentes procedimientos efectuados. Todo esto, mediante la implementación de un nuevo sistema de manejo de la información el cual involucra a todas las personas relacionadas con la tarea a realizar, procurando mayores beneficios frente a los indicadores arrojados. Basado en la metodología LEAN Manufacturing se logra modificar ciertos procesos donde se halló una oportunidad de mejora.

## **Capítulo 1. Fortalecimiento de la metodología Lean Manufacturing en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón.**

### **1.1 Descripción breve de la empresa.**

Los procesos que se realizan para obtener el producto final (Carbón) son muy rigurosos porque requieren de una coordinación y extremo cuidado a la hora de realizar cualquier paso para tener la mejor calidad de este. Dichos procesos se dividen en tres; extracción, transporte y exportación, cada uno con sus subprocesos. Cerrejón representa el 6% de las exportaciones que realiza el país, controlando siempre la huella que esta deja en la naturaleza, con los diversos planes de restitución de tierras que esta empresa ofrece a las tierras no operativas, así como la cantidad de oportunidades que brinda a las poblaciones afectadas por la actividad de la minería. (Cerrejón, 2006)

Cerrejón representa un factor muy importante en la economía del país y para el departamento de La Guajira que es donde esta se encuentra, otorgando así diversos beneficios monetarios como sociales para la comunidad, aumentando así el rol tan importante de dicha empresa en nuestro país.

#### **1.1.1 Misión**

Ser un productor y exportador de carbón referente a nivel mundial y un aliado clave para el progreso y desarrollo sostenible de La Guajira.

#### **1.1.2 Visión**

Producir y exportar carbón de manera eficiente, confiable y rentable; cumpliendo con los

más altos estándares en seguridad, salud, medio ambiente y ética empresarial; contribuyendo al progreso de nuestra gente, las comunidades vecinas y La Guajira.

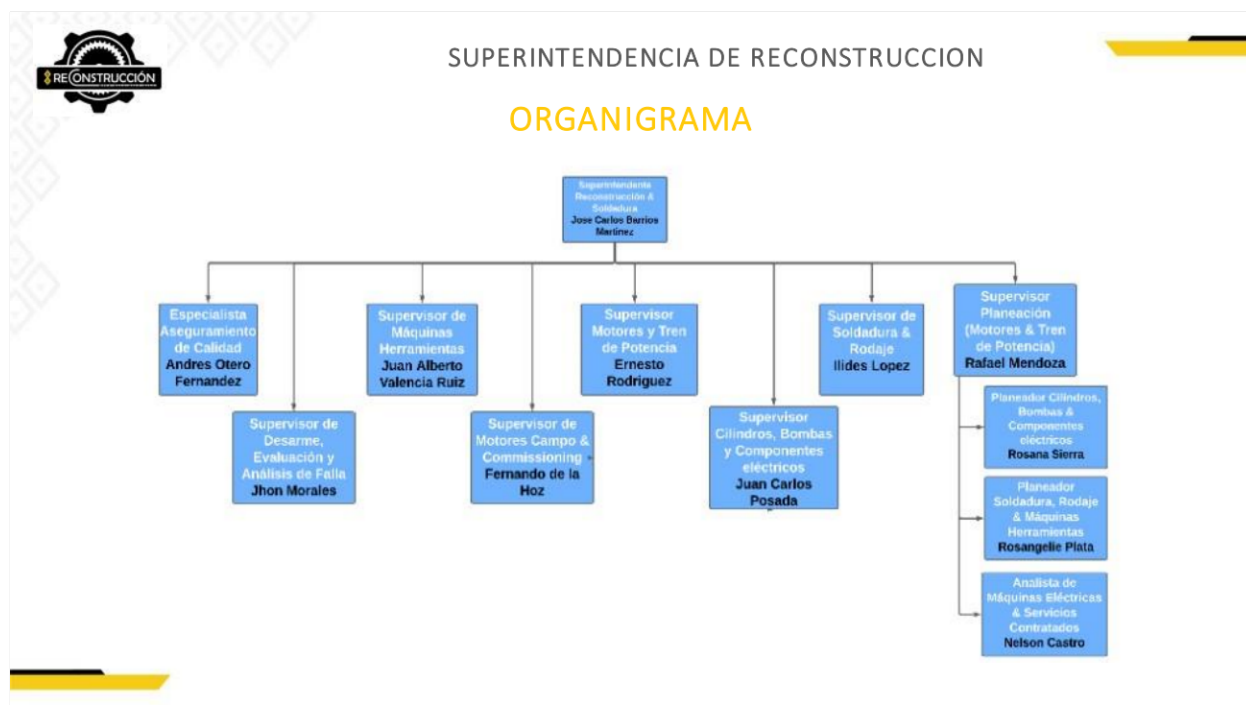
### ***1.1.3 Objetivos de la empresa***

- Ser líderes en la producción de carbón térmico de alta calidad: Cerrejón busca

### 1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.

**Figura 1**

*Organigrama superintendencia de Reconstrucción Cerrejón*



*Nota.* Obtenido de información interna Cerrejón.

La dependencia de reconstrucción del área de mantenimiento de la empresa Cerrejón está encabezada por el superintendente del área, el cual está encargado de dar todas las órdenes y llevar las tareas a realizar a los supervisores de cada taller. Estos talleres tienen un supervisor como encargado, el cual de la mano del especialista en aseguramiento de la calidad realizan y monitorean cada una de las funciones desarrolladas dentro de los talleres. De igual manera encontramos planeadores y analistas de máquinas, los cuales están encargados de realizar las compras para las bodegas de las dependencias y de igual manera supervisar el flujo de cada pieza midiendo su importancia y teniendo esto en cuenta a la hora de realizar nuevas compras. Como

podemos observar el esquema en la Figura 1.

### ***1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado***

La dependencia asignada es el área de reconstrucción de motores, en donde se llevan las piezas y motores de los equipos mineros de carga y transporte, a los cuales se les solicita un mantenimiento parcial o total de sus piezas y componentes, detectando con esto los daños más comunes en los equipos para posteriormente plantear una solución a dicha problemática; muchas veces se toman las piezas dañadas y se le efectúan diferentes procesos para la reconstrucción de estos y llevarlos a campo lo más pronto posible.

En la dependencia se encuentra una variedad de talleres como lo son, el de motores, trenes de potencia, sistemas hidráulicos, banco de prueba entre otros; en donde se realiza la verificación y reparación de las piezas y motores a trabajar, llevando siempre un mejoramiento continuo y optimización de todos los procesos. Siempre, es muy importante la seguridad de sus trabajadores y activos de la empresa a la hora de realizar todas las labores.

## **1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.**

La tabla 1 que se verá a continuación presenta la Matriz DOFA, la cual nos presenta las situaciones en la que encontramos la empresa y sobre las cuales se van a trabajar.

**Tabla 1**

*Matriz DOFA y estrategias FO – FA – DO – DA de la empresa Cerrejón.*

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Matriz DOFA	<p>F1 Técnicos capacitados para la realización de los procesos.</p> <p>F2 Stock de los repuestos críticos de mantenimiento.</p> <p>F3 Orden a la hora de realizar las tareas diseñadas.</p>	<p>D1 La empresa carece de un control adecuado para llevar el registro de lo que sucededentro de los talleres.</p> <p>D2 La empresa no lleva el seguimiento pertinente de los indicadores LEAN.</p> <p>D3 Capacidad de producción afectada por retrasos en pedido de repuestos de motores de gran tamaño.</p>
<b>Oportunidades</b>	<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias DO</b>
<p>O1 Versiones actualizadas de los motores que utilizan los diferentes equipos de la empresa, con piezas no compatibles a las versiones anteriores.</p> <p>O2 Planeación progresiva por parte de los talleres externos que realizan reparaciones de componentes del taller, para cumplir con la demanda de componentes solicitados por el taller.</p>	<p>Identificación por parte de todos en el taller para establecer una mejor planeación que satisfaga las necesidades de reparaciones dentro del taller.</p> <p>Llevar un comparativo de los indicadores mes a mes, observando la producción de las empresas externas y así ajustar la planeación respecto a estas.</p> <p>Capacitar a técnicos para realizar más reparaciones de componentes dentro del taller, liberando un poco la demanda a talleres externos.</p>	<p>Registrar el estado de cada motor después de su reparación para poder determinar si aún es compatible con los repuestos que se encuentran en bodega.</p> <p>Suministrar un reporte mes a mes al superintendente a cargo, en donde se muestre el desarrollo de los talleres.</p> <p>Aplicar el debido control a las debilidades identificadas.</p>
<b>Amenazas</b>	<b>Estrategias FA</b>	<b>Estrategias DA</b>



A1 Afectaciones públicas que retrasen los envíos de piezas a los talleres.	Realizar las compras de materiales con un tiempo prolongado, en donde se estudie impedimentos públicos.	Realizar estrategias que aporten motivación y a los técnicos de los talleres.
A2 Mayor fortaleza y por ende competencia en las empresas externas que realizan reparaciones de componentes también reparados dentro del área de Reconstrucción Cerrejón.	Realizar estudios con analistas para otorgar concejos de mejoras a los técnicos.	Manejar la normativa y acuerdos con las comunidades indígenas, para no afectar la movilización de repuestos de talleres.

*Nota.* Estudio de la situación actual en la que se encuentra la empresa.

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La empresa CERREJON se ha destacado por ser una de las multinacionales con más horas operativas por año, manteniendo siempre unos buenos estándares de producción y seguridad, lo que los ha caracterizado a lo largo del tiempo, esto gracias al buen trabajo que de la mano de las superintendencias se ha llevado.

Es de conocer que siempre han implementado estrategias a la hora de realizar los procesos dentro de la empresa, pero con el avance de la tecnología y los nuevos sistemas de mantenimiento y producción que direccionan hacia el mejoramiento continuo. Con esto se ha planeado dentro de la superintendencia de reconstrucción implementar nuevas estrategias que aporten un mejor direccionamiento de los procesos hacia una excelencia operativa. Entonces ¿Cuáles son las estrategias y herramientas que se deben implementar para el mejoramiento continuo de los procesos en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón?

### 1.3 Objetivos de la pasantía.

#### 1.3.1 *Objetivo general.*

Fortalecer la metodología Lean Manufacturing en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón.

#### 1.3.2 *Objetivos específicos.*

- Realizar investigación en campo y socialización con técnicos e ingenieros para la identificación de la estructura operativa de la dependencia de reconstrucción de motores, con el fin de utilizarla como base para el diseño de estrategias efectivas en la implementación de la metodología Lean Manufacturing.
- Establecer el diagnóstico inicial de la dependencia de reconstrucción de motores, a través del análisis de la operación del taller y de los principios de la metodología Lean, de modo que permita el establecimiento de una línea base relacionada.
- Diseñar un procedimiento para la operación de mantenimiento y reconstrucción de motores, con base en los pilares de la metodología Lean, que permita la optimización del proceso.

### 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos.

**Tabla 2**

*Actividades a realizar en el proyecto.*

<b>OBJETIVO GENERAL</b>	
Fortalecer la metodología Lean Manufacturing en la dependencia de reconstrucción de motores de la empresa Cerrejón.	
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDAD POR CADA OBJETIVO</b>

<p>Objetivo 1</p>	<p>Realizar investigación en campo y socialización con técnicos e ingenieros para la identificación de la estructura operativa de la dependencia de reconstrucción de motores, con el fin de utilizarla como base para el diseño de estrategias efectivas en la implementación de la metodología Lean Manufacturing.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estudiar a detalles los diferentes formatos de seguridad y funcionamiento dentro de los talleres.</li> <li>➤ Conocer el funcionamiento de los talleres, observando cómo se maneja cada proceso dentro de este.</li> <li>➤ Socializar con técnicos e ingenieros de las diferentes problemáticas que estos observan dentro de los talleres.</li> </ul>
<p>Objetivo 2</p>	<p>Establecer el diagnóstico inicial de la dependencia de reconstrucción de motores. A través del análisis de la operación del taller y de los principios de la metodología Lean, de modo que permita el establecimiento de una línea base relacionada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar los tableros e indicadores LEAN que se encuentran dentro de la dependencia.</li> <li>➤ Comparar los tableros del taller con la normativa LEAN, observando con esto si cumple con los parámetros de dicha norma.</li> <li>➤ Realizar un informe de la situación de los tableros de cada dependencia.</li> </ul>
<p>Objetivo 3</p>	<p>Diseñar un procedimiento para la operación de mantenimiento y reconstrucción de motores, con base en los pilares de la metodología Lean, que permita la optimización del proceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Crear un sistema en donde se trabaje el fortalecimiento al personal sobre el manejo de LEAN.</li> <li>➤ Diseñar un método de actualización mensual de los tableros, de manera que todos estén encargados de esta función.</li> <li>➤ Cuantificar todos los resultados obtenidos para ver el estado y utilización de la metodología LEAN dentro de la dependencia de reconstrucción.</li> </ul>

*Nota.* Representación de los objetivos y las actividades para el cumplimiento de estos.

