



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

“Modelo de gestión de inventarios y mejora continua para una bodega en un Taller de Mantenimiento Integral del sector minero”.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en
Gestión del Mantenimiento.

Autor: Ing. Oscar Dario Gordillo Rojas.

Director: Ing. Vásquez Aguilera Ana Cristina, Mgtr.

Cuenca - Ecuador

2025

DEDICATORIA

*Dios.
A toda mi familia y amigos.*

.

AGRADECIMIENTOS

*Agradezco infinitamente:
A Dios.*

A mi padre Oscar por brindarme su total apoyo para lograr mis metas académicas, a mi madre Soledad por ser quien ha estado a mi lado en este duro camino hacia el triunfo.

A mis hermanos Danny, Santiago, Boris, Carlitos y Anita que están presentes y son parte de todos mis proyectos.

A la Ing. Ana Cristina Vásquez quien ha sido parte fundamental para la culminación del presente trabajo.

A mis amigos que de una u otra forma han ayudado para poder cumplir con un objetivo más.

.

RESUMEN

El desarrollo de esta investigación tiene como finalidad elaborar la propuesta de un modelo de gestión de inventarios y mejora continua para una bodega en un taller de mantenimiento integral del sector minero. El documento aborda la problemática actual de la gestión de inventarios, donde la alta criticidad de equipos y la complejidad logística evidencian deficiencias en planificación, reabastecimiento y almacenamiento. Mediante análisis de criticidad basado en teoría de riesgos, se identificaron activos estratégicos cuya indisponibilidad genera altos costos operativos y riesgos de paradas no planificadas. La propuesta de implementación de metodologías de mejora continua 5S y Kanban demostró reducciones significativas en tiempos de respuesta, niveles de inventario y costos de almacenamiento, validando su pertinencia en el ámbito industrial donde comúnmente existe alta demanda y variabilidad. No obstante, persisten desafíos relacionados con la falta de integración digital entre departamentos y la deficiente coordinación con proveedores. El estudio concluye que la sistematización y la cultura Kaizen son pilares fundamentales para optimizar la rotación de recursos, garantizar la disponibilidad de repuestos críticos y fortalecer la sostenibilidad operativa, recomendando su escalabilidad a otras áreas mediante indicadores de desempeño y compromiso organizacional.

Palabras claves: Gestión de Inventarios, Metodología 5s, Kanban, matriz de criticidad, mejoramiento continuo.

ABSTRACT

The development of this research aims to design an inventory management and continuous improvement model for a warehouse within a maintenance workshop in the mining sector. The document addresses the current issues in inventory management, where the high criticality of equipment and logistical complexity reveal deficiencies in planning, replenishment, and storage processes. Through a criticality analysis based on risk theory, strategic assets were identified the unavailability results in high operating costs and risks of unplanned shutdowns. The proposed implementation of continuous improvement methodologies such as 5S and Kanban demonstrated significant reductions in response times, inventory levels, and storage costs, validating their relevance in an industrial environment characterized by high demand and variability. Nevertheless, challenges remain related to the lack of digital integration between departments and insufficient coordination with suppliers. The study concludes that systematization and Kaizen culture are fundamental pillars for optimizing resource turnover, ensuring the availability of critical spare parts, and strengthening operational sustainability, recommending their scalability to other areas through performance indicators and organizational commitment.

Keywords: Inventory Management, 5S Methodology, Kanban, criticality matrix, continuous improvement.

TRANSLATED BY: Revised

and Approved by:

Oscar D. Gordillo Rojas

Ana Vásquez Aguilera.

Índice de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MEJORA CONTINUA PARA UNA BODEGA EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SECTOR MINERO	8
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA.....	10
IV. RESULTADOS	11
V. CONCLUSIONES.....	18
VI. REFERENCIAS	19
ANEXOS	21

Índice de Figuras

FIGURA 1.	TARJETA ROJA	10
FIGURA 2.	TARJETA KANBAN	11
FIGURA 3.	CANTIDAD DE ACTIVIDADES SEMESTRALMENTE.....	11
FIGURA 4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD - MECANIZADO.....	11
FIGURA 5.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD - IZAJE.....	12
FIGURA 6.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD - SOLDADURA	12
FIGURA 7.	EQUIPOS CON MAYOR GRADO DE CRITICIDAD (A) TORNO VERTICAL, (B) ROLADORA 2500X200 Y (C) GRÚA 50TN	12
FIGURA 8.	EXCESO DE MATERIAL – INSERTOS Y FRESAS Y (B) EXCESO DE MATERIAL – TUBERÍA ALUMINIO 1 ½” Y 2	13
FIGURA 9.	DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE BODEGA.....	15
FIGURA 10.	ANTES DE MODELOS DE MEJORA CONTINUA. (A) TARJETA ROJA Y (B) NOVEDADES ENCONTRADAS	15
FIGURA 11.	DESPUÉS CON IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE MEJORA CONTINUA (A) TARJETA KANBAN Y (B) METODOLOGÍAS APLICADAS	16
FIGURA 12.	PROMEDIOS DE COMPROMISO Y MORAL	17
FIGURA 13.	PROMEDIOS DE SOSTENIBILIDAD Y SEGUIMIENTO	17
FIGURA 14.	INDICADOR DE REDUCCIÓN DE NIVEL DE INVENTARIO	18
FIGURA 15.	RENDIMIENTO.....	18

Índice de Tablas

TABLA 1.	DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS	9
TABLA 2.	DIAGNÓSTICO DE PROCESOS DE INVENTARIOS.....	12
TABLA 3.	IMPACTO EN COSTOS.....	13
TABLA 4.	CAUSAS DEL IMPACTO	13
TABLA 5.	CONSECUENCIAS	13
TABLA 6.	TIEMPO DE ENTREGA EN BODEGA DE TALLER	14
TABLA 7.	TIEMPO DE ENTREGA EN BODEGA GENERAL	14
TABLA 8.	MEJORA EN TIEMPO DE ENTREGA EN BODEGA DE TALLER USANDO 5S	15
TABLA 9.	RESULTADOS DE MEJORA EN TIEMPO USANDO 5S	15
TABLA 10.	MEJORA EN TIEMPO DE ENTREGA EN BODEGA DE TALLER USANDO KANBAN.....	16
TABLA 11.	RESULTADOS DE MEJORA EN TIEMPO USANDO KANBAN.....	16

MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y MEJORA CONTINUA PARA UNA BODEGA EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL SECTOR MINERO

Oscar D. Gordillo Rojas

Maestría en Gestión del Mantenimiento
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador
ogordillor@es.uazuay.edu.ec

Resumen: El desarrollo de esta investigación tiene como finalidad elaborar la propuesta de un modelo de gestión de inventarios y mejora continua para una bodega en un taller de mantenimiento integral del sector minero. El documento aborda la problemática actual de la gestión de inventarios, donde la alta criticidad de equipos y la complejidad logística evidencian deficiencias en planificación, reabastecimiento y almacenamiento. Mediante análisis de criticidad basado en teoría de riesgos, se identificaron activos estratégicos cuya indisponibilidad genera altos costos operativos y riesgos de paradas no planificadas. La propuesta de implementación de metodologías de mejora continua 5S y Kanban demostró reducciones significativas en tiempos de respuesta, niveles de inventario y costos de almacenamiento, validando su pertinencia en el ámbito industrial donde comúnmente existe alta demanda y variabilidad. No obstante, persisten desafíos relacionados con la falta de integración digital entre departamentos y la deficiente coordinación con proveedores. El estudio concluye que la sistematización y la cultura Kaizen son pilares fundamentales para optimizar la rotación de recursos, garantizar la disponibilidad de repuestos críticos y fortalecer la sostenibilidad operativa, recomendando su escalabilidad a otras áreas mediante indicadores de desempeño y compromiso organizacional.

Palabras claves: Gestión de Inventarios, Metodología 5s, Kanban, matriz de criticidad, mejoramiento continuo.

Abstract: The development of this research aims to design an inventory management and continuous improvement model for a warehouse within a maintenance workshop in the mining sector. The document addresses the current issues in inventory management, where the high criticality of equipment and logistical complexity reveal deficiencies in planning, replenishment, and storage processes. Through a criticality analysis based on risk theory, strategic assets were identified the unavailability results in high operating costs and risks of unplanned shutdowns. The proposed implementation of continuous improvement methodologies such as 5S and Kanban demonstrated significant reductions in response times, inventory levels, and storage costs, validating their relevance in an industrial environment characterized by high demand and variability. Nevertheless, challenges remain related to the lack of digital integration between departments and insufficient coordination with suppliers. The study concludes that systematization and Kaizen culture are fundamental pillars for optimizing resource turnover, ensuring the availability of critical spare parts, and strengthening operational sustainability, recommending their scalability to other areas through performance indicators and organizational commitment.

Keywords: Inventory Management, 5S Methodology, Kanban, criticality matrix, continuous improvement.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la gestión de inventarios en el sector minero se ha consolidado como un componente estratégico al que las organizaciones de este contexto operacional prestan una atención cada vez más rigurosa [1]. Este enfoque abarca el control sistemático de materiales, insumos operativos y repuestos destinados principalmente a garantizar la eficiencia del área de mantenimiento [2]. En entornos industriales y manufactureros, el área de mantenimiento constituye un pilar fundamental para la sostenibilidad operativa, dado que su gestión incide directamente en la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de los activos físicos [3]. A través de intervenciones programadas y preventivas, esta función mitiga el riesgo de fallas técnicas que podrían interrumpir parcial o totalmente la producción, preservando así la continuidad del negocio y la eficiencia operativa.

En este contexto, el área de almacenamiento o bodega tanto de repuestos como herramientas desempeña un rol complementario y estratégico, al asegurar la provisión oportuna repuestos e insumos requeridos para la ejecución de actividades de mantenimiento en el menor tiempo posible. Su adecuada coordinación permite responder tanto a escenarios de mantenimiento planificado como a contingencias derivadas de fallas inesperadas [4], [5]. El sector minero ecuatoriano está experimentando un crecimiento significativo, contribuyendo sustancialmente a la economía nacional a través de ingresos estatales, divisas y desarrollo de infraestructura [6]. Dentro de este contexto, las operaciones de mantenimiento son críticas para asegurar la disponibilidad de planta y continuidad en la extracción y procesamiento de minerales.

