PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

PROYECTO DE DESARROLLO

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO "MANEJO DE INSUMOS Y MATERIALES" DE LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI

PEDRO DAVID MALDONADO TAPIA

CRISTINA MICHELLE MORALES ALVARADO

DIRECTOR: MGTR. ELISA ANGÉLICA BRAVO RAMÍREZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

QUITO, JUNIO - 2025

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Mgtr. Elisa Angélica Bravo Ramírez

LECTORES

Mgtr. Juan Carlos Piñuela

Mgtr. Irina Verkovitch

DEDICATORIA

A nuestras familias por el apoyo brindado durante toda nuestra trayectoria estudiantil, profesional y de vida.

Cris y Pedro

AGRADECIMIENTO

A Aglomerados Cotopaxi
por el soporte y compromiso
durante la ejecución de este proyecto.

Contenido

1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PR-023 MANEJO DE INSUMOS Y MATERIAL 2
1.1 Contexto de la Organización 2
1.2 Organigrama y mapa de procesos 3
1.3 Análisis PESTEL y FODA 5
1.4 Diagnóstico del proceso 7
1.4.1 Objetivo del proceso 10
1.4.2 Condiciones Necesarias 10
1.4.3 Definición del problema 10
2. PLAN DE MEJORA DEL PROCESO PR-023 MANEJO DE INSUMOS Y MATERIAL 15
2.1 Levantamiento de información del proceso 15
2.1.1 Gestión para la aprobación de órdenes de compra y tiempos de reposición 15
2.1.2 Nivel promedio de inventario y costo 17
2.2 Análisis del incremento de inventario 19
2.3 Diagramación del proceso tipo árbol (SIPOC) 24
2.4 Análisis de valor agregado 25
2.5 Plan de mejora del proceso con metodología DMAIC 28
2.5.1 Implementación de mejoras rápidas 28
2.5.2 Plan de consumo de repuestos de necesidad puntual 29
3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN 31
3.1 Objetivos de implementación 31
3.2 Análisis de riesgos 31
3.3 Antecedentes de mejora de proceso PR-023 35
3.4 Alcance del plan de mejora del proceso PR-023 36
3.5 Estructura de desglose de trabajo (EDT) 36
3.6 Cronograma 38
3.7 Presupuesto 39
3.8 Análisis costo beneficio 40
4. IMPLEMENTACIÓN 42
4.1 Implementación de mejoras en el proceso 42
4.2 Análisis de indicadores del proceso 43

4.3 Verificación de efectividad de mejoras 46
4.4 Control y estandarización 47
4.5 Análisis de valor agregado tras implementación de mejoras 49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
5.1 Conclusiones 53
5.2 Recomendaciones 54
ANEXOS 55
Anexo A. Marco Conceptual 55
Metodología DMAIC. 55
Metodología de Gestión de Inventarios 58
Otros criterios 62
Anexo B. Diseño Metodológico 65
Método 65
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 65
Fases DMAIC 66
Anexo C. FODA empresarial 67
Anexo D. Criterios de la Matriz de priorización 70
Proceso de Aplicación 70
Anexo E. Política de manejo y control de inventario de repuestos 71
Anexo F. Manejo de insumos y materiales 73
6. REFERENCIAS 76

Índice de Tablas y Figuras

Tabla 1. Abreviaturas clasificación de artículos 5
Tabla 2. PESTEL empresarial de Aglomerados Cotopaxi 6
Tabla 3. FODA del proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales 7
Tabla 4. Ítems NPA que han obsolescido 9
Tabla 5. Valor de inventario agrupado por año al 2023 11
Tabla 6. Criterios de priorización proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales 12
Tabla 7. Rankin de priorización proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales 12
Tabla 8. Identificación características críticas 13
Tabla 9. Niveles de aprobación 15
Tabla 10. Indicadores de compras locales e importadas al año 2024 17
Tabla 11. Extracto de Inventario de Repuestos 18
Tabla 12. Cursograma del PR-023 25
Tabla 13. Cursograma analítico en cantidades 28
Tabla 14. Valor agregado en cantidades 28
Tabla 15. Ejemplo de inspección física de repuestos 30
Tabla 16. Definiciones de la Matriz de Riesgos 32
Tabla 17. Calificación de la Matriz de riesgo 33
Tabla 18. Matriz de Riesgos del PR-023 Manejo de Insumos y Material 34
Tabla 19. Extracto de los comentarios durante la inspección física de repuestos 35
Tabla 20. Cronograma de actividades del plan de implementación 38
Tabla 21. Costo de personal durante la implementación 39
Tabla 22. Resumen de inversión vs. ganancia 41
Tabla 23. Valor inventariado en bodega al 2025-03-08 44
Tabla 24. Cursograma del PR-023 tras mejora 49
Tabla 25. Cursograma analítico en cantidades tras mejora 52
Tabla 26. Valor agregado en cantidades tras mejora 52
Tabla 27. Resumen de inversión vs. ganancia tras implementación 52

Figura 1. Organigrama empresarial 3
Figura 2. Mapa de proceso 4
Figura 3. Agrupador del proceso MP-020 ABASTECIMIENTO 4
Figura 4. Tiempo de permanencia en bodega 8
Figura 5. Valor de inventario de repuestos año 2023 11
Figura 6. Diagrama de Ishikawa 14
Figura 7. Días de aprobación Jefe Eléctrico 16
Figura 8. Días de aprobación Jefe Mecánico 16
Figura 9. Días de aprobación Gerencia Industrial 16
Figura 10. Costo de inventario 17
Figura 11. Estadística descriptiva del inventario de repuestos por año hasta el 2024 19
Figura 12. Estadística descriptiva del inventario de repuestos por mes. 20
Figura 13. Estadística descriptiva mensual del inventario de repuestos NPA 20
Figura 14. Pareto de subgrupos del inventario de repuestos NPA 21
Figura 15. Pareto del crecimiento temporal del inventario de repuestos NPA anual 21
Figura 16. Pareto del crecimiento temporal del inventario de repuestos NPA y por usuarios 22
Figura 17. Crecimiento anual del inventario de repuestos NPA por importación y local 23

Figura 18. Diagrama SIPOC del PR-023 Manejo de insumos y materiales 24
Figura 19. Cursograma analítico del PR-023 Manejo de insumos y materiales..... 27
Figura 20. Análisis de valor agregado PR-023 Manejo de insumos y materiales 27
Figura 21. EDT de la mejora del PR-023 Manejo de insumos y materiales 37
Figura 22. Notificaciones de recepción de repuestos con respecto a la orden de compra 42
Figura 23. Gestión sobre el inventario acumulado 42
Figura 24. Restricciones durante la compra debido a existencias actuales 43
Figura 25. Valor anual inventariado 44
Figura 26. Valor acumulado inventariado 45
Figura 27. Flujo de inventariado mensual 45
Figura 28. Implementación de KPI's en Power BI..... 46
Figura 29. Flujo de inventario en bodega - 2023..... 47
Figura 30. Flujo de inventario en bodega - 2025..... 47
Figura 31. Cursograma analítico del PR-023 Manejo de insumos y materiales tras mejoras..... 51
Figura 32. Análisis de valor agregado PR-023 Manejo de insumos y materiales tras mejoras..... 51

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto abordó la mejora en la gestión del inventario de repuestos, luego de detectar un aumento en los costos y en el volumen almacenado. Mediante un análisis detallado y el uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa, costo-beneficio, enfoque SIPOC y la metodología DMAIC, se diseñó una estrategia para optimizar el inventario, disminuir el capital inmovilizado y garantizar la disponibilidad de repuestos. Estas acciones permitieron obtener una mayor eficiencia operativa y beneficios económicos sostenibles. Se recomienda fortalecer los procesos de compras e inventario mediante auditorías, automatización, capacitación y tecnologías de pronóstico, reinvirtiendo los ahorros para promover mejoras continuas y aplicar este enfoque en otros procesos de la organización.

ABSTRACT

The project focused on improving spare parts inventory management after identifying an increase in both costs and stored volume. Through detailed analysis and the use of tools such as the Ishikawa diagram, cost-benefit analysis, SIPOC approach, and the DMAIC methodology, a strategy was developed to optimize inventory, reduce tied-up capital, and ensure spare parts availability. These actions led to greater operational efficiency and sustainable economic benefits. It is recommended to strengthen purchasing and inventory processes through audits, automation, training, and forecasting technologies, reinvesting savings to drive continuous improvement and extend this approach to other processes of the organization.

INTRODUCCIÓN

La administración de inventarios es un factor clave para la eficiencia operativa y la optimización de costos dentro Aglomerados Cotopaxi. Un manejo ineficaz puede derivar en problemas como el sobre stock, el incremento en los costos de almacenamiento y la falta de disponibilidad de repuestos esenciales en el momento requerido. En este contexto Aglomerados Cotopaxi ha experimentado un crecimiento significativo tanto en los costos como en la cantidad de repuestos almacenados en bodega, lo que ha evidenciado la necesidad de mejorar su gestión de inventario.

Ante esta problemática, el objetivo principal de este proyecto es optimizar la administración del inventario de repuestos mediante la implementación de estrategias que permitan un mejor control, reducción de costos y disponibilidad eficiente de los insumos críticos. El propósito no solo es corregir las deficiencias identificadas, sino también establecer un modelo sostenible y eficiente de gestión de inventarios.

Para lograrlo, se realizó un análisis de la situación actual del inventario, identificando los factores que han propiciado el aumento del stock. A partir de este diagnóstico, se diseñó una propuesta de mejora basada en herramientas de gestión como el diagrama de Ishikawa, el análisis costo-beneficio y la metodología SIPOC, aplicando el enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como marco estructural para la optimización continua. La selección de estas herramientas responde a la necesidad de implementar un sistema de control más eficiente, respaldado por soluciones tecnológicas que mejoren la toma de decisiones.

El diseño metodológico de este estudio es de tipo cuantitativo y descriptivo, con un enfoque de corte transversal y bajo la modalidad de estudio de caso. Se emplea un diseño cuasi experimental por medio de una implementación de mejoras, basado en el análisis de datos históricos del inventario y la aplicación de modelos de optimización fundamentados en indicadores de gestión. La evaluación de la implementación de estas mejoras se llevó a cabo considerando su impacto en costos, nivel de inventario y eficiencia operativa.

Este proyecto demuestra que una gestión estratégica del inventario no solo contribuye a mejorar la rentabilidad de la empresa, sino que también fortalece su capacidad de respuesta ante la demanda, garantizando un equilibrio entre disponibilidad y control de costos operativos.

1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PR-023 MANEJO DE INSUMOS Y MATERIAL

1.1 Contexto de la Organización

Aglomerados Cotopaxi es una empresa maderera que se distingue por su compromiso con el desarrollo responsable y la excelencia en el sector forestal. Fundada en 1978, la compañía implementó un programa de plantación de pinos junto con sus operaciones industriales, asegurando la conservación de sus recursos y el equilibrio de su actividad empresarial.

El propósito de Aglomerados Cotopaxi es contribuir al avance de una sociedad equilibrada mediante la oferta de productos y servicios forestales que satisfagan las necesidades de sus clientes. La empresa aspira a ser un líder en responsabilidad ambiental y calidad empresarial, destacándose como la opción preferida por sus clientes en productos y servicios forestales.

La visión de Aglomerados Cotopaxi es ser reconocida por su responsabilidad ambiental y excelencia, logrando que sus clientes la consideren la mejor alternativa en el sector. La compañía se basa en valores como la integridad, la pasión, la austeridad y el compromiso, que guían a sus colaboradores en su labor diaria: hacer lo correcto, amar lo que hacen, gestionar los recursos de manera eficiente y alcanzar sus metas.

La cultura organizacional de Aglomerados Cotopaxi se fundamenta en un ambiente familiar que promueve el desarrollo equilibrado y la mejora continua. La empresa se destaca por sus prácticas responsables en manejo forestal e industrial y por la calidad de sus productos y servicios. La pasión por su trabajo impulsa a sus colaboradores a ofrecer soluciones rápidas e innovadoras, garantizando un servicio eficiente tanto para los clientes internos como externos.

Aglomerados Cotopaxi (2024), ha establecido que una de sus estrategias de mercado es el reducir el gasto de la empresa para mantener la competitividad de sus productos frente a la competencia local, para lo cual este proyecto está enfocado en optimizar los recursos empresariales mediante la reducción de inventario de repuestos. Este esfuerzo es parte de un plan más amplio para mejorar la eficiencia operativa y gestionar sus recursos de manera más efectiva, alineándose con su misión de desarrollo responsable y excelencia empresarial.

1.2 Organigrama y mapa de procesos

En la **Figura 1** se presenta parte del organigrama de Aglomerados Cotopaxi, diseñado para reflejar la estructura organizacional que facilita el funcionamiento eficiente y la toma de decisiones dentro de la empresa, se señala al encargado directo de la bodega de repuestos y su gestión, proporcionando una visión clara de flujos de comunicación entre los distintos niveles jerárquicos.

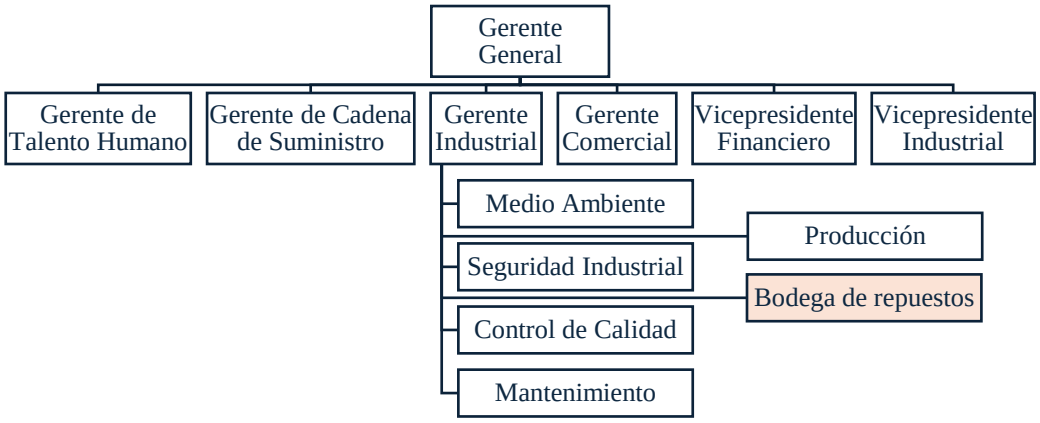


Figura 1. Organigrama empresarial
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

El mapa de procesos empresarial de Aglomerados Cotopaxi proporciona una visión integral de las principales actividades y flujos de trabajo que sustentan el funcionamiento de la empresa. Este diagrama detalla los procesos clave y sus interacciones, permitiendo una comprensión clara de cómo se generan los productos y servicios desde la concepción hasta la entrega final, así como la optimización de recursos en cada etapa, también se utiliza para identificar los procesos que sirven como soporte de las actividades principales. En la Figura 2 se identifica el macroproceso MP-020 Abastecimiento, dentro del cual se encuentra el proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales, ver Figura 3, que es de interés de este proyecto debido a que enfrenta una problemática significativa relacionada con el incremento del inventario de repuestos de necesidad puntual tanto en valor monetario como en volumen. Esta situación ha resultado en consecuencias como limitación en la rotación de inventarios, incumplimiento del presupuesto y restricciones de espacio, mensualmente se ha observado un incremento en los saldos remanentes en bodega, estos valores serán considerados la línea base de la condición actual de la bodega.

Los involucrados tienen una relación directa con el departamento de compras PR-027 Compras – Proveedores, y a su vez con el Macroproceso MP-030 Producción y el MP-170 Servicios Industriales, que incluyen a todos los procesos productivos y a los diversos servicios de mantenimiento que son los usuarios más relevantes de la bodega de repuestos e insumos. Los involucrados reconocen una clasificación al momento de solicitar la creación de un código y se enviará al Supervisor de Bodega, si en algún momento se requiriera alguna re - categorización el usuario informará al Supervisor de Bodega y lo evaluarán de forma conjunta.



Figura 2. Mapa de proceso
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

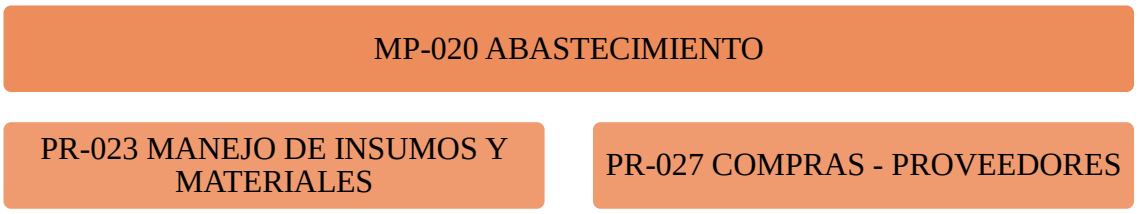


Figura 3. Agrupador del proceso MP-020 ABASTECIMIENTO
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

De manera general, Aglomerados Cotopaxi divide sus bodegas en bodegas de producto en procesamiento, de producto terminado, de lubricantes y grasas, de combustibles, y la bodega de repuestos e insumos que es del interés para este análisis.

Adicional a lo mencionado, existen cuatro categorizaciones para los repuestos, de acuerdo con la **Tabla *1***.

Tabla 1. Abreviaturas clasificación de artículos

Abreviación	Tipo de repuesto	Clasificación
NPA	Necesidad puntual	Repuestos que se compran para un proyecto específico y que una vez culminado no debe quedar saldos en bodega.
RPA	Reposición automática	Repuestos permanentes en bodega, asegurando su rotación con los límites determinados por los usuarios.
CRT	Críticos	Repuestos infaltables en la bodega, durante el análisis de criticidad se evalúa la relevancia o transporte.
OBS	Obsoletos	Repuestos de máquinas en desuso por baja de los activos.
INS	Insumos	Consumibles de alta rotación para la operación diaria.

1.3 Análisis PESTEL y FODA

Se realiza un análisis PESTEL (ver **Tabla *2***) para identificar factores del entorno externo que pueden influir en Aglomerados Cotopaxi con el objetivo de proporcionar una visión amplia de los aspectos que afectan directa o indirectamente la operación y sus actuales decisiones y/o futuras.

Existe un factor predominante en las empresas productoras y este es el económico, las variaciones económicas pueden tener múltiples impactos en el proceso de bodega de repuestos, afectando tanto los costos como la eficiencia operativa. Los incrementos en los costos de los insumos y la inflación elevan los precios de adquisición, transporte y almacenamiento, mientras que las fluctuaciones en los tipos de cambio pueden encarecer los repuestos importados.

Los factores sociales y tecnológicos están determinados por el entorno específico de cada empresa. En el caso de Aglomerados Cotopaxi, su ubicación en una zona central de la sierra ecuatoriana implica un riesgo inherente, ya que las manifestaciones en el país afectan en ocasiones el suministro regular de materias primas para la planta.

En cuanto a los aspectos legales, políticos y ecológicos, la empresa opera conforme a la normativa ecuatoriana vigente, que exige el cumplimiento de permisos ambientales y municipales, así como la adhesión a las políticas laborales necesarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Tabla 2. PESTEL empresarial de Aglomerados Cotopaxi

Político	Económico	Social	Tecnológico	Ecológico	Legal
Regulaciones de importación/ exportación: Cumplimiento de requisitos para artículos comprados en el extranjero, establecidas por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE).	Variabilidad en costos de insumos: Impacto de fluctuaciones en precios de materiales como resina y papel a analizar con el Boletín Analítico Trimestral de Comercio Exterior.	Percepción pública de la imagen empresarial y su trabajo con la comunidad, memoria de sostenibilidad Aglomerados Cotopaxi, (2024)	Disponibilidad en el mercado de un ERP integrado con sistema para trazabilidad y planeación de inventarios. Oracle, (2024)	Gestión de residuos: Reciclaje o destrucción de materiales según los procedimientos establecidos por el Código Orgánico del Ambiente (COA).	Cumplimiento normativo: Asegurar la conformidad con leyes relacionadas con almacenamiento y manejo de materiales, acorde al Texto Unificado de Legislación Ambiental, NTE INEN 2266:2013 y 2288:2000.
Normativas laborales, acordes al Decreto ejecutivo 255: Asegurar la seguridad y bienestar de los trabajadores en las bodegas.	Tratado de libre comercio de Ecuador – China, que abre la posibilidad de importaciones más económicas con respecto a los productos de Aglomerados Cotopaxi	Movilizaciones sociales a nivel país que afectan el desarrollo logístico normal de abastecimiento.	Posibilidad de incorporar herramientas como sistemas predictivos, integración de la Inteligencia Artificial y demás mejoras tecnológicas a la gestión documental. Docuware, (2024)	Impacto ambiental: Control de riesgos e impactos ambientales definidos en la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Registro de movimientos de inventario y reclamos, acorde a la ISO 9001: 2015 Sistema de Gestión de la Calidad.

Además, los ciclos económicos afectan el flujo de inventarios y la capacidad de adquirir repuestos a gran escala. Los costos de almacenamiento dificultan la gestión eficiente del inventario, junto con la variabilidad en la demanda del mercado ya que puede generar sobre stock o desabastecimiento. Por otro lado, el alza en los costos de transporte debido al aumento en precios del combustible o tarifas logísticas afecta los gastos operativos.

Se ejecuta un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) en la siguiente sección para proporcionar una visión clara y estructurada sobre la situación interna (ver **Tabla 3**) y externa del proceso (ver Anexo C) y para facilitar la toma de decisiones estratégicas durante la metodología DMAIC.

Para ello se identifica los factores internos (fortalezas y debilidades) que afectan el desempeño y se reconoce los factores externos (oportunidades y amenazas) que influyen en el entorno y así aprovechar las fortalezas para maximizar oportunidades y minimizar amenazas, desarrollar planes para superar debilidades y enfrentar riesgos externos.

De esta manera se tiene como resultado una base para priorizar acciones y recursos.

Tabla 3. FODA del proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales

Fortalezas	Oportunidades
1. Estandarización de procesos: Procedimientos claros como el uso del SIPOC y manuales específicos para inspecciones y operaciones. **2. Sistema de trazabilidad:** Uso de un ERP para gestionar inventarios y lotes. **3. Infraestructura adecuada:** Disponibilidad de bodegas, estanterías, montacargas y recursos humanos capacitados. **4. Control de calidad:** Métodos para identificar productos no conformes y gestionar reclamos con proveedores.	**1. Automatización avanzada:** Integrar herramientas tecnológicas más modernas en el ERP para prever necesidades (ej.: toma de datos directos desde el primer usuario, inteligencia artificial para inventarios). **2. Ampliación del alcance:** Aplicar estándares similares a materiales actualmente no cubiertos (ej.: insumos de oficina, material informático). **3. Colaboración con proveedores:** Fomentar relaciones más estrechas para mejorar tiempos de respuesta y calidad de materiales.
Debilidades	**Amenazas**
1. Dependencia del personal: Algunas funciones, como la planificación y validación de inventarios, están muy centralizadas en roles específicos. **2. Limitaciones en la tolerancia:** Procesos estrictos pueden retrasar la aceptación de materiales cuando hay discrepancias menores. **3. Falta de actualización periódica:** Revisión anual de stocks puede no ser suficiente en contextos de alta variabilidad.	**1. Dependencia de proveedores:** Retrasos o fallas de proveedores pueden impactar negativamente los procesos. **2. Riesgos operativos:** Posibles errores humanos en la clasificación y manejo de materiales. **3. Cambios regulatorios:** Ajustes legales pueden requerir modificaciones en los procedimientos establecidos.

1.4 Diagnóstico del proceso

Dentro del proceso PR-023 Manejo de insumos y materiales se aplica a la recepción, manejo, almacenamiento y entrega de todos los materiales que usa Aglomerados Cotopaxi, excepto madera, insumos de oficina, medicinas, material informático y software, tanto en las instalaciones de planta como forestales.

Dentro del proceso se han identificado algunas zonas de dolor como:

- Exceso de Inventarios de Repuestos: La acumulación innecesaria de repuestos genera costos elevados, inmoviliza capital y dificulta la gestión eficiente del inventario.
- Alto Tiempo de Permanencia: Los repuestos que permanecen en bodega por

períodos prolongados representan un riesgo de pérdida de valor, ya sea por deterioro o falta de uso (ver **Figura 4**).