## **Capítulo 2. Enfoques referenciales**

### **2.1 Enfoque conceptual.**

#### ***2.1.1 Mantenimiento.***

Se define el término mantenimiento como "el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento." (Garrido, 2010, pág. 1)

#### ***2.1.2 Mantenimiento Preventivo.***

El mantenimiento preventivo es el conjunto de tareas programadas, realizadas a un equipo o un componente para alargar su vida útil y que estos no fallen en su funcionamiento.

En otras palabras, el mantenimiento preventivo cumple la función de mantener la operación óptima de los equipos o componentes sin que fallen. (Garrido, 2010, pág. 17)

#### ***2.1.3 Mantenimiento Correctivo.***

El mantenimiento correctivo es el tipo de tarea que se realiza a un equipo o pieza, con el fin de devolverla a su estado inicial; luego de que esta falló en su operación.

En 2010, García S, mencionó que "el mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos" (pág. 17)

#### ***2.1.4 Lean Manufacturing.***

La metodología Lean es conocida por buscar la mejora de los sistemas o procesos dentro de una empresa, esta es definida como la persecución de una mejora del sistema por la eliminación de los procesos que generen un despilfarro dentro de estos o que aporten un valor agregado negativo al sistema en el cual están funcionando. (Carreras, 2021)

El sistema Lean Manufacturing tiene su origen a mediados del siglo pasado en la empresa Toyota, los cuales gracias a la invención del sistema Just In Time (JIT), buscan la manera de

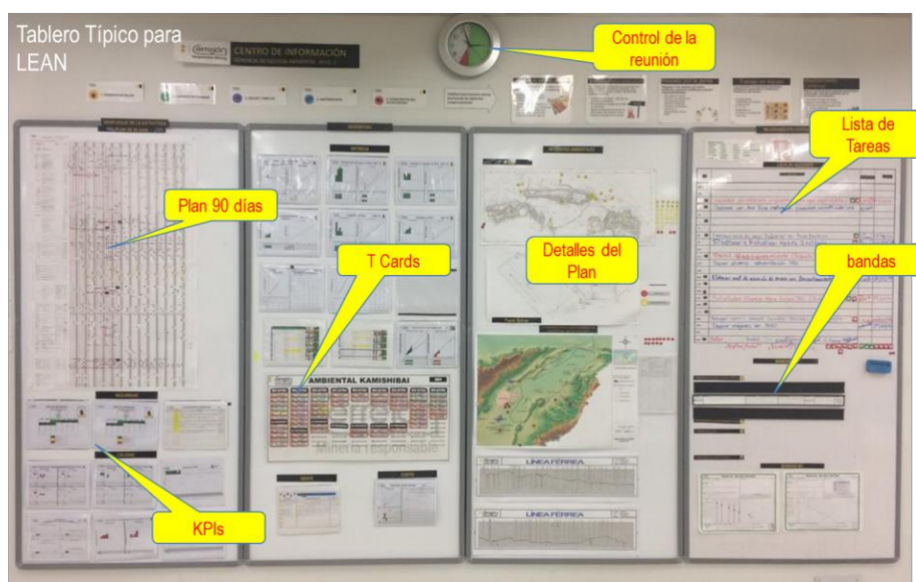
optimizar y encaminar sus procesos hacia una excelencia de la mano de la mejora continua de dichos procesos; esto gracias a la identificación y eliminación de los despilfarros dentro del sistema como lo son, inventarios, procesos, transportes y retrabajo por parte de equipos o personas, obteniendo así un sistema de trabajo sencillo y acorde a las necesidades exigidas por el cliente. Este sistema a lo largo de los años ha sido modificada y adaptada a las necesidades con las que cuenta la empresa en donde se aplique. (Soler, 2017, pág. 118)

### ***2.1.5 Tableros de Información Lean.***

Los tableros de información como el que vemos en la Figura 2, son parte fundamental de la metodología, ya que con estos logramos llevar un control de todo el sistema que se está trabajando. De igual manera gracias a sus indicadores nos deja divulgar de una mejor manera la información que se ha recolectado de los procesos que se están realizando, esto para analizar y discutir las oportunidades de mejora que logren ser identificadas.

## **Figura 2**

### *Composición de un tablero Lean*



*Nota.* Tablero Lean ejemplo en la empresa Cerrejón. Obtenido de: Información interna Cerrejón.

### ***2.1.6 Mejoramiento Continuo.***

Es un concepto que hace referencia a como se llevan los procesos, se dice mejora continua cuando un proceso nunca se da por terminado, se entiende que los procesos no son estáticos y siempre tendrán puntos de mejora, buscando mayor eficacia con procedimientos adaptados cada vez más a una excelencia operativa. (Lorenzo, 2020, p. 364)

### ***2.1.7 Las 5S***

Las 5S se consideran como un método de gestión de procesos dentro de una organización las cuales resumen su enfoque hacia el orden y la limpieza de los procesos de la empresa. Como lo menciona Arrieta, J. G. en su artículo para la revista Universidad EAFIT “el origen de las 5S provienen de las 5 palabras japonesas que comienzan con la letra S, ellas son:

- **Seiri:** Arreglo, Apropiado.
- **Seiton:** Orden.
- **Seiso:** Limpieza.
- **Seoketsu:** Estado de limpieza o pureza (Limpieza estandarizada)
- **Shitsuke:** Disciplina.

Esto para llevar un orden y un sistema bastante limpio dentro de las organizaciones” (Arrieta, 2012, pág. 2)

## **2.2 Enfoques Legales.**

### ***2.2.1 ISO 9001 de 2008. Norma de sistema de gestión de calidad.***

La Organización Internacional de Normalización permite la certificación de sistemas de gestión de calidad mediante la ISO 9001 de 2015, a la cual se ciñe la empresa Cerrejón; lo cual permite redimir los requisitos de los clientes. (ISO, ISO, 2008)

### ***2.2.2 ISO 45001 de 2018. Norma de seguridad y salud en el trabajo.***

La Organización Internacional de Normalización permite la certificación sobre Seguridad y Salud en el Trabajo mediante la ISO 45001 de 2018 a la empresa Cerrejón, la cual le permite una correcta planificación en la realización de los trabajos, evitando daños irreparables en sus empleados y visitantes. (ISO, 2018)

### Capítulo 3. Informe del cumplimiento de trabajo.

#### 3.1 Presentación de resultados.

A continuación, se mostrarán las actividades y tareas desarrolladas para cumplir con todos los objetivos planteados en el trabajo a desarrollar, se expondrán estos objetivos y sus tareas en el orden cronológico que fueron desarrollados dentro de la empresa.

*3.1.1 Realizar investigación en campo y socialización con técnicos e ingenieros para la identificación de la estructura operativa de la dependencia de reconstrucción de motores, con el fin de utilizarla como base para el diseño de estrategias efectivas en la implementación de la metodología Lean Manufacturing.*

**3.1.1.1 Estudiar a detalle los diferentes formatos de seguridad y funcionamiento dentro de los talleres.** El inicio de la pasantía parte con la supervisión a los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro del área del taller, analizando así el papel que cumple cada técnico, operador y supervisor dentro de este. Asimismo, se estudia la documentación controlada de la calidad de cada proceso, la cual rige y especifica el desarrollo de todos los procedimientos.

Del área de estudio podemos decir que el taller de reconstrucción se encarga de desarmar, evaluar y reparar los motores, cilindros, rodajes entre otros componentes de las diferentes flotas de los equipos utilizados en el proceso de la extracción del carbón de la mina, lo que los hace una parte fundamental dentro del taller de mantenimiento de la empresa.

A cada proceso se le asignan formatos, los cuales con los instructivos de mantenimiento entregados por las empresas de donde proviene cada componente y de este, se crea el paso a paso de la tarea a realizar. Estos formatos como los que veremos en la Figura 3 y Figura 4 son diligenciados por los ingenieros supervisores que conocen en su totalidad cada proceso a realizar y de esta manera le entregan al técnico qué pasos realizará en cada tarea.



Dentro del área de reconstrucción de la empresa Cerrejón se cuenta con los talleres de motores, tren de potencia, cilindros, máquinas y herramientas y rodaje. Los cuales trabajan en conjunto para entregar los componentes a las diferentes flotas de equipos buscando que la operación de los equipos no se detenga y que la producción de la empresa sea lo mayor posible.

**Figura 3**

*Formato de reconstrucción de cilindros de inclinación cuchilla D11T.*

**PASOS CRÍTICOS**      **Lista de verificación**      **SI Técnico**

*En imagen*

Nota: Para obtener las medidas correctas en todas las piezas del componente, medir en los puntos horizontal (X) y vertical (Y) en forma de cruz y promediar (ver figura1)

	Diámetro Real de la Camisa			Diámetro Real Vástago			Espesor Capa de Cromo Max.0.012" (0.300 mm)			Rugosidad (8 a 12 micro inch)		
(C) No.	Med1	Med2	Med3	Med7	Med8	Med9	Med13	Med14	Med15	Med19	Med20	Med21
Med0	Med10	Med11	Med12	Med16	Med17	Med18	Med22	Med23	Med24			
<p>Wasecell:</p> <p>Wasecell:</p>												
<b>MEDIDA TAPA</b>												
	ØIN1	ØIN2	ØIN3	ØIN4	ØIN5	ØIN6	ØEX7	ØEX8	ØEX9			
	Mide con perfilador						Wasecell:					
	Mide con micrómetro						Wasecell:					

FORMATO DE CALIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE CILINDROS DE INCLINACIÓN

TAREA CRÍTICA

DE LA CUCHILLA D11T854

Nota. Formato de proceso realizado en taller Reconstrucción. Obtenido de: Información interna Cerrejón.



**3.1.1.2 Conocer el funcionamiento de los talleres, observando cómo se maneja cada proceso dentro de este.** Como se mencionó anteriormente dentro del área de reconstrucción se encuentran los siguientes talleres:

➤ **Taller de motores.** Este taller es el encargado de desarmar, evaluar y armar los diferentes motores de las flotas de los equipos utilizados en la empresa. Este taller cuenta con dos fases o zonas las cuales son:

➤ La primera etapa es la zona de drenado y evaluación de los motores. Acá son traídos los motores que fallaron en campo o que tienen un mantenimiento planeado, son evaluados por los técnicos los cuales dan su diagnóstico y con los planeadores se determina si se realiza una reparación parcial, total o se da de baja el motor. Dependiendo de esto se drena el aceite que trae el motor y se envían los componentes a reutilizar a zona de lavado para ser procesados en otro taller.

➤ La segunda etapa es la del armado de los motores que observamos en la Figura 5. En esta se tienen todas las piezas para un ensamble del motor y entregar este al dinamómetro, que es quien realiza las pruebas al motor armado y ahí si entregarlo a bodega o a la flota que le pertenece.

**Figura 5**

*Taller de motores, área de reconstrucción Cerrejón.*



*Nota.* Técnicos realizando ensamblaje de motor de camión minero CAT 793D.

➤ **Taller de hidráulica.** Este taller que observamos en la Figura 6, es el encargado de reparar todos los sistemas de trenes de potencia tales como: mandos finales, suspensiones, direcciones, entre otros.