La gran mayoría de los procesos de mantenimiento preventivo y/o correctivo requiere máquinas, herramientas, maquinaria pesada y específica para cada una de las labores. Además, muchos de los repuestos tienen un valor económico considerable y no son de fácil adquisición, ya sea por sus características específicas o por los largos plazos requeridos para su entrega. En muchas oportunidades son repuestos de gran tamaño tanto en longitud y/o peso, ejemplo: el Boom, parte fundamental de la grúa de 50Tn cuya longitud es de 10 metros y pesa 515 Kilogramos [7]; un segundo ejemplo, es el mandril del torno vertical cuyo diámetro es de 1200 milímetros y pesa 1,78 toneladas [8]; y, un tercer ejemplo, uno de los tres rodillos de la roladora tiene una longitud de 2500 milímetros y un peso de 0,9 toneladas [9], dificulta el transporte y la logística para llegar al destino, al no encontrarse disponible en el mercado nacional es necesario importar y su transporte se realiza mediante embarcaciones lo que ratifica el largo plazo de espera de aproximadamente 6 meses para recibir el repuesto. También, la manipulación de este tipo de repuestos de considerable tamaño y peso requiere un esfuerzo en garantizar un ambiente de seguridad para el trabajador, exigiendo todos los insumos necesarios para lograr

esto. Por estas razones, la correcta gestión de inventario en la industria minera es de vital importancia.

Actualmente, el taller sufre de deficiencias críticas en sus prácticas de gestión de inventarios, lo que lleva a la falta de stock de repuestos esenciales para equipos de alta criticidad [10], [11]. Esto impacta directamente la disponibilidad operativa y la eficiencia del mantenimiento, resultando en un mayor tiempo de inactividad, retrasos en la producción y un rendimiento general comprometido. El problema se ve aún más exacerbado por la creciente tasa de fallas de equipos clave en áreas como mecanizado con un incremento del 15%, soldadura del 6%, e izaje de carga del 32%, en los últimos tres meses, atribuible al uso continuo, desgaste operativo y medio ambiental, este último afectando principalmente a los equipos de izaje debido a que la zona presenta índices de acidez en el agua producto del entorno minero [12]. La optimización de inventarios no solo permite una mayor disponibilidad de recursos críticos, sino que constituye una herramienta clave para la reducción de costos operativos [13].

El objetivo general de este trabajo de titulación es desarrollar un modelo de gestión de inventarios para la bodega del taller de mantenimiento integral del sector minero, orientado a mejorar la disponibilidad de equipos de alta criticidad mediante la aplicación de herramientas de mejora continua. Para alcanzar este objetivo, se plantea los siguientes objetivos específicos: en primer lugar, realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de inventarios en la bodega del taller integral de mantenimiento; en segundo lugar, determinar los equipos de alta criticidad en las áreas de mecanizado, soldadura e izaje de carga mediante la aplicación de una matriz de riesgos; y, finalmente, identificar herramientas de mejora continua que mejore los tiempos de acceso a materiales, la precisión del inventario y la utilización del espacio en la bodega. Este conjunto de objetivos ayudará a resolver las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta actualmente la gestión de inventarios en la bodega?, ¿Cómo se pueden adaptar herramientas de mejora continua al contexto específico del taller de mantenimiento para la gestión de inventarios?

Se plantea verificar los procesos actuales en el ámbito de la gestión de inventarios y se analizarán los registros internos de la bodega, como historiales de pedidos, descarte y reportes de inventario. Esta fase es crucial para identificar los desafíos y oportunidades en la gestión actual de inventarios y establecer una base para la mejora. Paralelamente, se llevará a cabo una investigación teórica sobre la gestión de inventarios. Este proceso contemplará un análisis de la literatura especializada y la evaluación de diversos enfoques teóricos y modelos aplicados a la gestión de inventarios, tales como: 5s y tarjetas Kanban. Se analizarán estas metodologías en el contexto de la industria minera para determinar su aplicabilidad y eficacia en este caso de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Actualmente, la industria minera contribuye sustancialmente en aportaciones al estado, divisas y desarrollo de infraestructura en Ecuador, donde se ha convertido en la piedra angular del crecimiento económico [6], [14]. El Valor Agregado Bruto (VAB) de la industria explotación de minas y canteras generó USD 2.274 millones en el primer trimestre de 2024, lo que significó un crecimiento del 4,3% respecto al mismo trimestre de 2023, cuando se ubicó en USD 2.180

millones [15]. La provincia de Zamora Chinchipe se destacó con la mayor inversión ejecutada, alcanzando los USD 60 millones, equivalente al 65,4% del total invertido.

En cuanto a la gestión de inventarios, es un componente fundamental en las operaciones industriales, particularmente en el sector minero [16], donde la disponibilidad de repuestos y materiales críticos asegura la continuidad operativa de los equipos. Un sistema de inventarios eficiente permite minimizar costos relacionados con el almacenamiento y garantizar que los recursos estén disponibles cuando se necesiten. En el contexto de los talleres de mantenimiento, esta gestión adquiere mayor relevancia debido al impacto directo que tiene con la confiabilidad y productividad de los equipos [17].

Por tal motivo, en un taller integral de mantenimiento, la diversidad de equipos y componentes necesarios, junto con la variabilidad en los patrones de demanda, aumenta la complejidad de la gestión de inventarios [18]. Esto se agrava en el sector minero debido a las condiciones de operación extrema y los altos costos asociados al fallo de equipos críticos, lo que subraya la necesidad de un modelo de gestión que garantice una alta confiabilidad de los equipos.

La identificación de equipos de alta criticidad es un paso clave para optimizar recursos y tiempos de mantenimiento. La criticidad se determina a partir de factores como el impacto en la producción, costo de paradas y tiempos de reparación. Para este propósito, las matrices de riesgo son herramientas ampliamente utilizadas que permiten clasificar equipos en función de su probabilidad de falla y la severidad de las consecuencias [19].

Este taller integral de mantenimiento cuenta con áreas de mecanizado, soldadura e izaje de carga dotadas de maquinaria clave como tornos verticales, roladoras y grúas de alta capacidad. Estos equipos no solo son críticos por su costo, sino también por su rol central en las actividades productivas y de soporte. La correcta identificación y gestión de estos activos críticos puede reducir significativamente los riesgos operativos, optimizar la asignación de recursos en la bodega y garantizar los estándares de seguridad.

La mejora continua, como filosofía de gestión, se centra en implementar cambios graduales y sostenidos que optimicen los procesos y los resultados. Herramientas como las 5S y tarjetas Kanban son ampliamente aplicadas en la gestión de inventarios para lograr mayores niveles de eficiencia y producción [20], [21]. En la siguiente Tabla 1, se amplía la descripción de dichas metodologías.

Tabla 1. Descripción de metodologías

Metodología	Descripción
5s	Este método japonés promueve el orden, la limpieza y la estandarización en los espacios de trabajo. En una bodega, la aplicación de las 5S contribuye a mejorar la accesibilidad y a reducir los tiempos de búsqueda de materiales, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa [22].

Kanban

En su esfuerzo por reducir el inventario, los japoneses emplean sistemas pull que “jalan” el inventario a través de los centros de trabajo. Con frecuencia usan una “tarjeta” para señalar la necesidad de otro contenedor de material, de ahí el nombre de Kanban [18], [22].

La disponibilidad de equipos de alta criticidad depende en gran medida de la eficacia de la gestión de inventarios [23]. Un sistema de inventarios bien diseñado no solo reduce el tiempo de inactividad asociado a la falta de repuestos, sino que también mejora la confiabilidad del mantenimiento y la planificación de las operaciones [24]. Esto es particularmente crucial en el sector minero, donde los tiempos de parada no planificada pueden representar pérdidas económicas significativas.

III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación se diseñó con el propósito desarrollar un modelo de gestión de inventarios para la bodega del taller de mantenimiento integral del sector minero, orientado a mejorar la disponibilidad de equipos de alta criticidad mediante la aplicación de herramientas de mejora continua; de esta manera, se llevó a cabo la caracterización del taller de mantenimiento, definiendo cuántas áreas lo constituyen y cuáles concentran la mayor demanda de actividades. Posteriormente, se determina el número de equipos en dichas áreas y se aplican parámetros de criticidad basados en la teoría de riesgo (Anexo 1), lo que permite identificar los equipos críticos mediante el uso de fórmulas mostradas a continuación.

La ecuación (1), corresponde al cálculo del valor de consecuencia, el cual se determina como el promedio de los factores evaluados, considerando sus respectivas ponderaciones asignadas en el modelo de análisis.

$$C = \frac{MTBR \cdot MTTR \cdot SHA \cdot Costo}{4} \quad (1)$$

Donde

C = Consecuencia

$MTBR$ = Tiempo medio hasta el fallo

$MTTR$ = Tiempo medio de reparación

SHA = Impacto Seguridad Higiene Ambiente

$Costo$ = Costo de producción de máquina por hora

La ecuación (2) permite determinar el nivel de criticidad de los equipos, calculado como el producto entre la frecuencia estimada de falla y el valor cuantificado de la consecuencia asociada, conforme al modelo de análisis de riesgo.

$$C_t = F_r \cdot C \quad (2)$$

Donde:

C_t = Criticidad total

F_r = Frecuencia de falla

C = Consecuencia

De forma complementaria, se realiza un análisis de la gestión de la bodega a través de entrevistas, observaciones directas en el sitio y revisión documental, con el fin de reconocer los principales problemas existentes. Este

diagnóstico incluye la identificación de estanterías que contienen insumos de equipos críticos y la verificación de si estas presentan las mismas deficiencias observadas en distribución general de estanterías.

En base en estos hallazgos y tomando como referencia la ISO 9001:2015 – Sistemas de gestión de calidad e ISO 45001:2018 – Seguridad y salud en el trabajo [25], [26], se procede a seleccionar metodologías de mejora continua definiendo como la herramienta más pertinente la aplicación de 5S. Adicional, como una herramienta de apoyo visual se selecciona las tarjetas Kanban basado en el sistema productivo Toyota [27].

Gestión Taller Integral - ECSA			
		Fecha _____	
ECSA Contorno S.A. QUIEN LEVANTA LA TARJETA			
RESPONSABLE DEL ÁREA		_____	
ÁREA / DEPARTAMENTO		_____	
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO		_____	
CATEGORÍA			
1 MAQUINA / EQUIPO	☐	6 CONSUMIBLES	☐
2 HERRAMIENTA	☐	7 MATERIA PRIMA	☐
3 INSTRUMENTO	☐	8 TRABAJO EN PROCESO	☐
4 PARTES ELECTRICAS	☐	9 PRODUCTO TERMINADO	☐
5 PARTES MECANICAS	☐	# OTROS	☐
OTROS: _____			
MOTIVO POR EL CUAL SE LEVANTA TARJETA			
INNECESARIO	☐	6 FUERA ESPECIFICACIONES	☐
DEFECTUOSO	☐	7 OTROS	☐
OTROS: _____			
ACCION REQUERIDA			
ELIMINAR	☐	RETORNAR	☐
AGRUPAR EN ESPACIO SEPARADO	☐	OTRA	☐
OTRA: _____			
FECHA LIMITE PARA FINALIZAR LA ACCIÓN: / /			

Figura 1. Tarjeta roja

En este sentido, se implementan las tres primeras “S” en las estanterías con insumos críticos: clasificación mediante tarjetas rojas, Figura 1, La segunda “S” ordenamiento por frecuencia se realiza usando promedios móviles. Se calcula dividiendo la suma de la demanda de los últimos n periodos entre el número de periodos considerados. Esta técnica suaviza fluctuaciones y permite identificar tendencias. Ver ecuación (3).

$$Prom. móvil = \frac{\sum \text{demanda } n \text{ periodos anteriores}}{n} \quad (3)$$

Luego, se aplicó la tercera “S” limpieza constante, para garantizar seguridad, orden y eficiencia operativa. Para asegurar la sostenibilidad de estas prácticas se imparte una charla de concienciación al personal, justificando además la no aplicabilidad de la cuarta y quinta “S” por limitaciones de tiempo.