- Repuestos Obsoletos: La falta de actualización del inventario puede resultar en la acumulación de repuestos que ya no son compatibles con los equipos actuales, ocupando espacio y generando desperdicio (ver **Tabla 4**).
- Paros de Producción: Una gestión deficiente de los repuestos puede ocasionar demoras en el suministro de piezas críticas, afectando la continuidad operativa y generando pérdidas económicas significativas.
- Limitaciones en el Espacio Físico de la Bodega: La falta de espacio adecuado para almacenar repuestos de forma organizada puede derivar en dificultades para localizarlos, daño de repuestos y limitaciones para incorporar nuevos productos.

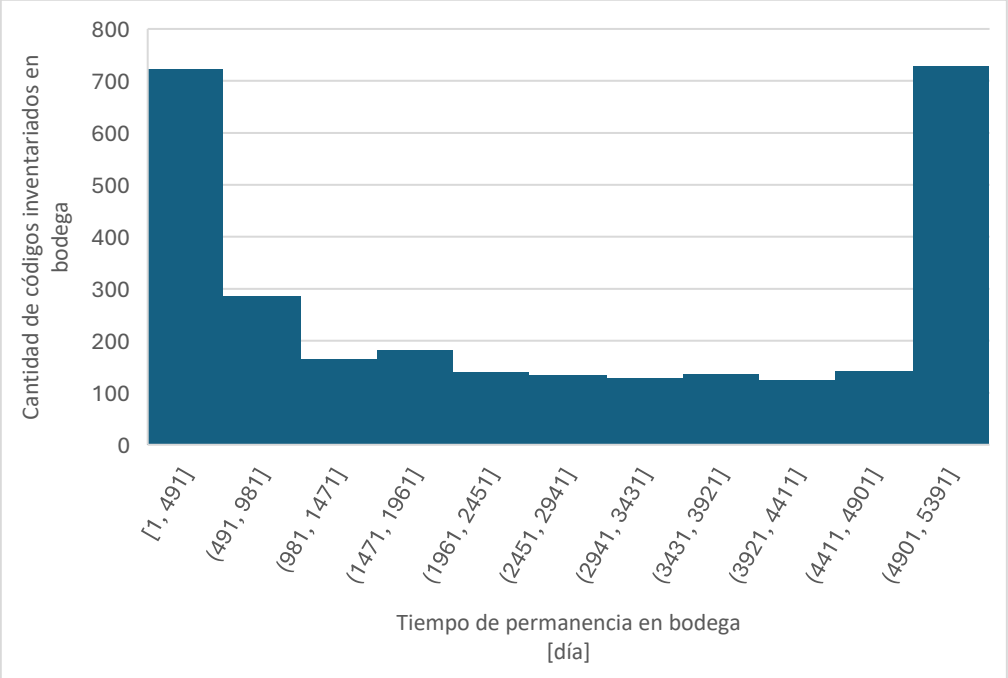


Figura 4. Tiempo de permanencia en bodega
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Tabla 4. Ítems NPA que han obsolescido

Descripción	Días de antigüedad	Cantidad	Costo Total (USD)
Conmutador	5103	1	$18.41
Kit motor hidráulico	4914	4	$608.52
Motor hidráulico	4914	1	$904.03
Base simbra bomba bell 2	92	11	$211.82
Winche	2876	1	$12,750.35
O ring cuerpo acelerador	1688	2	$11.35
Base resorte	5103	1	$2.03
Bobina captadora	5103	1	$98.85
Filtro servo	1688	4	$26.23
Bomba de aceite	5103	1	$250.00
Bomba de agua	1984	1	$101.52
Cable de freno	4215	3	$153.65
Cable freno de mano	4859	2	$27.50
Carburador	5103	1	$343.78
Empaque del motor	5103	1	$165.70
Guía de resortes	4859	12	$3.12
Inducido motor arranque	4642	6	$395.82
Inducido motor arranque	4642	6	$483.12
Juego empaques del embrague	4666	3	$7.52
Kit bomba de combustible	5103	1	$137.02
Kit reparación carburador	3620	3	$49.46
Kit gato elevador	5103	1	$64.68
Llanta rencauchada	5103	1	$93.01
Llave de desfogue	4793	2	$65.60
Piñón loco del distribuidor	5103	1	$197.60
Pista	2579	1	$54.00
Pista	5103	1	$12.53
Rectificador	5103	1	$75.55
Retenedor	4859	15	$7.50
Rodamiento	4863	5	$240.00
Rodamiento de la torre	5103	2	$176.23
Rodamiento tapa arranque	4926	3	$10.20
Rodamiento + pista	1492	3	$79.11
Rodamiento	4404	6	$74.83
Switch presión combustible	5103	1	$44.61
Tubo	5103	1	$61.31
Cable de freno	4626	1	$41.70
Filtro de aire	1910	2	$321.17
Tubo de escape	5103	1	$50.21
Tubo de retorno	5103	1	$61.12
Varilla motor**a**	4859	12	$40.80
Soporte de balancín	5103	1	$73.10

1.4.1 Objetivo del proceso

Asegurar que los artículos comprados localmente y/o en el extranjero, cumplan con los requisitos detallados en la orden de compra y que estén disponibles para su uso en producción y/o mantenimiento, además de asegurar que el producto recibido no sea utilizado sin que previamente la función que libera el producto lo haya hecho.

1.4.2 Condiciones Necesarias

- Que los productos sean verificados con la documentación correspondiente.
- Sistema informático operativo.
- Correcto uso y aplicación de documentación de la operación de la bodega (ingresos, almacenamientos y despachos).
- Infraestructura necesaria (Bodegas, estanterías, áreas de almacenamiento, recurso humano, montacargas)

1.4.3 Definición del problema

El procedimiento actual de requisición, aprobación, abastecimiento y control de inventario permite que se adquiera materiales en exceso, desencadenando en el incremento del valor total del inventario de repuestos.

Acorde con la Figura 4 del inventario de repuestos hasta el 31 de enero del 2024, es de un total de alrededor de 4.24 millones de dólares, del cual el 22.95 % son repuestos de necesidad puntual (NPA), cuyo fin es el uso del repuesto en un proyecto a desarrollarse a corto plazo a diferencia del resto de repuestos que pertenecen a otra clasificación como críticos (CRT) con un 52.72 % para la operación o por su condición deben reponerse de forma automática (RPA) con 19.75 %, además de la categoría de obsoletos (OBS) representa el 4.59 %.

Este problema adquiere una gran relevancia debido a su impacto directo en los objetivos financieros de la empresa, que están estrechamente vinculados al flujo destinado a las operaciones de planta. El incremento en la cantidad y valor monetario en los repuestos ha llevado a un incumplimiento de los indicadores financieros y del área de mantenimiento particularmente.

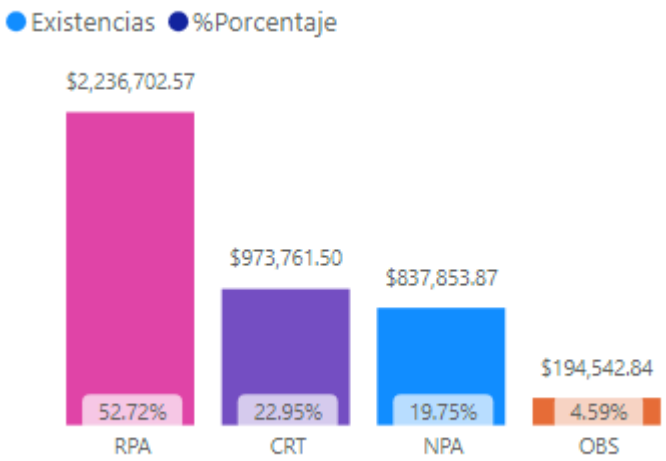


Figura 5. Valor de inventario de repuestos año 2023
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2023)

Tabla 5. Valor de inventario agrupado por año al 2023

Año de compra	Costo Total	Participación
<2009	$1,989,333.	45%
2009-2018	$1,112,112.	25%
2019-2019	$143,784.	3%
2020-2020	$119,574.	3%
2021-2021	$236,938.	5%
2022-2022	$290,824.	7%
2023-2023	$543,682.	12%

Durante el año 2023 se observa un incremento del volumen de inventario, ver **Figura *5*** y **Tabla 5**.

Para seleccionar sobre qué grupo de repuestos se debe trabajar se realiza una matriz de priorización (pp. 70) considerando los aspectos más relevantes, en las tablas que prosiguen se identifica y valora cada impacto acorde al criterio de sus usuarios que son los procesos PR-023 Manejo de Insumos y Materiales, el Macroproceso MP-030 Producción y el MP-170 Servicios Industriales.

Tabla 6. Criterios de priorización proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales

	CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN	A	B	C	D	E	Suma	Peso
A	Impacto en el costo del inventario	0	3	7	5	3	18	18%
B	Impacto que genera la ausencia de repuestos en el MTTO de equipos	7	0	7	7	3	24	24%
C	Limitación en el espacio de almacenamiento	3	3	0	3	1	10	10%
D	Impacto de repuestos de baja rotación	5	3	7	0	1	16	16%
E	Gestión directa del usuario sobre los repuestos	7	7	9	9	0	32	32%
	TOTAL:	**22**	**16**	**30**	**24**	**8**	**100**	**100%**

En la **Tabla 7** se puede observar el resultado final sobre qué grupo de repuestos se debe trabajar para gestionar de mejor manera el valor monetario en inventario de repuesto; este trabajo podría ser ampliado en el futuro al resto de repuestos, siempre que se pueda tener mayor control sobre la logística.

Tabla 7. Rankin de priorización proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales

	MATRIZ SÍNTESIS	A	B	C	D	E	Suma	Peso	Ranking
		18.0%	**24.0%**	**10.0%**	**16.0%**	**32.0%**			
1	Repuestos NPA	31.7%	31.7%	31.7%	31.7%	35.0%	162%	32.7%	1
2	Repuestos RPA	38.3%	25.0%	38.3%	15.0%	21.7%	138%	26.1%	3
3	Repuestos críticos	25.0%	38.3%	18.3%	28.3%	28.3%	138%	29.1%	2
4	Repuestos Obsoletos	5.0%	5.0%	11.7%	25.0%	15.0%	62%	12.1%	4
	TOTAL:	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**500%**	**100%**	

El resultado de la priorización indica que se debe trabajar sobre los Repuestos de necesidad puntual, denominados NPA. Para poder garantizar que el proyecto esté orientado hacia las necesidades del cliente y los objetivos estratégicas de la organización, se identifica las variables críticas del cliente, del producto y del proceso. En la **Tabla 8** se identifica estos requisitos críticos para asegurar que el proyecto se enfoque en resolver problemas que impactan directamente la satisfacción del cliente.

En este caso la Característica Crítica del Negocio (CTS) es el flujo de caja, mientras que la Característica Crítica del Producto (CTY) es el valor del inventario, sobre la cual se

debe trabajar en los repuestos de necesidad puntual acorde a la priorización hecha, estos repuestos se encuentran almacenados en la bodega 1BD01001, 1BD01002, 1BD01005 y 1BD0100M al cierre de cada mes. En el caso de las Características Críticas del Proceso (CTX) permite identificar los elementos clave que impactan directamente en los objetivos del proyecto y aseguran que se aborden las prioridades correctas, estas pueden relacionarse a la calidad, al costo, cumplimiento, etc.

Tabla 8. Identificación características críticas

CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS CLIENTE/NEGOCIO (CTS)	**VARIABLE**
Flujo de caja de la compañía	USD ($)
CARÁCTERÍSTICAS CRÍTICAS DEL PRODUCTO (CTY)	**VARIABLE**
Permanencia de repuestos (calidad)	Días
Lead time entrega repuestos NPA (local)	Tiempo
Lead time generación OP-OI	Tiempo
Valor inventario repuestos NPA	USD ($)
CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DEL PROCESO (CTX)	**VARIABLE**
PR-023 Manejo de insumos y materiales	
Espacio físico	m2
Despacho de insumos y materiales	min
PR-027 Compras - Proveedores	
Seguimiento Entrega repuestos NPA	Tiempo
Seguimiento Aprobación OP-OI	Tiempo
Generación OP-OI	Tiempo
PR-172 Mantenimiento e ingeniería	
Disponibilidad de maquinaria y equipos	Horas

Se decide realizar un diagrama de Ishikawa para identificar las problemáticas que enfrenta el proceso y poder clasificar las posibles causas del problema.

Esta herramienta se utiliza para investigar las razones detrás de los desafíos recurrentes, y permitirá identificar posibles razones para el exceso de inventarios, la acumulación de repuestos obsoletos, los altos tiempos de permanencia, o los paros de producción debido a la falta de insumos, el recurrente uso de mails para informar que lo productos recibidos por bodega no han sido extraídos por el usuario final, información que no está disponible para el usuario directo en primera instancia y a su vez genera malestar por parte de los operadores de la bodega ya que pasa a ser otra tarea. Mediante el análisis de factores como método, mano de obra, materiales, maquinaria y medición, se busca una comprensión integral de las causas raíz que afectan la eficiencia y eficacia de la bodega.

A continuación, se puede observar el diagrama de Ishikawa del Incremento en el valor del Inventario de repuestos NPA.

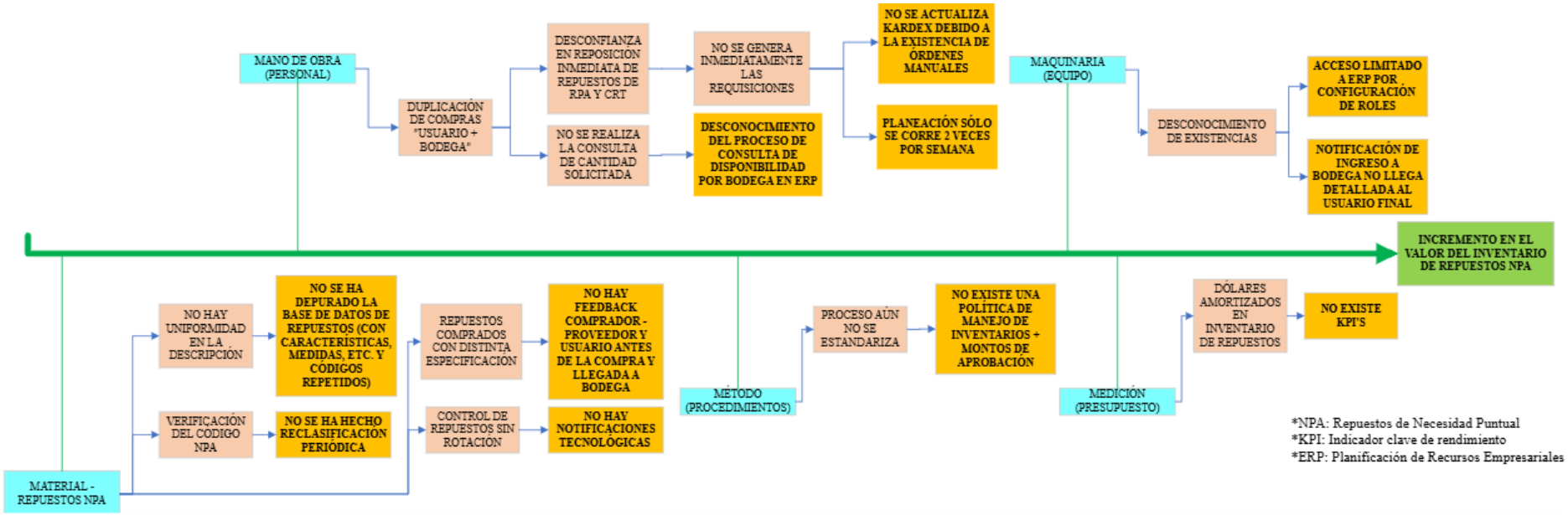


Figura 6. Diagrama de Ishikawa
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

2. PLAN DE MEJORA DEL PROCESO PR-023 MANEJO DE INSUMOS Y MATERIAL

2.1 Levantamiento de información del proceso

La fase *Measure* del proyecto de reducción de inventario de repuestos de necesidad puntual, se enfoca en entender detalladamente el estado actual del inventario y su relación con la demanda real. Este análisis inicial resulta fundamental para identificar áreas críticas que impactan en la eficiencia operativa, tales como la acumulación de ítems, niveles de inventario por encima de los requerimientos y tiempos excesivos de reposición. Adicional se debe medir la gestión realizada por los usuarios de la bodega y sus clientes. A través de una evaluación sistemática, se utilizarán herramientas como el análisis de datos históricos, la categorización por niveles de criticidad y la evaluación de costos asociados.

2.1.1 *Gestión para la aprobación de órdenes de compra y tiempos de reposición*

Parte de la gestión que debe realizarse como usuarios principales del proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales es que se debe esperar a la de aprobación de las órdenes de requisición de repuestos por parte de las jefaturas de las áreas involucradas (mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico y gerencia industrial). Dependerá de la familia a la que pertenece el repuesto y/o el cargo de la persona que ejecuta la orden de compra para direccionar la aprobación por parte de su respectiva jefatura, ver **Tabla 9**, en el procedimiento no define el tiempo máximo de aprobación de órdenes de compra.

Tabla 9. Niveles de aprobación

Montos de aprobación	**$0.01- $1000.00**	**$1001.00 - $20000.00**	**$20001.00 - $100000.00**	**$100001.00 - $300.000.00**	**> $300001.00**
Servicios Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento Mecánico	Jefe de Mantenimiento Eléctrico	Gerente Industrial	Gerente Industrial	Gerente General

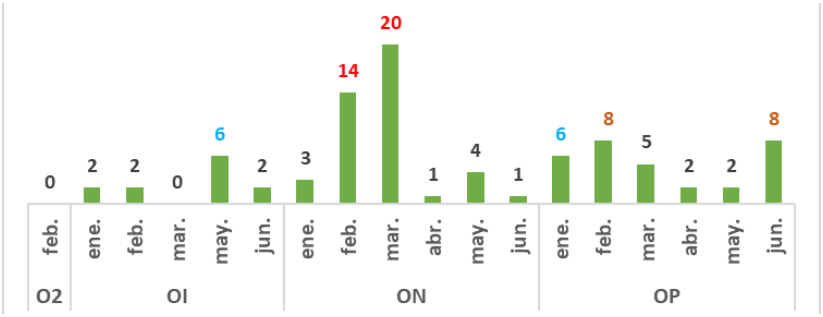


Figura 7. Días de aprobación Jefe Eléctrico
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

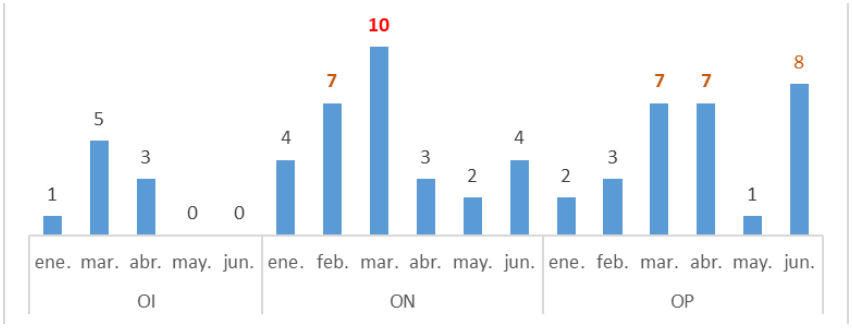


Figura 8. Días de aprobación Jefe Mecánico
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

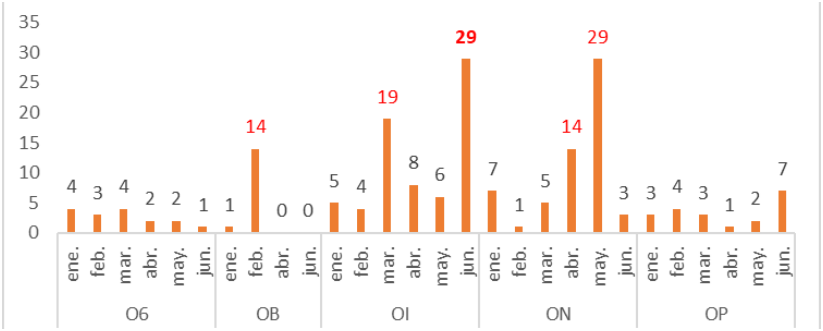


Figura 9. Días de aprobación Gerencia Industrial
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

En las **Figura *7***, **Figura *8***, y **Figura *9*** se puede observar el tiempo requerido por usuario para la aprobación de la orden de requisición, este tiempo de demora influye en que el repuesto esté a tiempo o no en bodega para su uso oportuno, en el caso medido hasta junio del 2024 se evidenció demoras en el arribo de repuestos a bodega (problemas internos de los fabricantes y el tiempo que tomó la aprobación de algunos repuestos hicieron cambiar la realidad presentada en las ofertas) y por tal razón durante el mantenimiento semestral programado no se realizaron las tareas involucradas con esos repuestos y los mismos permanecen en bodega hasta el siguiente mantenimiento programado a realizarse desde el 27 de enero del 2025 hasta el 5 de febrero del 2025.

Tabla 10. Indicadores de compras locales e importadas al año 2024

Mes	Objetivo Local [día]	Objetivo Importación [día]	Real Local [día]	Real Importación [día]	Eficacia local [%]	Eficacia Importación [%]
Enero	2.5	6	1.19	6.93	2.10	0.87
Febrero	2.5	6	0.97	5.67	2.58	1.06
Marzo	2.5	6	1.05	6.74	2.38	0.89
Abril	2.5	6	1.62	8.84	1.54	0.68
Mayo	2.5	6	1.18	9.89	2.12	0.61
Junio	2.5	6	0.52	7.34	4.81	0.82
Julio	2.5	6	0.87	6.46	2.87	0.93
Agosto	2.5	6	0.95	2.12	2.63	2.83
Septiembre	2.5	6	0.84	3.99	2.98	1.50
Octubre	2.5	6	1.09	3.14	2.29	1.91
Noviembre	2.5	6	1.04	3.67	2.40	1.63
Diciembre	2.5	6	0.81	2.44	3.09	2.46

En la **Tabla *10*** se puede evidenciar que la proveeduría local supera el objetivo establecido por el departamento de Compras, sin embargo, con respecto a las importaciones del año 2023 se evidencia que hay meses en que no se cumple el objetivo por temas relacionados con los proveedores. Esto influye en los mantenimientos programados, debido a que no se puede realizar dichas tareas.

2.1.2 *Nivel promedio de inventario y costo*

Al cerrar el año 2023 el valor de inventario fue de $ 4.27 millones, incluyendo la categoría de insumos. En este caso se puede observar que los dos principales valores se encuentran en los repuestos de reposición automática y en los de necesidad puntual.

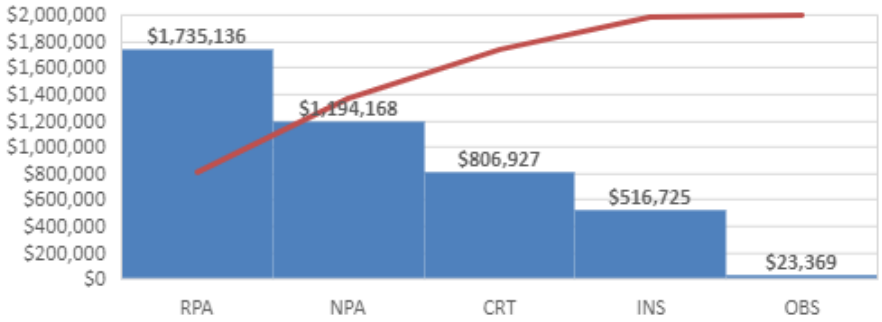


Figura 10. Costo de inventario
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Para lograr una reducción en el costo del inventario de repuestos, es esencial enfocar los esfuerzos en aquellos que cuentan con reposición automática y los de necesidad puntual. Tras una priorización inicial, se procede a evaluar el inventario de repuestos de necesidad

puntual (NPA). El objetivo principal es identificar si los niveles de stock están alineados con la demanda real o si existen ineficiencias, como la acumulación de ítems de baja rotación. Para ello, se realiza un mapeo exhaustivo de los ítems almacenados en bodega.