**Figura 6**

*Taller de Trenes de potencia (Hidráulica), área de reconstrucción Cerrejón.*



*Nota.* Arreglo de componentes de tren de potencia (Mando finales, Suspensiones y otros)

➤ **Taller de cilindros.** Este taller va de la mano con el taller de hidráulica ya que los cilindros hacen parte de los trenes de potencia, pero en este caso este está encargado solamente de la reparación de los cilindros de los equipos mineros de la empresa como podemos observar en la Figura 7.

**Figura 7**

*Taller de Cilindros, área Reconstrucción Cerrejón.*



*Nota.* Técnico reparando cilindro de empuje de Dozzer D9T.

➤ **Taller de máquinas y herramientas.** Este taller es el encargado de todos los procesos de manufactura y soldadura que se le realiza a los diferentes componentes de la empresa como observamos en la Figura 8, es uno de los más importantes ya que gran parte de la producción del taller depende de este, ya que al mecanizar los componentes en un tiempo estimado la producción fluiría siempre, en un caso contrario se verán muchos retrasos en las labores realizadas dentro del taller en cuanto a la reparación de dichos componentes lo que disminuiría los resultados esperados.

**Figura 8**

*Taller de Máquinas y Herramientas, área de reconstrucción Cerrejón*



*Nota.* Técnico maquinando base de un Wheel Frontal de camión 793D.

➤ **Taller de rodaje.** Este taller es el encargado en reparar las diferentes orugas y sistemas de rodaje de los equipos que utilizan estos componentes para su traslado como lo vemos en la figura 9, de igual manera son los encargados en la reparación de las ruedas del tren, el cual es el encargado de llevar el carbón a los diferentes puertos y traer cualquier tipo de mercancía que se necesite en la empresa.

**Figura 9**

*Taller de Rodajes, área de Reconstrucción Cerrejón.*



*Nota.* Reparación de Orugas de tractores de la empresa.

**3.1.1.3 Socializar con técnicos e ingenieros de las diferentes problemáticas que estos observan dentro de los talleres.** Dentro de los procesos de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, se cuenta con unos procedimientos entregados por las empresas internacionales que distribuyen los diferentes equipos mineros como lo son Caterpillar, Cummins, Hitachi, entre otros, los cuales con sus instructivos dejan claro cómo se realiza el mantenimiento, armado y desarmado de los motores y sus componentes. Sin embargo, dialogando con los técnicos y encargados de realizar cada proceso se busca identificar que procedimientos significan oportunidades de mejora, esto para que a la hora de realizar cualquier tarea se haga de una manera más segura y eficiente.

Dialogando con los técnicos se identificaron las siguientes oportunidades de mejora:

➤ Los tableros Lean y sus indicadores son poco actualizados, cosa que no los permite identificar de una mejor manera que puntos y de qué forma se pueden mejorar.

➤ Hay tareas dentro del ensamble de los motores que conllevan a un patrón repetitivo como, por ejemplo, darles un torque a los tornillos de la bancada del motor, los cuales por ser muchos y por evitar dolor los lleva a parar varias veces, lo que se traduce en una demora en esa tarea y una lesión a largo plazo por la fuerza excesiva que se realiza en dicha tarea; lo que se convierte en una llamativa oportunidad de mejora en ese proceso.

➤ A la hora de entrar a la base de datos en donde están cargados los formatos de calidad, se encuentran con muchos de estos ya no vigentes o que sus procedimientos ya no se realizan dentro de los diferentes talleres, lo que se traduce a una pérdida de tiempo para los técnicos en encontrar el formato adecuado o en pocas veces la aplicación de un procedimiento ya no permitido en el taller.

➤ Se encuentran zonas que se pueden mejorar en cuanto a la organización de las superficies de trabajo y poca iluminación en esta. Con esta problemática se ve una poca producción de los técnicos ya que por no tener un espacio apto no pueden trabajar en una manera correcta y al ritmo esperado.

➤ Quejas en el lavado de piezas, se está observando que a la hora de lavar las piezas que tienen bastantes orificios estos muchas veces quedan con residuos de aceite por lo que no se pueden proceder en su proceso de mantenimiento, lo que conlleva a una devolución al área de lavado y se traduce a un atraso en cuanto al tiempo de ese proceso.

Estas fueron las problemáticas identificadas en las diversas charlas realizadas con los técnicos y supervisores, las cuales por medio de la metodología LEAN se busca la manera de identificar qué proceso no está generando el valor agregado al flujo continuo que tiene que llevar cada componente para lograr el resultado final.

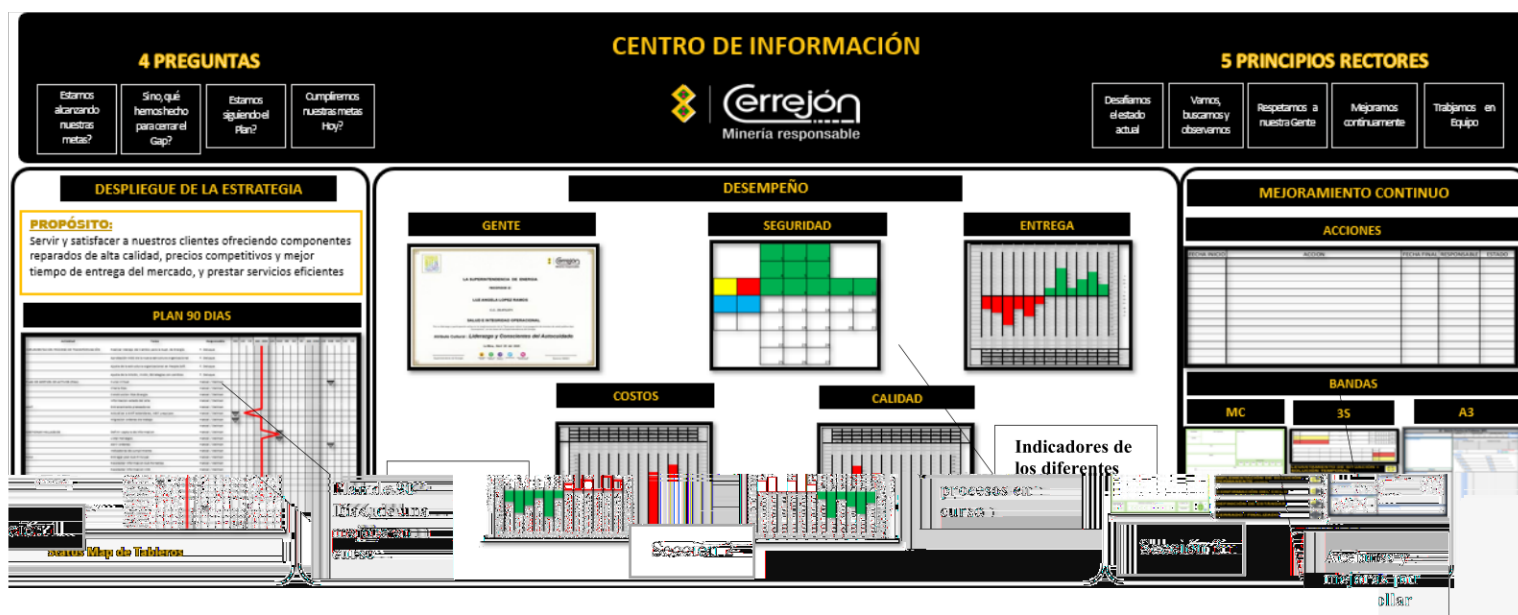


**3.1.2 Establecer el diagnóstico inicial de la dependencia de reconstrucción de motores, a través del análisis de la operación del taller y de los principios de la metodología Lean, de modo que permita el establecimiento de una línea base relacionada.**

**3.1.2.1 Identificar los tableros e indicadores LEAN que se encuentran dentro de la dependencia.** Inicialmente debemos conocer qué compone un tablero LEAN, este tablero está dividido en 3 partes que miraremos en la Figura 10.

**Figura 10**

**Tablero LEAN completo.**



*Nota.* Tablero Lean de la superintendencia de reconstrucción. Obtenido de: Archivos internos Cerrejón.

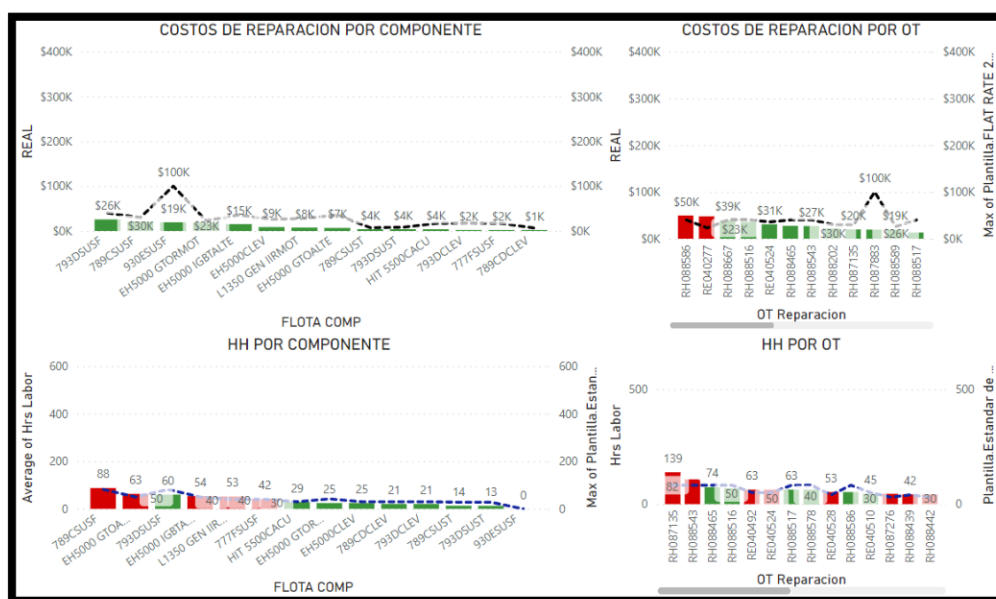
La primera de ella (Sección 1) es la de los planes maestros, en esta parte encontramos los planes de 90 días, y las estrategias que se utilizarán para el mejoramiento de los procesos.

En la segunda etapa (Sección 2) de este encontramos los mapas e indicadores de los procesos, como se está desarrollando la tarea, que alcances se llevan y si se está cumpliendo con lo estipulado. Esto de la mano de los BSC-KPIs o indicadores como el que observamos en la

Figura 11, en donde muestran gráficamente el flujo de todos los procesos, para una mejor visualización de que si se está cumpliendo o no. Muchas veces esto se divide debido a que se dejan indicadores más detallados, esto para los planeadores y supervisores de cada taller, que con esta información sacan las estrategias para lograr cumplir el objetivo; y se dejan unos indicadores más sencillos y directos para los técnicos del taller en donde se especifica en que procesos se necesita trabajar más o realizar una mejora de cómo se está ejecutando para lograr lo planeado.

**Figura 11**

*Indicador KPI de los costos generados por reparación de un taller.*



*Nota.* Indicador KPI para observar costos. Obtenido de: Información interna Cerrejón.

Y en la última etapa (Sección 3) es la de los reportes de éxito están las bandas terminadas y cerradas, con los soportes de que la tarea se mejoró y qué resultados se obtuvieron. También se tienen las tareas que son identificadas por el personal, tareas que serán discutidas y evaluadas para observar su valor agregado y buscar el mejoramiento de este.