Los resultados de la segunda “S” se aprovechan para reducir los niveles de stock y, en paralelo, se implementan tarjetas Kanban, Figura 2, para un control dinámico del

Código de Equipo	Denominación	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
IZ-TM-CG1	Camión Grúa 10Tn	4	Media Criticidad
IZ-TM-CG2	Camión Grúa 13Tn	1	Baja Criticidad
IZ-TM-CG3	Camión Grúa 20Tn	2	Baja Criticidad
IZ-TM-GM1	Grúa Móvil 50Tn	20	Muy Alta Criticidad
IZ-TM-GM2	Grúa Móvil 130Tn	12	Alta Criticidad
IZ-TM-MQ1	Telehandler	2	Baja Criticidad
IZ-TM-MQ2	Man Lif	9	Media Criticidad
IZ-TM-MQ3	Trailer - Cama baja	2	Baja Criticidad
IZ-TM-VC1	Camioneta Eco-51	2	Baja Criticidad
IZ-TM-VC2	Camioneta Eco-41	1	Baja Criticidad

Figura 5. Análisis de criticidad - Izaje

Código de Equipo	Denominación	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
TM-TS-ALR05	Alimentador de alambre GMAW/FCAW	1	Baja Criticidad
TM-TS-ALR04	Alimentador de alambre GMAW/FCAW	1	Baja Criticidad
TM-TS-ALR02	Alimentador de alambre GMAW/FCAW	4	Baja Criticidad
TRFI-TM-SV001	Banco sierra cinta horizontal	1	Baja Criticidad
TM-TS-E20	Carro de soldadura y corte modular	1	Baja Criticidad
TRFI-TM-CI001	Cizalladora	4	Baja Criticidad
TRFI-TM-C001	Compresor	3	Baja Criticidad
TRFI-TM-C003	Compresor	2	Baja Criticidad
TRFI-TM-C002	Compresor	3	Baja Criticidad
TM-TS-N5	Compresor	3	Baja Criticidad
TRFI-TM-C004	Compresor	3	Baja Criticidad
TRFI-TS-CP001	Cortadora plasma	3	Baja Criticidad
TRFI-TM-EB003	Esmeril de banco	1	Baja Criticidad
TM-BG-Y56	Esmeril de banco 10"	4	Baja Criticidad
TRFI-TS-HE001	Horno secado electrodo	2	Baja Criticidad
TRFI-TS-HE002	Horno secado electrodo	12	Alta Criticidad
TM-TS-F28	Imán permanente	6	Media Criticidad
TM-TS-F27	Imán permanente	9	Media Criticidad
TRFI-TM-IF001	Inductor alta frecuencia	9	Media Criticidad
TM-TS-MTSLD03	Motosoldadora	9	Media Criticidad
TM-TS-MTSLD02	Motosoldadora	12	Alta Criticidad
TM-TS-MTSLD01	Motosoldadora	12	Alta Criticidad
TM-TS-MTSLD05	Motosoldadora	12	Alta Criticidad
TM-TS-MTSLD04	Motosoldadora	12	Alta Criticidad
TRFI-TS-PG01	Puente grúa	12	Alta Criticidad
TM-S-1R009	Roladora	20	Muy Alta Criticidad
TM-S-1R008	Roladora de perfil hidráulica	8	Media Criticidad
TM-S-1R007	Roladora de planchas	8	Media Criticidad
TRFI-TS-RE002	Roscadora eléctrica de tubos	2	Baja Criticidad
TM-TS-AS01	Soldadora arco sumergido	20	Muy Alta Criticidad
07836	Soldadora inverter	10	Alta Criticidad
TM-TS-LINC14	Soldadora inverter	10	Alta Criticidad
TM-TS-LINC15	Soldadora inverter	10	Alta Criticidad
TM-TS-LINC007	Soldadora inverter multiprocesos	5	Alta Criticidad
TM-TS-LINC21	Soldadora inverter multiprocesos	1	Baja Criticidad
TRFI-TS-LINC12	Soldadora inverter multiprocesos	1	Baja Criticidad
TM-TS-LINC005	Soldadora inverter multiprocesos	1	Baja Criticidad
M3240212354	Soldadora Mig	1	Baja Criticidad
TRFI-TS-SGMAW001	Soldadora MIG/MAG CO2	5	Alta Criticidad
TM-TS-IDE01	Soldadora multiproceso	10	Alta Criticidad
TRFI-TS-LINC002	Soldadora multiprocesos	4	Media Criticidad
TRFI-TS-SMAW001	Soldadora SMAW	10	Alta Criticidad
TRFI-TS-SMAW005	Soldadora SMAW	10	Alta Criticidad
TRFI-TS-SMAW007	Soldadora SMAW	2	Baja Criticidad
TRFI-TS-SMAW006	Soldadora SMAW	4	Media Criticidad
TRFI-TS-LINC001	Soldadora SMAW-GTAW	4	Media Criticidad
TRFI-TS-LINC004	Soldadora SMAW-GTAW	5	Alta Criticidad
TRFI-TS-SMAW004	Soldadura SMAW	4	Media Criticidad
TRFI-TM-TP001	Taladro de pedestal y/o banco	1	Baja Criticidad
TM-TS-TRZ01	Tronzadora 14"	4	Media Criticidad
TM-TS-TRZ03	Tronzadora 14"	1	Baja Criticidad

Figura 6. Análisis de criticidad - Soldadura

En contraste, el compresor, esmeril de banco, camión canasta articulado telescópico, equipos de las mismas áreas fueron clasificados con un menor grado de criticidad dentro del contexto operacional del taller integral de mantenimiento. En la siguiente imagen se presenta una gráfica de los equipos con mayor grado de criticidad.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Equipos con mayor grado de criticidad (a) Torno

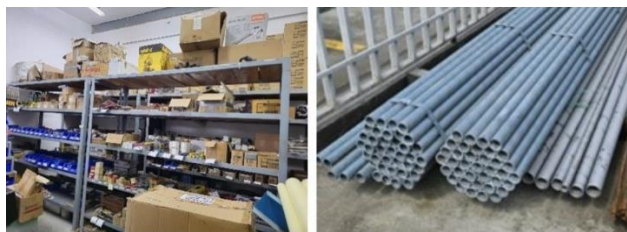
Vertical, (b) Roladora 2500x200 y (c) Grúa 50Tn

Una vez se ha establecido los equipos críticos, se da paso al análisis del sistema actual de inventarios, los datos recopilados a través de entrevistas, Anexo 2, observaciones y revisión de documentos, Anexos 3, fueron útiles para identificar varias áreas críticas que requieren atención. A continuación, en la tabla 2, se presenta una evaluación de los principales procesos incluyendo almacenamiento, supervisión, planificación y reabastecimiento.

Tabla 2. Diagnóstico de procesos de inventarios

Aspecto	Descripción del Diagnóstico
Almacenamiento	Se observaron ineficiencias en la distribución del espacio de almacenamiento, dificultando la localización de productos y aumentando los tiempos de preparación de pedidos generando reducción en la eficiencia operativa. Además, la falta de un sistema de rotación de inventarios ha generado deterioro y obsolescencia de productos, incrementando costos y afectando la eficiencia de la gestión.
Supervisión	La supervisión actual se basa en conteos físicos semestrales y un sistema básico de gestión de inventarios. La baja frecuencia de conteos y la falta de capacitación especializada han derivado en inconsistencias entre los registros y el inventario real, afectando la precisión de la información y la calidad de las decisiones.
Planificación	La planificación de inventarios se realiza de manera mensual, basándose en previsiones de demanda. Sin embargo, se identificaron problemas de precisión debido al uso de métodos manuales y la falta de herramientas avanzadas, generando niveles inconsistentes de inventario.
Reabastecimiento	El esquema actual de reabastecimiento es periódico, basado en un punto de reorden. Aunque funcional, presenta rigidez frente a variaciones en la demanda, provocando excesos o desabastecimientos. La falta de integración con proveedores y los retrasos en importaciones afectan la reposición y disponibilidad de productos estratégicos.

Asimismo, el exceso de inventario almacenado es otro problema crítico que tiene varios impactos negativos en los costos y la eficiencia operativa. Se han encontrado herramientas y materiales que no se han usado desde el año 2019 que inicio las tareas del área de mantenimiento, ver Figura 8.



(a)

(b)

Figura 8. Exceso de material – Insertos y fresas y (b) Exceso de material – tubería aluminio 1 1/2" y 2

El almacenamiento de un volumen excesivo de inventario incurre en costos significativos, que se pueden dividir en varias categorías, en la tabla 3, se describe cada uno de estos tipos de costos con su valor aproximado mensual.

Tabla 3. Impacto en costos

Tipo de Costo	Descripción	Valor Aproximado Mensual (USD)
Costo de Almacenamiento	Gastos asociados con el espacio físico necesario para almacenar inventarios y servicios públicos	\$5,500
Costo de Mantenimiento	Costos relacionados con la preservación de los productos almacenados, como seguros, seguridad y manejo de inventarios.	\$2,750
Costo de Oportunidad	Capital inmovilizado en inventarios que podría utilizarse para otras inversiones rentables.	\$3,100
Costo de Obsolescencia	Pérdidas asociadas con productos que se vuelven obsoletos antes de ser utilizados o vendidos.	\$1,500
TOTAL		\$12,850

Así pues, el exceso de inventario también afecta la eficiencia operativa de varias maneras:

- **Saturación del Espacio de Almacenamiento:** La alta densidad de productos en el área de almacenamiento compromete la organización y dificulta el acceso eficiente a los artículos, lo que incrementa los tiempos de procesamiento y preparación de pedidos. Esta situación no solo afecta la velocidad operativa, sino que también puede generar ineficiencias en la distribución interna de los recursos.
- **Ineficiencia en el Manejo de Inventarios:** La manipulación de volúmenes elevados de inventario exige un mayor esfuerzo operativo y una inversión significativa de tiempo por parte del personal, lo que impacta negativamente en la productividad global. La ausencia de estrategias optimizadas de gestión puede aumentar el riesgo de cuellos de botella en los procesos logísticos.
- **Dificultades de rotación:** La presencia de productos obsoletos complica la rotación de inventarios y puede llevar a una acumulación de stock que es difícil de gestionar y mover.