El proceso incluye la participación de representantes del área de mantenimiento, quienes colaboran en el análisis completo del inventario NPA y en la implementación inmediata de mejoras. Este mapeo se basa en una categorización por familias de repuestos, donde cada código está asociado a una máquina o a un grupo de componentes comunes. Durante este análisis, se verifica si la clasificación de los tipos de repuestos sigue vigente, si algunos han quedado obsoletos o si existe la posibilidad de unificar ítems similares.

Finalizado el cotejo, se completa la información del inventario total de repuestos NPA, incluyendo detalles como el usuario, el costo total, la cantidad disponible y el último despacho realizado desde bodega a sus respectivos clientes (Ver **Tabla *11***).

El propósito de este proceso es garantizar la disponibilidad de repuestos ante necesidades puntuales, evitando la generación de sobre stock e ineficiencias asociadas.

Este enfoque integral no solo busca optimizar los costos asociados al inventario, sino también mejorar la capacidad de respuesta de Aglomerados Cotopaxi ante necesidades imprevistas. Al involucrar al equipo de mantenimiento en el análisis y categorización, se promueve una visión compartida que facilita la toma de decisiones fundamentadas, la identificación de repuestos obsoletos o susceptibles de unificación permite liberar espacio en bodega, reducir el capital inmovilizado y simplificar la gestión del inventario.

Tabla 11. Extracto de Inventario de Repuestos

Código	Descripción	Sub-Grupo	Costo Total ($)
FORHERC0024	AZADON	HERRAMIENTAS	$14.65
FORHERC0061	TERMOANEMOMETRO	HERRAMIENTAS	$250.42
FORMCSC0014	ALAMBRE DE AMARRE	MATERIAL DE CONSTRUCCION	$10.00
FORMCSC0053	TIRAFONDO	MATERIAL DE CONSTRUCCION	$14.40
FORMRIC0003	UNIONES FLEX DE 1/2	MATERIAL DE RIEGO	$0.59

Código	Clasifi-cación	Lead Time Orden	Último Año de Movimiento	Días de Aproba-ción	Días de Antigüe-dad	Saldo
FORHERC0024	NPA	2	2022	0	222	1
FORHERC0061	NPA	6	2022	0	127	1
FORMCSC0014	NPA	27	2021	6	498	5.80
FORMCSC0053	NPA	1	2020	1	854	200
FORMRIC0003	NPA	1	2022	0	155	2

2.2 Análisis del incremento de inventario

Tras la revisión de la información recopilada durante la fase *measure* y considerando el diagrama de Ishikawa desarrollado en la fase *define*, se procedió al análisis del inventario general en términos de costo, así como del inventario de repuestos clasificados como NPA (**Figura *11***). Se identificó un crecimiento anual en el inventario global de repuestos hasta finales de 2024, mientras que los repuestos NPA evidenciaron una tendencia a la baja (ver **Figura *12***).

No obstante, un análisis más profundo permitió identificar que, a partir del año 2022, se tomaron decisiones a nivel gerencial que impactaron en dicha tendencia. En particular, se estableció que ciertos repuestos que anteriormente podían ser clasificados como NPA, pasaran a ser registrados como RPA en caso de ser requeridos. Esta medida fue posible gracias a una curva de aprendizaje alcanzada por los equipos de producción y mantenimiento.

En la **Figura *13*** se observan fluctuaciones significativas, con picos y valles en el inventario mensualizado de repuestos NPA. Esto sugiere la existencia de una base fija de inventario amortizada, mientras que los picos evidencian problemas de gestión en la recepción y uso de los repuestos. Según lo mencionado anteriormente, estas variaciones pueden deberse a la llegada tardía de los repuestos o al sobre stock generado como medida preventiva ante los mantenimientos programados.

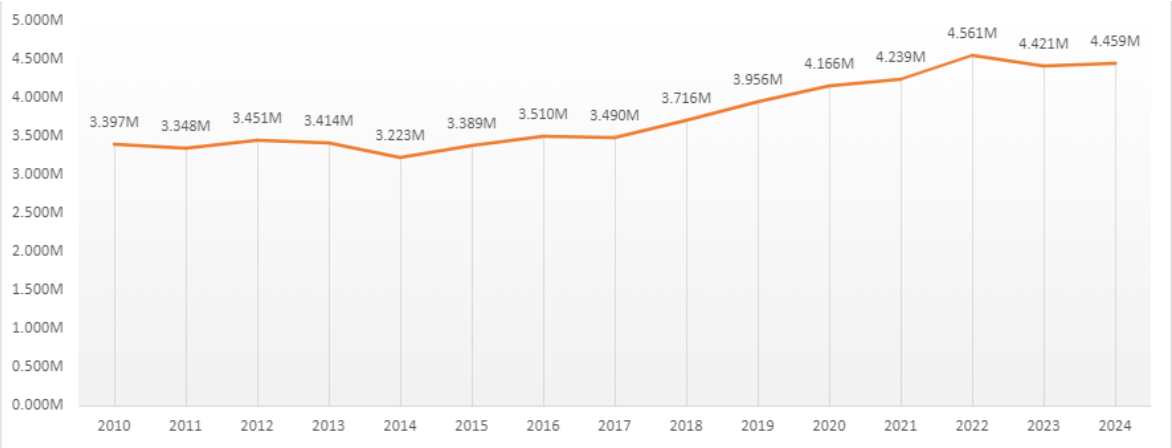


Figura 11. Estadística descriptiva del inventario de repuestos por año hasta el 2024
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

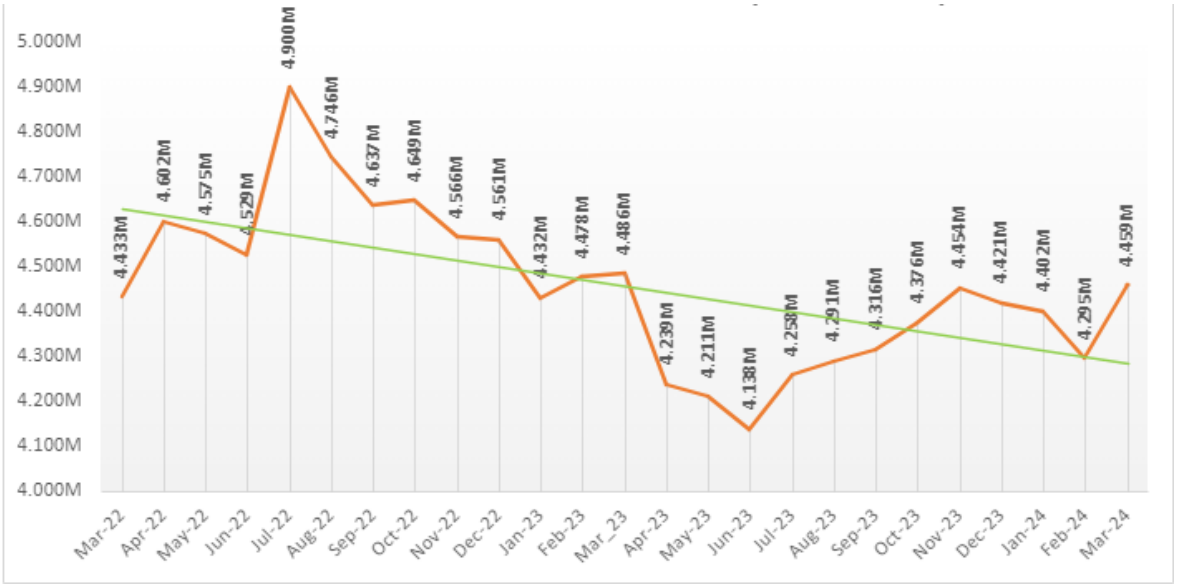


Figura 12. Estadística descriptiva del inventario de repuestos por mes.
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

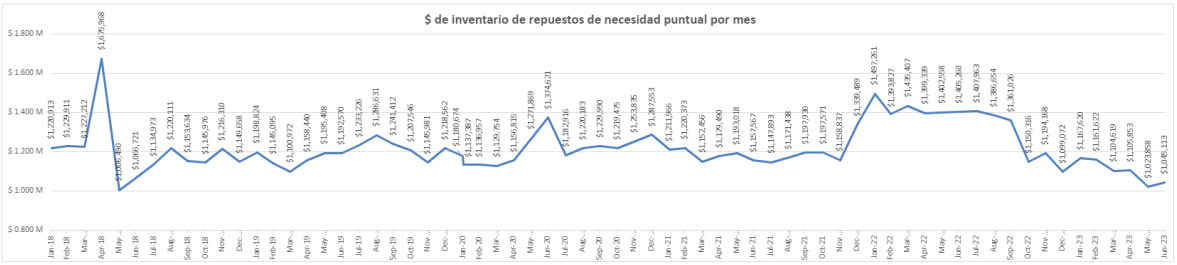


Figura 13. Estadística descriptiva mensual del inventario de repuestos NPA
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

En la **Figura *14*** y **Figura *15***, se presenta un análisis de Pareto de los repuestos NPA clasificados por subgrupos, con el objetivo de priorizar acciones en la fase de mejora. Este análisis muestra que los repuestos de maquinaria forestal móvil ocupan el primer lugar en acumulación. Tras consultar con el jefe automotriz forestal, se identificó que esta situación se debe al retraso en la llegada de los repuestos, lo que impidió realizar las tareas de mantenimiento programadas, re-agendándolas para el siguiente mantenimiento trimestral.

En segundo lugar, se encuentra el material eléctrico de uso común. Entrevistas con los supervisores eléctricos y el jefe de mantenimiento revelaron que el sobre stock responde a una estrategia para evitar dependencia de proveedores y reducir las emergencias durante paros imprevistos. Como medida preventiva, se realiza una requisición anticipada y en exceso para garantizar disponibilidad.

El tercer subgrupo en adelante corresponde a los repuestos de líneas productivas. Según

los involucrados entrevistados, las razones de acumulación en este caso combinan los problemas mencionados anteriormente: evitar paros por falta de repuestos y los retrasos en el aprovisionamiento. Estos hallazgos subrayan la necesidad de abordar tanto la gestión de inventarios como la logística de reposición para optimizar el uso de los recursos.

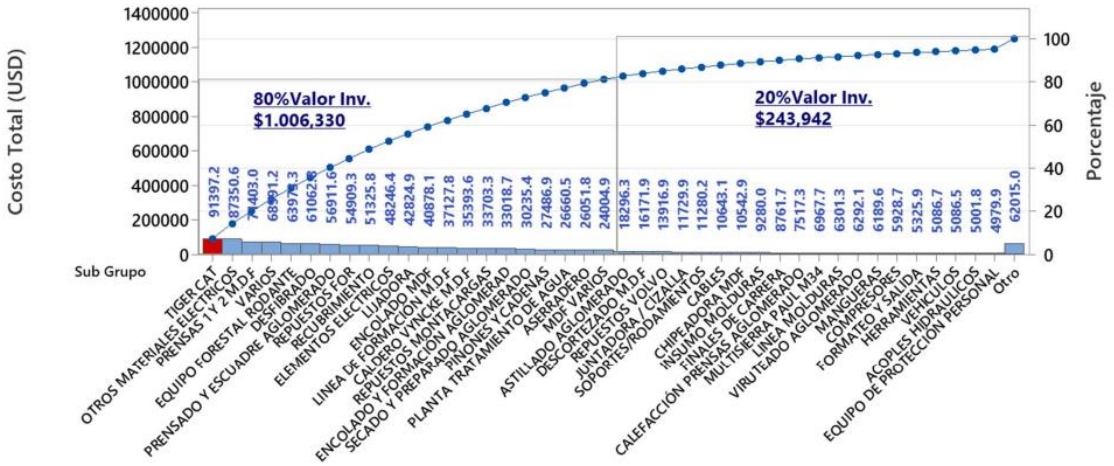


Figura 14. Pareto de subgrupos del inventario de repuestos NPA
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2023)



Figura 15. Pareto del crecimiento temporal del inventario de repuestos NPA anual
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2023)

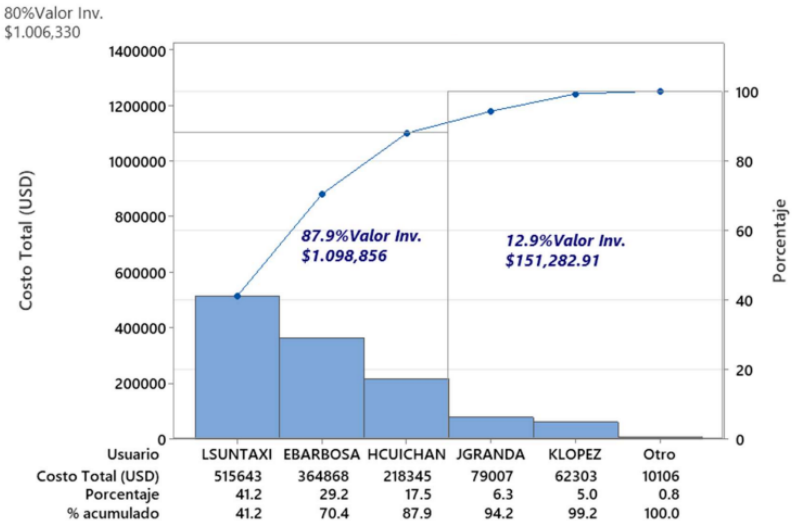


Figura 16. Pareto del crecimiento temporal del inventario de repuestos NPA y por usuarios
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2023)

En la **Figura *16*** se observa que la relación por usuario del inventario NPA comenzó a manifestarse de manera significativa a partir de 2018. Una de las razones principales de este incremento es la incorporación de nuevas líneas productivas en la planta industrial, lo que generó la necesidad de adquirir repuestos adicionales para garantizar el correcto funcionamiento de estas unidades. Este cambio estructural en la operación de la planta implicó no solo un aumento en la diversidad de ítems requeridos, sino también un crecimiento en los niveles de stock como medida precautoria frente a posibles fallas.

Además, al analizar otros factores, se identifica una tendencia recurrente a acumular stock remanente de proyectos ejecutados, así como inventario clasificado como "no funcional". Este último se refiere a repuestos que, aunque no son técnicamente obsoletos, presentan limitaciones al momento de ser utilizados debido a su tecnología desactualizada, pérdida de propiedades físicas o mecánicas, y desviaciones en sus especificaciones originales de fábrica. Estas acumulaciones reflejan una falta de políticas efectivas para la evaluación periódica del estado del inventario, así como la ausencia de estrategias claras para gestionar el remanente de proyectos y repuestos con características subóptimas.

La combinación de estos factores no solo incrementa los costos de almacenamiento, sino que también reduce la eficiencia operativa al ocupar espacio y recursos con elementos de baja rotación o utilidad limitada. Este panorama resalta la necesidad de implementar prácticas de gestión de inventario más dinámicas, como la depuración regular de ítems no funcionales y la revisión de estrategias de aprovisionamiento para nuevos proyectos, a fin de optimizar el flujo de repuestos y evitar generar repuestos de baja rotación y costos innecesarios del inventario.

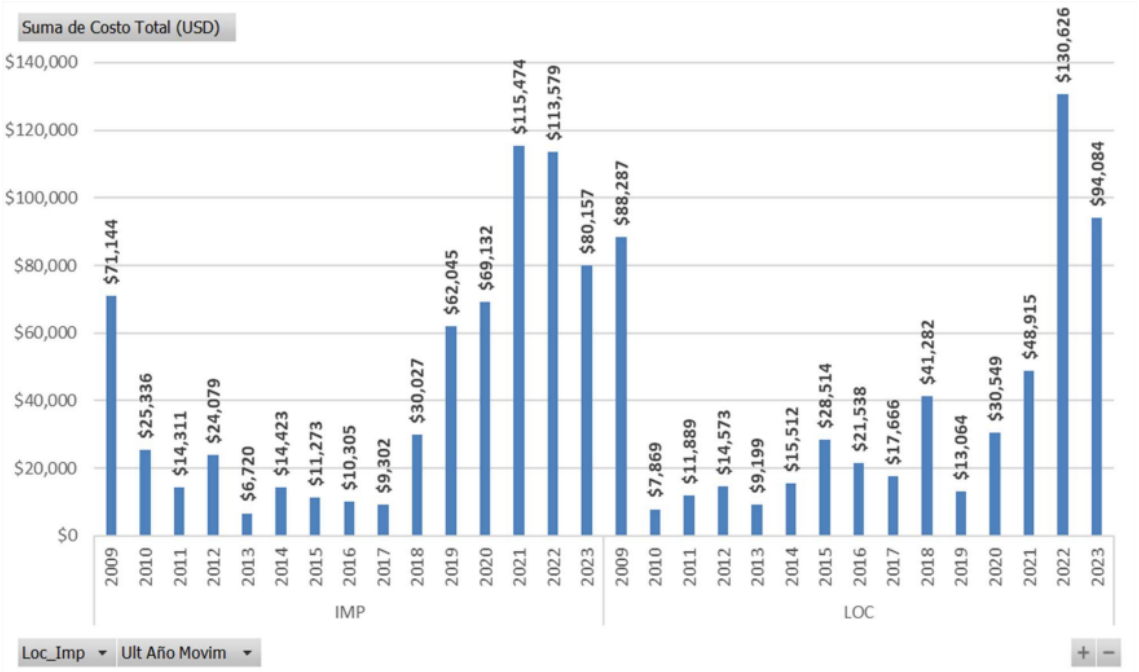


Figura 17. Crecimiento anual del inventario de repuestos NPA por importación y local
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2023)

De acuerdo con la información obtenida en las fases previas y de la **Figura *17*** se valida el objetivo de mejora ya que con la información obtenida se puede ver la tendencia central y variabilidad del proceso, de igual manera se tiene mapeado el desempeño actual del abastecimiento de repuestos, el cual servirá como base para cuantificar la mejora al final del proyecto.

2.3 Diagramación del proceso tipo árbol (SIPOC)

El SIPOC (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes) es una herramienta que permite visualizar de manera estructurada el flujo de un proceso dentro de una organización.

En el SIPOC del PR-023 Manejo de insumos y materiales detalla cada uno de sus elementos fundamentales para una mejor comprensión del proceso y sus oportunidades de mejora.

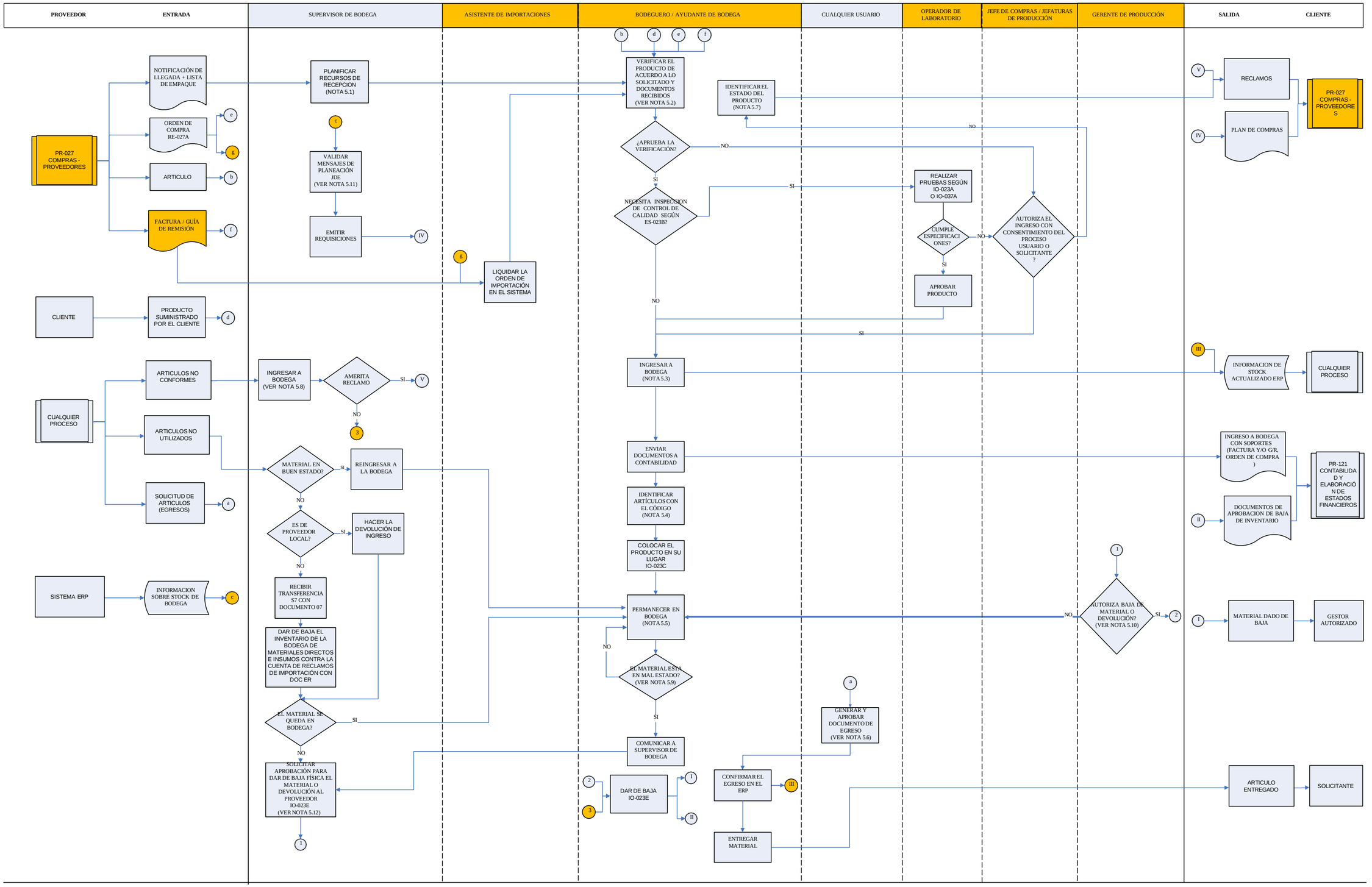


Figura 18. Diagrama SIPOC del PR-023 Manejo de insumos y materiales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

2.4 Análisis de valor agregado

Tabla 12. Cursograma del PR-023

No.	Actividad	Responsable	Frecuencia	Escala Fre.	Volumen	Escala Vol.	Duración	Escala Dur.
1	Planificación de requisición acorde JDE	Supervisor de bodega	cada 2	días	1	Planificaci	45	minutos
2	Emisión de requisiciones	Supervisor de bodega	cada 2	días	30	artículos	45	minutos
3	Verificación del producto acorde a orden de compra	Bodeguero	cada 1	días	20	artículos	20	minutos
4	Ingreso de material a bodega	Bodeguero	cada 1	días	20	artículos	20	minutos
5	Ingresar orden de compra	Jefe de producción	cada 1	días	30	artículos	20	minutos
6	Emisión de orden de compra	Analista de compras e importaciones	cada 1	días	30	artículos	15	minutos
7	Compra de repuestos, materiales e insumos	Analista de compras e importaciones	cada 2	días	30	artículos	30	minutos
8	Aprobación de compra por montos	Gerencia Industrial	cada 2	días	3	solicitudes	5	minutos
9	Evaluación de proveedores	Jefe de compras	cada 3	meses	25	Proveedor	15	minutos
10	Devolución de material a proveedores tras reclamo	Supervisor de bodega	cada 1	meses	5	proveedor	60	minutos
11	Codificar artículos ingresados	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	15	minutos
12	Registrar ingreso en el sistema informático JDE	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	15	minutos
13	Inspección del estado de los repuestos	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	57	minutos
14	Cierre de orden compra	Jefe de producción	cada 2	días	3	solicitudes	20	minutos
15	Entrega de material a solicitantes	Bodeguero	cada 1	días	50	artículos	30	minutos
16	Confirmar egreso de material por JDE	Bodeguero	cada 1	días	50	artículos	15	minutos
17	Dar de baja a material obsoleto	Supervisor de bodega	cada 1	años	20	artículos	30	minutos
18	Inventario	Bodeguero	cada 3	meses	300	artículos	45	minutos
19	Revisión de material conforme al sistema - cantidades	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	45	minutos
20	Procesamiento de órdenes manuales	Bodeguero	cada 4	semanas	20	solicitudes	45	minutos
21	Re-proceso de órdenes manuales a JDE	Bodeguero	cada 4	semanas	20	solicitudes	45	minutos
22	Descargo de material en contenedores	Bodeguero	cada 1	semanas	5	HC	45	minutos