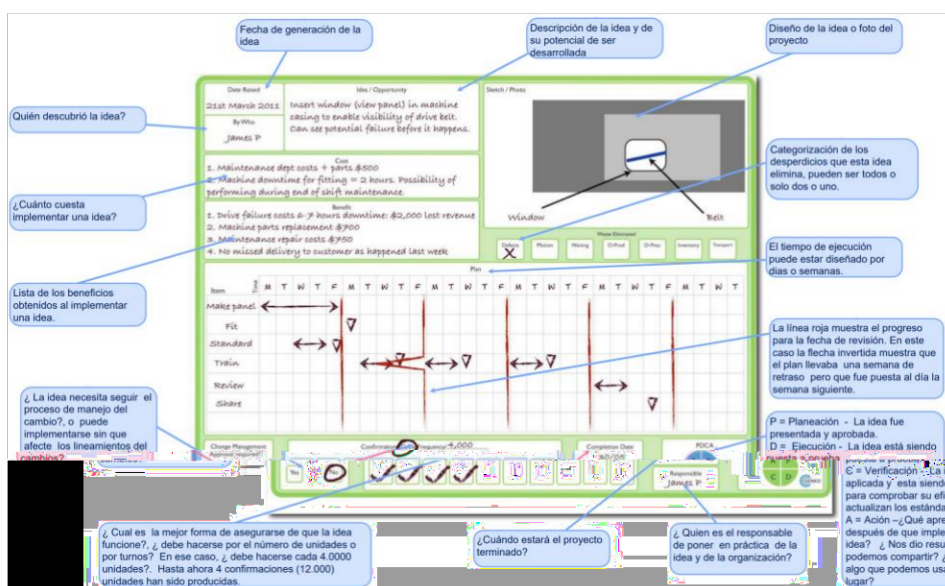
Esta última parte tiene dos sistemas de trabajo muy importantes, con los cuales se trabajan las actividades propuestas para mejorar un proceso, también es una manera de planificar

como se realizará el manejo de una situación de mejora. Estos sistemas son:

**3.2.1.1.1 Bandas MC.** Llamadas también bandas Kaizen como la de la Figura 12. Sirven para indicar lo bien que una organización lleva a cabo su proceso de mejoramiento continuo. En los tableros se da como una hoja de papel que sirve de guía para que el grupo de personas u organizaciones lleven el proceso de mejoramiento, este proceso consiste en planear, hacer, verificar y actuar. Esta es una metodología que nos permite evaluar ideas y monitorear el progreso de las tareas que se están realizando. (Gamboa, 2004)

**Figura 12**

*Banda MC*

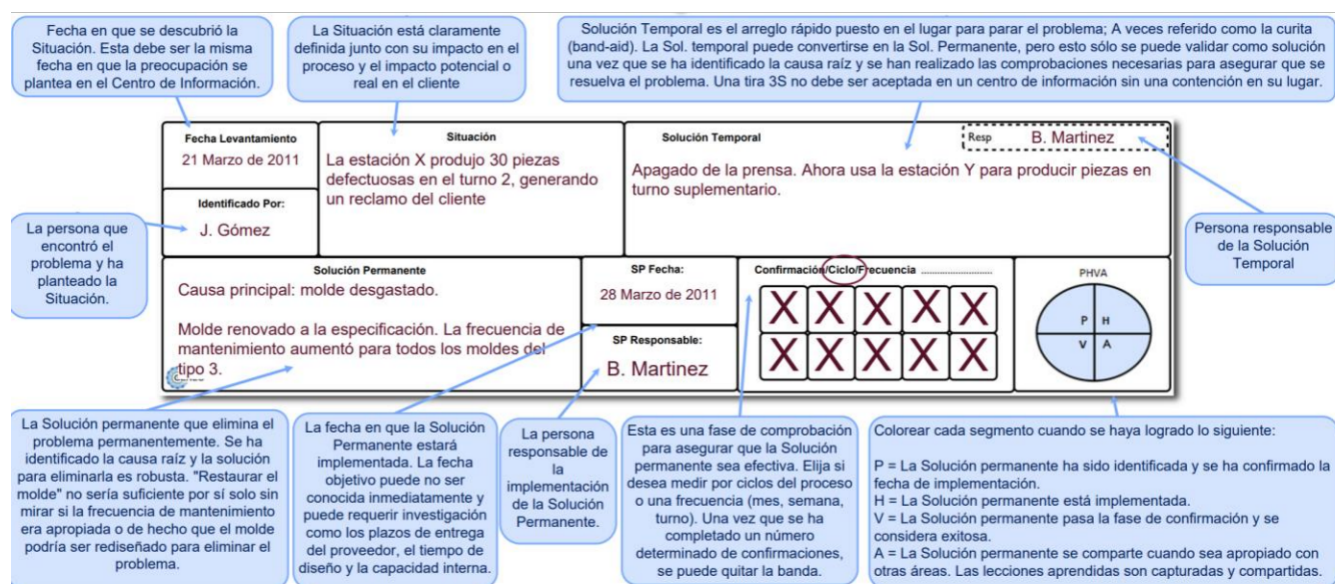


*Nota.* Composición de una banda MC de un tablero LEAN. Obtenido de: Información interna Cerrejón.

**3.2.1.1.2 Bandas 3S.** Las bandas 3S (Situación, Solución Temporal, Solución Permanente) son rastreadores visuales de resolución de problemas que otorgan un enfoque estructurado para la resolución de estos por medio de la metodología PHVA como observamos en la Figura 13. Estas apoyan el desarrollo de las tareas mostrando los resultados de una manera visual para mantener en estas un seguimiento del proceso y tomar decisiones en cómo se está llevando este.

**Figura 13**

*Banda 3S*



*Nota.* Explicación del contenido de las bandas 3S de un tablero LEAN. Obtenido de: Información interna Cerrejón.

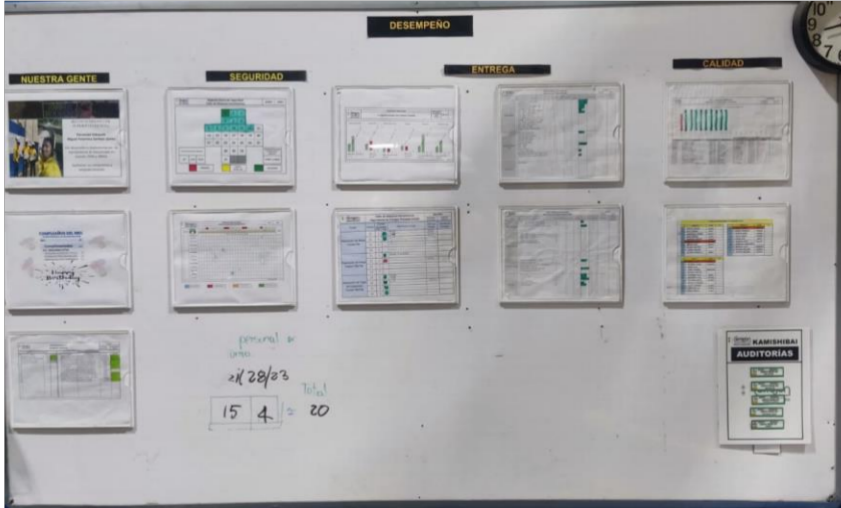
Esta es la composición de los tableros Lean, gracias a estos se riga el trabajo dentro de los talleres del área de reconstrucción de la empresa cerrejón, buscando con el apoyo de estos que el sistema se encuentre en un constante mejoramiento continuo y que los procesos sean cada vez más eficaces.



**3.1.2.2.3 Taller de Máquinas y Herramientas.** En el taller de máquinas y herramientas encontramos un tablero en mal estado, y con los indicadores y notas no actualizadas como lo observamos en la Figura 15 y Figura 16, teniendo los mismos problemas que el taller de motores.

**Figura 15**

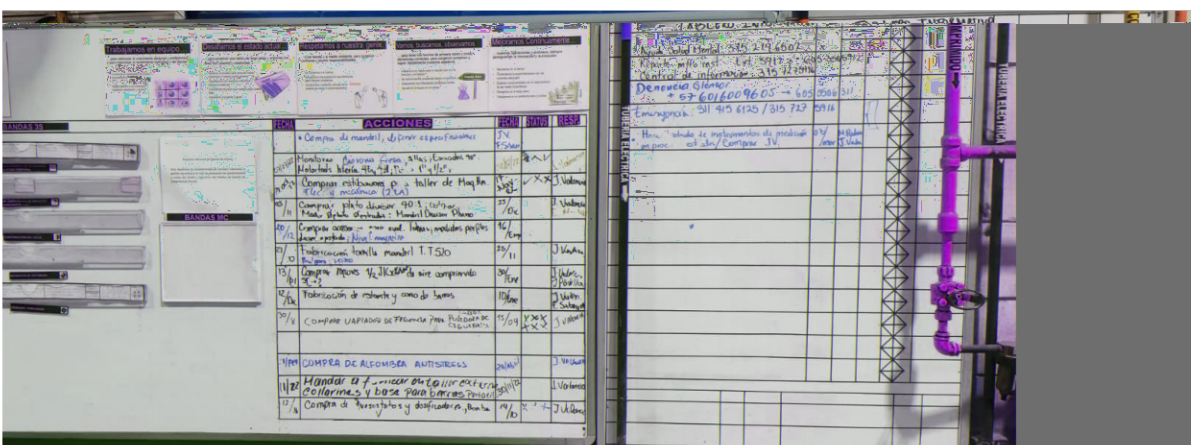
*Primera parte del tablero LEAN, taller de Máquinas y Herramientas.*



*Nota.* Tablero desactualizado y con sus componentes en mal estado.

**Figura 16**

*Parte 2 y 3 del tablero LEAN, taller de Máquinas y Herramientas.*



*Nota.* Tareas desactualizadas y sin bandas de mejora continua debido a su mal estado.

**3.1.2.2.3 Taller de Rodaje.** En el taller de rodaje también encontramos un tablero que contiene todas las fases que la metodología específica observar Figura 17, y con la actualización de su información acorde a la fecha del mes de trabajo, observando en este la planeación y cumplimiento del taller.

### Figura 17

*Tablero LEAN, taller de Rodaje cerrejón.*



*Nota.* Tablero con la información LEAN del taller.

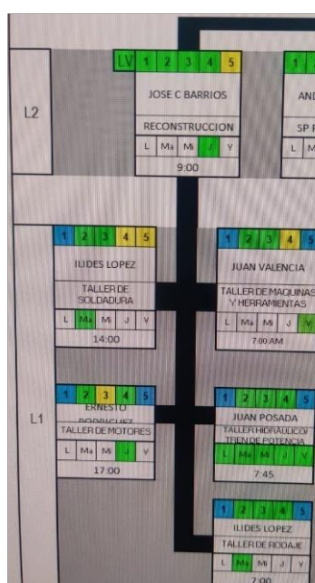
Como se logra observar los diferentes talleres cuentan con el espacio para aplicar la metodología LEAN, pero su manera de mostrar y llevar a cabo la divulgación de la información con todas las personas de los talleres no es la adecuada. Esta información se divulga por medio de una reunión semanal que hacen los supervisores con todos los trabajadores de los talleres, en donde divulgan la información sobre el estado en el que se encuentra el taller, en ámbito de producción, inventario y manejo de tareas; con la inclusión adecuada de los tableros de información se tendría una mejor interpretación del estado de los talleres, observando el estado actual, objetivos y mejoras de cada taller. Se concluye que se necesita una reestructuración del

manejo de información de estos tableros, la cual será plasmada más adelante.

**3.1.2.3 Realizar un informe de la situación de los tableros de cada dependencia.** Las reuniones dentro de los talleres están ya establecidas por los lineamientos de la empresa y a cargo del superintendente y los supervisores de cada taller. Estas reuniones las podemos observar en la Figura 18 y son:

### Figura 18

*Horario de Reuniones LEAN, área de Reconstrucción.*



*Nota.* Reuniones estipuladas y realizadas por los supervisores con sus trabajadores. Obtenido de: Información interna Cerrejón.

Debidos a la problemática en cuanto a la actualización y divulgación de la información por medio de los tableros LEAN, se crea una auditoria de dichos tableros, en donde se asiste a las reuniones LEAN realizadas cada semana por los supervisores con los técnicos y se les envía un pequeño reporte a sus correos como el que vemos en la Tabla 3 y en la Figura 19, buscando con esto incentivar a los supervisores para actualizar los tableros de información. De igual manera y de la mano de los supervisores se decidió y escogió un coordinador de los tableros, este



coordinador es uno de los técnicos que se encuentra en turno, los cuales se les encarga la tarea de actualizar la información del tablero semana a semana, para que este sea auditado antes de la reunión semanal.