- **Desafíos en la Administración y Control del Inventario:** Un exceso de inventario incrementa la probabilidad de errores en los registros y dificulta la supervisión efectiva de los niveles de stock. La falta de mecanismos precisos de monitoreo y control puede traducirse en discrepancias en los datos de inventario, afectando la planificación y toma de decisiones estratégicas.

Hay que tener en cuenta, que la ausencia de componentes críticos dentro del proceso productivo representa una limitación significativa que afecta la continuidad y eficiencia operativa. Esta deficiencia en la gestión de suministros genera interrupciones en la producción, retrasos en la ejecución de procesos y una disminución en la capacidad de respuesta ante la demanda, lo que puede traducirse en costos adicionales. A continuación, en la tabla 4, se pueden observar las causas principales de la falta de disponibilidad de componentes clave.

Tabla 4. Causas del impacto

Causas	Descripción
Falta de Coordinación con Proveedores	Las ineficiencias en la interacción y planificación conjunta con los proveedores generan retrasos en las entregas, afectando la disponibilidad de insumos críticos y comprometiendo la continuidad operativa. La falta de sincronización en los tiempos de respuesta y en la gestión de pedidos puede derivar en interrupciones en la cadena de suministro.
Previsiones Inexactas de la demanda	Proyecciones inexactas de la demanda que llevan a un inventario insuficiente de componentes críticos para equipos críticos.
Problemas Logísticos	Las fallas en los procesos de distribución y gestión del almacenamiento obstaculizan la entrega puntual de componentes esenciales. Factores como demoras en el transporte, inadecuada planificación de rutas o restricciones en la capacidad de almacenamiento pueden generar interrupciones operativas, impactando la eficiencia global del sistema de abastecimiento.

Evaluando la tabla 4, se evidencia que estas deficiencias generan retrasos en las entregas, inventarios insuficientes y interrupciones operativas, comprometiendo la continuidad de las operaciones y reduciendo la eficiencia del sistema de abastecimiento. Abordar estos factores de manera integrada es esencial para mejorar la gestión de inventarios y garantizar la operatividad en sectores críticos como la minería.

Las consecuencias de no tener componentes clave disponibles son significativas en nuestra área como mantenimiento, se lo puede observar en la tabla 5:

Tabla 5. Consecuencias

Consecuencia	Descripción
Costos Directos	En minería, los costos de inactividad pueden ascender a miles o incluso millones de dólares por día dependiendo del equipo afectado.
Costos Indirectos	Penalizaciones por incumplimiento de meta anual de producción lo que genera, pérdida de bonos de producción y afectación de indicadores de desempeño financiero

Incremento de costos de emergencia	Si no se cuenta con repuestos en stock, es posible tener que realizar compras de urgencia a precios mucho más altos, incluyendo costos de logística acelerada (fletes aéreos, transportes especiales).
Desgaste acelerado	Al no tener el repuesto en stock se prolonga la paralización de la máquina o maquinaria y los componentes se pueden forzar lo que ocasiona una sobreutilización de los equipos, aumentando su tasa de desgaste.
Pérdida de confianza en el área de mantenimiento	Afecta la percepción de confiabilidad del taller de mantenimiento y puede generar presiones organizacionales para reestructurar áreas o procesos.
Afectación de la gestión de activos	Sin repuestos disponibles, se dificulta mantener la integridad y el ciclo de vida planeado de los activos estratégicos
Riesgos de seguridad	Operar con equipos defectuosos o improvisar soluciones temporales por falta de repuestos puede aumentar la probabilidad de accidentes laborales.

Haciendo un análisis, el no contar con un repuesto en un entorno minero puede escalar rápidamente de un problema técnico a una crisis operacional, financiera y de seguridad. La gestión de inventarios críticos en minería debe ser proactiva, basada en análisis de criticidad de activos, pronósticos de demanda y políticas de inventario específicas para minimizar estos riesgos y las consecuencias casi sean nulas.

Partiendo de este contexto se analiza como mitigar dos de los principales problemas: almacenamiento y supervisión lo que conlleva a excesos de tiempo empleado en la entrega de los artículos solicitados en bodega. Brevemente se describe en la siguiente, tabla 6, los tiempos que tarda en obtener un repuesto y/o herramienta existente en la bodega del taller.

Tabla 6. Tiempo de entrega en bodega de taller

Actividad	Descripción	Tiempo empleado (minutos)
Espera en ventanilla de bodega	Tiempo de reacción del bodeguero	1,5
Recolección del pedido	Verificación de disponibilidad visual	2
	Verificación de disponibilidad en el sistema	1
Entrega de pedido	Entrega de pedido al solicitante	2
TOTAL		6,5

En cambio, en la tabla 7, se detalla los tiempos que tardar obtener un repuesto y/o herramienta inexistente en la bodega del taller.

Tabla 7. Tiempo de entrega en bodega general

Actividad	Descripción	Tiempo empleado (minutos)
-----------	-------------	---------------------------

Espera en ventanilla de bodega	Tiempo de reacción del bodeguero	1,5
Realización del pedido	Verificación de disponibilidad visual	2
	Verificación de disponibilidad en el sistema	1
Movilización hacia bodega general	Tiempo empleado en movilizarse desde bodega taller hacia bodega general y viceversa	8
Consulta de disponibilidad de herramienta o repuesto	Verificación de disponibilidad en el sistema	2
	Verificación de disponibilidad visual	4
Movilización hacia oficinas gerenciales	Tiempo empleado en movilizarse desde bodega general hacia oficinas y viceversa	6
Solicitud de Pedido	Tiempo empleado en llenar el formulario de pedido y adjuntar la firma de: solicitante, gerente departamental (Beneficio), gerente de Comercio y Logística, y encargado de entrega. Anexo 3	12
Entrega de pedido	Tiempo empleado en entrega de pedido al solicitante	2
Verificación de guardia custodio	Tiempo que toma el guardia custodio en verificar lo solicitado con lo entregado	2
Movilización hacia bodega general	Tiempo empleado en movilizarse desde bodega taller hacia bodega general	4
Ingreso de herramienta o repuesto	Tiempo que emplea el bodeguero en registrar el nuevo ingreso	3
Entrega de pedido	Tiempo empleado en entregar de pedido al colaborador solicitante	1
TOTAL		48,5

Cabe mencionar que los tiempos descritos en la tabla 4, están sujetos a cambios por varios motivos, cierres inesperados de vías en el traslado hacia la bodega general, los gerentes departamentales se encuentren ausentes, cantidad de artículos solicitados, dimensiones, si el pedido es superior a la carga que se puede llevar en vehículos livianos se debe emplear vehículos de mayor tonelaje, disponibilidad de montacargas, y varios imprevistos que pueden alterar estos tiempos. Sin embargo, si la herramienta o repuesto no se encuentra en estas dos bodegas, se envía el requerimiento y se inicia el proceso de adquisición, donde el personal del área de compras evalúa la disponibilidad en el mercado nacional y la posibilidad de importación, este tiempo de adquisición es ajeno al área de mantenimiento debido a políticas internas y gerentes extranjeros. Una estimación del tiempo de la adquisición en el mercado nacional es de aproximadamente de 15 días a un mes, y si la importación es en el mercado internacional de 4 a 6 meses de espera, si son procedentes de China. Partiendo de este análisis se plantea buscar una solución que ayude a disminuir los tiempos de entrega de los repuestos o herramientas solicitadas. En Anexo 4, se describe de forma breve el flujograma para la solicitud de una herramienta y/o repuesto.

En resumen, el tiempo de respuesta del personal encargado de la bodega, el exceso de inventario, la falta de organización y los costos asociados a estas deficiencias han hecho que se opte por el uso de metodologías de

mejoramiento continuo, entre ellas Metodología 5s y tarjetas Kanban.

En bodega se cuenta con 10 estanterías para herramientas y 8 estanterías para repuestos, su distribución se muestra en Figura 9, para este modelo se evidencio que estaban insumos de los equipos críticos distribuidos en varias estanterías por lo que se pertinente asignar dos estanterías, una para los repuestos con más alto índice de rotación y una segunda estantería para las herramientas más usadas tanto en mantenimientos preventivos como correctivos de estos equipos críticos.



Figura 9. Distribución del área de bodega

Tanto en las estanterías de repuestos como de herramientas se encontraron artículos que no deberían estar ahí, basados en la metodología 5s y haciendo uso de la primera “s”, Seiri: clasificar y eliminar lo innecesario, se colocaron 13 tarjetas rojas con una fecha de finalización de acción de 5 días y 5 tarjetas rojas con fecha límite de 2 días, ver Figura 9(a) y Figura 9(b). Aplicando la segunda “s”, Seiton que consiste en organizar lo necesario, se identificó y se ordenó teniendo en cuenta: frecuencia de uso y/o frecuencia de rotación de inventario, análisis de peso de los repuestos y dimensiones. La aplicación de la tercera “s”, Seiso: Mantener todo limpio, se impartió una charla al personal de bodega donde se indicó como mantener el lugar de trabajo libre de todo tipo de suciedad, mientras que todos los elementos deben estar en buenas condiciones de uso, si en caso una herramienta esta

defectuosa informar inmediatamente al coordinador para tomar en consideración la reparación inmediata.



Figura 10. Antes de modelos de mejora continua. (a) Tarjeta Roja y (b) Novedades encontradas

Se elaboró un *check list* tanto para el área de bodega como para los equipos críticos, ver Anexo 5, con el fin verificar la integridad y conservación de los componentes, máquinas y repuestos. De esta forma se realiza una propuesta para el cumplimiento a la cuarta “s” Seiketsu Estandarizar las buenas prácticas y damos paso a la quinta “s” Shitsuke: Fomentar el hábito y la disciplina. Ver Anexo 6.

En la Tabla 9, se presentan los datos recolectados durante la fase de pruebas. Para garantizar la fiabilidad y consistencia de los resultados, se llevaron a cabo cinco iteraciones consecutivas de cada prueba, con el objetivo de calcular valores promedios y validar la estabilidad de las mediciones obtenidas. Este procedimiento permitió reducir el margen de error y detectar posibles variaciones atípicas.