No.	Actividad	FTE	% Carga	Carga		Costo	O	Š	>	D	V	Tipo
1	Planificación de requisición de recursos acorde JDE	0.00208333	4.69%	7.3 hrs/mes	$	76.64	X					VAC
2	Emisión de requisiciones	0.00208333	140.63%	219.4 hrs/mes	$	2,299.17	X					NAV
3	Verificación del producto acorde a orden de compra	0.00208333	83.33%	130.0 hrs/mes	$	3,357.22		X				VAC
4	Ingreso de material a bodega	0.00208333	83.33%	130.0 hrs/mes	$	3,357.22					X	VAN
5	Ingresar orden de compra	0.00208333	125.00%	195.0 hrs/mes	$	3,706.00	X					NAV
6	Emisión de orden de compra	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	4,524.91	X					VAC
7	Compra de repuestos, materiales e insumos	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	4,524.91	X					VAC
8	Aprobación de compra por montos	0.00208333	1.56%	2.4 hrs/mes	$	104.51		X				NAV
9	Evaluación de proveedores	0.00010684	1.34%	2.1 hrs/mes	$	39.59		X				VAC
10	Devolución de material a proveedores tras reclamo	0.00010684	3.21%	5.0 hrs/mes	$	52.40				X		NAV
11	Codificar artículos ingresados	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	3,776.88	X					NAV
12	Registrar ingreso en el sistema informático JDE	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	3,776.88				X		VAC
13	Inspección del estado de los repuestos	0.00208333	356.25%	555.8 hrs/mes	$	14,352.13		X				VAC
14	Cierre de orden compra	0.00208333	6.25%	9.8 hrs/mes	$	185.30	X					NAV
15	Entrega de material a solicitantes	0.00208333	312.50%	487.5 hrs/mes	$	12,589.58	X					NAV
16	Confirmar egreso de material por JDE	0.00208333	156.25%	243.8 hrs/mes	$	6,294.79	X					VAC
17	Dar de baja a material obsoleto	0.00000890	0.53%	0.8 hrs/mes	$	8.73				X		NAV
18	Inventario	0.00010684	48.08%	75.0 hrs/mes	$	1,936.86		X				NAV
19	Revisión de material conforme al sistema - cantidades	0.00208333	281.25%	438.8 hrs/mes	$	11,330.63		X				VAC
20	Procesamiento de órdenes manuales	0.00046296	10.42%	16.3 hrs/mes	$	419.65				X		NAV
21	Re-proceso de órdenes manuales a JDE	0.00046296	10.42%	16.3 hrs/mes	$	419.65				X		NAV
22	Descargo de material en contenedores	0.00046296	10.42%	16.3 hrs/mes	$	419.65			X			NAV

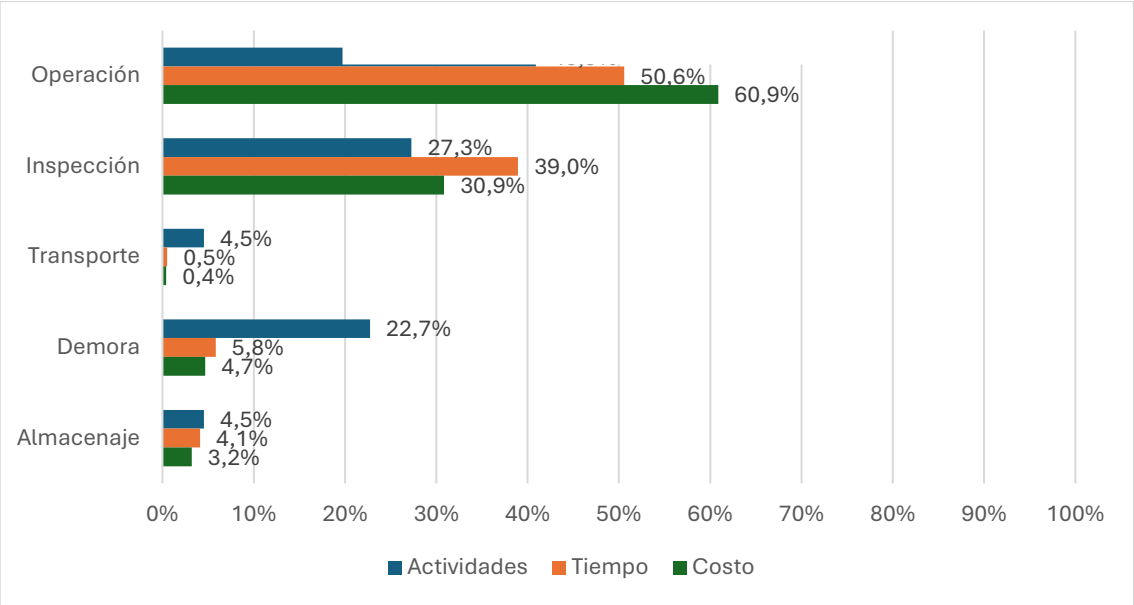


Figura 19. Cursograma analítico del PR-023 Manejo de insumos y materiales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

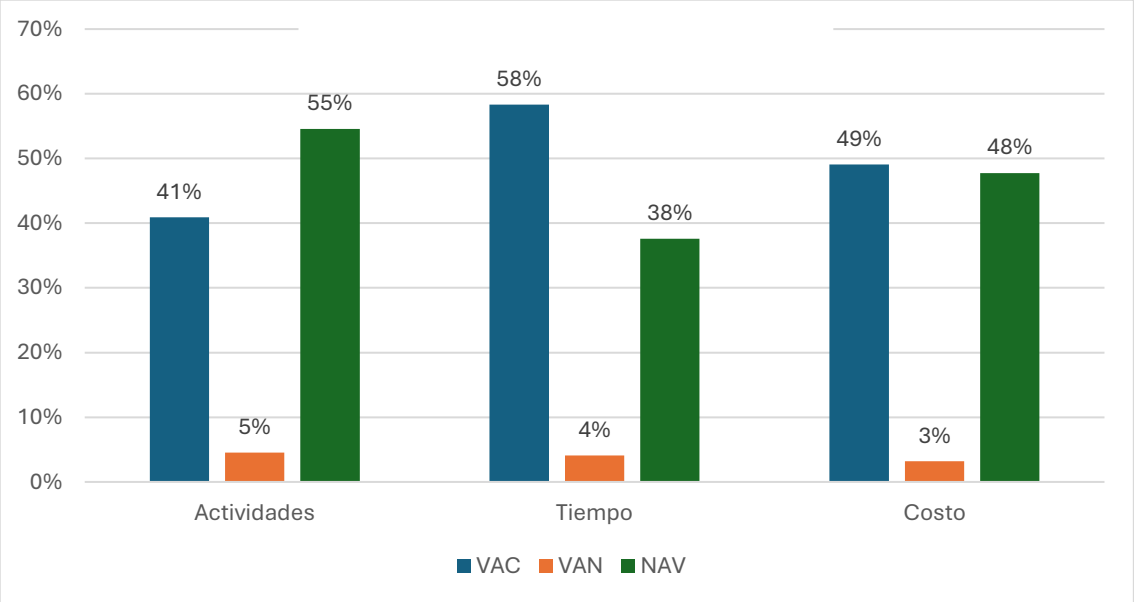


Figura 20. Análisis de valor agregado PR-023 Manejo de insumos y materiales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Acorde al análisis del cursograma (**Figura *19***) y de valor agregado (**Tabla *12*** y **Figura *20***) se debe trabajar en optimizar procesos en la operación, ya que consume la mayor parte del tiempo y costos, revisar el proceso de inspección, dado su alto impacto en costos y tiempo, y reducir tiempos de demora, investigando las causas de espera en los procesos logísticos, por último analizar la eficiencia del almacenamiento, asegurando que el espacio esté bien distribuido y utilizado.

Según la lista de personal que se mantiene en el PR-023 se requiere al menos un supervisor de bodega, 16 personas como bodegueros (cuatro por turno), un jefe de producción y dos analistas de compras e importaciones. Actualmente la nómina coincide con el resultado del análisis de valor agregado.

En la Tabla 13 y Tabla 14 se puede observar un resumen de lo mencionado previamente.

Tabla 13. Cursograma analítico en cantidades

	Actividades	**Tiempo**		**Costo**
Operación	9 act	1601.4 hrs	$	13,293.14
Inspección	6 act	1233.3 hrs	$	6,737.34
Transporte	1 act	16.3 hrs	$	87.19
Demora	5 act	184.6 hrs	$	1,020.28
Almacenaje	1 act	130.0 hrs	$	697.56
Total	22 act	3165.5 hrs	$	21,835.51

Tabla 14. Valor agregado en cantidades

	Actividades	**Tiempo**		**Costo**
VAC	9 act	1845.6 hrs	$	10,717.24
VAN	1 act	130.0 hrs	$	697.56
NAV	12 act	1189.9 hrs	$	10,420.72
Total	22 act	3165.5 hrs	$	21,835.51

2.5 Plan de mejora del proceso con metodología DMAIC

2.5.1 Implementación de mejoras rápidas

Tras el desarrollo de la etapa *analyze* en el capítulo 2.2 se encontraron mejoras rápidas en el proceso PR-023 Manejo de Insumos y Materiales que se ejecutaron antes del plan de implementación debido a que son de rápida ejecución con el fin de eliminar actividades que no agregan valor y son un desperdicio conocido como “muda” en la filosofía *Kaizen*.

- Recategorización de repuestos NPA que se obsoletizaron
- Nuevos montos de aprobación
- Revisión de existencias previo a la generación de órdenes de compra
- Culturización de usuarios para comprar sólo lo necesario
- Equivalencia de repuestos con proveedores alternos para disminuir el tiempo de reposición del repuesto

- Control y seguimiento de salida de repuestos NPA

Adicional se identificó la necesidad de establecer una política para la gestión de la bodega de repuestos, acción a realizarse durante la implementación.

Como actividad constante el departamento de compras, PR-027 Compras – Proveedores, debe verificar las existencias registradas en el sistema JDE (Kardex). Si los repuestos solicitados están disponibles, la información debe ser reportada de inmediato al usuario correspondiente.

Para asegurar que los usuarios cuenten con información actualizada, el supervisor de bodega debe informar sobre el ingreso de materiales solicitados por necesidad puntual que no han sido retirados, mediante un correo semanal. Además, se debe enviar un reporte acumulado mensualmente.

Dado que cada repuesto cuenta con especificaciones propias, no se deben adquirir repuestos utilizando códigos con características similares. En su lugar, se debe solicitar la creación de un nuevo código mediante el formato "Creación de códigos Vs.1" antes de generar la requisición de compra.

2.5.2 *Plan de consumo de repuestos de necesidad puntual*

Tras la ejecución de las acciones para reducción de repuestos de baja rotación a la misma lista de repuestos NPA inspeccionados se realiza un acercamiento con los usuarios y solicitantes de los mismos para realizar un plan de consumo de los repuestos en bodega. Este plan tiene celdas del presupuestado a consumirse en el plan mensualizado hasta el 2026 y junto a ellas el consumo real a ser llenado para realizar el seguimiento del plan y evidenciar la efectividad de la gestión (Ver **Tabla *15***).

Adicional, mediante el diagrama de Ishikawa se han identificado diversas acciones clave para abordar la acumulación de inventario en los repuestos NPA. Uno de los problemas detectados puede ser resuelto desde el área de tecnología e informática, mediante la solicitud de modificaciones al sistema JDE utilizado para la requisición de repuestos. En este sentido, se propone implementar notificaciones automáticas que informen a los usuarios responsables sobre el arribo de los repuestos solicitados, evitando el desconocimiento de su llegada y permitiendo un uso oportuno de los mismos. Esto mejorará la gestión y reducirá los retrasos en la utilización de repuestos.

Tabla 15. Ejemplo de inspección física de repuestos

Descripción	Descripción	Texto Búsqueda	Año	Usuario	Mensaje
Banda de transporte	A= 15"-3/8 3 LONAS	BANDAS	2019	LSUNTAXI	Excelente gestión
Tubería lapeado interior h-8	100X120 CALIDAD E355+SR	EQUIPO RODANTE FORESTAL	2022	HCUICHAN	Excelente gestión
Manguera 100 r12 4000psi 1/2"	722TC-8-RL	CONSIGNACION	2023	HCUICHAN	Excelente gestión
Manguera 100r2 3100 psi 3/4	302-12	CONSIGNACION	2022	HCUICHAN	Excelente gestión
Bronce fosfórico	D 3/4"	REPUESTOS VARIOS	2022	LSUNTAXI	Excelente gestión

Asimismo, se recomienda configurar alarmas en el sistema JDE que alerten sobre la existencia de productos ya disponibles en bodega al momento de realizar nuevas solicitudes de compra. Esto permitirá evitar compras redundantes y fomentar una mejor utilización de los recursos existentes. Además, se sugiere rediseñar la interfaz del sistema para que los operadores puedan consultar fácilmente el inventario disponible antes de solicitar nuevos aprovisionamientos a sus supervisores, promoviendo así una mayor eficiencia y una reducción en el sobre stock.

Otro aspecto crítico identificado es la necesidad de mejorar la gestión de los topes de compra. Para ello, se propone establecer un sistema de aprobación de requisiciones basado en montos, lo que obligaría a los responsables a cuestionar si la compra es realmente necesaria y si la cantidad solicitada es adecuada para cubrir las necesidades operativas sin generar acumulaciones innecesarias. Este enfoque no solo optimizará el control de inventarios, sino que también contribuirá a un uso más racional del presupuesto destinado a la adquisición de repuestos.

Estas acciones combinadas permitirán atacar las causas raíz del problema de acumulación, fomentando una gestión de inventario más eficiente, reduciendo costos operativos y mejorando la disponibilidad de materiales justo a tiempo.

3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Una gestión adecuada del inventario es clave para garantizar la disponibilidad de los repuestos esenciales sin incurrir en excesos que generen sobrecostos o estancamiento de capital. El siguiente plan se basa en el análisis realizado en el capítulo 2 de los niveles de inventario actuales y la demanda real de repuestos. Se busca alcanzar una reducción efectiva sin comprometer la operatividad y disponibilidad de los repuestos requeridos.
Se presenta las acciones específicas a implementar, los responsables de su ejecución y los indicadores clave de desempeño (KPI's) para evaluar el impacto de la reducción de inventarios. Asimismo, se establecen mecanismos de seguimiento y mejora continua para garantizar los resultados a largo plazo, optimizando recursos y reduciendo costos sin afectar la continuidad operativa.

3.1 Objetivos de implementación

- Reducir el costo y la cantidad del inventario de repuestos NPA, asegurando una gestión más eficiente de los recursos.
- Optimizar la administración del stock en bodega, mejorando los procesos de almacenamiento y facilitando las operaciones logísticas.
- Disminuir el tiempo de permanencia de los repuestos en bodega, permitiendo la liberación de espacio y aumentando la eficiencia en su manejo.

3.2 Análisis de riesgos

Se lleva a cabo la elaboración y aplicación de una matriz de riesgos (los criterios están definidos en la **Tabla 16** y **Tabla 17**) para identificar, analizar y evaluar los posibles factores o eventos adversos que pueden obstaculizar el desempeño eficiente de las actividades dentro del proceso. Esta matriz ayuda a detectar circunstancias y eventos que podrían afectar la gestión y el control del inventario de repuestos, generando impactos negativos como desabastecimiento, sobre stock, obsolescencia y/o pérdidas económicas (ver **Tabla 18**). Se asignan niveles de probabilidad e impacto a cada riesgo identificado, permitiendo priorizar aquellos que requieren acciones correctivas o preventivas inmediatas. Su objeto es mitigar o eliminar amenazas, garantizar una gestión eficiente de recursos, y medir la respuesta ante imprevistos.

Tabla 16. Definiciones de la Matriz de Riesgos

Riesgo		Circunstancias, sucesos o eventos adversos que impiden el normal desarrollo de las actividades en el proceso
Descripción de la causa		Se deben definir las causas prioritarias que estén vinculadas con el riesgo
Probabilidad		Medida de la posibilidad de ocurrencia de una situación identificada como riesgos
Consecuencia		¿Cuánto afecta la materialización del riesgo el logro de los objetivos del proceso?
Nivel		Producto de multiplicar entre sí los valores asignados a las variables "probabilidad y consecuencia"
		Tareas encaminadas a reducir el nivel de riesgo
Mitigar el riesgo	**Acciones para reducir el riesgo**	Tareas encaminadas a evitar que el riesgo se materialice
	Acciones para evitar el riesgo	Resultado a alcanzar con las tareas implementadas. Debe ser medible
Indicador por alcanzar	**Meta**	Crecer a través del tiempo ó Disminuir a través del tiempo
	Tipo	Es indispensable que a cada medida se le asigne un responsable directo
Responsable		La meta se alcanzará en un período determinado de tiempo
Seguimiento del riesgo	**Específico**	Cuando es necesario monitorear las acciones a tomarse
	Periódico	Acciones ejecutadas para alcanzar la meta
Acciones abordadas		Cuando es necesario monitorear las acciones a tomarse
Indicador alcanzado		Acciones ejecutadas para alcanzar la meta
Eficacia	**Resultado**	
	Nivel	Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados

Tabla 17. Calificación de la Matriz de riesgo

Probabilidad	**Grado**	**Valor**
1	Sería excepcional	1
2	Es posible	2
3	Muy probable	3
Consecuencia	**Grado**	**Valor**
	Riesgo	
1	Insignificante	1
2	Moderado	2
3	Catastrófico	3

Tabla para la valoración del riesgo por proceso

		Probabilidad		
		1	**2**	**3**
Consecuencia	**1**	1	2	3
	2	2	4	6
	3	3	6	9

Tabla 18. Matriz de Riesgos del PR-023 Manejo de Insumos y Material

Riesgo	Descripción de la causa	Probabilidad	Consecuencia	Nivel	Mitigar el riesgo		Indicador por alcanzar		Responsable	Seguimiento del riesgo	Acciones abordadas	Indicador	Eficacia	
					Acciones para reducir el riesgo	Acciones para evitar el riesgo	Meta	Tipo					Resultado	Nivel
Diferencia de inventario	Incorrecta entrega / recepción de repuestos en cantidades mayores o menores al documento	1	2	2 BAJO	Seguimiento auto inventarios - Inventarios Auditoria ERP	Revisión Ingresos - Revisión Documento de Egreso	98 %	C	Supervisor de Bodega de Repuestos	Mensual	Seguimiento a través del ERP de bodega	98%	100%	Eficaz
Crecimiento de Bodega	Ingreso de repuestos e insumos mayor a lo necesario	2	2	4 MEDIO	Control volumen de compra		97 %	C	Supervisor de Bodega de Repuestos	Mensual	Seguimiento a través de volumen de compra	100%	103%	Muy Eficaz
Quebrar stock	Desabastecimiento de Insumos y repuestos por no colocación de pedidos a tiempo	2	3	6 ALTO	Lectura de mensajes de planeación diaria – Revisión de inconsistencias kardex - disponible	Formación de Backups que realicen esta actividad	100 %	C	Supervisor de Bodega, Bodegueros de Repuestos y Ayudantes	Mensual		5%	5%	Ineficaz

3.3 Antecedentes de mejora de proceso PR-023

Se han implementado medidas como la inspección en bodega de los repuestos y la reclasificación de forma inmediata a los ítems requeridos. En la fase *measure* se realizó el levantamiento de información por código, cantidad y último retiro en bodega, a esta información se añadió la inspección física del elemento y el comentario de reclasificación a aquellos repuestos identificados que no pertenecen al grupo NPA (ver **Tabla 19**).

Tabla 19. Extracto de los comentarios durante la inspección física de repuestos

Descripción	Clasif	Ult Año Movim	Saldo	Costo Total (USD)	Usuario	Nueva Clasificación	Comentarios
CONMUTADOR	NPA	2009	1	$18.41	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
DREN AUTOMATICO	NPA	2009	3	$201.51	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
MODELO DOBLE GUIA	NPA	2009	1	$89.77	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
O RING	NPA	2009	14	$11.20	LSUNTAXI	NPA	Se puede ocupar en otro lado
PROTECTOR	NPA	2009	1	$30.70	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
PROTECTOR	NPA	2009	1	$0.01	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
SUPRESOR	NPA	2009	2	$10.82	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
TELA TEFLON CON ADHESIVO	NPA	2022	8	$478.61	LSUNTAXI	OBS	0-230 psi
TEMPORIZADOR	NPA	2009	1	$18.43	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
TUERCA	NPA	2011	5	$18.55	LSUNTAXI	NPA	0-200 psi
ALAMBRE FLEX	NPA	2009	50	$96.50	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
RESISTENCIA CABLE	NPA	2009	4	$295.41	EBARBOSA	OBS	Repuesto descontinuado
POLEA CB10	NPA	2009	2	$975.44	LSUNTAXI	OBS	No usar código
EJE DE SIERRA CB10	NPA	2022	1	$1,800.07	LSUNTAXI	CRT	Para guardamotor
EJE DESCARGADOR DE TROZA	NPA	2016	1	$789.45	LSUNTAXI	OBS	No usar código
FRESA VISELADORA 50 DERECHA	NPA	2017	1	$560.76	LSUNTAXI	OBS	No usar código
OROPEL	NPA	2011	1	$49.20	LSUNTAXI	NPA	Se puede ocupar en otro lado
RESORTE COMP.24,5X44 PHT	NPA	2009	1	$56.15	LSUNTAXI	NPA	Se puede ocupar en otro lado

3.4 Alcance del plan de mejora del proceso PR-023

Se ha definido que el alcance del proyecto incluirá exclusivamente la bodega de repuestos e insumos identificada con la nomenclatura BD01001. Por otro lado, se ha determinado que quedarán fuera del alcance de este proyecto las bodegas destinadas al almacenamiento de lubricantes y combustibles, así como aquellas destinadas a equipos de protección personal (EPP's) y vestimenta de trabajo.

Asimismo, a partir del análisis de la información recopilada durante la fase *Measure*, junto con los hallazgos obtenidos a través del diagrama de Ishikawa desarrollado en la fase *Define*, se ha establecido previamente que el enfoque del plan de mejora se centrará únicamente en la gestión del inventario de repuestos NPA. Esta decisión se fundamenta en la evaluación de los cuatro grupos de clasificación de repuestos, donde se ha identificado un crecimiento sostenido en el inventario global de repuestos, proyectado hasta finales del año 2024.

Se aplicará el enfoque de mejora continua con herramientas de análisis como Pareto, y demás estrategias para reducir el exceso de inventario y mejorar la rotación, con este plan se espera la reducción de costos asociados al almacenamiento y mantenimiento del inventario, mayor eficiencia en la gestión y control de repuestos de necesidad puntual además de la optimización de la planificación de compras y reducción de obsolescencia.

Existen limitaciones operativas o presupuestarias que podrían afectar la implementación, una de ellas que se puede prever en esta etapa es la reclasificación de repuestos, el incremento de nuevas líneas operativos o la realización de proyectos subsecuentes que aparentemente para los ejecutores de estos proyectos de mejora en planta no existe un problema con la inflación de inventario.

3.5 Estructura de desglose de trabajo (EDT)

Según Schwalbe, K. (2019) se debe describir de manera detallada todas las actividades y subactividades, garantizando que se aborden todos los componentes, en la **Figura *21*** se puede observar la estructura de desglose de trabajo del PR-023 Manejo de insumos y materiales, desde el análisis inicial del sistema vigente hasta la adopción de nuevas soluciones tecnológicas, la formación del personal y la evaluación de los resultados. Su estructura jerárquica tiene como objetivo mejorar cada etapa del proyecto, logrando una gestión más eficiente de los inventarios, disminuyendo los errores, incrementando la

exactitud de la información y asegurando un flujo de suministro más ágil.