**Tabla 3**

*Formato de Auditoria de Reuniones LEAN.*

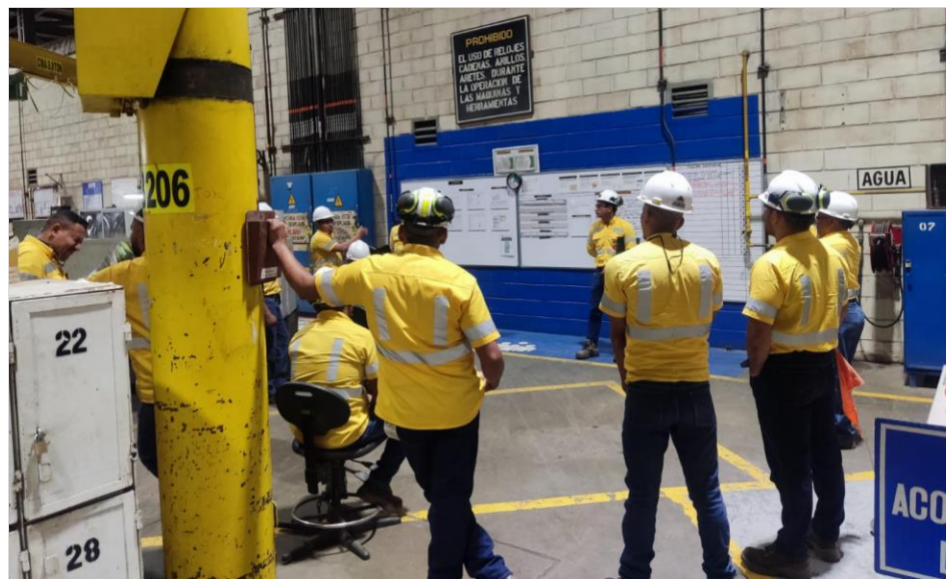
<b>Auditoria de Reunión LEAN Reconstrucción</b>			
<b>Taller de Maquinas y Herramientas</b>		<b>Responsable: Juan Valencia</b>	
<b>Acciones</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Observaciones</b>
¿Se realizó la reunion?	X		
¿Se comenzó a la hora estipulada?	X		
¿Está el tablero LEAN actualizado?		X	Por favor actualizar el tablero para la siguiente reunión.
¿Están las gráficas bien y actualizadas?		X	Asignar tareas de actualizacion al coordinador del taller

*Nota.* Formato asignado a coordinador de los talleres para tener en cuenta según la información trabajada en la reunión semanal.

Este formato corto pero preciso nos asegura un monitoreo más detallado, ya que de cada reunión se va guardando la información y presentando está en la reunión de nivel 2 que es la realizada con el superintendente. Debido a esto, se conoce el estado de todos los tableros del área de reconstrucción y se lleva la base de datos de cómo se han venido desarrollando estos. Gracias al muestreo de esta información al superintendente del área, se observó una mayor apropiación por parte de los supervisores de tener los tableros más actualizados y con la ayuda del coordinador delegando tareas para realizar esta labor.

**Figura 19**

*Auditoria de reuniones Lean en talleres de reconstrucción.*



*Nota.* Reunión LEAN del taller de Máquinas y Herramientas.

Como informe final del estado de los tableros y las reuniones realizadas en estos se llevó una matriz de todo el tiempo auditado que se puede observar en la Tabla 4, en donde la información era presentada al superintendente con los supervisores de cada taller. Esta auditoria dejó como resultado lo siguiente.

**Tabla 4**

*Registro de tiempo de reuniones Lean y el estado de sus tableros.*

Sup. Car	Talleres RECON	Abril				Mayo				Junio			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
José Barr.	Superintendencia												
Ilides Lop.	Soldadura												
Juan Val.	Maquinas y Herr.												
Ernesto R.	Motores												
Juan Pos.	Hidraulica												
Ilides Lop.	Rodaje												

*Nota.* Seguimiento a tableros y reuniones Lean. Rojo: No cumple, Verde: Si cumplen.

De la auditoria se logró concluir que a lo largo del tiempo fueron tomando conciencia en

cuando al cumplimiento en las reuniones de cada taller y de igual manera en la actualización de estos, para una muestra de los indicadores expuestos en cada reunión.

Poco a poco se fueron mejorando aspectos en cuanto a la actualización de los tableros y el mejoramiento de estos, adaptando tableros en lugares que no se tenían para así tener una mejor divulgación en las reuniones realizadas, un ejemplo de esto es el tablero actualizado y nuevo del taller de máquinas y herramientas que lo observamos en la Figura 20 y la Figura 21, en donde gracias a las auditorias se realizó la solicitud y se procedió a mejorar esta problemática presentada en el taller.

### **Figura 20**

*Nuevo tablero Lean en taller de máquinas y herramientas.*



*Nota.* Tablero actualizado y en buen estado.

## Figura 21

*Tablero en taller de hidráulica.*



*Nota.* Tablero adaptado a taller que no contaba con este, pendiente por actualizar su información.

De esta manera se creó un reporte semanal por medio de la auditoria a cada reunión, observando con esta el estado de cada tablero y divulgar dicho estado con el superintendente y el supervisor para tomar las acciones sobre esto, recordando siempre la importancia de estos tableros e indicadores dentro de cada taller, ya que al mantener todo en regla se identifican falencias dentro de los procesos y de manera conjunta por todo el taller se trabaja para mejorar estas.

***3.1.3 Diseñar un procedimiento para la operación de mantenimiento y reconstrucción de motores, con base en los pilares de la metodología Lean, que permita la optimización del proceso.***

**3.1.3.1 Crear un sistema en donde se trabaje el fortalecimiento al personal sobre el manejo de LEAN.** Gracias a la auditoria y el dialogo con los supervisores y coordinadores de los diferentes talleres se logró concluir que, la desactualización de los tableros se debe

mayormente a que los supervisores se encuentran con muchas tareas por hacer y se les hace difícil estar sacando los indicadores específicos para su tablero, ya que en la mayoría de la ocasión estos prefieren realizar el seguimiento y monitoreo de los procesos o la producción del taller internamente, para posteriormente dialogarla con sus técnicos en cada reunión realizada semanalmente, cosa que no es recomendada en la metodología LEAN. Si bien les funciona y el llevado a cabo de cada proceso dentro de los talleres se realiza de una manera correcta, con la muestra de estos indicadores en los tableros LEAN se puede mejorar, esto porque les quedaría claro a los técnicos en que proceso estarían trabajando por debajo de lo esperado y de esta manera se observaría mejor que oportunidades de mejora se tendría por cada uno de los técnicos.

Es por esto por lo que buscamos la manera de crear un sistema que concientice a todos los técnicos y supervisores en cuanto al tema de la metodología LEAN, buscando con esto que todos comprendan la importancia de esta a la hora de un mejoramiento continuo, construyendo así una cultura para todos rigiéndonos en esta metodología.

De igual manera se busca la inclusión de los técnicos a la realización de los tableros, pues estos son los que realizan siempre los diferentes procesos dentro de los talleres, es por esto que se creó una capacitación en el tema de los indicadores LEAN y como llenar estos, también se escogió el coordinador de cada taller.

En base a esto se han implementado unas charlas dirigidas a los técnicos como se observa en la Figura 22, en donde se les explica detalladamente a que corresponde la metodología LEAN y la importancia del tablero en cada uno de sus talleres, como también la comprensión de la información que este contiene ver. Buscando así la manera de implicar a todos los trabajadores de cada taller para la recopilación de la información de estos tableros, logrando que por medio del coordinador se digiten los datos y se pueda obtener los indicadores necesarios para tener

claridad en el estado de cada taller. Logrando así que no solamente el supervisor sea el encargado de llevar el tablero de cada taller, si no que el coordinador y los técnicos logren comprender la información que en estos se encuentran y puedan actualizar de manera conjunta todos estos tableros, buscando así que crear un estilo de vida LEAN por todos en el taller.

### Figura 22

*Capacitación a técnicos de los talleres sobre los tableros.*



*Nota.* Divulgación de tipo de información dentro de los tableros, buscando la inclusión de todos a la hora del manejo y comprensión de la información de los tableros.

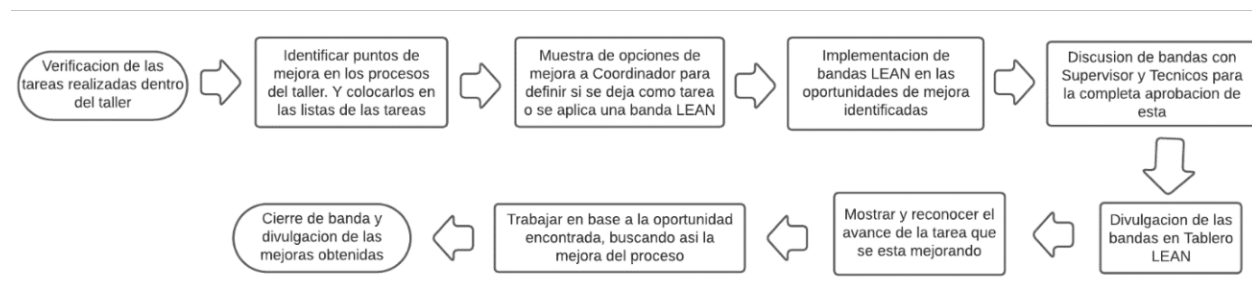
Ya con esto será mucho más fácil identificar e indiciar los procesos que tengan un bajo valor agregado para el proceso en general y aumentar la producción de una manera más eficaz de los talleres a la hora de realizar las diversas tareas. Y se notó una aceptación por medio de los técnicos y supervisores en cuanto al nuevo manejo de los tableros Lean.

**3.1.3.2 Diseñar un método de actualización mensual de los tableros, de manera que todos estén encargados de esta función.** Buscando la manera de crear una cultura Lean y gracias a los concejos de los supervisores de los diferentes talleres del área, se identifica un

punto clave a la hora de buscar el consentimiento e importancia de la implicación de todas las personas dentro del taller a la hora de darle el manejo LEAN a cada proceso. Es por esto que se opta por crear una ruta de proceso mostrada en la Figura 23, en donde se le asigne a cada persona dentro del taller una tarea en cuanto a lo que la implementación de la metodología indica.

**Figura 23**

*Flujo para manejo de procesos.*



*Nota.* Estandarización del manejo que se le debe dar a cada tarea a realizar.

Gracias a esta ruta de proceso se estandariza un manejo de las oportunidades de mejora, buscando siempre la forma de eliminar los procesos que no entreguen un valor agregado y la manera de realizar las tareas de una manera más eficiente, mostrando igual ese punto humano en cuanto a las deficiencias, pero basándonos en la metodología para superar y mejorar todos estos procesos.

También se le indica a los coordinadores de los talleres que comiencen a digitalizar los datos recolectados dentro de los talleres como se muestra en la Figura 24, observando puntos de mejora en los procesos y colocando las tareas en los tableros para posteriormente ser dialogadas en las reuniones semanales con cada supervisor; digitalizando también el tema de la producción que se lleva en el taller y conocer el estado de cómo están trabajando para ver con estos que proceso es el que genera menor valor agregado y así trabajar para mejorar este.

**Figura 24**

*Actualización de tablero Lean por parte de los coordinadores del taller.*



*Nota.* Apropiación de tareas de actualización para técnico asignado a coordinador Lean.

### **3.1.3.3 Cuantificar todos los resultados obtenidos para ver el estado y utilización de la metodología Lean dentro de la dependencia de reconstrucción.**

Como se apreció en la sección anterior en cuanto al tema de la metodología Lean y el manejo de toda esta en cuanto a los tableros, indicadores y la inclusión de todos en este proceso se observó que, gracias a las auditorias hace tres semanas los tableros se encuentran actualizados y en buen estado, los técnicos y coordinadores realizan sus tareas en cuanto a la identificación, recolección e inscripción de toda la información a los tableros para las reuniones.