Tabla 8. Mejora en tiempo de entrega en bodega de taller usando 5s

Actividad	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (minutos) usando 5s				
		Iter. 1	Iter. 2	Iter. 3	Iter. 4	Iter. 5
Espera en ventanilla de bodega	1,5	1,5	1,3	1,7	1,4	1,6
Recolección del pedido	2	1,62	1,66	1,67	1,61	1,64
	1	0,7	0,8	1	1,1	0,9
Entrega de pedido	2	1,54	1,5	1,52	1,54	1,52
TOTAL	6,5	5,36	5,26	5,89	5,65	5,66

Tabla 9. Resultados de mejora en tiempo usando 5s

Actividad	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo promedio empleado	Razón de cambio
-----------	---------------------------	--------------------------	-----------------

	(minutos) usando 5s		
Espera en ventanilla de bodega	1,5	1,5	0%
Recolección del pedido	2	1,64	18%
	1	0,9	1%
Entrega de pedido	2	1,54	23%
TOTAL	6,5	5,58	14,15%

La implementación en al menos, dos estanterías de los equipos críticos dieron resultados bastante favorables, reduciendo un 19% en el tiempo de recolección del pedido por el personal de bodega y una reducción de 23% en tiempo de entrega de los repuestos, reduciendo en un total del 14,15% el tiempo de espera para la entrega de repuesto y/o herramienta existente en la bodega del taller, ver Tabla 10. Al no tener control de la bodega general no se puede mejorar los tiempos en la entrega de lo solicitado. Usando un análisis basado en el ingreso y descarte de artículos, ver Anexo 7, logrando, reducir drástica de los niveles de inventario en un 47%, reducir costos de almacenamiento en un 44%, se logró tener menos espacio innecesario y aprovecharlo colocando herramientas y repuestos de la misma máquina en una sola estantería y obtener tiempos de entrega más cortos con una reducción de al menos 22%, dato válido para el indicador de Reducción de los tiempos de entrega (Lead Time).

La Tabla 10, se presentan los datos recolectados durante la fase de pruebas. Se llevaron a cabo cinco iteraciones consecutivas de cada prueba, con el objetivo de calcular valores promedios y validar la estabilidad de las mediciones obtenidas.

Tabla 10. Mejora en tiempo de entrega en bodega de taller usando Kanban

Actividad	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (minutos) usando Kanban				
		Iter. 1	Iter. 2	Iter. 3	Iter. 4	Iter. 5
Espera en ventanilla de bodega	1,5	1,5	1,4	1,7	1,3	1,6
Recolección del pedido	1,64	1,1	1,2	1,4	1,4	0,9
	0,9	0,7	1,1	0,9	1	0,8
Entrega de pedido	1,54	1,23	1,41	1,36	1,32	1,28
TOTAL	5,58	4,53	5,11	5,36	5,02	4,58

Siguiendo este mismo proceso de mejora continua se ha optado por uso de modelos Kanban mediante la implementación de tarjetas, esto ha ayudado significativamente a recoger información que identificaba cada lote de material, código, ubicación exacta, tamaño de lote. Las tarjetas se colocaron en cada uno de los estantes donde se encuentra el producto. A pesar, de que metodología 5s reducía un 19% en el tiempo de reacción del personal de bodega, con este modelo se evidenció un incremento del 26,83% de este valor, además, una reducción de 14,28% en

tiempo de entrega de los repuestos, reduciendo en un total del 11,82%, ver Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de mejora en tiempo usando Kanban

Actividad	Tiempo empleado (minutos) usando 5s	Tiempo empleado (minutos) usando Kanban	Razón de cambio
Espera en ventanilla de bodega	1,5	1,5	0%
Recolección del pedido	1,64	1,2	26,83%
	0,9	0,9	1%
Entrega de pedido	1,54	1,32	14,28%
TOTAL	5,58	4,92	11,82%

El total de tiempo de espera para la entrega de repuesto y/o herramienta existente en la bodega del taller inicialmente fue de 6,5 minutos y luego de la aplicación de Kaizen es de 4,92 minutos lo da como resultado una reducción de 24,3%.

La implementación de las tarjetas Kanban, ver Figura 10(a), la reorganización de la estantería usando 5s y la reducción se los puede observar en la Figura 10(b).

1材料收发卡
Tarjeta de Recepción y Despacho de Material

编号 Numeración	库号 Nro. de Bodega	架号 Nro. de Pestaña	层号 Nro. de piso o Pestaña	柜号 Nro. de estante
定位 Posición	01	10	04	02
材料编号 Nro. de Material	50980171			
材料名称 Nombre del Producto	Filtro de aceite P553771			
规格 Especificación	Grúa 20tn / 50tn			
材料 Material	单位 Unidad	数量 Cantidad	单价 Valor Unitario	总价 Valor Total
数量 Cantidad	50	50		
月 Mes	05	日 Día	01	
描述 Descripción	收入数量 Cantidad de ingreso	发出数量 Cantidad de despacho	库存数量 Cantidad existente	
	50	50		



(a)

(b)

Figura 11. Después con implementación de modelos de mejora continua (a) Tarjeta Kanban y (b) Metodologías aplicadas

Una vez finalizada esta fase de implementación y previamente se obtuvieron resultados del indicador “Reducción del tiempo de búsqueda de herramientas/materiales” se procede a realizar una encuesta semiestructurada donde se mide la “Moral y el compromiso de los empleados”, esta encuesta se desglosa en 14 preguntas distribuidas en tres secciones: Escala de compromiso y moral, Sostenibilidad y seguimiento, y finalmente Satisfacción. Ver Anexo 8.

Esta encuesta se realiza con una frecuencia de 3 meses y tiene la finalidad de medir la satisfacción o la participación en iniciativas de mejora continua, es de carácter cualitativa. Se la realizó a 15 personas, tanto del personal operativo y los dos bodegueros. A continuación, se muestra las preguntas y los resultados de la primera parte de la encuesta se observan en Figura 12. Teniendo en cuenta que 1 = Totalmente en desacuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo.

1. Me siento valorado/a en mi puesto de trabajo.
2. Existen oportunidades claras para mejorar mi trabajo gracias a 5S.
3. El ambiente de trabajo se ha vuelto más estructurado y colaborativo
4. Siento mayor claridad en mis tareas y responsabilidades tras 5S.
5. Se reconoce o destaca mi esfuerzo y aportes en el nuevo sistema.
6. Me siento con más energía y motivado/a en el trabajo diario.
7. Veo cambios positivos en cómo se organiza el espacio y los materiales.
8. Estoy involucrado/a en mantener las normas de orden y limpieza (5S).

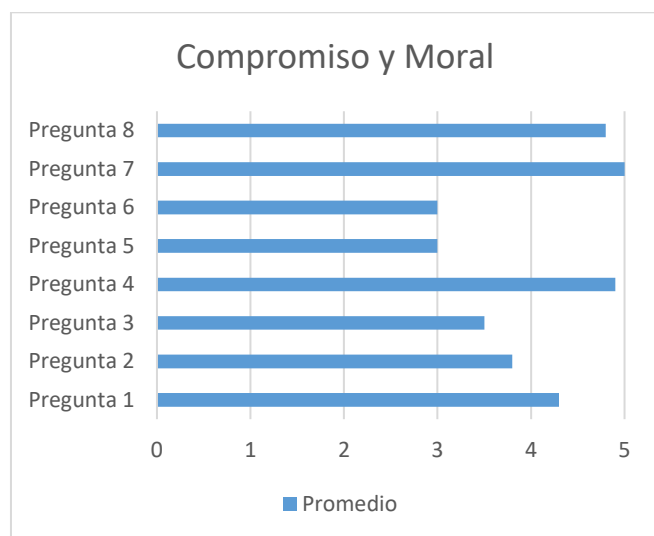


Figura 12. Promedios de compromiso y moral

Las preguntas y los resultados de la segunda parte de la encuesta se denomina Sostenibilidad y Seguimiento, se observan en Figura 13. Teniendo en cuenta que 1 = Nunca y 5 = Siempre.

9. Se realizan auditorías regulares del cumplimiento de 5S
10. En mi equipo existen incentivos o reconocimiento por mantener el orden

11. Existe retroalimentación sobre cómo mejorar y mantener 5S
12. Se reúnen con frecuencia para discutir los resultados y mejoras

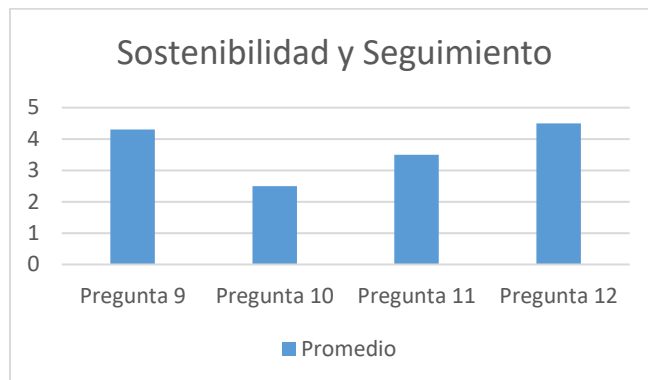


Figura 13. Promedios de sostenibilidad y seguimiento

Y finalmente, la tercera parte Satisfacción compuesta por dos ítems, el primero, pregunta 13. ¿Qué tan probable es que recomiendes trabajar en esta bodega a un(a) amigo(a)? es una respuesta cualitativa medible en escala de 1 = Totalmente en desacuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo, donde se obtuvo un promedio de 4,8. El segundo ítem es una respuesta abierta donde el entrevistado puede colocar su punto de vista con respecto a trabajar en esta bodega. ¿Por qué diste esa calificación?; Por temas de tiempo solo se pudo realizar una primera encuesta al personal y no se pudo realizar una segunda encuesta para establecer una comparativa entre los tres primeros meses y al medio año de la implementación.

Al reducir el nivel de inventarios, surgió una novedad, ya que antes había un volumen elevado de stock en las estanterías, esto parte desde la fase de inicialización del proyecto donde en las primeras importaciones traían exceso de repuestos sin considerar la demanda de actividades y demanda de mantenimientos preventivos de cada máquina. Se realizó un conteo de los repuestos que actualmente se tiene en la bodega encontrando: 190 de Grúa 50Tn, 54 de roladora 2500x200 y 130 de torno vertical. Actualmente, tomando estas consideraciones se planifica mantenimientos preventivos mensuales para Grúa de 50Tn y trimestrales para torno vertical y roladora, esto validando el número de horas efectivas de trabajo.

Con esto se logró reducir la cantidad de repuestos a 185 en el caso de la Grúa de 50Tn, 23 y 65 en el caso de la roladora y del tono vertical, respectivamente. Esta reducción se la puede evidenciar en la Figura 13. Y de forma práctica se la evidencia en la Figura 10 (b).