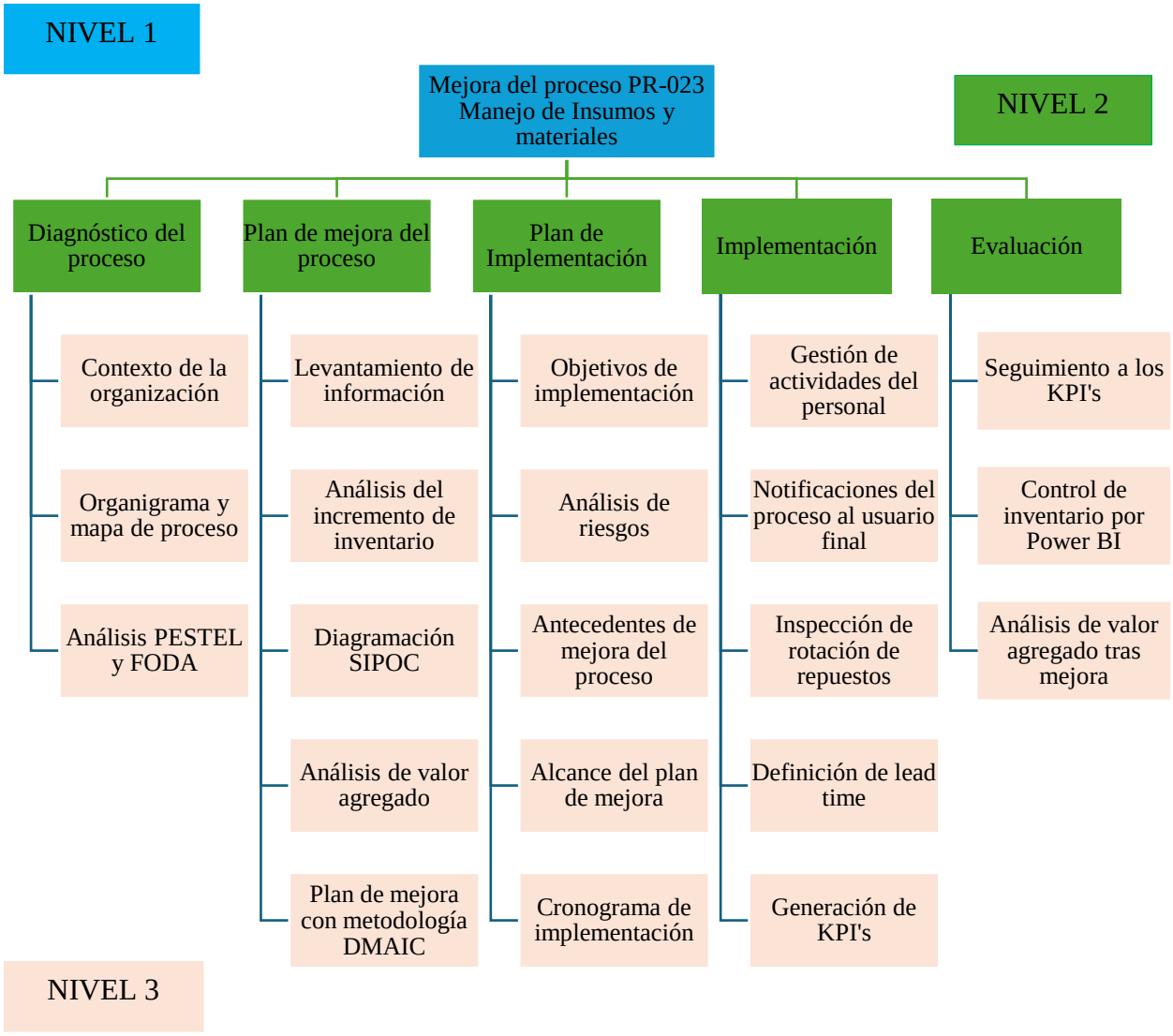


Figura 21. EDT de la mejora del PR-023 Manejo de insumos y materiales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Durante el diagnóstico y el plan de mejora se realizó un diagnóstico y análisis del inventario actual en él se identificaron obsolescencias y excesos, políticas del proceso de bodega e insumos y su reposición en las cuales no estaban claros los lineamientos de montos de aprobación y disposiciones de minimizar el tiempo de tiempo de permanencia de los repuestos en bodega.

Como parte del plan de implementación se establecen criterios para reducción de stock:

- Creación de una nueva política del proceso de bodega de repuestos e insumos.
- Identificación y seguimiento de la compra y retiro de repuestos NPA de la bodega
- Controles administrativos por parte de las jefaturas involucradas
- Modificación del sistema ERP de la empresa para facilitar acceso a la información
- Dar solución a lo establecido en el diagrama de Ishikawa.

3.6 Cronograma

A continuación, se realiza un cronograma preliminar para la implementación de las mejoras establecidas, en la Tabla 20.

Tabla 20. Cronograma de actividades del plan de implementación

	Acciones de mejora	Involucrados	Tiempo de ejecución
MANO DE OBRA	**Órdenes manuales pendientes de procesar**		
	Sólo se debe usar órdenes manuales en paros emergentes de producción por causa de un daño. La regularización de salida de repuestos debe realizarse en el mismo turno.	Supervisores mantenimiento y producción	1 semana
	Agregar en el menú de operadores la opción de disponibilidad por bodegas y capacitar a los colaboradores sobre la oferta y demanda en JDE.	Planificador mantenimiento	1 semana
	No hay back up 3 turnos para la planeación de compra de repuestos		
	Correr la planeación de compras de repuestos los días lunes, miércoles y viernes	Supervisor de bodega	1 semana
	Repuestos con baja rotación		
	Alerta del sistema que indique que el repuesto está solicitado o hay existencias	Departamento de tecnología e informática	1 mes
	Demora en gestión de compras - proveedores locales no tienen repuestos		
	Los códigos de los repuestos se deben catalogar según el lugar de disponibilidad, ya sea local / o importación.	Departamento de compras e importación	1 mes
	Se reforzará la comunicación efectiva entre usuarios, compras y proveedor. Dar aviso desde compras al usuario y este devolver el *feedback* (antes de comprar)	Departamento mantenimiento y compras e importación	1 semana
MAQUINARIA	**Al usuario final no llega notificación detallada de ingreso de repuestos a bodega**		
	Solicitar a TI modificación al aviso de que ha llegado la orden, añadir la descripción de los repuestos que llegaron + código + cantidad ingresada vs. solicitada	Departamento de tecnología e informática	2 meses

MATERIAL	**No existe un procedimiento (no existe frecuencia de revisión de repuestos NPA)**		
	Bodega y usuario realiza la reclasificación del repuesto en la base de datos establecido en la "política". Evaluar correctamente los montos de aprobación y definir un límite de tiempo para la salida de repuestos.	Departamento mantenimiento	1 semana
	No hay notificaciones tecnológicas		
	Coordinar con TI que al hacer la requisición el sistema avise las existencias para corregir cantidades a solicitar.	Departamento de tecnología e informática	1 mes
MÉTODO	**Definir los leads time de generación de OP, OI, aprobación y compra de repuestos**		
	Establecer en un plan de consumos el tiempo de descarga de repuestos solicitados por NPA.	Departamento mantenimiento	1 semana
	Reingreso de repuestos que se sacaron en una OT y no fueron utilizados. Se entregará a bodega durante el mismo mes.	Supervisor de mantenimiento	1 mes
MEDICIÓN	**GENERAR KPI'S DE INVENTARIO DE REPUESTOS NPA**		
	KPI: $ salidos de inventario/$ pedidos por orden de compra por usuario al mes. (DESDE ENERO 2023)	Planificador mantenimiento	2 meses
	Dólares de inventario de repuestos mensual KPI 1 (NPA)	Planificador mantenimiento	1 mes
	Dólares de inventario de repuestos mensual KPI 1.1 (GLOBAL)	Planificador mantenimiento	1 mes
	Dólares de gastos de mantenimiento mensual KPI 1.2	Planificador mantenimiento	1 mes

3.7 Presupuesto

Tabla 21. Costo de personal durante la implementación

Responsables	Salario Mensual	Costo Horario	Horas de involu-cramiento	Costo
Gerencia industrial	$ 5,000.00	$ 42.87	5	$ 214.37
Supervisor de Bodega	$ 1,200.00	$ 10.48	40	$ 419.22
Bodeguero	$ 600.00	$ 5.37	30	$ 160.97
Jefe de producción/mantenimiento	$ 2,200.00	$ 19.01	10	$ 190.05
Planificador de mantenimiento	$ 2,000.00	$ 17.30	50	$ 865.00
Supervisor de producción/mantenimiento	$ 1,500.00	$ 13.04	50	$ 652.00
Jefe de compras	$ 2,200.00	$ 19.01	5	$ 95.03
Analista de compras e importaciones	$ 900.00	$ 7.92	10	$ 79.23
Analista de tecnología	$ 900.00	$ 7.92	40	$ 316.93
			TOTAL	**$ 2992.80**

Al determinar las actividades a realizarse se define que de momento no se requiere de inversiones adicionales ni de consultoría externa, razón por la cual no se destinará un presupuesto para la ejecución del plan de implementación, sin embargo, se debe contabilizar las horas invertidas por el personal para las mejoras establecidas (ver Tabla 21).

Las actividades serán realizadas por el personal de Aglomerados Cotopaxi como recursos y se destinará tiempo dentro de su horario laboral como parte de proyectos de mejora.

3.8 Análisis costo beneficio

Para realizar el análisis de costo beneficio se determina que:

Costos de inversión inicial: $ 2,992.80 (horas de trabajo adicionales destinadas a esta implementación)

Costos operativos: Al ser una mejora en la gestión de manejo de inventario no tendrá un costo por mantenimiento del sistema.

Costos ocultos o imprevistos: $ 2,000 (consultorías durante las modificaciones en el sistema JDE)

Ahorro en costos: $ 500/año (reducción de obsolescencias, especialmente en objetos plásticos).

Incremento en eficiencia: No tiene valor monetario (mejora en la rotación de inventario).

Mejora en la rentabilidad: $ 1,000/mensual dependiendo de los proyectos de expansión o mejora de la planta (mayor flujo de caja, reducción de costos financieros).

Impacto en la calidad del servicio: No tiene valor monetario (mejor atención a clientes internos).

Se analizarán el costo beneficio durante el primer año

Relación Costo-Beneficio (RCB):

$$RCB = \frac{Beneficio\ total}{Costo\ total} = \frac{12{,}500}{4{,}992.80} = 2.50$$

Al ser el RCB > 1, el proyecto es viable económicamente.

Retorno de la Inversión (ROI):

$$ROI = \frac{Beneficio\ neto}{Costo\ inversión} x100 = \frac{12500 - 4992.80}{4992.80} x100 = 150.4\ \%$$

Esto significa que el proyecto generará un 150% de retorno sobre la inversión realizada.

A continuación, un resumen de lo invertido respecto a la ganancia en el primer año en la Tabla 22.

Tabla 22. Resumen de inversión vs. ganancia

INVERSIÓN	**INVERSIÓN**	**GANANCIA**	**GANANCIA**
Personal	$ 2,992.80	Reducción de obsolescencias	$ 500.00
Consultoría JDE	$ 2,000.00	Reducción de costos financieros	$ 12,000.00
Total	**$ 4,992.80**	**Total**	**$ 12,500.00**

Tras la implementación se ejecutará nuevamente el análisis costo beneficio que incluirá el ahorro en el costo del proceso tras el análisis de valor agregado.

4. IMPLEMENTACIÓN

En esta fase, se transforman las estrategias y decisiones previas en pasos operativos concretos, buscando optimizar la gestión del inventario y asegurar su eficiencia.

4.1 Implementación de mejoras en el proceso

En las **Figura 22**, **Figura 23**, y **Figura 24** se puede observar las múltiples actividades descritas en el cronograma del plan de implementación de mejoras en el proceso ejecutados como tareas específicas de la implementación.

Al momento de recibir material en bodega se liga al responsable de hacer la solicitud de compra para su información y que tome las acciones respectivas para gestionar su uso.



Figura 22. Notificaciones de recepción de repuestos con respecto a la orden de compra
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

El supervisor de bodega notifica el listado de existencias de repuestos solicitados no retirados por parte del usuario final para su debida gestión y se involucra a las jefaturas de mantenimiento para su planeación de uso.

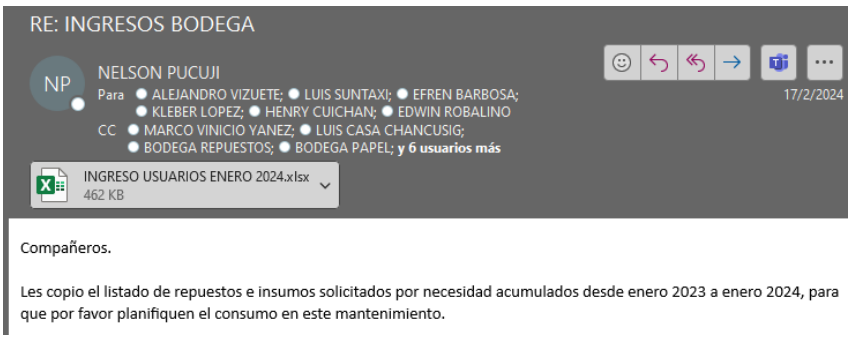


Figura 23. Gestión sobre el inventario acumulado
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Se elabora una política de manejo y control de inventario de repuestos comunicado con toda la organización y delegado como responsable al supervisor de bodega con aprobación e involucramiento de la Gerencia Industrial, ver Anexo E.

Al momento de intentar ejecutar la compra de algún repuesto el sistema alerta sobre la existencia del repuesto, aviso en color amarillo, en la bodega y con ello el usuario puede solicitar la cantidad faltante y hacer uso del repuesto *stockeado* en bodega.

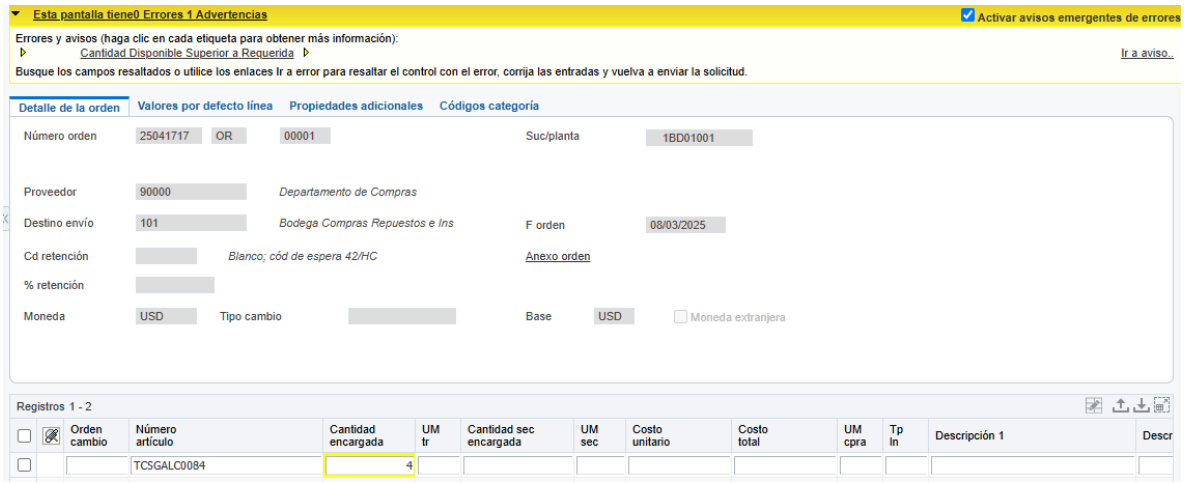


Figura 24. Restricciones durante la compra debido a existencias actuales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

4.2 Análisis de indicadores del proceso

Los datos de la **Tabla 23** fueron actualizados al 8 de marzo de 2025, tras la implementación de las mejoras en el proceso y las acciones tomadas para reducir la cantidad de repuestos NPA inventariados.

A la fecha, se observa una mejora significativa en el valor monetario de estos repuestos y en el total inventariado.

Se ha logrado una reducción de $157,739.00 en el valor de los repuestos NPA y de $561,193.00 en el inventario total. Esta última cifra se debe en gran parte a la planificación del uso de repuestos durante el mantenimiento, con énfasis en repuestos críticos.

El valor del inventario total fluctuará a lo largo del año debido a la reposición eventual de repuestos críticos, aunque en el caso de los repuestos de necesidad puntual, se espera que esta cifra continúe mejorando, ya que el material retirado de la bodega ha sido destinado a proyectos específicos sin una reposición programada.

Tabla 23. Valor inventariado en bodega al 2025-03-08

Año	CRT	NPA	OBS	RPA	Total general	Acumulado total	NPA acumulado
2009	169090	87793		96725	353608	353608	87793
2010	7490	24628		22842	54960	408568	112421
2011	16573	15784		42730	75087	483655	128205
2012	40601	20577		33161	100517	584172	148782
2013	23146	10937	50756	32322	117161	701333	159719
2014	33746	19708	11796	17075	82325	783658	179427
2015	27722	12754	37	22155	62668	846326	192181
2016	25088	16426		19706	61220	907546	208607
2017	33176	15187		24072	72435	979981	223794
2018	27290	28504	21185	55152	132131	1112112	252298
2019	34916	28380	24373	57952	145621	1257733	280678
2020	49436	31037	544	38557	119574	1377307	311715
2021	38986	65386	193	132373	236938	1614245	377101
2022	66337	86024	5839	132624	290824	1905069	463125
2023	109671	120236	102712	210261	543682	2448751	583361
2024	252228	245648	838	775411	1274155	3722906	829009
2025	39150	87909	400	585394	712962	4435868	916918
Total	**994646**	**916918**	**218673**	**2298512**	**4435868**		

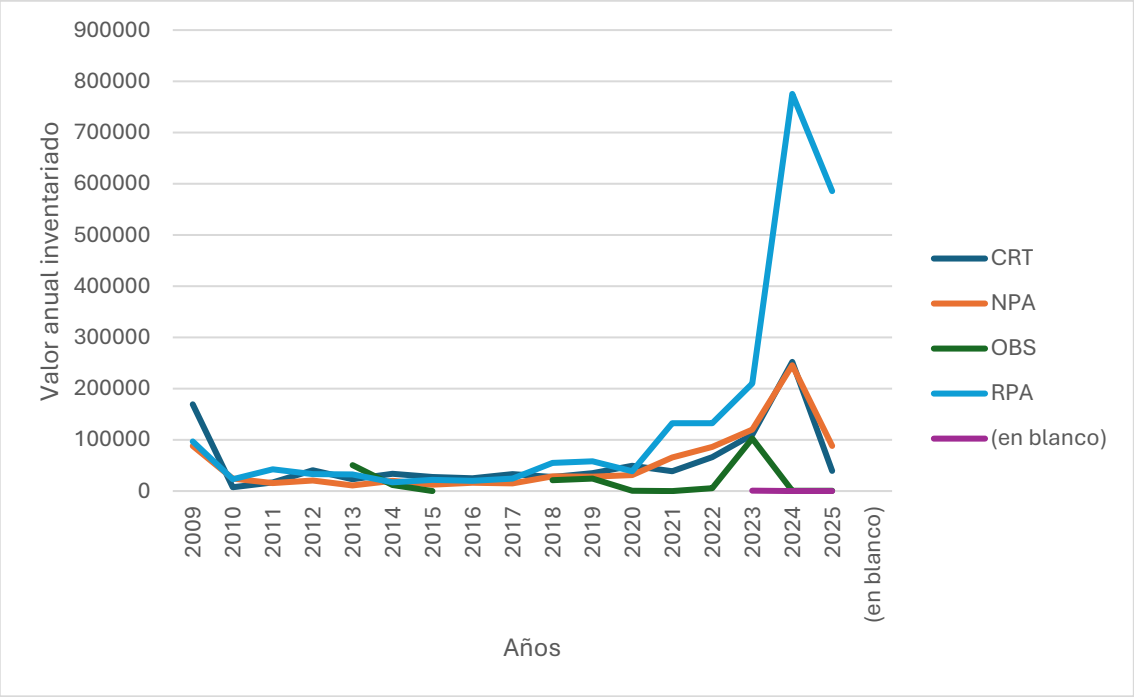


Figura 25. Valor anual inventariado
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

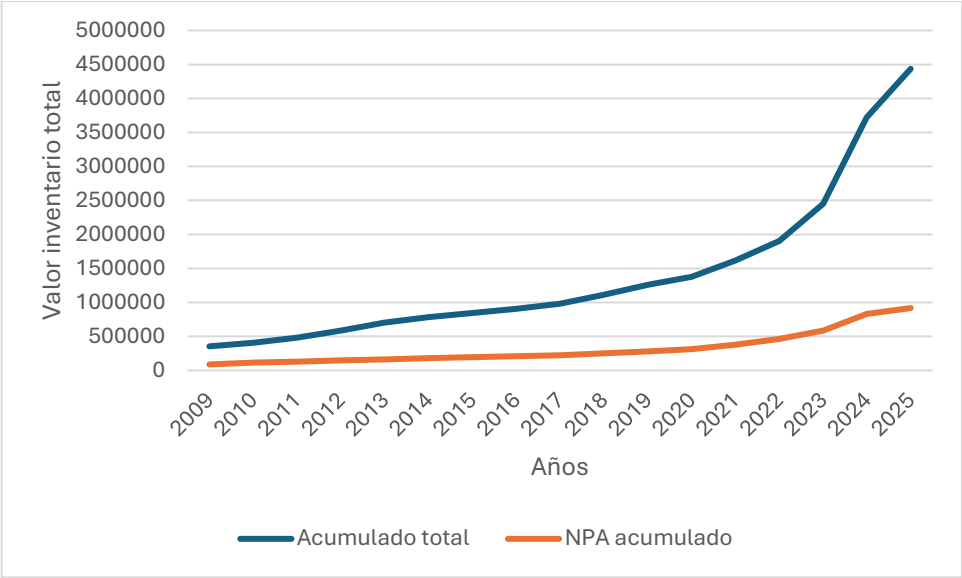


Figura 26. Valor acumulado inventariado
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

En las **Figura *25*** y **Figura *26*** se puede observar el valor del inventario total y de los repuestos NPA, y como a partir de las mejoras implementadas en el 2024 el valor acumulado ha decrecido. En la **Figura *27*** se puede ver observar como a partir abril del 2024 ha ido disminuyendo la inversión en repuestos de necesidad puntual (NPA), con un sobrestock durante los meses de octubre a febrero 2025 por mantenimiento en marzo, razón por la que disminuyó nuevamente el inventario y la inversión ejecutada.

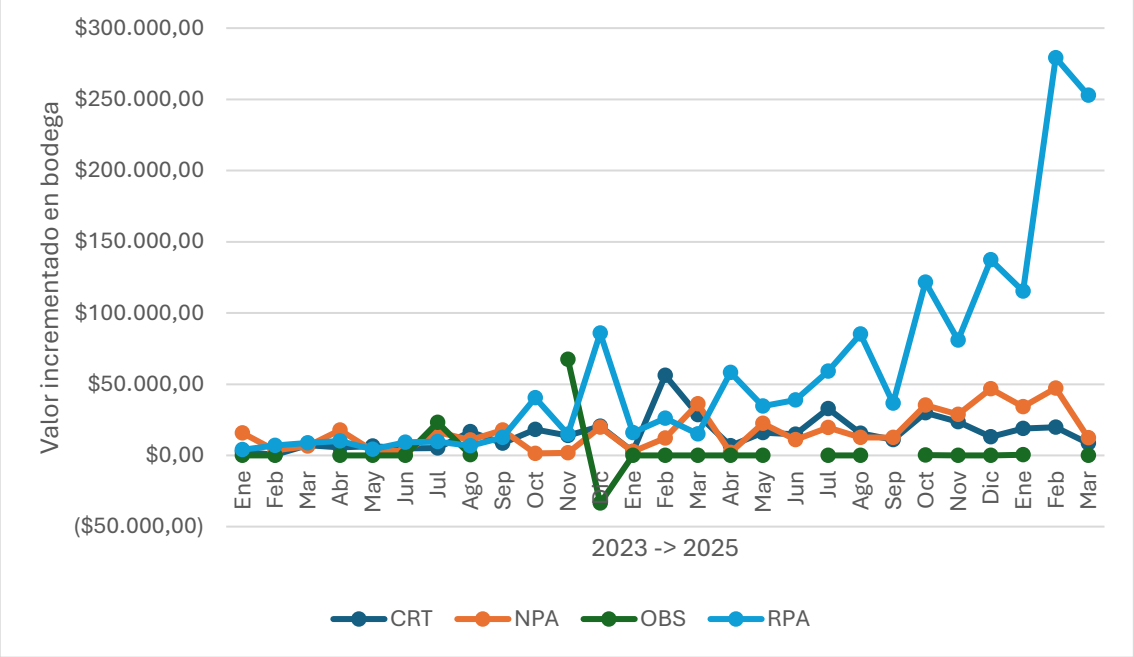


Figura 27. Flujo de inventariado mensual
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

4.3 Verificación de efectividad de mejoras

Como se observa en el numeral 4.2 en el proceso se ha verificado la efectividad de las mejoras de forma sustancial, este valor ha sido medido en el flujo de capital amortizado de bodega.