De la misma forma también se aplicó la metodología Lean en varios puntos de mejoras identificados por toda el área de reconstrucción, los cuales mostraremos a continuación los resultados de la labor realizada.



**3.1.3.3.1 Resultados de la documentación de calidad.** Inicialmente se abordó el tema de los documentos de calidad de todos los procedimientos realizados en los talleres. Se extrajo toda la información de la base de datos que maneja la empresa la cual es On Base y se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Documentación de calidad de los procesos de los talleres de reconstrucción.*

<b>Manejo de documentacion de la calidad de Sup. Recon</b>		
<b>Documentos iniciales.</b>	844	100%
<b>Procesos Obsoletos.</b>	289	34%
<b>Revision de documentos con supervisores.</b>	101	12%
<b>Documentos finales y base para la actualizacion.</b>	454	54%

*Nota.* Documentos iniciales encontrados.

Principalmente nos encontramos que los documentos eran 844, los cuales fueron revisados y se identificaron que 289 ya eran procesos obsoletos o no realizados dentro del taller. De igual manera con los documentos restantes se realizó una revisión de su contenido y de la mano con la inspección de como realizaban los técnicos esta tarea, se observaron procesos que se podían fusionar en dos formatos simplificando así la documentación de estos procesos los cuales fueron 101 documentos. Lo que nos dejó como resultado con **454** documentos finales de los procesos del taller, traduciendo a una disminución de un **46%** de los documentos como se muestra en la Figura 25.

**Figura 25**

*Graficas de manejo de los documentos iniciales.*

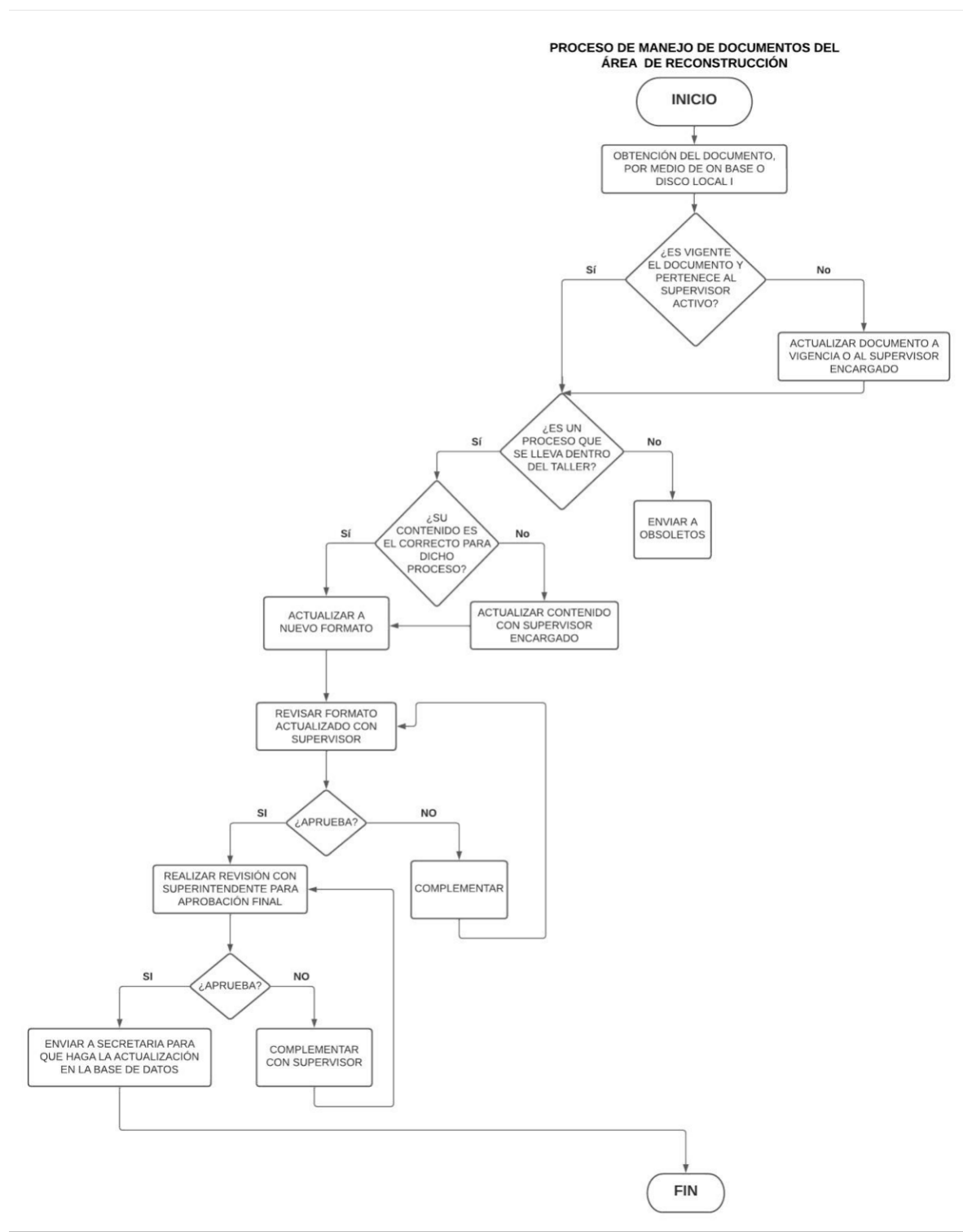


*Nota.* Disminución de un 46% de los documentos encontrados inicialmente

Posteriormente se le realiza un procedimiento a cada documento, esto para conocer el estado de cada documento y qué hacer con este, debido a que la empresa cambio de dueño se ha venido realizando una actualización y limpieza minuciosa de los documentos de todos los procesos del taller. El procedimiento de esta documentación quedo registrada por medio de unos diagramas de flujo mostrados en la Figura 26, lo que otorga una comprensión para quienes toman el trabajo a futuro y para las personas que vayan a realizar esta tarea.

Figura 26

Flujograma de proceso a seguir con los documentos de calidad.



Nota. Paso a paso para actualización de los documentos de los procesos.

Y se observa que se realiza el proceso especificado en el diagrama de flujo en tres esbozos que se realiza con una...

encontraban incompletos, pues lo  
 tenga, formato de controles  
 ón y desarme, formato de arme  
 ponente que se vaya a utilizar  
 decide hacer una matriz  
 s procesos dentro del taller,  
 e obtuvieron los siguientes

o equipo se tiene dentro de la

muchos de los procedimientos realizados dentro del taller se encontraban  
 que se espera es que cada trabajo que se le realice a un motor contenga  
 críticos para el trabajo, formato de seguridad, formato de evaluación  
 y formato de prueba, esto es aplicado y debe contenerlo cada componente  
 en el ensamble de un motor o máquina. Es por esta razón que se decidió  
 (observar la Tabla 7) para ver qué tan completo se encontraban los formatos  
 esta matriz se le realizó a todas las flotas dentro de la empresa y se obtuvieron  
 resultados.

Principalmente observemos en la tabla 6 que tipos de flotas se tienen dentro de la  
 empresa.

**Tabla 6**

*Flotas de equipos mineros dentro de la empresa Cerrejón.*

adadas de Capacidad
s de Capacidad
C4100
600, EX5500
D10T, D11T
, 854H
, 16M2
, 777G
31G
350

de Reconstrucción.

DESCRIPCIÓN	
Camiones Mecánicos	190 & 240 Toneladas
Camiones Eléctricos	320 Toneladas
Palas Eléctricas	XPC
Palas Hidráulicas	984C, EX3
Tractores de Oruga	D8T, D9T,
Tractores de Llanta	854G
Motoniveladoras	16M,
Tanqueros	777F
Traíllas	63
Cargadores	L1

*Nota.* Equipos a los cuales se les reparan componentes en el área de...

A cada flota o equipo se le realizo una matriz para conocer qué tan completo se encuentra la cantidad de documentos de los procesos a realizar en sus componentes o motores.

**Tabla 7**

*Matriz de la documentación de la flota 789 de equipos mecánicos de 190 Ton.*

MODELO	COMPONENTE	VIGENTE	EVAL/DESARME		ARME		PRUEBA		CONTENIDO	AVANCE
			CODIGO	ACT.	CODIGO	ACT.	CODIGO	ACT.		
789	CIL. DIRECCI	NO	FO-MAR-HI123	SI					FORMATO DE CUMPLIMIENTO CONTR. CRIT	25%
789C	CILIND. LEVAN	SI	IT-MAR-HI016	NO	IT-MAR-HI016	NO	IT-MAR-HI016	NO	INSTRUCTIVO DE DESARME Y ARME	25%
789C	TRANSMISION	SI	FO-MAR-HI007	SI	FO-MAR-HI007	SI	FO-MAR-HI007	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	100%
789D	TRANSMISION	SI	FO-MAR-HI111	SI	FO-MAR-HI111	SI	FO-MAR-HI111	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	100%
789C	TRANSMISION	SI					FO-MAR-HI048	SI	EVALUACION Y PRUEBA	50%
789C/D	TRANSMISION	SI	IT-MAR-HI035	SI	IT-MAR-HI035	SI	IT-MAR-HI035	SI	INSTRUCTIVO RECONSTRUCCION	100%
789	SUSP. FRONT	SI	IT-MAR-HI232	NO	IT-MAR-HI232	NO	IT-MAR-HI232	NO	INSTRUCTIVO DE RECONSTRUCCION	25%
789	SUSP. FRONT	NO	FO-MAR-HI083	NO	FO-MAR-HI083	NO	FO-MAR-HI083	NO	FORMATO DE CUMPLIMIENTO CONTR. CRIT	0%
789C	SUS. TRASERA	SI	IT-MAR-HI212	SI	IT-MAR-HI212	SI	IT-MAR-HI212	SI	INSTRUCTIVO RECONSTRUCCION	100%
789D	MOTOR 3500	SI	IT-MAR-MO238	SI	IT-MAR-MO238	SI	IT-MAR-MO238	SI	INSTRUCTIVO ARRANQUE INICIAL	100%
789C/D	FREN. SERV	NO	FO-MAR-HI106	NO	FO-MAR-HI106	NO	FO-MAR-HI106	NO	FORMATO RECONSTRUCCION	0%
789	FREN. SERVICI	SI	IT-MAR-HI209	SI	IT-MAR-HI209	SI	IT-MAR-HI209	SI	INSTRUCTIVO RECONSTRUCCION	100%
789C/D	CONVERTIDOR	SI	FO-MAR-HI003	SI	FO-MAR-HI003	SI	FO-MAR-HI003	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	100%
789C	CONVERTIDOR	NO	IT-MAR-HI233	SI					INSTRUCTIVO DE RECONSTRUCCION	25%
789C	CONVERTIDOR	SI	IT-MAR-HI186	SI	IT-MAR-HI186	SI	IT-MAR-HI186	SI	INSTRUCTIVO RECONSTRUCCION	100%
789D/C	MFIN	NO	IT-MAR-HI208	SI	IT-MAR-HI208	SI			INSTRUCTIVO DE RECONSTRUCCION	50%
789C	MFIN	SI	FO-MAR-HI050	SI	FO-MAR-HI050	SI	FO-MAR-HI050	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	100%
789D/C	MFIN	SI	GU-MAR-HI010	SI					TRAZABILIDAD DE PARTES	50%
789C	BOMB. LUBRI	SI			FO-MAR-MO106	NO	FO-MAR-MO106	NO	FORMATO RECONSTRUCCION	25%
789C/D	DIFERENCIAL	NO	IT-MAR-HI019	SI	IT-MAR-HI019	SI	IT-MAR-HI019	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	75%
789C/D	DIFERENCIAL	SI	FO-MAR-HI001	SI	FO-MAR-HI001	SI	FO-MAR-HI001	SI	FORMATO RECONSTRUCCION	100%
	VAL. CRTL.								INSTRUCTIVO DE ARME Y DESARME DE LA VALVULA	
789C/D	HIDRA. TRANS	NO	IT-MAR-HI061	SI	IT-MAR-HI061	SI			PARA TRANSMISION	50%

*Nota.* Flota 789, observamos que el 32% de los documentos no están vigentes, la vigencia que maneja la empresa para sus procesos es de 2 años; y de igual manera observamos que muchos procedimientos no cuentan con todos los instructivos necesarios para la tarea.