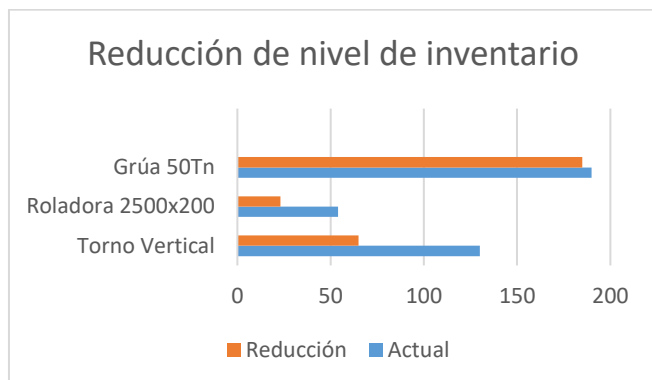


Figura 14. Indicador de reducción de nivel de inventario

Tomando en consideración los datos obtenidos en la Figura 13. Se establece que la reducción de inventario en Grúa de 50Tn bajo en un 2,63%, la reducción de inventario en roladora 2500x200 fue de un 57,4% y la reducción de inventario en roladora 2500x200 fue de un 50%. Cabe recalcar que los costos asociados al almacenamiento de la bodega del taller si bien es cierto se redujo en un 44% como se mencionó anteriormente, también estos costos se elevaron en la bodega general, por el reingreso de los repuestos excedentes.

El análisis del indicador de Rendimiento (Throughput) nos arroja la gráfica mostrada en la Figura 14. Donde se puede observar la cantidad de tareas completadas semanalmente dentro de un período de tres meses de prueba. Además, se considera los resultados del mejor tiempo obtenidos en la Tabla 13, que fue de 4,92 minutos para lograr establecer la cantidad de actividades completadas dentro de este tiempo y fuera del mismo.

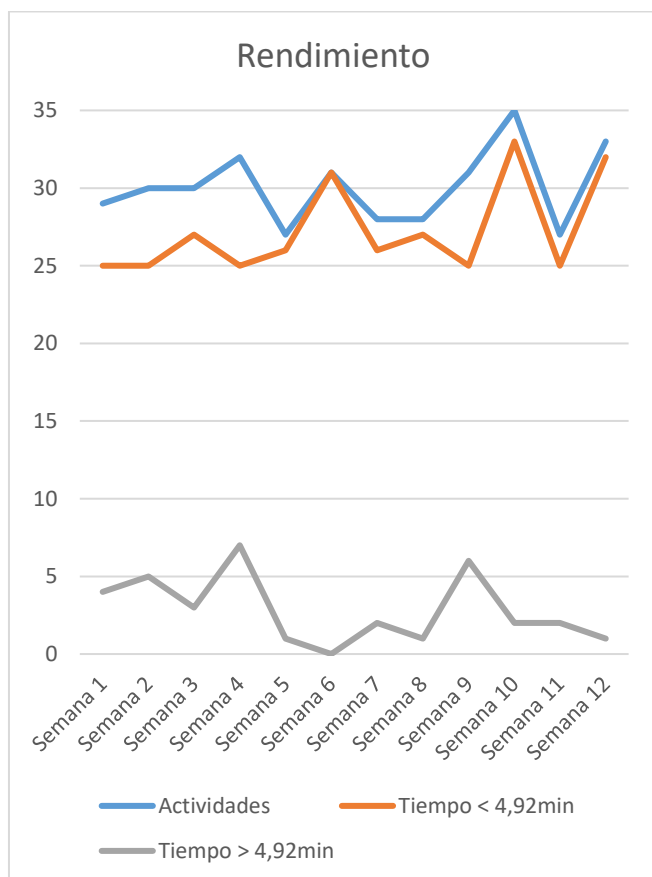


Figura 15. Rendimiento

Se puede observar que, la Semana 4 fue la semana que tuvo un mayor número de actividades no completadas dentro del tiempo establecido con 7 unidades, siendo su rendimiento del 71,42%, mientras que, en la Semana 6 se logró completar 31 de 31 actividades dentro del tiempo establecido, por lo que el rendimiento en la semana 6 fue del 100%, finalmente, pese a que en la Semana 10 se realizó un mayor número de actividades, 35, solo se logró completar 33 dentro del tiempo establecido lo que obtiene un de rendimiento 94,28%. Al analizar la secuencia de semanas se puede observar que a medida que avanzan, el rendimiento presenta una tendencia cada vez más favorable lo que denota una curva de aprendizaje dentro del proceso.

V. CONCLUSIONES

El análisis sistemático de los equipos mediante la metodología de criticidad permitió establecer una jerarquización objetiva de activos estratégicos, evidenciando que un porcentaje significativo de los equipos críticos concentra altos niveles de probabilidad de falla y severidad de consecuencias, considerando que los equipos con “Muy Alta criticidad” representan el 5% en mecanizado, 10% en izaje de carga y el 3,92% en soldadura. Esta evidencia sustenta la urgencia de priorizar la disponibilidad de repuestos clave para garantizar la continuidad operativa en un entorno minero de alta demanda y riesgo.

Los hallazgos demuestran deficiencias en los procesos de planificación, reabastecimiento, almacenamiento y supervisión de inventarios, reflejados en tiempos de entrega prolongados, acumulación de stock obsoleto y elevados costos de almacenamiento. Estas debilidades operativas comprometen no solo la eficiencia logística sino también la seguridad y la integridad de los activos físicos del taller.

Se comprobó que la acumulación de inventarios innecesarios y la ausencia de sincronización con la demanda real generan un costo mensual significativo distribuido en almacenamiento, mantenimiento, obsolescencia y capital inmovilizado. Asimismo, la falta de disponibilidad inmediata de componentes críticos eleva los riesgos de paradas no planificadas, penalizaciones por incumplimientos de producción y deterioro acelerado de activos.

La implementación controlada de metodologías Kaizen específicamente 5S y Kanban evidenció reducciones cuantificables en tiempos de reacción, tiempos de entrega y niveles de inventario. Los resultados preliminares confirman que la aplicación sistemática de estas herramientas contribuye a optimizar la rotación de materiales, mejorar la visibilidad del flujo de insumos y estandarizar prácticas de trabajo en la bodega.

Integrar modelos de gestión de inventarios basados en la mejora continua refuerza la fiabilidad de los equipos críticos y contribuye a la reducción de desperdicios, alineándose con los objetivos estratégicos de sostenibilidad y competitividad en la industria minera. La adopción de estas prácticas implica la necesidad de fortalecer la capacitación del personal y la adopción de indicadores de desempeño (KPIs) para garantizar la permanencia de los resultados.

Se concluye que la sistematización y digitalización de los procesos de inventario, junto con la cultura de mejora continua, representan factores clave para escalar y replicar este modelo en otras áreas del taller y en operaciones mineras similares. La continuidad de este enfoque requiere compromiso organizacional, inversión tecnológica y seguimiento constante de indicadores de gestión.

VI. REFERENCIAS

- [1] A. B. Alvarado y J. L. Vera, «Estrategias de control de inventario de suministros para la mejora de la rentabilidad de una compañía agrícola-minera», *Rev. InveCom ISSN En Línea 2739-0063*, vol. 4, n.º 2, Art. n.º 2, mar. 2024, doi: 10.5281/zenodo.10841323.
- [2] P. Durlinger, «Gestión de inventario en la industria minera», Slimstock. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.slimstock.com/es/blog/gestion-de-inventario-en-la-industria-minera/>
- [3] J. E. Sánchez, «Evaluación del Proyecto Kanban Fischer CVT, empleando Simulación de Operaciones», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2020. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1631>
- [4] P. J. Burbano, «Propuesta para la aplicación del Sistema de Producción Toyota en restaurantes, caso de estudio: “Muccha café-restaurant”», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2019. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9422>
- [5] S. del R. Peñafiel, «Plan de Mejoramiento Continuo para el área de producción y las áreas de bodega de la empresa “EL HORNO PANADERÍA Y PASTELERÍA CÍA. LTDA.”», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2012. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1626>
- [6] ECSA, «La mina de cobre Mirador, un modelo de cooperación China-Ecuador». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecsa.com.ec/index.php/es/component/k2/it em/8-2021-08-02-16-33-56>
- [7] X. XCMG, «QY50KA TRUCK CRANE PARTS CATALOGUE». 2015.
- [8] PamtonSchnell, «CA5116Ex10/5 Parts Catalogue». 2008.
- [9] WAN LI, «Installation, Operation and Maintenance Manual». 2016.
- [10] D. M. Rospigliosi, «Rediseño de almacén y su impacto en la gestión de almacenamiento de una empresa minera», 2019, Accedido: 25 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/5625e0ca-e41b-41af-82ed-51d61d926539>
- [11] M. S. Segovia, «Optimización de la Gestión en un Taller de Servicio Automotriz Especializado en Enderezado y Pintura a través de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2024. Accedido: 16 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14111>
- [12] N. A. Naula, «Análisis de la cinética de flotación de minerales arcillosos variando la cantidad de colectores y pH implementados en el proceso de flotación perteneciente a la zona de estudio», masterThesis, Universidad del Azuay, 2024. Accedido: 25 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/15100>
- [13] R. Flores y R. Pinos, «Auditoría financiera aplicada a la Empresa ECUATROFESA CÍA. LTDA., período 2018», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2020. Accedido: 15 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9797>
- [14] A. Ordoñez y L. Salinas, «Estudio del impacto socioeconómico de la empresa minera Ecuacorriente S.A. en la parroquia Tundayme, cantón el Pangui, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador», 2023.
- [15] C. Dávila y A. Paucar, «Boletín del Sector Minero», 2024, may 2024, [En línea]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero072024.pdf>
- [16] D. Mawonde, J. Nyoni, P. Mabwe, y L. Kamvumbi, «An assessment of the effect of inventory control systems on organisational performance in the mining sector in Zimbabwe», *Cogent Bus. Manag.*, vol. 11, n.º 1, 2024, doi: 10.1080/23311975.2023.2298535.
- [17] S. Chopra, *Supply chain management: strategy, planning and operation*, Seventh edition. New York, NY: Pearson Education, 2019.
- [18] L. J. Krajewski y M. K. Malhotra, *Operations management: processes and supply chains*. Pearson, 2022. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/13052>
- [19] C. L. C. Santana, R. L. Robaina, y J. A. E. Hernández, «Metodología de gestión de riesgo basado en la Norma ISO 31000», 2024.
- [20] J. R. Flynn y P. J. Vlok, «Lean approaches in asset management within the mining industry», *Lect. Notes Control Inf. Sci.*, vol. 20, pp. 101-118, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-15536-4_9.
- [21] T. Suzuki, *TPM en industrias de proceso*, 1st ed. Madrid: Taylor and Francis, 1996.
- [22] K. I. Salazar, S. C. Castillon, y G. A. M. Cárdenas, «Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación», *Qantu Yachay*, vol. 2, n.º 1, Art. n.º 1, abr. 2022, doi: 10.54942/qantuyachay.v2i1.20.
- [23] B. Benjamin S., «Logistics Engineering & Management». Accedido: 17 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.pearson.com/store/p/logistics-engineering-management-pearson-new-international-edition-pdf-ebook/GPROG_A100061631693_learneravailability/9781292051994?tab=table-of-contents
- [24] K. D. Arbi, J. G. Arroyo Carbajal, y J. E. Otoyá Viera, «Desarrollar un modelo de gestión de inventario para la optimización de costos de la minera Southern Copper Corporation», *Univ. Peru. Cienc. Apl. UPC*, nov. 2016, Accedido: 25 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621524>