Adicionalmente, se ha conversado con los diversos departamentos involucrados, destacando los siguientes puntos:

- La disponibilidad de repuestos se ha mantenido sin afectar la operatividad, esto es indispensable debido a que la falta de un repuesto puede hacer que una línea productiva pare y sus consecuencias económicas son graves si dicha para no ha sido programada.
- Mayor control en la gestión de inventarios y su notificación a los usuarios finales.
- Seguimiento de inventarios mediante Power BI con actualización mensual por parte del departamento de análisis de datos. Ver **Figura *28***
- Existen tendencias de ahorro y reducción de costos al momento de ejecutar la compra. Ver **Figura *29*** y **Figura *30***.
- Se observa mayor eficiencia operativa o reducción de desperdicios de repuestos NPA que se conviertan en obsoletos, durante la implantación se realizó una depuración de repuestos que se debían cambiar a la categoría de obsoletos desde octubre 2024, **Figura *27***.

Se modificó el procedimiento del PR-023 Manejo de Insumos y Materiales V09 para adoptar las medidas de la implementación y dar gestión al inventario de repuestos, ver **Figura**.

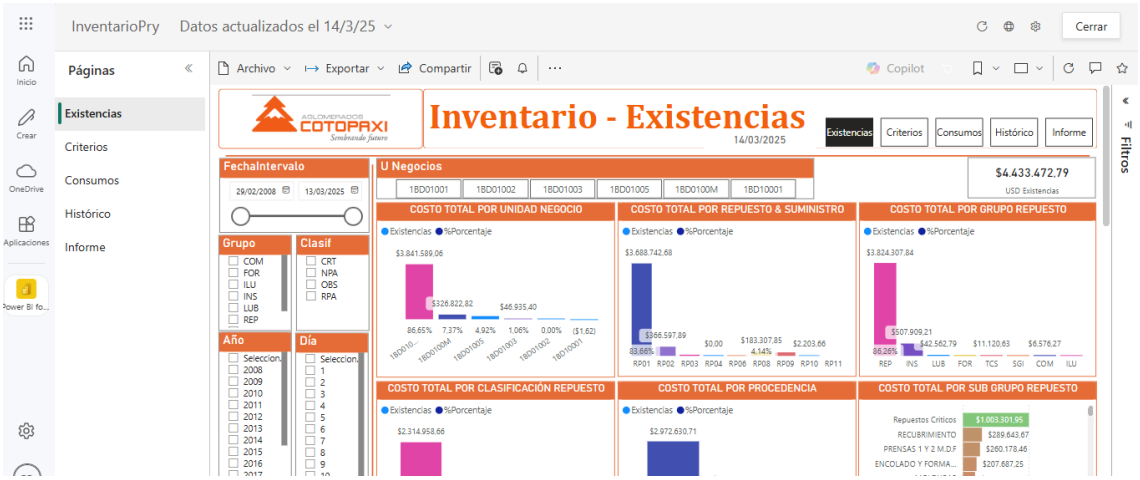


Figura 28. Implementación de KPI's en Power BI
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)



Figura 29. Flujo de inventario en bodega - 2023
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

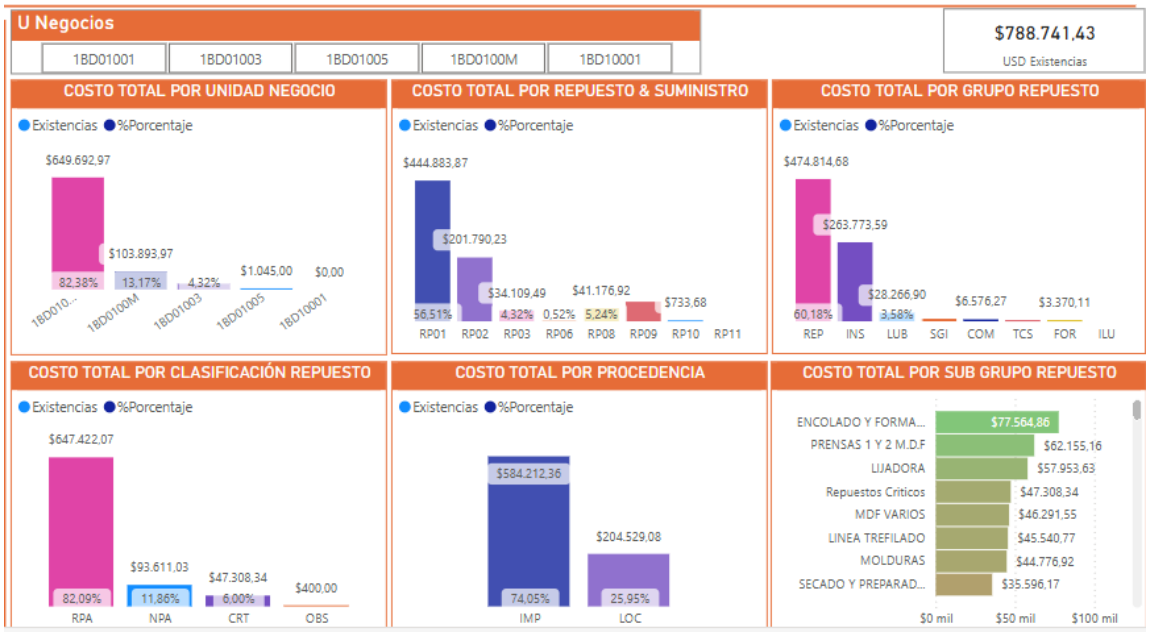


Figura 30. Flujo de inventario en bodega - 2025
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

4.4 Control y estandarización

Se mantiene como medida de estandarización la política de manejo y control de inventario de repuestos, adicional de los controles ejercidos por cada uno de los responsables del departamento de mantenimiento, compras y bodega de repuestos e insumos.

Para un eficaz control del inventario se ha implementado en el ERP notificaciones sobre la gestión de inventarios automatizado, adicional de la digitalización de notificaciones de existencias.

Se realiza auditorías internas anuales para verificar el cumplimiento de estándares como la política implementada y el control ejercido sobre el inventario.

Mensualmente, se revisan los indicadores de desempeño para evaluar la eficiencia en el control de inventarios. Con base en los resultados obtenidos, se realizan los ajustes necesarios para optimizar la gestión. Estos indicadores se presentan a la Gerencia Industrial a través de los formatos establecidos en el Sistema de Gestión por Procesos, lo que garantiza un seguimiento continuo y la aplicación constante de la metodología.

Definición clara de roles y responsabilidades en el manejo del inventario.

Se ha integrado en el programa de capacitación interna el informar sobre las buenas prácticas de manejo y gestión de inventarios al personal de mantenimiento, compras y bodega.

Reforzar la cultura de control y estandarización de inventarios.

4.5 Análisis de valor agregado tras implementación de mejoras

Tabla 24. Cursograma del PR-023 tras mejora

No.	Actividad	Responsable	Frecuencia	Escala Fre.	Volumen	Escala Vol.	Duración	Escala Dur.
1	Planificación de requisición de recursos acorde JDE	Supervisor de bodega	cada 3	días	1	planificación	45	minutos
2	Emisión de requisiciones	Supervisor de bodega	cada 3	días	30	artículos	45	minutos
3	Verificación del producto acorde a orden de compra	Bodeguero	cada 1	días	20	artículos	15	minutos
4	Ingreso de material a bodega	Bodeguero	cada 1	días	20	artículos	15	minutos
5	Ingresar orden de compra	Jefe de producción	cada 1	semanas	30	artículos	20	minutos
6	Emisión de orden de compra	Analista de compras e importaciones	cada 1	días	30	artículos	15	minutos
7	Compra de repuestos, materiales e insumos	Analista de compras e importaciones	cada 3	días	30	artículos	30	minutos
8	Aprobación de compra por montos	Gerencia Industrial	cada 3	días	3	solicitudes	5	minutos
9	Evaluación de proveedores	Jefe de compras	cada 4	meses	25	proveedores	15	minutos
10	Devolución de material a proveedores tras reclamo	Supervisor de bodega	cada 4	meses	5	proveedores	45	minutos
11	Codificar artículos ingresados	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	10	minutos
12	Registrar ingreso en el sistema informático JDE	Bodeguero	cada 1	días	15	artículos	15	minutos
13	Inspección del estado de los repuestos	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	20	minutos
14	Cierre de orden compra	Jefe de producción	cada 3	días	3	solicitudes	20	minutos
15	Entrega de material a solicitantes	Bodeguero	cada 1	días	50	artículos	30	minutos
16	Confirmar egreso de material por JDE	Bodeguero	cada 1	días	50	artículos	15	minutos
17	Dar de baja a material obsoleto	Supervisor de bodega	cada 2	años	20	artículos	20	minutos
19	Inventario	Bodeguero	cada 4	meses	300	artículos	45	minutos
20	Revisión de material conforme al sistema - cantidades	Bodeguero	cada 1	días	30	artículos	30	minutos
21	Procesamiento de órdenes manuales	Bodeguero	cada 4	semanas	20	solicitudes	30	minutos

No.	Actividad	FTE	% Carga	Carga		Costo	O	Š	>	D	V	Tipo
1	Planificación de requisición de recursos acorde JDE	0.00208333	3.13%	4.9 hrs/mes	$	51.09	**X**					VAC
2	Emisión de requisiciones	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	1,532.78	**X**					NAV
3	Verificación del producto acorde a orden de compra	0.00208333	62.50%	97.5 hrs/mes	$	523.17		**X**				VAC
4	Ingreso de material a bodega	0.00208333	62.50%	97.5 hrs/mes	$	523.17					**X**	VAN
5	Ingresar orden de compra	0.00046296	27.78%	43.3 hrs/mes	$	823.56	**X**					NAV
6	Emisión de orden de compra	0.00208333	93.75%	146.3 hrs/mes	$	1,158.77	**X**					VAC
7	Compra de repuestos, materiales e insumos	0.00208333	62.50%	97.5 hrs/mes	$	772.51	**X**					VAC
8	Aprobación de compra por montos	0.00208333	1.04%	1.6 hrs/mes	$	69.67		**X**				NAV
9	Evaluación de proveedores	0.00010684	1.00%	1.6 hrs/mes	$	29.70		**X**				VAC
10	Devolución de material a proveedores tras reclamo	0.00010684	0.60%	0.9 hrs/mes	$	9.83				**X**		NAV
11	Codificar artículos ingresados	0.00208333	62.50%	97.5 hrs/mes	$	523.17	**X**					NAV
12	Registrar ingreso en el sistema informático JDE	0.00208333	46.88%	73.1 hrs/mes	$	392.38				**X**		VAC
13	Inspección del estado de los repuestos	0.00208333	125.00%	195.0 hrs/mes	$	1,046.33		**X**				VAC
14	Cierre de orden compra	0.00208333	4.17%	6.5 hrs/mes	$	123.53	**X**					NAV
15	Entrega de material a solicitantes	0.00208333	312.50%	487.5 hrs/mes	$	2,615.83	**X**					NAV
16	Confirmar egreso de material por JDE	0.00208333	156.25%	243.8 hrs/mes	$	1,307.92	**X**					VAC
17	Dar de baja a material obsoleto	0.00000890	0.18%	0.3 hrs/mes	$	2.91				**X**		NAV
18	Inventario	0.00010684	36.06%	56.3 hrs/mes	$	301.83		**X**				NAV
19	Revisión de material conforme al sistema - cantidades	0.00208333	187.50%	292.5 hrs/mes	$	1,569.50		**X**				VAC
20	Procesamiento de órdenes manuales	0.00046296	6.94%	10.8 hrs/mes	$	58.13				**X**		NAV
21	Descargo de material en contenedores	0.00046296	10.42%	16.3 hrs/mes	$	87.19			**X**			NAV

Acorde al análisis del cursograma (**Figura *31***) y de valor agregado (**Tabla *24*** y **Figura *32***) se disminuyó el tiempo y costo en la operación con respecto de la condición previa a la mejora, la principal reducción de tiempo fue en las actividades que no agregaban valor al proceso, se eliminó una de las actividades tras la mejora que es el *reproceso de las órdenes manuales* por ende minimizando el personal utilizado. Existió mejoras en la frecuencia de ejecución de las actividades permitiendo que estas sean más espaciadas con respecto al mismo o menor volumen.

Las actividades que se reflejan como demora tales como la devolución de material a proveedores tras reclamo, y dar de baja a material obsoleto, cambió su frecuencia, mientras que en la actividad de registrar ingreso en el sistema JDE, se redujo el volumen debido a la automatización del reporte a los usuarios, y en la actividad de procesamiento de órdenes manuales se pudo reducir el tiempo de la actividad ya que los usuarios pueden hacer las órdenes de salida de material en el ERP de forma más dinámica por los correos de aviso de ingreso de requisición.

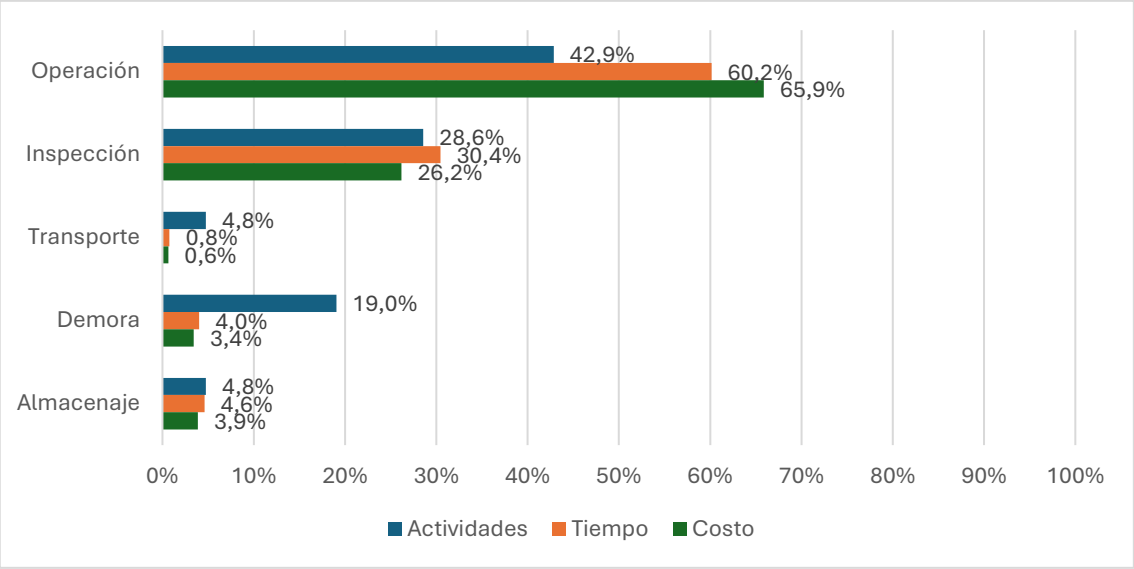


Figura 31. Cursograma analítico del PR-023 Manejo de insumos y materiales tras mejoras
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

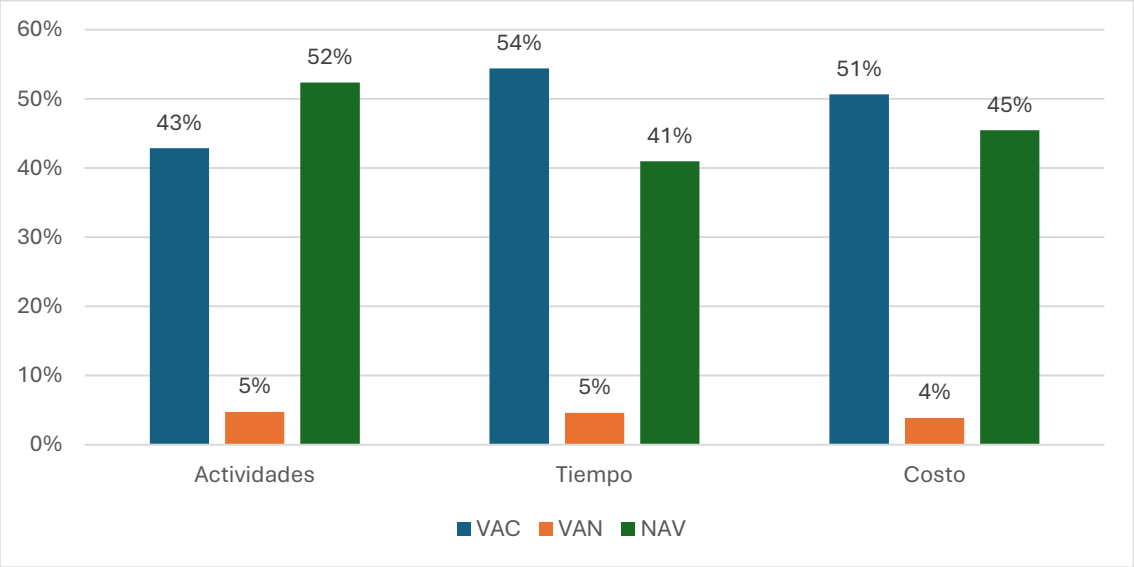


Figura 32. Análisis de valor agregado PR-023 Manejo de insumos y materiales tras mejoras
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Del total de actividades, 21 tras la mejora, 11 no agregan valor. Estas representan un costo de $ 6,148.42 frente a la condición previa de $ 10,420.72

En la Tabla 25 y Tabla 26 se puede observar los resultados del análisis de valor agregado tras la mejora.

Tabla 25. Cursograma analítico en cantidades tras mejora

	Actividades	**Tiempo**		**Costo**
Operación	9 act	1273.5 hrs	$	8,909.16
Inspección	6 act	644.4 hrs	$	3,540.19
Transporte	1 act	16.3 hrs	$	87.19
Demora	4 act	85.2 hrs	$	463.24
Almacenaje	1 act	97.5 hrs	$	523.17
Total	21 act	2116.8 hrs	$	13,522.95

Tabla 26. Valor agregado en cantidades tras mejora

	Actividades	**Tiempo**		**Costo**
VAC	9 act	1152.1 hrs	$	6,851.36
VAN	1 act	97.5 hrs	$	523.17
NAV	11 act	867.3 hrs	$	6,148.43
Total	21 act	2116.8 hrs	$	13,522.95

Según el resultado del análisis de valor agregado se mantiene un supervisor de bodega, y dos analistas de compras e importaciones, se requiere 5 personas menos como bodegueros, es decir, el total necesario es 11 bodegueros, las personas restantes puede ser reasignadas a otra área y, el tiempo requerido por los jefes de producción es mínimo al igual que el del Gerente Industrial.

Tras el análisis de valor agregado se determina que el proceso sólo requiere $ 13,522.95 tras la mejora, frente a los $ 21,835.51 utilizados en la condición previa, dicho ahorro representa el 38.07 % del presupuesto destinado al PR-023 Manejo de insumos y materiales. Este valor se adiciona al análisis costo beneficio, ver Tabla 27.

Tabla 27. Resumen de inversión vs. ganancia tras implementación

INVERSIÓN	**INVERSIÓN**	**GANANCIA**	**GANANCIA**
Personal	$ 2,992.80	Reducción de obsolescencias	$ 500.00
Consultoría JDE	$ 2,000.00	Reducción de costos financieros	$ 12,000.00
		Ahorro por mejora del proceso	$ 8,312.56
Total	**$ 4,992.80**	**Total**	**$ 20,812.56**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La mejora del proceso permitió una reducción de $157,739.00 en repuestos NPA y $561,193.00 en el inventario total.
- La mejora en el proceso de manejo de inventarios permitió optimizar los recursos humanos, reduciendo de 16 a 15 el personal necesario para su administración. Esto no solo refleja una mayor eficiencia operativa, sino que también libera capacidad para que un colaborador asuma actividades de mayor valor para la organización.
- El análisis de causa y efecto evidenció que el incremento en los repuestos de necesidad puntual se debió principalmente a deficiencias en métodos y procedimientos. Establecer procesos estandarizados de gestión y aprobación resultó clave para alcanzar el objetivo de reducción de costos.
- La inversión de $4,992.80 generó una ganancia de $20,812.56, lo que demuestra un retorno superior a 4 veces la inversión inicial, lo que evidencia que se ha generado una alta rentabilidad con la implementación del proyecto.
- La mejora en el manejo de inventarios ha reducido la frecuencia de tareas diarias a cada 3 días, optimizando tiempos y costos administrativos, sin afectar los plazos de aprobación y liberando carga operativa de la jefatura.
- La asignación directa del responsable al generar un pedido de compra para un repuesto ha optimizado la atención de las necesidades, haciendo el proceso más focalizado y eficiente, lo que mejora la rapidez en la gestión y la claridad en la asignación de responsabilidades.
- Se disminuye el tiempo de permanencia de los repuestos en la bodega, lo cual favorece una rotación más eficiente del inventario, lo que libera espacio, reduce los costos de almacenamiento y garantiza la disponibilidad de los repuestos cuando sean necesarios, mejorando la eficiencia global del sistema de inventarios.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar auditorías periódicas de las prácticas de compra y almacenamiento para asegurar que los niveles de inventario se mantengan adecuados y minimizar los costos asociados.
- Con la reducción de personal se recomienda capacitar a los empleados restantes en tareas de mayor valor estratégico. También, que se explore opciones para automatizar aún más el proceso, lo que podría liberar más recursos para otros proyectos importantes de la empresa.
- Implementar una revisión continua de los procedimientos y métodos para garantizar que sigan siendo eficaces.
- Fomentar la capacitación continua sobre los nuevos procesos de gestión y aprobación para evitar que las deficiencias se repitan en el futuro.
- Reutilizar una parte de las ganancias obtenidas para financiar proyectos adicionales que sigan optimizando la eficiencia operativa y generando más ahorros. Continuar evaluando el retorno de inversión en otros procesos para asegurar de que los recursos se asignan a las actividades más rentables.
- Monitorear de forma continua el impacto de reducir la frecuencia de las tareas, asegurándose de que no haya retrasos en la aprobación o en la disponibilidad de inventarios. Evaluar la posibilidad de aplicar mejoras similares a otros procesos operativos de la empresa.
- Ampliar este modelo a otros tipos de compras o procesos dentro de la organización, asegurando que cada tarea esté asignada a un responsable específico. Incorporar sistemas de gestión que faciliten el seguimiento y control de los pedidos y las responsabilidades, unificar códigos de repuestos que puedan utilizarse en varias máquinas a la vez.
- Continuar con la estrategia de rotación de inventarios y considerar la implementación de tecnologías de pronósticos de demanda que permitan mejorar aún más la rotación del inventario y reducir los costos asociados al almacenamiento.

ANEXOS

Anexo A. Marco Conceptual

Metodología DMAIC.

DMAIC, el método central de trabajo en Six Sigma, fue concebido en la década de los 80 por el ingeniero Bill Smith como parte integral de la metodología Six Sigma. Este enfoque se dedica a la resolución de problemas basada en datos, promoviendo la mejora incremental y la optimización de productos, diseño y procesos comerciales.

Utiliza datos recopilados para analizar y encontrar soluciones precisas a problemas actuales o potenciales en la producción. Este método resulta particularmente valioso para abordar problemas cuyo origen es desconocido. Además, proporciona un marco para la mejora continua, con DMAIC como acrónimo en inglés de las fases clave: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

DMAIC comprende cinco pasos interconectados: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Aunque cada etapa tiene un impacto singular, están vinculadas y su eficacia depende de seguir un orden específico sin omitir alguna fase.

Definir: Esta etapa se centra en la identificación y comprensión del problema, evaluando su repercusión en la empresa. Aquí se establecen metas, se define el alcance, los límites, los recursos y los plazos, delineando claramente el éxito. Adicional se cuestiona si la organización ya posee los requisitos de las partes interesadas (*stakeholders*) y si estos requisitos abarcan las expectativas tanto de los clientes como de los interesados, buscando que se cumplan con la calidad esperada.

En casos en los que las expectativas y necesidades del cliente no estén claras, se sugiere llevar a cabo una investigación de mercado que incluye la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos que se conoce como Voz del Cliente (VOC).