Estas matrices solamente no fueron creadas para flotas, por ejemplo, en el taller de máquinas y herramientas que se procesan diversos componentes y de todas las flotas en específico como se muestra en la Tabla 8, se logró observar que además de los formatos de cada proceso, también tienen los formatos para cualquier proceso de manufactura que se vaya a realizar a una pieza y de la misma manera del uso de la maquina en donde se hará el trabajo.

Tabla 8

*Documentación de procesos realizados en el taller de Máquinas y Herramientas.*

MODELO	COMPONENTE	VIGENTE	EVAL/DESARME		ARME		PRUEBA		CONTENIDO	AVANCE
			CODIGO	ACT.	CODIGO	ACT.	CODIGO	ACT.		
789	TREN ENGRANA	SI	FO-MAR-MA062	SI			FO-MAR-MA062	SI	FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	75%
789	WHEEL MFIN	SI	FO-MAR-MA063	SI					INSTRUCTIVO DE MAQUINADO	50%
793	WHEEL FRON.	SI	IT-MAR-MA062	SI					FORMATO RECONSTRUCCION	50%
793	MFIN	SI	FO-MAR-MA061	SI					FORMATO DE MAQUINADO	50%
3516	MULTIPLES ESCA	SI	FO-MAR-MA060	SI	FO-MAR-MA060	SI			FORMATO DE EVALUACION Y REPARACION	75%
793D	TREN ENGRANA	SI	FO-MAR-MA058	SI			FO-MAR-MA058	SI	FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	75%
3516	CAJAS BALANCIN	SI	FO-MAR-MA057	SI					FORMATO REPARACION	50%
3516	SEGUIDOR LEVA	SI	FO-MAR-MA056	SI					FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	50%
3516	ARBOL LEVAS	SI	FO-MAR-MA055	SI					FORMATO RECTIFICACION	50%
GENERAL	TALADROS RADIAL	NO	IT-MAR-MA059	NO					INSTRUCTIVO DE MAQUINADO	0%
GENERAL	PRENSAS	SI	FO-MAR-MA054	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	SIERRAS MECA	SI	FO-MAR-MA053	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	RECTIFICADORAS	SI	FO-MAR-MA052	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	FRESADORA JARBE	SI	FO-MAR-MA051	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	CEPILLOS MECA	SI	FO-MAR-MA050	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	BRUÑIDORAS	SI	FO-MAR-MA049	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	UNIDADES HIDRA	SI	FO-MAR-MA048	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	TORNOS	SI	FO-MAR-MA047	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	TALADROS	SI	FO-MAR-MA046	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	MANDRINADORA	SI	FO-MAR-MA045	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	FRESA	NO	IT-MAR-MA058	NO					INSTRUCTIVO DE MAQUINADO	0%
GENERAL	CEPILLO	SI	IT-MAR-MA057	NO					INSTRUCTIVO DE MAQUINADO	25%
GENERAL	TRACTORES ORUG	NO	OD-MAR-MA080	NO					ESTANDAR DE COMPONENTE	0%
MTU 4K	CONTRAPESAS	SI	IT-MAR-MA056	NO	IT-MAR-MA056	NO			INSTRUCTIVO REMOCION E INSTALACION	25%
QSK 50	ARBOL LEVAS	SI	FO-MAR-MA044	NO					FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	25%
QSK 45 Y 60	ARBOL LEVAS	SI	FO-MAR-MA043	NO					FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	25%
QSK 60	BIELAS	SI	FO-MAR-MA042	NO			FO-MAR-MA042	NO	FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	25%
QSK 50	BIELAS	SI	FO-MAR-MA041	NO			FO-MAR-MA041	NO	FORMATO DE INSPECCION Y VERIFICACION	25%
QSK 50	CIGUEÑALES	NO	FO-MAR-MA040	NO					FORMATO PARA RECTIFICACION	0%
CAT 190-240	SUSP. TRASERA	NO	IT-MAR-MA055	NO					INSTRUCTIVO PARA MAQUINADO	0%
3516	BIELAS	NO	FO-MAR-MA038	NO			FO-MAR-MA038	NO	FORMATO PARA RECTIFICACION	0%
GENERAL	ESTIBADORAS ELE.	NO	FO-MAR-MA0154	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	0%
QSK 60	CIGUEÑALES	NO	FO-MAR-MA037	NO					FORMATO PARA RECTIFICACION	0%
QSK 60	BIELAS	NO	FO-MAR-MA036	NO					FORMATO PARA RECTIFICACION	0%
GENERAL	TORNOS	SI	FO-MAR-MA026	NO					INSPECCION PREOPERACIONAL	25%
GENERAL	TORNOS	NO	IT-MAR-MA016	NO					INSTRUCTIVO DE MAQUINADO	0%
QSK 50	BLOQUES	SI	FO-MAR-MA022	NO					FORMATO PARA RECTIFICACION	25%
QSK 45 Y 60	BLOQUES	NO	FO-MAR-MA019	NO					FORMATO PARA RECTIFICACION	0%
	PRENSA VERT 500	SI	IT-MAR-MA007	NO					FORMATO CONTROLES CRITICOS	25%
	PRENSA HORI 600	SI	IT-MAR-MA004	NO					FORMATO CONTROLES CRITICOS	25%

*Nota.* En el taller de máquinas y herramientas encontramos el 24% de los documentos no vigentes y muchos procesos por terminar. En este taller cabe aclarar que no se tiene casi formatos de arme y prueba, ya que el mayor número de veces solamente se reciben piezas para realizar un proceso de manufactura, el cual por ser una pieza no se necesita un arme de esta y la evaluación la realizan con instrumentos de medidas convencionales, basándose en los criterios del fabricante.


Estas son unas de las matrices creadas; se realizaron para todas las flotas que intervienen en el área de reconstrucción, pero por temas de no extender solo se muestran estas. En base a esto se ve la aplicación de la metodología LEAN, logrando eliminar los documentos que dificultan el manejo de los procesos realizados dentro de los talleres, de igual manera se nota una

gran oportunidad de mejora y es la de complementar los procesos con los documentos que hacen falta, logrando así una estandarización en la forma de manejar todos los procesos, cosa que permitiría llevar un control más adecuado y preciso de cómo se está realizando cada tarea.

**3.1.3.3.2 Creación de bandas MC en oportunidades identificadas.** En el área de arme y desarme de piezas del taller de motores se estaba presentando cierta problemática, ya que al realizar el lavado de componentes que tienen muchos orificios muchas veces dejan estos mal lavado, cosa que al llegar al taller en donde será tratado dicho componente tiene que ser regresado porque si este no está completamente limpio no se puede continuar con el trabajo que se le vaya a realizar. Es por esto que, para eliminar este índice de error humano, se optó por la creación de una banda de mejora continua para este proceso como se observa en la Figura 27, en donde ya se había decidido en comprar unas lavadoras por inmersión para realizar cierta tarea. Proyecto que posteriormente fue asignado a mi persona y que lo estoy desarrollando de la mano del ingeniero de procesos de calidad del área de reconstrucción.

**Figura 27**

*Banda MC de lavadoras Graymills.*

BANDA MC - MEJORA CONTINUA																																																																																																							
Fecha de levantamiento: MARZO 2022		Idea/Oportunidad. <b>MEJORAMIENTO DE OFICINAS DEL DINAMOMETRO DE RECONSTRUCCION</b>																																																																																																					
Identificado por: <b>JOSE C BARRIOS // JHON BLONDELL</b>																																																																																																							
Corte: \$ 180.000 USD																																																																																																							
Beneficiario: <b>MEJORAS EN EL PROCESO DE LAVADO DE PIEZAS PARA EL PROCESO DE ARMADO DE COMPONENTES</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="13">Desperdicio eliminado:</th> </tr> <tr> <th>Transporte</th> <th>Inventario</th> <th>Movimiento</th> <th>esperado</th> <th>Sobre producción</th> <th>Sobre procesamiento</th> <th>Defecto</th> <th colspan="6"></th> </tr> </thead> </table>											Desperdicio eliminado:													Transporte	Inventario	Movimiento	esperado	Sobre producción	Sobre procesamiento	Defecto																																																																							
Desperdicio eliminado:																																																																																																							
Transporte	Inventario	Movimiento	esperado	Sobre producción	Sobre procesamiento	Defecto																																																																																																	
Plan:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>tiempo</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> <th>ENE</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABR</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th colspan="4"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tareas</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADQUISICION DE LAS MAQUINAS</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADECUACION DEL AREA</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LLEGADA DE LAS LAVADORAS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INSTALACION DE LAS LAVADORAS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PUESTA EN MARCHA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											tiempo	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN					Tareas	X												ADQUISICION DE LAS MAQUINAS	X												ADECUACION DEL AREA			X	X									LLEGADA DE LAS LAVADORAS						X							INSTALACION DE LAS LAVADORAS						X							PUESTA EN MARCHA							X					
tiempo	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN																																																																																															
Tareas	X																																																																																																						
ADQUISICION DE LAS MAQUINAS	X																																																																																																						
ADECUACION DEL AREA			X	X																																																																																																			
LLEGADA DE LAS LAVADORAS						X																																																																																																	
INSTALACION DE LAS LAVADORAS						X																																																																																																	
PUESTA EN MARCHA							X																																																																																																
Requiere aprobación de gestión de cambios <input checked="" type="checkbox"/> SI		Confirmación/Ciclo de frecuencia (Semanal, Mensual, Diario...) Tipo: <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Estado del resultado: <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>															Fecha de terminación: jul-23 Responsable de implementación: ANDRES OTERO / ROBERTO IGUAHAN						<table border="1"> <tr><td>Δ</td><td>P</td></tr> <tr><td>V</td><td>T</td></tr> </table>	Δ	P	V	T																																																																												
Δ	P																																																																																																						
V	T																																																																																																						

*Nota.* Banda de MC abierta para mejorar el proceso de lavado de piezas para el posterior armado de los componentes.

Como avance de esto tenemos las lavadoras ya instaladas en sus puestos de trabajo como se observa en la Figura 28, para una posterior programación y capacitación de esta a los técnicos encargados de esta tarea.

**Figura 28**

*Lavadora de Inmersión Graymills.*



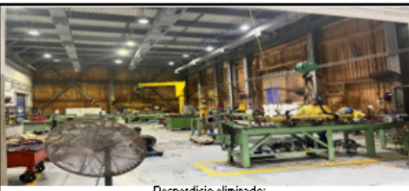
*Nota.* Lavadora en su lugar, esperando puesta en marcha.



Una segunda banda abierta a una problemática es la del reacondicionamiento del taller de cilindros se observa en la Figura 29, mejorando el espacio en que este se encontraba para brindar un espacio más apto para el trabajo a los técnicos. Es una banda relativamente nueva y su proceso apenas comienza.