- [25] D. A. Balcázar Granja, «Propuesta para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001:2018 aplicado en la empresa Tapitex», bachelorThesis, Universidad del Azuay, 2021. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10871>
- [26] M. S. Carrillo Alvarado, «Propuesta de Diseño de un Sistema de Gestión en Seguridad basado en la Norma ISO 45001 para una empresa minera», masterThesis, Universidad del Azuay, 2021. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10554>
- [27] L. Castellano Lendínez, «Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos», *3C Tecnol. Innov. Apl. Pyme*, vol. 29, n.º 1, pp. 30-41, mar. 2019, doi: 10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de metodología basada en la teoría de riesgo

Asignación de factores	Ponderación de riesgo	Ponderación
Tiempo medio hasta el fallo	MTBF < 65 días	1
	65 ≤ MTBF < 130 días	2
	131 ≤ MTBF < 195 días	3
	196 ≤ MTBF < 260 días	4
	MTBF ≥ 261 días	5
Tiempo medio de reparación	MTTR < 3 días	1
	4 ≤ MTTR < 6 días	2
	7 ≤ MTTR < 9 días	3
	10 ≤ MTTR ≤ 12 días	4
	MTTR > 13 días	5
Costos de producción	USD \$ < 20/h	1
	21 ≤ USD \$ < 53 días	2
	54 ≤ USD \$ < 78 días	3
	79 ≤ USD \$ ≤ 101 días	4
	USD \$ > 102/h	5
Frecuencia de fallas	Excelente: Nunca o una vez cada año	1
	Bueno: 2 eventos cada año	2
	Promedio: 3 eventos al año	3
	Pobre: 4 eventos al año	4
	Muy pobre: 5 o más eventos al año	5
Seguridad – Higiene - Ambiente	Evento genera: Problema de salud menor que no demanda atención sanitaria y/o daño limitado a un área reducida con baja significancia y fácil de reparar	1
	Evento genera: Lesión con tratamiento médico sin tiempo perdido y/o daño ambiental menor, localizado y reversible	2
	Evento genera: Enfermedad profesional con discapacidad temporal, lesión con tiempo perdido y/o daño ambiental moderado con impacto al corto plazo, reversible	3
	Evento genera: Enfermedad profesional con resultado de muerte o incapacidad permanente, fatalidad individual y/o daño ambiental serio con impacto al mediano plazo, reversible	4
	Evento catastrófico: Enfermedad profesional colectiva, incapacidad total, fatalidades múltiples y/o daño ambiental grave con impacto al largo plazo o irreversible.	5

Anexo 2. Entrevista Semi - Estructurada

TALLER INTEGRAL DE MANTENIMIENTO – ECSA

Nombre: _____ Grupo: A () B ()
Tiempo en el cargo: _____ Tiempo de experiencia: _____

Entrevista Semiestructurada

1. Prácticas Actuales de Gestión de Inventarios

- ¿Cuáles son los principales procesos que se siguen para la gestión de inventarios?
- ¿Existe un sistema digital para el control de inventarios? Si es así, ¿cómo funciona?
- ¿Con qué frecuencia se realizan conteos físicos de inventario?
- ¿Cómo se manejan las órdenes de compra y reposición de productos?
- ¿Cuáles son los criterios utilizados para clasificar y organizar los productos en el almacén?

2. Identificación de Problemas Frecuentes

- ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta en la gestión del inventario?
- ¿Ha experimentado problemas de desabastecimiento o sobrestock? ¿Con qué frecuencia?
- ¿Existen dificultades en la comunicación con proveedores o en los tiempos de entrega?
- ¿Se presentan discrepancias entre los registros del sistema y el inventario real?
- ¿Han surgido problemas relacionados con la obsolescencia o el deterioro de productos almacenados?

3. Sugerencias y Oportunidades de Mejora

- ¿Qué cambios implementaría para mejorar la gestión de inventarios?
- ¿Considera que se necesita más capacitación en técnicas de control de inventario?
- ¿Qué herramientas o tecnologías podrían facilitar su trabajo en la gestión de inventarios?
- ¿Cómo mejoraría la comunicación y coordinación con los proveedores?
- ¿Existen estrategias que podrían optimizar el uso del espacio de almacenamiento?

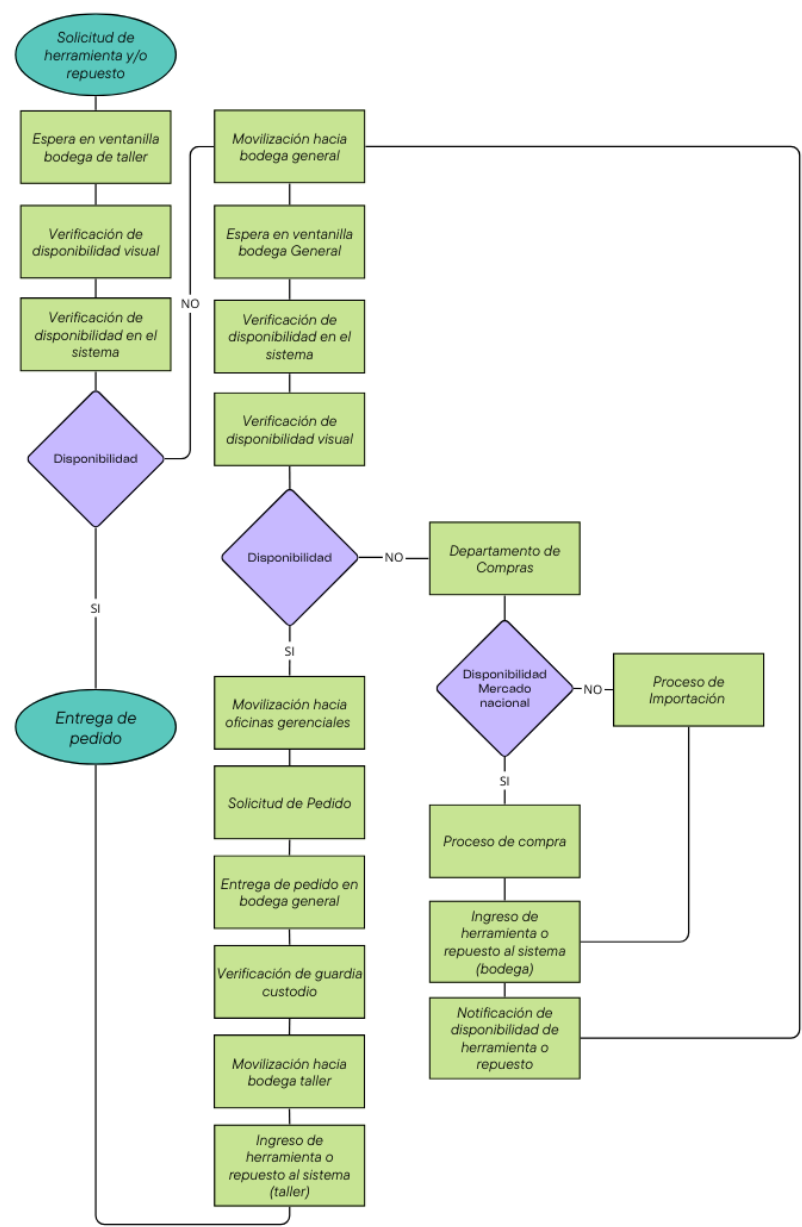
Entrevistador: Ing. Oscar Gordillo Rojas

Entrevistado: _____

Anexo 3. Solicitud de pedido en Bodega General

[illegible]

Anexo 4. Flujograma pedido de herramientas o repuesto



Anexo 5. Instructivo de metodología 5s para torno vertical

 TALLER INTEGRAL DE MANTENIMIENTO INSTRUCTIVO DE METODOLOGÍA 5S							
Pais	ECUADOR	Planta	TUNDAYME	Equipo	TORNO	Revision	Alejandro Flores
Area	Mecanizado		Tipo de Actividad	APLICAR METODOLOGÍA 5S		Elaborador	Jorge Salinas
Linea	TALLER		Frecuencia	Diario			
Informaciones de Seguridad							
Antes de iniciar con la ejecución de esta actividad evalúe lo siguiente: Verifique que cuenta con todo el equipo de protección necesaria para la ejecución de la actividad Verifique el estado de la herramienta a utilizar y que la misma se encuentre en condiciones de uso Informe al responsable del equipo o área sobre la actividad que realizara y si la misma requiere el paro del equipo o se debe de ejecutar con el equipo en funcionamiento.							
Informaciones de inocuidad							
Al finalizar la tarea, realizar inventario sobre todas las herramientas y componentes utilizados (escoba, brocha, paños, gancho)							
Informaciones de medio ambiente							
Realizar el descarte de todos los residuos generados de la ejecución de esta tarea, tomando en consideración nuestra política de selección y reciclaje							
Objetivo							
Verificar la integridad y conservación de los componentes enlistados en este documento. Los puntos a evaluar están definidos en el contenido de este documento							
Herramientas e Insumos							
Las herramientas e insumos necesarios para la ejecución de este instructivo son las siguientes:							
 (a) Herramientas Manuales 1. Brocha de Cerdas Poliéster 3 Pulgadas 2. Escoba 3. Recogedor		 (b) Lubricantes 1. Food Grade Synthetic Oil 100 2. Multi Lube Spray		 (c) Paños para limpieza 1. Trapos			
Procedimiento							
* Antes de iniciar con la ejecución de este servicio, lea completamente este instructivo. * De tener alguna duda comuníquelo a su superior inmediato.							
Paso 1. Colocarse los EPP.							
 1. Gafas de Seguridad Industrial		 2. Casco de Seguridad Industrial		 3. Guantes Anticorte		 4. Botas Punta de Acero	
Paso 2. Aplicar loto al equipo siguiendo instructivo de bloqueo y etiquetado.							
		1  Instructivo de Bloqueo y Etiquetado		 Instructivo de Bloqueo y Etiquetado			