Para facilitar su comprensión, la organización debe responder a preguntas fundamentales como:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Con qué frecuencia ocurre?

- ¿Cuál es el impacto del problema?

En esta fase, también es imperativo definir la gestión del proyecto. Se recomienda la elaboración de un Mapa de Flujo del Valor (VSM) para visualizar claramente el proceso de producción en la organización. Además, se deben abordar cuestiones como:

- ¿Quiénes conformarán el equipo de proyecto?
- ¿Cómo se llevará a cabo el proyecto?
- ¿Quiénes son los *stakeholders*?

Medir: En la segunda fase, se aborda la medición del problema. Se toman decisiones sobre qué indicadores utilizar y se establecen herramientas y criterios de medición. Básicamente, se evalúa el rendimiento actual de un proceso comercial específico, recopilando datos según los criterios definidos. La medición implica la recopilación de datos, especialmente aquellos relacionados con el tiempo de ciclo o las mediciones de calidad del producto entregado al cliente.

En esta fase de medición, donde se presta atención a la voz del cliente, es esencial también escuchar principalmente la voz del proceso (VOP) y la voz del empleado, quien expone honestamente la situación real. Para entender la estabilidad y la voz del proceso, se utiliza una herramienta eficaz en el control estadístico de procesos conocida como “Tabla de Control”. Esta herramienta facilitará la identificación de variaciones y sus causas, permitiendo su posterior control.

Esta etapa busca evaluar objetivamente el impacto real del proyecto.

Analizar: En el tercer paso, se realiza un análisis exhaustivo de los datos recopilados durante la fase de medición, con el objetivo de determinar las disparidades entre el rendimiento actual y el estimado. Si se introducen cambios, se lleva a cabo una investigación y documentación. Además, se presentan diversas mejoras potenciales para su exploración y priorización.

Es importante destacar que aún no es el momento de determinar la causa raíz. En esta etapa, es propicio presentar los datos de manera gráfica mediante diagramas de Pareto, histogramas y diagrama de causa-efecto.

El reconocido diagrama de Ishikawa se elaborará después de que se haya llevado a cabo

un análisis detallado de los datos y haya implementado la herramienta de los 5 porqués. Los 5 porqués surgen de una sesión de lluvia de ideas sobre las posibles causas, las cuales se considerarán en el diagrama de Ishikawa.

Mejorar: En la penúltima fase, se generan ideas, se documentan y aplican mejoras. Se abordan todas las oportunidades de mejora identificadas en la etapa anterior, se proponen soluciones para corregir o prevenir la causa principal del problema, evaluando la eficacia de estas soluciones. Aunque existen métodos clásicos en la gestión de la calidad, un enfoque es seguir el ciclo de planear, hacer, estudiar y actuar (PDCA). Si la solución no funciona, se vuelve al inicio hasta lograr el resultado deseado.

La resolución del problema no se limita a un solo enfoque, sino que se requiere adaptar varios factores del proceso para lograr resultados efectivos. Mejoras en habilidades, tecnología y organización son esenciales para alinear al personal de la organización con las mejoras propuestas. Si los resultados son alentadores, se implementan acciones, de lo contrario, se reconsideran las propuestas.

Controlar: La fase final implica mantener los avances logrados en las etapas previas. Se encarga del control más automático, asegurando que el proceso de mejora perdure en el tiempo. Este sistema de control incluye un plan de mitigación y una estructura de informes definida para gestionar los riesgos y abordar de manera efectiva cualquier falla en el proceso. Se realiza preguntas como: ¿Se ha alcanzado la meta? ¿Las mejoras se han integrado en la rutina diaria de la organización?

Este último paso en la metodología DMAIC constituye la clave para garantizar que la solución implementada perdure, es decir, que sea sostenible.

Para monitorear los procesos y responder rápidamente a cualquier variación o falla que pueda surgir, se requerirán elementos del Control Estadístico de Procesos (SPC).

La ejecución del DMAIC carecerá de significado si la mejora no puede mantenerse a diario, especialmente si no se logra instaurar una conciencia dentro de la organización sobre la importancia de esta mejora. La comunicación fluida entre el personal y la confianza para informar los problemas serán determinantes para el éxito de esta metodología.

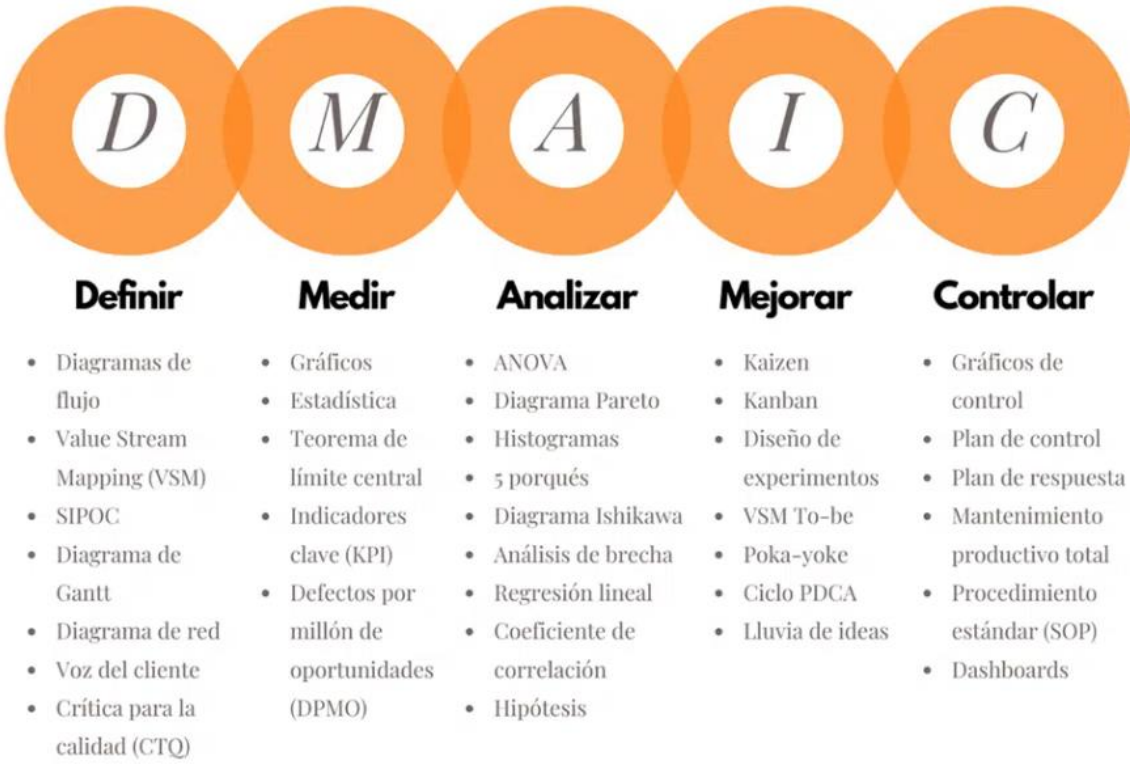


Figura A1. Herramientas del DMAIC
Fuente: SyS, (2024)

Metodología de Gestión de Inventarios

La Metodología de Gestión de Inventarios engloba los pasos lógicos necesarios para evaluar los niveles de integración y colaboración dentro de una cadena de suministro. Acorde a (Salas, 2017), su objetivo es generar políticas y estrategias compartidas con el propósito de mejorar el rendimiento de los participantes en dicha cadena. Esta metodología consta de cinco fases, tal como se visualiza en la Figura A1. Estas etapas forman parte de un proceso continuo de mejora en las empresas pertenecientes a los diferentes eslabones de la cadena de suministro multinivel, con el fin de alcanzar márgenes de utilidad elevados, en consonancia con políticas de contratación, excelencia de procesos y servicio al cliente.

Estos pasos facilitan la implementación de una estrategia de integración y colaboración en la planificación de la cadena de suministro, guiada por un enfoque de mejora continua.

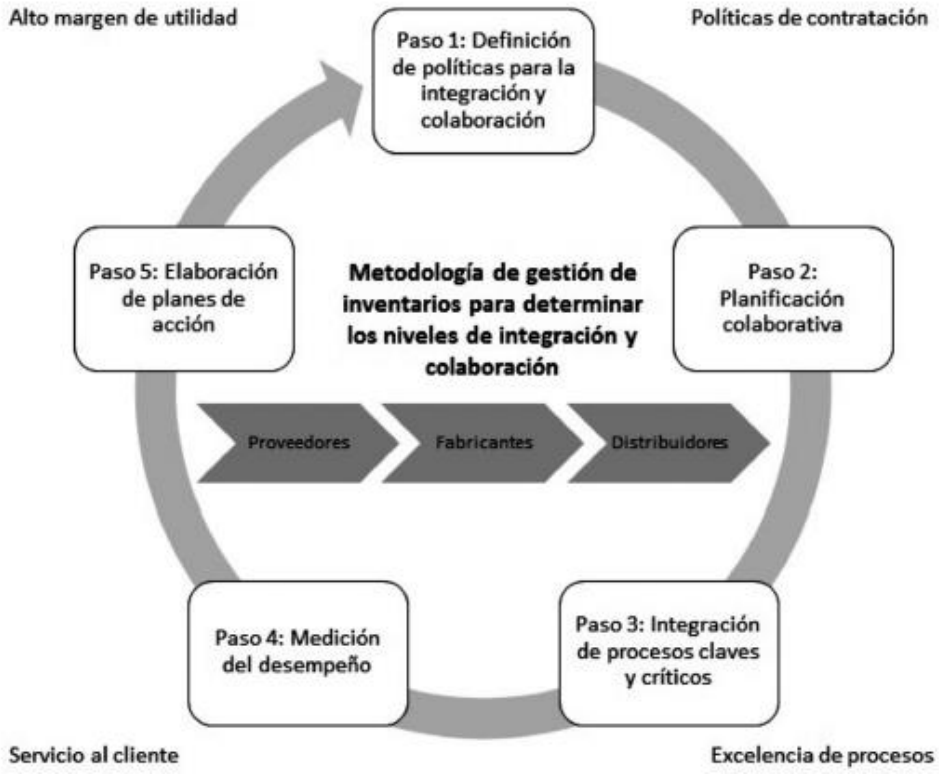


Figura A2. Metodología de gestión de inventarios
Fuente: Salas, (2017)

- Establecimiento de políticas para la integración y colaboración

Se trata de tomar decisiones estratégicas sobre con quién colaborar e integrar procesos, con el objetivo de aumentar la generación de valor y satisfacer las necesidades del cliente final. Estas decisiones se basan en políticas que buscan generar beneficios globales para los miembros del equipo colaborativo. Es esencial analizar la dinámica de la cadena de abastecimiento, considerando el flujo de materiales e información entre empresas (clientes y proveedores clave) en cada eslabón de la cadena. Las empresas líderes en cada eslabón son un punto de partida valioso para iniciar el proceso de integración y colaboración, dada su influencia y poder de negociación en el mercado. Para llevar a cabo este proceso, es fundamental tener en cuenta las siguientes políticas de contratación.

- Planificación colaborativa

Las relaciones de colaboración en una cadena de suministro involucran a dos o más compañías o eslabones de la cadena, desarrollándose a largo plazo con el propósito de planificar y ejecutar acciones conjuntas para maximizar los beneficios del trabajo en

equipo. Estas relaciones requieren esfuerzos en la toma de decisiones para definir estrategias, implementar políticas de justo a tiempo en la gestión de inventarios, reducir costos de almacenamiento y operación, desarrollar nuevos productos y compartir información e historiales de datos para realizar pronósticos sincronizados y mitigar el efecto látigo causado por las variaciones en la demanda.

- Integración de procesos clave y críticos

En consonancia con la dinámica específica de la cadena de suministro, particularmente considerando los eslabones más robustos o las empresas líderes en el sector, es imperativo implementar estrategias de integración. Estas estrategias pueden incluir la integración hacia atrás (si se tiene control sobre los proveedores), la integración hacia adelante (si se controla a los distribuidores) y la integración horizontal (si se adquiere o controla a la competencia). En algunos casos, esto podría implicar la fusión de empresas con el fin de obtener beneficios ampliados al actuar de manera conjunta. Se propone que el modelo de gestión de inventarios más adecuado para la cadena de suministro sea la planificación, pronóstico y reabastecimiento colaborativo, ya que su enfoque busca mejorar la integración de la cadena de suministro a través del respaldo y la colaboración en la implementación de las mejores prácticas, busca la gestión cooperativa del inventario mediante la visibilidad y el reabastecimiento coordinado de productos a lo largo de la cadena de suministro.

La información compartida entre proveedores y cadenas contribuye a la planificación y al cumplimiento de las demandas de los clientes mediante un sistema de información compartida. Esta colaboración permite la actualización continua del inventario y las necesidades futuras, optimizando así la eficiencia en todo el proceso de extremo a extremo de la cadena de suministro. La eficiencia se logra mediante la reducción de costos en áreas como la comercialización, el inventario, la logística y el transporte, en colaboración con todos los socios comerciales involucrados.

- Evaluación del rendimiento

Para llevar a cabo un proceso de mejora continua, resulta esencial evaluar el nivel de logro de los objetivos establecidos inicialmente y el impacto derivado de la aplicación de las mejores prácticas en la gestión de inventarios, especialmente en términos de costos, eficiencia y calidad del servicio. En la Figura A2 se detallan un ejemplo de los indicadores

para evaluar el rendimiento de los procesos colaborativos en cada uno de los participantes de la cadena de suministro multinivel. Estos indicadores consideran las relaciones entre actores ubicados en distintos eslabones de la cadena, abarcando desde proveedores y fabricantes hasta distribuidores y clientes. El objetivo es comprender cómo se desempeñan las estrategias de colaboración. La selección de indicadores se basa en criterios como las relaciones de cada empresa con sus proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes, evaluando aspectos como la puntualidad en las entregas, la calidad de productos y servicios, los costos y los niveles de inventario.

- Desarrollo de planes de acción

Una vez que se ha analizado el rendimiento y la consecución de los objetivos iniciales, se lleva a cabo un análisis de causas mediante la aplicación de metodologías reconocidas, como los cinco por qué o el árbol de problemas. El propósito es identificar las causas básicas e inmediatas que provocaron el incumplimiento de algún objetivo propuesto. Con estos resultados, se procede a la formulación de planes de acción, tanto preventivos como correctivos, los cuales incluyen fechas de ejecución específicas y responsables designados para su seguimiento. Esta metodología tiene un enfoque que refleja la metodología como un modelo cíclico que, a medida que progresa, busca continuamente nuevas opciones estratégicas de integración y colaboración para seguir avanzando.

Actor de cadena de suministro	Medidas de desempeño	Ecuación
Relación con los proveedores	Porcentaje de entregas puntuales de los proveedores	$\frac{\neq \text{de entregas puntuales}}{\text{Total de entregas programadas}} \times 100\%$
	Tiempos de entrega de los proveedores	Parámetro específico por proveedor
	Porcentaje de defectos en servicios y materiales comprados	$\frac{\neq \text{de artículos o servicios defectuosos}}{\text{Total artículos comprados}} \times 100\%$
	Costos de los servicios y materiales comprados	Parámetro específico por proveedor
	Niveles de inventario de suministros y componentes comprados	Parámetro específico por proveedor
Relaciones con los fabricantes	Porcentajes de entregas puntuales de los fabricantes	$\frac{\neq \text{de entregas puntuales}}{\text{Total de entregas programadas}} \times 100\%$
	Niveles de inventario de productos terminados	Parámetro específico por proveedor
Relaciones con los distribuidores	Porcentajes de pedidos incompletos enviados	$\frac{\neq \text{de pedidos incompletos enviados}}{\text{Total de pedidos enviados}} \times 100\%$
	Porcentajes de pedidos enviados puntualmente	$\frac{\neq \text{de pedidos enviados puntuales}}{\text{Total de pedidos enviados}} \times 100\%$
	Tiempos para surtir el pedido	Parámetro específico por proveedor
	Porcentajes de servicios estropeados o artículos devueltos	$\frac{\neq \text{de artículos defectuosos devueltos}}{\text{Total de artículos vendidos}} \times 100\%$
	Costo para producir el servicio o el artículo	Parámetro específico por proveedor
	Nivel de satisfacción de los clientes con el proceso de surtido de pedidos	$\frac{\neq \text{de clientes satisfechos}}{\text{Total de pedidos realizados}} \times 100\%$
Relaciones con los clientes	Satisfacción de los clientes con el proceso de colaboración de pedidos	$\frac{\neq \text{de clientes satisfechos}}{\text{Total de pedidos realizados}} \times 100\%$
	Cantidad de productos defectuosos devueltos	$\frac{\neq \text{de artículos defectuosos devueltos}}{\text{Total de artículos vendidos}} \times 100\%$

Figura A3. Medidas de desempeño para el manejo de inventarios
Fuente: Salas, (2017)

Otros criterios

Acorde a los criterios de (Hamasha, 2023), se debe evaluar múltiples criterios, se incluye la necesidad de garantizar alta confiabilidad y la dependencia económica entre las máquinas, la adquisición de repuestos puede involucrar a varios proveedores, lo que agrega complejidad a la gestión de costos y tiempos de entrega, según (Zheng, 2023), la optimización conjunta del mantenimiento y el proceso de pedido de repuestos a múltiples proveedores es esencial en sistemas compuestos por múltiples componentes. Cuando los componentes requieren reemplazo, se debe disponer de múltiples proveedores con distintos términos de entrega, precios unitarios y costos de instalación.

Según (Jahani, 2023), el diseño de redes de la cadena de suministro es amplio y está en constante crecimiento y tiene un impacto significativo en los aspectos financieros clave de las empresas, Aglomerados Cotopaxi debe identificar y reportar aspectos financieros mediante la aplicación de conceptos útiles, como el principio de dualidad, planes de cuentas y la depreciación, la amortización y la valoración de inventario.
Se podrían considerar las siguientes alternativas para el plan:

Optimización del Proceso de Compras: Realizar un análisis detallado de la demanda de repuestos de necesidad puntual para identificar patrones y tendencias de consumo. Analizar un sistema de gestión de compras más eficiente que se base en pronósticos de demanda.

Verificar que cada adquisición sea necesaria y justificada.

Implementación de Justo a Tiempo (JIT): Adoptar un enfoque JIT para el plan de mejora del proceso de gestión de inventarios, lo que implica recibir repuestos justo cuando se necesiten, minimizando así el almacenamiento de excedentes. Establecer relaciones cercanas con proveedores confiables que puedan entregar rápidamente los repuestos necesarios.

Realizar un plan de implementación de un Sistema de Gestión de Inventarios: Un sistema de gestión de inventarios automatizado permite un seguimiento en tiempo real de los niveles de inventario y las necesidades de reposición.

Reclasificación de Repuestos: Verificar que los repuestos de necesidad puntual pertenezcan a la categoría y reclasificarlos según su importancia y frecuencia de uso.

Identificar los Indicadores de Desempeño: Definir indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con la gestión de inventarios y monitorear regularmente su cumplimiento.

Reducción del tiempo de permanencia en bodega: Uno de los objetivos clave es reducir el tiempo que los repuestos pasan en la bodega. Esto se traduce en una mayor disponibilidad de repuestos cuando se necesitan, por lo cual mejora la eficiencia en la operación y reduce el riesgo de obsolescencia.

Mejora en el servicio de proveedores: La investigación también tiene como objetivo mejorar el servicio de atención de los proveedores hacia Aglomerados Cotopaxi,

particularmente en lo que respecta a los tiempos de entrega para garantizar una disponibilidad oportuna de repuestos.

Minimización del espacio desperdiciado: Al reducir el tiempo de permanencia de los repuestos en bodega y optimizar el inventario, se minimizará el espacio desperdiciado en bodega.

La combinación de varias de estas alternativas o la adaptación de ellas en Aglomerados Cotopaxi puede ayudar a abordar el incremento de inventarios de repuestos de necesidad puntual y mejorar el proceso de Manejo de Insumos y Materiales en la gestión de inventarios. Es importante realizar un análisis exhaustivo para realizar el plan de mejora, se debe considerar las implicaciones financieras y operativas a corto y largo plazo.

Anexo B. Diseño Metodológico

El tipo de estudio realizado es descriptivo y explicativo, ya que permite caracterizar la situación actual del inventario de repuestos en la empresa Aglomerados Cotopaxi, al tiempo que identifica y analiza las causas de las ineficiencias detectadas en su gestión. La descripción se centra en el proceso PR-023 “Manejo de insumos y materiales”, mientras que la explicación se orienta a comprender los factores que han contribuido al aumento de los costos y al exceso de stock en el almacén.

El diseño de investigación es de corte transversal, dado que se analiza la información en un momento específico. El período de análisis abarca desde enero de 2023 hasta marzo de 2025, utilizando datos históricos relacionados con el comportamiento del inventario de repuestos clasificados como NPA. Este estudio se enmarca en un enfoque cuasi experimental, ya que se interviene en los procesos observados, analizando tal como ocurren en su contexto natural.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, sustentado en el análisis de datos numéricos y patrones históricos de comportamiento del inventario, también se apoya en herramientas para identificar causas raíz y relaciones entre procesos, empleando técnicas como el diagrama de Ishikawa. El propósito es proponer soluciones prácticas que contribuyan a optimizar la gestión del inventario, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos en la organización.

Método

Se aplica la metodología *DMAIC* (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), propia de Six Sigma, la cual permite abordar problemas de eficiencia operativa mediante un enfoque sistemático y orientado a la mejora continua.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- Técnicas: Análisis documental, revisión de bases de datos de inventario, entrevistas semiestructuradas a personal de mantenimiento y logística.
- Instrumentos: Hojas de recolección de datos, diagramas de Ishikawa, gráficos de Pareto, histogramas, registros del ERP (sistema de gestión empresarial).

Fases DMAIC

Define:

Identificación del problema central relacionado con la gestión ineficiente de repuestos NPA y establecimiento de objetivos y alcance del proyecto.

Measure

Recolección de datos históricos del inventario, cuantificación del impacto económico de los repuestos NPA, establecimiento de indicadores acordes a la gestión.

Analizar:

Identificación de causas raíz mediante herramientas como Ishikawa y 5 porqués.

Mejorar:

Propuesta de nueva política del proceso PR-023 Manejo de insumos y materiales, rediseño del proceso de solicitud y registro de repuestos puntuales, y simulación de escenarios de optimización.

Controlar:

Control de indicadores de control y seguimiento, junto con la capacitación al personal y mejora de procedimientos internos.

Técnicas de Análisis de Datos

Análisis estadístico descriptivo (promedios, desviaciones estándar, tendencias).

Análisis de valor agregado

Herramientas de Six Sigma: gráfico de control, Pareto, Ishikawa, matriz causa-efecto.

Software utilizado: Excel y Power BI.

Justificación Metodológica

La elección del enfoque cuantitativo y la metodología DMAIC se justifica por la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva estructurada, medible y orientada a resultados concretos, permitiendo optimizar el uso de recursos, reducir costos y mejorar la disponibilidad de repuestos críticos en el momento adecuado.

Anexo C. FODA empresarial

Tabla C1. FODA Empresarial

	FORTALEZAS	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
NEGOCIO / EMPRESA	Aglomerados Cotopaxi es una empresa con más de 40 años de experiencia en el sector maderero.	Existen empresas extranjeras que distribuyen productos de madera dentro del país.	Fortalecer la imagen corporativa dándole mayor difusión a productos y a la gestión empresarial sostenible.	Posible erupción del volcán Cotopaxi que afectaría a plantaciones forestales de la empresa.
	Cuenta con más de 18000 ha de árboles cultivados y controlados por personal de la empresa.	Débil presencia de marca a nivel país ya que se reconoce a los distribuidores, pero no a la empresa productiva.	Implementación de sistema de gestión de la energía como referente de sostenibilidad y disminución de costos.	Costos operativos elevados debido al aumento de impuestos y costos de combustibles a nivel nacional.
	Es miembro de varios gremios, asociaciones y cámaras a nivel nacional.	Falta de conocimiento y educación forestal por parte de algunos *stakeholders* (no se diferencia entre plantaciones forestales y explotación de bosques), que podrían ser contrarios a la gestión de Aglomerados Cotopaxi.		Restricciones en cuanto al uso de energía eléctrica por crisis energética del país, a causa del cambio climático, pueden generar incumplimientos en pedidos de los clientes.
	Cuenta con socios estratégicos para la distribución y venta de productos de madera (Edimca, Don Tablero).			Mayor riesgo de incendios forestales debido a la falta de lluvias y sequía generadas por el cambio climático.
	Cuenta con una estructura de Gobernanza Corporativa a través de un directorio y comité gerencial.	Dependencia de bosques de terceros para el abastecimiento de materia prima al área productiva.	Ser una empresa data *driven* para apalancar toma rápida de decisiones del negocio y la automatización de actividades críticas para la compañía.	Modificaciones drásticas y frecuentes en la normativa legal aplicable a la industria.
	Su gestión empresarial está basada en procesos.	Bajo enfoque al cliente en la estructura basada en procesos.	Compartir los resultados obtenidos gracias a proyectos emprendidos, no solamente de manera interna sino como referente de otras compañías.	Inseguridad para las operaciones forestales en sitios con mayor índice delincuencial.