**Figura 29**

*Banda de Mejora de taller de Cilindros*

BANDA MC - MEJORA CONTINUA																																																																																																																				
Fecha de levantamiento: <b>10/02/2022</b>			Idea / Oportunidad: <b>MEJORAR LAS CONDICIONES LOCATIVAS DEL TALLER DE CILINDROS . MEJORAMIENTO DE:</b>																																																																																																																	
Identificado por: <b>ANDRES OTERO</b>			<b>PISOS, PAREDES, OFICINAS, LAYOUT FLUJO DE PROCESO, SISTEMA ELECTRICO</b>																																																																																																																	
Corte: <b>INVERSION: USD 180.000</b>			Beneficio: <b>MEJORES CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO. MEJORA EN FLUJO DE PROCESO, MENOS MOVIMIENTOS EN EL PROCESO. DEFICION DE AREAS DE UBICACION DE REPUESTOS.</b>					Desperdicio eliminado:																																																																																																												
								Tronzo	Invento	Maximizar	corporanda	Sabre produccion	Sabre procesamiento	Defectar																																																																																																						
Plan:																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tarea</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ag</th> <th>Sep</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> <th>Ene</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESCARIFICACION DE PISO</td> <td>OK</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REDISTRIBUCION DEL PROCESO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INSTALACION DE PISO NUEVO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADECUACION DE PAREDES Y PINTURA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADECUACION DE SISTEMA ELECTRICO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TABLEROS HERRAMIENTAS, ES</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REINTREGO AL TALLER</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Tarea	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	ESCARIFICACION DE PISO	OK												REDISTRIBUCION DEL PROCESO													INSTALACION DE PISO NUEVO													ADECUACION DE PAREDES Y PINTURA													ADECUACION DE SISTEMA ELECTRICO													TABLEROS HERRAMIENTAS, ES													REINTREGO AL TALLER												
Tarea	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr																																																																																																								
ESCARIFICACION DE PISO	OK																																																																																																																			
REDISTRIBUCION DEL PROCESO																																																																																																																				
INSTALACION DE PISO NUEVO																																																																																																																				
ADECUACION DE PAREDES Y PINTURA																																																																																																																				
ADECUACION DE SISTEMA ELECTRICO																																																																																																																				
TABLEROS HERRAMIENTAS, ES																																																																																																																				
REINTREGO AL TALLER																																																																																																																				
Requiere aprobación de quien lo cambió:			Confirmación/Ciclo Frecuencia (Semanal, Mensual, Diaria...)					Fecha de terminación:																																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			Tiempo: Estado del resultado:					30 JUNIO 2022 Responsable de implementación: <b>ANDRES OTERO / ROBERTO IGUARAN</b>																																																																																																												

*Nota.* Mejora del espacio y mesas de trabajo.

Bandas que seguirán trabajando para el mejoramiento de estos procesos dentro del taller de trabajo.

De esta manera se da por cerrado la aplicación de la metodología LEAN en las oportunidades de mejora identificadas dentro del taller, lo esperado es que cada vez se creen muchos más de estas y que los procesos dentro del área sean dinámicos en el ámbito de un mejoramiento continuo, en busca siempre de la excelencia en todo el trabajo que se realice.

#### **Capítulo 4. Diagnostico final**

Dentro de los cambios aportados durante el desarrollo de la pasantía se destaca el cambio e inicio del trabajo en cuanto a la percepción que se tenía inicialmente sobre cómo manejar la metodología LEAN. Si bien esta se conocía dentro de la empresa y se tenían unas condiciones de uso, los cuales eran el manejo de la información por medio de tableros e indicadores expuestos semana a semana en las reuniones internas de cada taller, sin embargo, se quedaba corto, ya que a la hora de actualizar la información de estos muchas veces por el sistema tan cargado de trabajo con el que cuentan los encargados de estos no se podía actualizar de la mejor manera, cosa que disminuía los resultados de dicha metodología.

Con los cambios y tareas desarrolladas en mi periodo de pasantías, se pudo establecer un sistema más estándar, en donde se involucra no solamente a un responsable para realizar el manejo y actualización de toda la información mostrada en estos tableros, si no que quedó plasmada como una tarea de todos, facilitando un poco el manejo de dicha información y volviendo más efectiva la metodología utilizada, logrando así mantener siempre en el estado correcto los indicadores de producción y manejo de procesos de todos los involucrados dentro del sistema de trabajo de área de reconstrucción de la empresa Cerrejón.

De igual manera logramos implementar dicha metodología en ciertos procesos identificados como opciones de mejora, aumentando así la confiabilidad del desarrollo de los procesos trabajados dentro de los talleres.

## Capítulo 5. Conclusiones

- Se diseñó un sistema para incluir a todo el personal del área de reconstrucción en el manejo de los datos de dichos tableros. Arrojando como resultado la apropiación del sistema por parte de todos dentro del taller, y un mejor funcionamiento relacionado con el conocimiento del estado de la metodología adoptada.
- Los tableros se encontraban desactualizados debido a que el personal encargado de realizar dicha tarea contaba con una alta carga laboral, lo cual impedía llevar a cabo el manejo de la información de los tableros de manera óptima. Por lo cual se logró identificar que tres talleres contaban con tableros en buen estado, pero con información desactualizada (taller de rodaje, taller de motores y taller de cilindros); un taller con tableros en mal estado e información desactualizada (taller de máquinas y herramientas) y un taller sin tablero (taller de hidráulica).
- Se empleó un sistema de manejo integral en donde las responsabilidades de dicha información competan a todo el personal dentro del área, imputando tareas que consistían en los registros de producción, seguridad y planeación del taller, entre otras, llevadas a cabo por los técnicos y los coordinadores. Dicha auditoría realizada en la imputación de las respectivas tareas logró mejorar el rendimiento de la información y el estado de los tableros Lean.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Capacitar más a profundidad a todos los técnicos sobre la metodología LEAN, creando con esto que se familiaricen más con el sistema y comprendan de este cada día más.

Incentivar a los trabajadores con esa capacidad de identificar puntos de mejora, con reconocimientos o bonificaciones a aquellos que sean capaces de volver un procedimiento mucho más productivo de lo que es.

Realizar una auditoria semestral, en donde se vea el estado de los formatos de calidad, que formatos nuevos han aparecido y a cuál reemplazarían, sacando de circulación de manera

intentando estos obsoletos. De igual manera, revisar los indicadores de cada taller, en caso de que sus indicadores, que el mal estado de estos no sea un impedimento para una mala aplicación de la metodología propuesta.

mejor manera

Asignar a una persona con un nuevo cargo, el cual sea revisar y llevar de la mano

s óptimos en

todos los formatos de calidad. Con esto se asegura de que todos los procesos sean los

as que

cuanto a su funcionamiento y operación, dentro de las tareas de mantenimiento con la cuenta el taller.

omar

Revisar periódicamente el uso de toda la metodología dentro del taller, para tomar

ficar para

decisiones si el sistema planteado funciona de la manera correcta o si se puede modificar

mejorar el trabajo realizado en cada uno de los talleres del área.

## Referencias

- Arrieta, J. G. (2012). Las 5S, pilares de la fabrica visual. *Revista EAFIT*, 2.
- Carreras, M. R. (2021). *LEAN MANUFACTURING*. Madrid: DIAZ DE SANTOS .
- Cerrejón. (2006). Informe de Sostenibilidad. *Sostenibilidad: Comprometidos con el futuro*, 8-9.
- Gamboa, S. A. (2004). *DIFERENCIAS Y SIMILITUDES EN LA APLICACION DEL CONCEPTO DEL MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL SECTOR EMPRESARIAL JAPONES Y ESTADINENSE*. Bogota D. C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Garrido, S. G. (2010). *Organizacion y Gestion Integral Del Mantenimiento*. Madrid: DIAZ DE SANTOS.
- ISO. (01 de Enero de 2008). *ISO*. Obtenido de ISO:  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-4:v2:en>
- ISO. (01 de ENERO de 2018). *ISO*. Obtenido de ISO:  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>
- Lorenzo, E. (2020). *Sistemas y organizaciones*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.
- Soler, A. P. (2017). *LEAN MANUFACTURING:HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA*

## Apéndices

### Apéndice A. Divulgación de nuevos procesos a los técnicos, debido a migración hacia nuevas

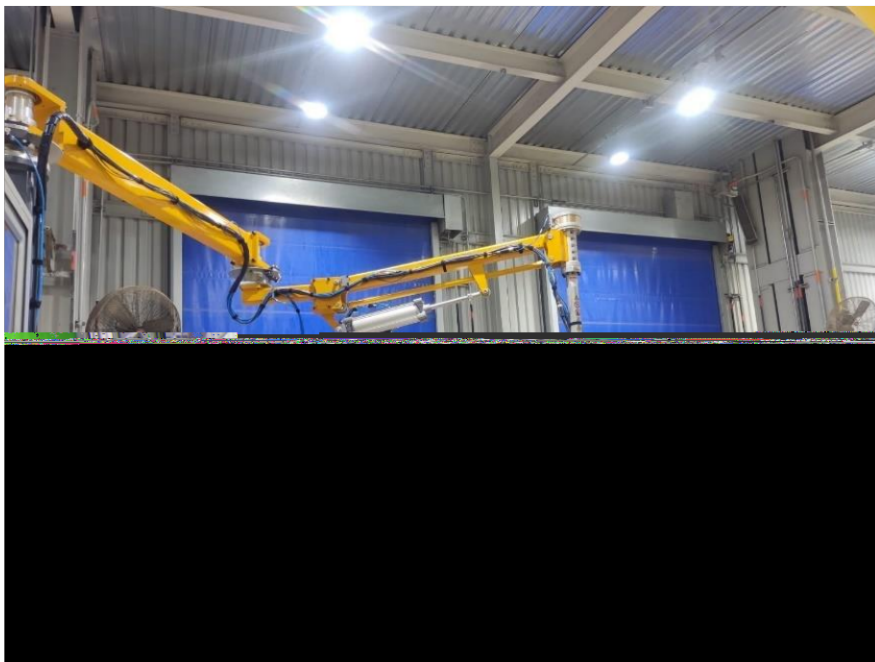
ataformas.



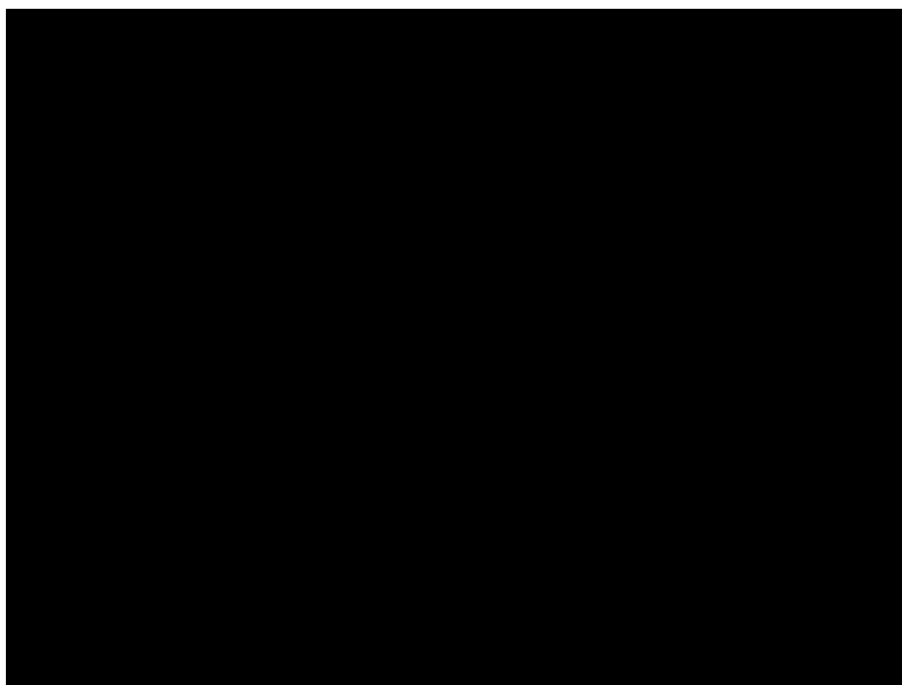
### Apéndice B. Visita en campo para auditoria de los procesos.



**Apéndice C.** *Uso de brazo robótico, mejora de proceso de torqueo de motores.*



**Apéndice D.** *Zona de lavado con lavadoras industriales instaladas.*



**Apéndice E.** *Técnico reparando mando Final.*



**Apéndice F.** *Proceso de rectificación de Cigüeñal.*





**Apéndice G.** *Dinamómetro de pruebas para Motores*



**Apéndice H.** *Foto de mi PAPÁ en su equipo minero, una pala eléctrica 2800XPC.*



**Apéndice I.** *Grupo de trabajo de la superintendencia de Reconstrucción.*



**Apéndice J.** *Bodega de materiales Cerrejón.*



**Apéndice K.** *Camión minero, CAT 789C de 190 Ton.*



**Apéndice L.** *Reconocimiento realizado.*



**Apéndice M. Diploma del reconocimiento recibido.**



**Apéndice N. Dinamómetro para prueba de motores**