Anexo 6. Check list - Adherencia de 5s

	CHECKLIST ADHERENCIA 5S				(ROBOTA, MECANIZADO, SOLDADURA, FALTA DE CARGA)	
AREA EVALUADA:	Mecanizado	MIEMBRO DEL EQUIPO EVALUADOR:		FECHA:		
PLANTA:	Planta Tundayme	EVALUADOR		NOTA TOTAL:		
Sentido	Selección			Evaluación S/N/NA	Valor	Comentarios
1	1	Los escritorios o bancos de trabajo se encuentran libres de objetos innecesarios				
1	2	Las herramientas disponibles proximas al puesto de trabajo son las que se utilizan con mayor frecuencia. Existe algun equipo o herramienta que se encuentre roto, deteriorado o fuera de uso?				
1	3	Las gabetas o armarios se encuentran libres de objetos innecesarios				
1	4	Las cajas de herramienta se encuentran libres de objetos innecesarios				
1	5	Las herramientas que no se utilizan frecuentemente estan correctamente dispuestas y almacenadas en lugares de facil acceso				
1	6	Existe un area designada para ubicar los objetos a ser descartados (la misma no cuenta con objetos con un tiempo de permanencia mayor a 1 semana). (estan identificados y correctamente bloqueados ?				
1	7	La colecta selectiva es aplicada en el área y no se encuentra contaminación cruzada en los recipientes de basura				
1	8	Los pasillos y corredores del área se encuentran libres de objetos (cajas, cables fuera de acometida, mangaseras, elementos en gral., con fugas de agua, achitas, etc.)				
1	9	Los equipos que estan en reparación se encuentran correctamente identificados (tarjetas de automon y requisiciones de mantenimiento cargadas al sistema)				
1	10	Hay en el lugar elementos personales fuera del lugar definido para los mismos? (mochilas, ropa, EPP)				
1	11	Los documentos disponibles en el área se encuentran en la ultima revision y no se tienen copias innecesarias				
Adherencia Sentido de Selección				NOTA		
Sentido	Organización			Evaluación		Comentarios
2	1	Los armarios se encuentran etiquetados y los objetos almacenados corresponden con las etiquetas				
2	2	Las cajas de herramienta se encuentran en buenas condiciones, los mecanismos de cierre funcionan adecuadamente				
2	3	Existe un layout del Área en el cual se identifica cada sub-área y las ubicaciones de equipos y componentes necesarios?Se identifica el responsable por mantener las 5S de cada área?				
2	4	Existe un area designada para ubicar los objetos a ser descartados				
2	5	Las sendas peatonales, demarcación de equipos y componentes están claramente marcadas? Están en buen estado (no están borradas)?				
2	6	Los equipos móviles, si no estan siendo utilizados estan puestos en los espacios definidos				
2	7	Existen fotos o diagramas que faciliten el cumplimiento de este sentido en el área de trabajo				
2	8	Los contenedores o recipientes para residuos/ subproductos son adecuados para el almacenamiento de los desechos del área y están identificados mediante etiquetas y tienen una ubicación definida?				
2	9	Las escaleras se encuentran dispuestas en los espacios reservados				
2	10	Las estanterías disponibles estan correctamente identificadas y en las cantidades suficientes				
2	11	Los objetos no se encuentran apilados uno sobre otros por falta de espacio y organización				
2	12	(Todos los materiales o herramientas se vuelven a su sitio una vez han sido utilizadas? Solo hay dos lugares posibles: el lugar identificado (dentro de su respectivo marcaje y señalización) o lo esta usando un colaborador en ese momento)				
Adherencia Sentido de Organización				NOTA		
Sentido	Limpieza			Evaluación		Comentarios
3	1	Las tareas a realizar en cada subárea estan disponibles, estan siendo cumplidas en la frecuencia establecida				
3	2	(Los pisos se encuentran limpios, sin residuos sólidos ni líquidos? En las zonas de tránsito peatonal o vehicular: no hay líquidos?)				
3	3	Los utensilios de limpieza se encuentran disponibles en el área y en cantidades suficientes				
3	4	Los utensilios de limpieza se encuentran limpios y en buenas condiciones				
3	5	Las luminarias del área se encuentran en buenas condiciones (funcionando y sin acumulación de polvo)				
3	6	El Área se encuentra libre de polvo y talaranas (verificar paredes, techos y las ventanas tanto por dentro como por fuera)				
3	7	(Las ventanas se encuentran limpias, sin marcos ni vidrios rotos?)				
3	8	(Los recipientes y contenedores para basura se encuentran limpios, en buen estado, sin saturar y con marcaje). (revisar: Que exista una adecuada separación de desechos?)				
3	9	Los paneles electricos del área se encuentran limpios y cerrados para evitar ingreso de polvo y suciedad				
3	10	Las áreas de uso común: Baños, antenas, lockers, pasare de acceso, pasillos, estan limpios y en buen estado?				
Adherencia Sentido de Limpieza				NOTA		
Sentido	Estandarización			Evaluación		Comentarios
4	1	Existe un procedimiento establecido para la ejecución de las actividades de limpieza del área y estan disponibles en el puesto de trabajo				
4	2	(La limpieza se monitorea mediante un check con horarios y responsables? (Se evidencia el concepto "se asucia - se limpia" por parte de los miembros del equipo?)				
4	3	Existe un procedimiento definido sobre las áreas para disponer de los objetos innecesarios				
4	4	Existe un procedimiento de apagado de equipos en el área para evitar consumos innecesarios				
4	5	Todos los equipos del área cuentan con el listado de personal habilitado para su utilización				
4	6	Existe un procedimiento de retiro y devolución de equipos de uso colectivo y se cumple con lo establecido				
4	7	Para las áreas de reunión, existen reglas definidas sobre como entregar el área				
4	8	(El personal del área, se encuentra uniformado y porta su gafete en todo momento?. Areas de producción verificar con la lista de asistencia del supervisor				
4	9	Se publican los resultados de las auditorías, son evidentes y los equipos están concientes de su resultado y sus responsabilidades				
Adherencia Sentido de Estandarización				NOTA		
Sentido	Autodisciplina			Evaluación		Comentarios
5	1	El personal sabe cuales son las 5S y puede mencionarlas				
5	2	El personal entiende la importancia de las 5S y como tiene impacto en su rutina diaria				
5	3	Se realizan las auto auditorias de 5S? Las 5S son evaluadas por los coordinadores del área conforme la frecuencia establecida				
5	4	El plan de acción es conocido por los integrantes del área y tiene un seguimiento en las reuniones de rutina?				
5	5	(Las acciones levantadas de la ultima auditoria fueron tratadas en el tiempo establecido?)				
5	6	Los entrenamientos de 5S se encuentran vigentes y realizados conforme la frecuencia establecida				
5	7	(Los estándares o padrones son revisados periódicamente? (Existen evidencias de las revisiones?)				
5	8	Las anomalías detectadas son tratadas en las reuniones de rutina del área (diaria, cambio de turno o semanal)				
5	9	Las carteleras de gestión a la vista se encuentran actualizadas				
5	10	(El equipo conoce cuales son las fuentes de suciedad de tu área y que hacer para eliminarlas?)				
5	11	(Los extintores, elementos y herramientas de seguridad, estan identificados y son de facil acceso para el personal, es decir, estan libres de cualquier bloqueo o obstrucción?)				
Adherencia Sentido de Autodisciplina				NOTA		
Firma Evaluador						
Firma Representante Área Evaluada						

Anexo 7. Rotación y descarte de inventario



ECUACORRIENTE S.A
SOLICITUD DE MATERIALES DE BODEGA ECSA领料单

V° 单据号: EG25051801175 Fecha de salida日期: 2025-05-17 Bodega仓库: Bodega externo de beneficio

Departament部门: 选厂-维修车间Taller Mantenimiento AFE:

Solicitante领料员: ALAN JIMBO Solici materi V°: TM-BG-BG-61

Tipo salida类型: Producción Materiales Auxiliares生产 辅材

Observación备注:

Código 物料编码	Descripción 物料名称	Especificación 规格	Unidad 单位	Despachada 数量	Precio(\$) 参考单价	Total 总价	Observación 备注
99990891	(temporario)Alambre soldo 实心焊丝	ER70-S6, 1.2mm de 15kg	Kg	29.000		0.00	Stock on hand is insufficient.
17130129	Contact tip电焊喷嘴	Lincoln 1.2mm, KP2741-095	Unidad个	1.000		0.00	PATRICIO GU A
12040023	Cilindros de CO2	20kg c/u	Unidad只	1.000		0.00	PATRICIO GU A
99990585	(temporario)Chispero 火花塞	SIMULITE Cuadrado	Unidad只	1.000		0.00	CRISTIAN AM A
17130030	Electrodo	6010 5/32	Kg	5.000	3.2519	16.31	JOSE YAN
17130033	Electrodo	AGA 7018 1/8	Kg	5.000	3.4200	17.10	SEBASTIAN LOS
99990898	(temporario)Tomacorriente插座	110v Marca:Eaton - Macho	Unidad个	1.000		0.00	ALEXANDER AGU
99990897	(temporario)Tomacorriente插座	110v Marca:Eaton - Hembra	Unidad个	1.000		0.00	ALEXANDER AGU
17012785	Reduccion de acero inoxidable 不锈钢异径管	Roscable, 1" a 1/2", 304	Unidad根	2.000	2.0700	4.14	CRISTIAN COR
15040329	Alambre de cobre esmaltado	#19	Kg	20.000		0.00	JONATHAN OC II
11030010	Plancha de acero	Medidas: 1.22x2.44, espesor: 3.8mm	Unidad件	100.000		0.00	TALLER MAN
Total合计						72.51	

Firma solicitante申请人:  Gerente Departamental solicitante领料部门: 

Fecha日期: 18/05/2025

Almacenista库工: 机修库 Gerente Comercio y Logística商务物流部:

Fecha日期: fecha de la firma签字时间:

Anexo 8. Encuesta KPI “Moral y el compromiso”

TALLER INTEGRAL DE MANTENIMIENTO – ECSA

Grupo: A () B ()

Puesto de trabajo: _____ Tiempo de experiencia: _____

Entrevista Semiestructurada

Escala de compromiso y moral (Escala 1 = Totalmente en desacuerdo ... 5 = Totalmente de acuerdo)

- 1) Me siento valorado/a en mi puesto de trabajo. ()
- 2) Existen oportunidades claras para mejorar mi trabajo gracias a 5S. ()
- 3) El ambiente de trabajo se ha vuelto más estructurado y colaborativo. ()
- 4) Siento mayor claridad en mis tareas y responsabilidades tras 5S. ()
- 5) Se reconoce o destaca mi esfuerzo y aportes en el nuevo sistema. ()
- 6) Me siento con más energía y motivado/a en el trabajo diario. ()
- 7) Veo cambios positivos en cómo se organiza el espacio y los materiales. ()
- 8) Estoy involucrado/a en mantener las normas de orden y limpieza (5S). ()

Sostenibilidad y seguimiento (1 = Nunca ... 5 = Siempre)

- 9) Se realizan auditorías regulares del cumplimiento de 5S. ()
- 10) En mi equipo existen incentivos o reconocimiento por mantener el orden. ()
- 11) Existe retroalimentación sobre cómo mejorar y mantener 5S. ()
- 12) Se reúnen con frecuencia para discutir los resultados y mejoras. ()

Escala de satisfacción (Escala 1 = Totalmente en desacuerdo ... 5 = Totalmente de acuerdo)

- 13) ¿Qué tan probable es que recomiendes trabajar en esta bodega a un(a) amigo(a)? ()
- 14) ¿Por qué diste esa calificación? (Respuesta abierta)