	Se encuentra certificada en sistemas de gestión de Calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo, Manejo Forestal, Huella de Carbono, Control de Formaldehído en los productos y en implementación de Eficiencia Energética. Es la primera empresa carbono negativo del país y negocia bonos verdes en la bolsa de valores. La gestión de proyectos es un pilar fundamental para la mejora continua dentro de los procesos productivos y de servicio dentro de la empresa.	Los proyectos generados dentro de la empresa se ejecutan en largos períodos de tiempo, no entregan resultados concretos o de alto impacto y/o no son sujetos de seguimiento.		Movilizaciones y conflicto social a nivel local.
PRODUCCIÓN	Dispone de un amplio portafolio de productos (tableros crudos y recubiertos, molduras, madera aserrada, chapa juntada)	Para evaluar nuevas materias primas forestales propias se requiere de un largo tiempo de desarrollo de las plantaciones.	Ejecutar proyectos de mejoramiento continuo referentes a la reducción de variabilidad de factores operacionales en las líneas productivas.	En casos de daños graves en la maquinaria de las líneas no se encuentren los repuestos necesarios, ya que la maquinaria es antigua y repuestos se encuentran obsoletos.
	Cuenta con un vivero y semillero propios para investigación en la mejora de las propiedades de las especies cultivadas.	La maquinaria de Aglomerado y MDF es antigua por lo que al paso del tiempo resulta más complicado el mantenimiento de las mismas y los daños que puedan producirse ocasionan horas paro no esperadas.		Incremento de la temperatura global, causada por el cambio climático, implica un tiempo mayor para el enfriamiento de los tableros prensados dentro de las naves de producción.
	Dispone de una línea de molduras en base a tableros de	Las líneas de Aglomerado y MDF no han logrado cumplir con los		

	MDF que agrega valor al producto y que dinamiza el mercado con diseños nuevos e innovadores. Las propiedades físico-mecánicas de los tableros son superiores a los productos de la competencia. Cuenta con un laboratorio de calidad equipado para validar la idoneidad de sus productos.	volúmenes proyectados por lo que ha afectado a otras líneas de producción y a la gestión comercial. Ha sido necesario importar tableros que no igualan a la calidad ofrecida por Aglomerados Cotopaxi.		
PERSONAL	Cuenta con personal técnico y especialista en cada área de gestión, con varios años de experiencia en la industria. Cuenta con personal operativo altamente capacitado y con basta experiencia en los equipos productivos.	Existen cargos críticos identificados que no cuentan con *backups* calificados en caso de ausencias o desvinculaciones.	Capacitar de manera permanente al personal, principalmente en temas de Servicio al cliente interno y externo. Establecer programas de desarrollo profesional de acuerdo a las habilidades y competencias del personal y disponibilidad de los cargos. Fortalecer las habilidades blandas del personal para mejorar el ambiente de trabajo.	Pérdida de *know how* del personal que se desvincula de la empresa.

Anexo D. Criterios de la Matriz de priorización

Acorde a Gallegos, V., (s.f.). el método del criterio analítico completo es una técnica estructurada que permite construir matrices de priorización de manera detallada y precisa. Se utiliza cuando es necesario evaluar múltiples criterios o cuando todos los factores de análisis posean un peso considerable en la selección final.

Proceso de Aplicación

Definir el objetivo principal: Es fundamental establecer con claridad el propósito de la decisión para garantizar un consenso entre las partes involucradas.

Identificar los criterios de evaluación: Se elabora una lista de los factores clave que influirán en la decisión, asegurándose de que cada uno represente un juicio de valor. Algunos ejemplos incluyen el impacto en la satisfacción del cliente, el costo de implementación y el tiempo requerido para su ejecución.

Asignar pesos a los criterios: Se determina la relevancia de cada criterio en comparación con los demás, utilizando una escala predefinida.

Con estos valores, se construye una matriz de comparación entre los criterios.

Evaluar las opciones según cada criterio: Se califica cada alternativa en función de su cumplimiento con cada criterio de evaluación.

Calcular la puntuación total de cada opción: Se multiplica la calificación de cada alternativa por el peso asignado a cada criterio y se suman los resultados para obtener un puntaje total.

Ordenar las opciones y tomar una decisión: Se jerarquizan las alternativas según sus puntuaciones totales, priorizando aquella con el valor más alto.

Este método proporciona un enfoque estructurado y equitativo para la toma de decisiones, asegurando que la priorización se base en un análisis exhaustivo y equilibrado de los criterios relevantes.

Anexo E. Política de manejo y control de inventario de repuestos

	POLITICA DE MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIO DE REPUESTOS	PO-023A Ver No. 01 Pág. 1 de 3

1. Objetivo y Condiciones Necesarias
Definir los lineamientos, actividades y responsabilidades de cada proceso para la compra de repuestos y su posterior utilización por parte de mantenimiento, garantizando la existencia de stocks mínimos aprobados en bodega.

2. Alcance:
Esta política cubre la compra de repuestos por parte del PR-027 Compras-Proveedores para uso de estos en el MP-170 Servicios Industriales y el PR-023 Manejo de Materiales e Insumos.

3. Definiciones:
Repuestos críticos (CRT): Son los repuestos que los equipos y maquinaria necesitan para seguir operando en caso de fallo donde no existe posibilidad de reparar la avería.
Repuestos de reposición automática (RPA): Es el proceso de reabastecimiento automático de repuestos de manera oportuna.
Repuestos de necesidad puntual (NPA): Son los repuestos pedidos por los usuarios para atender las necesidades planificadas y que deben ser utilizados en su totalidad.

4. Documentos de Referencia:
PR-023 Manejo de Materiales e Insumos
PR-027 Compras de consumo interno
MP-170 Servicios Industriales

5. Descripción:
Toda compra de un repuesto para mantenimiento deberá ser revisada y aprobada por los niveles asignados según los cuadros de aprobación. En caso de no contar con esta aprobación, el PR027 Compras-Proveedores deberá comunicar al usuario que no procederá con la compra requerida.

Se definen 3 grupos de repuestos, los cuales no pueden ser modificados por ninguna área sin una reunión y aprobación previa entre logística y mantenimiento.

5.1 Políticas para compra de repuestos:
Se definen 3 grupos de repuestos:
a. Repuestos críticos
1. Es responsabilidad del Supervisor de Bodega mantener el stock de repuestos críticos que tengan uno a más egresos en el año debiendo reponerse inmediatamente luego de su salida.
2. Para reponer los repuestos críticos que tienen un egreso en más de 364 días; el responsable de bodega deberá notificar al usuario responsable y recibir su aprobación.
3. Esta clasificación debe ser revisada y actualizada cada año por el Supervisor de Bodega junto a los Jefes de Mantenimiento.
4. El Supervisor de Bodega deberá ejecutar una revisión trimestral de los repuestos críticos y elaborar el informe respectivo, para garantizar que los materiales se encuentren en condiciones óptimas tanto en cantidad como en calidad y listos para su utilización.

Responsable: Supervisor de Bodega	Aprobación: Gerente Industrial
Nelson Pucuji [21 nov., 2023 09:50 EST]	Xavier Villarroel [21 nov., 2023 10:45 EST]

	POLITICA DE MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIO DE REPUESTOS	PO-023A Ver No. 01 Pág. 2 de 3

b. Repuestos de reposición automática
1. Serán considerados como reposición automática los repuestos de compra local que tienen mínimo un egreso al año y los repuestos importados que tienen mínimo un egreso a los dos años.
2. Los repuestos de reposición automática serán administrados por el PR-023 Manejo de Materiales e Insumos. El Supervisor de Bodega tendrá la responsabilidad de verificar que se cumpla con los mínimos de existencia en bodega y monitorear el máximo para definir si se puede disminuir el stock en bodega.
3. Para códigos nuevos el usuario definirá los puntos máximos, mínimos y de reorden considerando el consumo en un tiempo determinado para su reposición.
4. Los repuestos de reposición automática que no tengan movimientos serán analizados cada año por el Supervisor de Bodega y los Jefes de Mantenimiento para definir su nueva clasificación.

c. Repuestos de necesidad puntual
1. Los materiales de necesidad puntual serán solicitados al PR-027 Compras-Proveedores mediante la generación de una requisición de compras a través del sistema JDE.
2. El responsable de compras deberá garantizar la entrega del repuesto en la fecha solicitada. En caso de no ser posible cumplir con la fecha acordada, se deberá informar a los usuarios para definir un plan de acción.
3. Será responsabilidad de los usuarios de los procesos de mantenimiento verificar que los repuestos solicitados por necesidad puntual no se queden stockeados. El Supervisor de Bodega enviará cada 2 semanas el indicador: *Repuestos consumidos / Repuestos solicitados* para que los usuarios programen el uso del material.
Nota: El periodo de consumo es de 60 días para repuestos locales e importados. Después del periodo establecido el Supervisor de Bodega deberá notificar inmediatamente a la Gerencia Industrial.
4. Trimestralmente el Supervisor de Bodega convocará a una reunión a los usuarios de mantenimiento y la Gerencia Industrial, para verificar el cumplimiento de la presente Política y analizar los cambios aplicables.

5.2. Niveles de aprobación:
* Todo requerimiento de repuestos de necesidad puntual solicitado por Mantenimiento, que tengan un monto hasta $1,000 debe ser aprobado por el Jefe de Mantenimiento Mecánico.

* Requerimientos de repuestos de necesidad puntual solicitados por Mantenimiento, que tengan un monto entre $1,001 y $300,000 deben ser aprobados por el Gerente industrial.

* Requerimientos de repuestos de necesidad puntual solicitados por Mantenimiento, que tengan un monto superior a $300,000 deben ser aprobado por el Gerente General.

5.3. Aclaratorias:
* Para la creación de códigos de repuestos nuevos o aquellos que difieran en las características y especificaciones de ítems existentes, el usuario deberá solicitar al proceso de bodega su creación en el formato RE-023F Creación de códigos JDE.

	POLITICA DE MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIO DE REPUESTOS	PO-023A Ver No. 01 Pág. 3 de 3

* En caso de que el repuesto esté descontinuado, el Asistente de Compras enviará al usuario solicitante los repuestos equivalentes para su respectiva aprobación.
* La aprobación de compra de repuestos que tengan un valor hasta $1000 serán aprobados por el Jefe de Mantenimiento Mecánico, mientras que los repuestos que tengan un valor mayor a $1000 serán aprobados por la Gerencia Industrial.
* La cantidad de stock de un repuesto deberá ser aprobada por los Jefes de Mantenimiento.
* Para la creación de códigos o reclasificación de repuestos al grupo de críticos y que tengan un costo mayor o igual a $1300, el usuario solicitante deberá llenar la Matriz MEF de criticidad, la cual será revisada y aprobada por la Gerencia Industrial.
* Cada líder de Mantenimiento será responsable de hacer el seguimiento de la curva de equilibrio de la vida útil de la maquinaria móvil y presentar los resultados a la Gerencia Industrial para la aprobación y renovación de estos.
* Para la venta de maquinaria o equipos obsoletos o que cumplieron su vida útil, que están descontinuados y que sus partes (repuestos) ya no se pueden utilizar en ninguna parte de la planta industrial, se deberá rematar con los equipos o máquinas que se estén vendiendo.
* El indicador de compras de repuestos locales e importación es sujeto de medición desde que el usuario genera la requisición hasta que los repuestos ingresen a bodega.
* Antes de proceder con la adquisición de materiales solicitados por los usuarios, el PR-027 Compras-Proveedores **DEBE** revisar las existencias en el sistema JDE (Kardex). Si hay disponibilidad se debe reportar inmediatamente al usuario para su aprobación.

6. Registros:
N/A

7. Anexos:
N/A

8. Control Operacional
La gestión de mejoramiento en SSO y Medio Ambiente se la realiza en base a los Riesgos, e Impactos definidos en las matrices APIR, de Seguridad y Salud Ocupacional y de Ambiente, definidas para este proceso. En este documento se definen los controles y las funciones responsables.

Figura E1. Política de manejo y control de inventario de repuestos
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

Anexo F. Manejo de insumos y materiales

	MANEJO DE INSUMOS Y MATERIALES	PR-023 Ver No. 09 Pág. 1de 4

1. Objetivo y Condiciones Necesarias

Asegurar que los artículos comprados localmente y/o en el extranjero, cumplan con los requisitos detallados en la orden de compra y que estén disponibles para su uso en producción y/o mantenimiento, además de asegurar que el producto recibido no sea utilizado sin que previamente la función que libera el producto lo haya hecho.

Las condiciones necesarias para este proceso son:

- ✓ Que los productos sean verificados con la documentación correspondiente.
- ✓ Sistema informático operativo.
- ✓ Correcto uso y aplicación de documentación de la operación de la bodega (ingresos, almacenamientos y despachos).
- ✓ Infraestructura necesaria (Bodegas, estanterías, áreas de almacenamiento, recurso humano, montacargas)

2. Alcance

Este proceso aplica a la recepción, manejo, almacenamiento y entrega de todos los materiales que usa Aglomerados Cotopaxi, excepto madera, insumos de oficina, medicinas, material informático y software, tanto en las instalaciones de planta como forestales.

3. Definiciones

Artículo: Repuestos o insumos utilizados para el normal desempeño de la fábrica en los procesos de producción y mantenimiento

Artículo no conforme: repuestos o insumos que no cumplen las necesidades del cliente interno

4. Documentos de referencia

- ✓ IO-037A Inspección visual de tableros crudos
- ✓ IO-030E Producto suministrado por el cliente
- ✓ PR-027 Compras - Proveedores

5. Descripción

Este proceso está diagramado en un SIPOC, anexo 1. Las notas aclaratorias al mismo se presentan a continuación:

5.1. Planificar recursos de recepción.- El bodeguero planifica el espacio físico, recursos humanos, tiempo y herramientas necesarias para la descarga y recepción de los productos.
La bodega será comunicada previamente por el proceso de compras para la planificación de recursos.

5.2. Verificar el producto de acuerdo a lo solicitado y documentos recibidos.-

Se verificará que la mercadería esté de acuerdo a lo solicitado y a las especificaciones requeridas por la Bodega y/o el usuario, esto se comprueba con lo descrito en la orden de compra, y los documentos que envía el proveedor.Eventualmente se sugiere apoyarse en los usuarios cuando existan dudas del estado de la mercadería o el material no esté de acuerdo a lo solicitado. Por ejemplo cuando sea nuevo proveedor, un producto nuevo, etc.

Responsable	Aprobación
Nelson Pucuji – Supervisor de Bodega de Repuestos Fecha: 2018-09-03	Mauricio Heredia – Gerente de Unidad Industrial Fecha: 2018-09-04

Si debido a que alguna especificación no satisface los requerimientos y por ello no se puede ingresar a la Bodega, se informará al Proceso de Compras PR-027 por cualquier medio de comunicación para que autoricen el respectivo ingreso o devolución del mismo. En caso de que no existe la autorización respectiva del usuario o de Compras, se procederá a ingresar a la cuenta de reclamos al proveedor.

El producto se recibirá con la guía de remisión del proveedor, siempre y cuando coincida el producto, la orden de compra, y los documentos del proveedor. Se puede aceptar una cantidad mayor a la orden de compra solamente en los artículos parametrizados con esta tolerancia en el Maestro de Artículos del ERP (ej.: resina, papel). Se puede aceptar una cantidad menor a la orden de compra en cualquier caso siempre y cuando el documento de entrega del proveedor coincida con la cantidad entregada físicamente.

Si el producto es suministrado por el cliente, se aplica el instructivo IO-030E Producto suministrado por el cliente, en cuyo caso se ingresará con la guía de remisión y se usará la opción de ingreso en el menú de inventarios JDE de "producto suministrado por el cliente". En caso de que el cliente envíe tableros, se deberá inspeccionar según el instructivo IO-035A Inspección visual de tableros crudos.

5.3. Ingresar a bodega.- Además de ingresar físicamente los materiales, el bodeguero debe ingresaren el sistema ERP las cantidades recibidas, e imprimir el ingreso. Cuando se recibe productos que se maneja en lotes (parametrizado en maestro de artículos cuando se requiere inspección de calidad o trazabilidad) se asigna el mismo lote del proveedor, o el número de orden de compra. En caso de no haber número de lote del proveedor se puede colocar el número del pedido.
Regularización de productos a prueba: Cuando un producto entra a la empresa para ser probado en su uso o instalación (mantenimiento o producción), puede ser regularizado posteriormente por la bodega, siempre y cuando el Bodeguero tenga los documentos que el proceso requiere:

a) Para el ingreso: factura (puede ser electrónica o impresa) y orden de compra;
b) Para el egreso: según la nota 5.7. Se deberá colocar una nota explicativa en la orden compra de la razón para la regularización y la autorización de Jefe de Bodega.

5.4.Identificar los artículos con el código.- Los artículos pueden ser identificados escribiendo el código interno del producto, o colocando una tarjeta con el código interno, o ubicando en el lugar de almacenamiento que lo identifique (Ej.: tanque de resina, cajones de pernos).

5.5.Permanecer en bodega.-. Bodega custodiará todos los materiales ingresados. Para el caso de los artículos no conforme se los identificará con un rótulo de "NO CONFORME", evitando en lo posible que se mezcle con artículos conformes para que no estén disponibles para el uso. Bodega deberá informar del artículo no conforme a compras y al proceso usuario del mismo.

5.6. Generar y aprobar documento de egreso.-Las funciones autorizadas por cada uno de los procesos y debidamente parametrizadas en el sistema son los responsables de realizar y aprobar los egresos de bodega.

5.7.Identificar el estado del producto.- Si el producto no es aprobado, y existe la posibilidad de devolver al proveedor este no ingresará a la bodega.

En caso de que ingrese a la bodega debe evitarse el uso no intencionado del mismo, para lo cual el bodeguero debe identificar el estado del material con los siguientes criterios.

- Retenido: con un letrero que diga RETENIDO
- No conforme: con un letrero o etiquetas grandes que digan NO CONFORME
- Además de esta identificación se puede colocar en un sitio que se destine para artículos No conformes, de preferencia alejado de los productos conformes.

Adicionalmente cuando sea del caso generará la cuenta de reclamos respectiva.

5.8.Ingresar a bodega.-Si, a criterio del usuario, el repuesto o insumo no cumple con las especificaciones para lo cual fue comprado y si amerita el reclamo respectivo al proveedor se enviará a la cuenta de reclamos, de lo contrario se seguirá el instructivo IO-023E Baja de Inventarios.

5.9. ¿Material está en mal estado? De acuerdo al conocimiento de los bodegueros, comunican el mal estado de los materiales para que se autorice la baja siguiendo los lineamientos indicados en el IO-023E Baja de Inventarios, o su almacenamiento.

5.10. ¿Autoriza baja de material o devolución?- El instructivo IO-023E Baja de Inventarios indicará claramente las funciones autorizadas para dar de baja el inventario y la aprobación del mismo.

5.11. Validar mensajes de planeación en JDE.- La lectura de mensajes debe hacerse al menos una vez por semana, el Ayudante de Bodega y/o Bodeguero de Repuestos leen los mensajes, analizan y generan la requisición para que en la semana siguiente se puedan ejecutar las órdenes de compra.
El Supervisor de Bodegas definirá el método de planificación (necesidad puntual, punto de orden o MRP) que necesiten los distintos ítems, la planeación por MRP lo hará siguiendo instructivo IO-023F. Los niveles de stock a mantener en los ítems manejados por planeación serán revisados una vez al año y se hará analizando la rotación de inventarios y los consumos de producción y mantenimiento.

La planificación de compra de papel melanina, chapilla y chapa de madera se la realizará en base al análisis estadístico de los consumos reales de acuerdo al IO-023G en base a la media móvil, revisando los stocks trimestralmente, confrontado con la información comercial sobre la expectativa de ventas.

5.12. Solicitar aprobación para dar de baja física el material o devolución al proveedor IO-023E-

En caso que el material devuelto a la bodega (por producción o mantenimiento) y no sea apto para su utilización se debe aplicar el IO-023E Baja de Inventario, caso contrario se comunicará a Compras para que haga las gestiones necesarias para la devolución del mismo y por último este material se lo ingresa a la bodega en el sitio correspondiente.

6. Registros:

Código	Nombre	Responsable	Ubicación	Archivo	Actualización	Retención	Destino Final	Acceso
RE-023A	Orden de Egreso de papel y Chapa	Bodeguero	Bodega de Repuestos	Secuencial por documento JDE	Cada vez que se emite	1 año calendario	reciclaje o destrucción	Uso interno
RE-023C	Orden De Egreso de Materiales	Bodeguero	Bodega de Repuestos	Secuencial por número JDE y/o Fecha	Cada vez que se emite	1 año calendario	reciclaje o destrucción	Uso interno

7. Anexos:

✓ SIPOC PR-023 Manejo de insumos y materiales

8. Control Operacional:

La Gestión de mejoramiento en Seguridad y Salud Ocupacional, y Medio Ambiente se la realiza en base a los Riesgos, e Impactos definidos en las matrices APIR, de Seguridad y de Ambiente, definidas para este proceso. En este documento se definen los controles y las funciones responsables.

Figura F1. Procedimiento del proceso PR-023 Manejo de insumos y materiales
Fuente: Aglomerados Cotopaxi, (2024)

6. REFERENCIAS

Aglomerados Cotopaxi. (2024). *Aglomerados Cotopaxi*. Obtenido de https://www.cotopaxi.com.ec/principios-empresariales

Aglomerados Cotopaxi. (2024). Data técnica.

AIMA. (Enero-Marzo de 2023). *InfoAIMA.* Obtenido de https://aima.org.ec/wp-content/uploads/2023/04/InfoAIMA-1-comprimido.pdf

Banco Central del Ecuador. (2024). Obtenido de https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/ComercioExterior/informes/indiceRCE.html

Docuware. (2024). Obtenido de https://start.docuware.com/es/blog/inteligencia-artificial-aplicada-gestion-procesos

Gallegos, V. (s.f.). *Métodos del criterio analítico completo*. Obtenido de https://vivianagallegosvalerio.weebly.com

Hamasha, M. B.-I.-B. (2023). *Strategical selection of maintenance type under different conditions.* Amman: Hashemite University, Zarqa & Jordan University.

Jahani, H. A. (2023). Supply chain network design with financial considerations: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research, RMIT University, Melbour*, 799-8391.

Jones, B. S. (2021). *Operations and process management.* Pearson.

Krezner, H. (2017). *Gestión de proyectos: Un enfoque de sistemas.* Wiley.

Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (11 de 05 de 2023). Obtenido de https://www.produccion.gob.ec/tratado-de-libre-comercio-ecuador-china/

Ministerio del Trabajo. (02 de 05 de 2024). Obtenido de https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf

Oracle. (2024). *Oracle.* Obtenido de https://www.oracle.com/es/applications/jd-edwards-enterpriseone/

Salas, K. M. (2017). Inventory Management Methodology to determine the levels of integration and collaboration in supply chain. *Ingeniare*, Volume 25.

Schwalbe, K. (2019). *Gestión de proyectos.* Cengage Learning.

Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2024). Obtenido de https://www.aduana.gob.ec/

SyS. (26 de 01 de 2024). *Desarrollo Profesional SyS*. Obtenido de https://academy.dpsys.com.mx/metodologia-dmaic/

Zheng, M. S. (2023). Joint maintenance and spare part ordering from multiple suppliers for multicomponent systems using a deep reinforcement learning algorithm. *Shanghai Jiao Tong University, 200240,* Volume 241.