

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DE
INVENTARIO EN EMPRESA GLOBAK

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Alumno: Darío Andrés Aguirre Pacheco

Profesor Guía: Mg. Ing. Carlos Baldi González

2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO EN EMPRESA GLOBALK

Nombre del candidato(a): DARÍO ANDRÉS AGUIRRE PACHECO

Carrera / Grado: ING. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, SEMANAL-VESPERTINA

Campus: VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA Departamento: MECÁNICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, CALOS BALDI GONZÁLEZ, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 20.03.2026 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 20.03.2026 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

Keywords: Gestión de Inventarios; Mantenimiento Industrial; Análisis ABC; Fractal One; Sistemas CMMS; Punto de Pedido (ROP); Cantidad Económica de Pedido (EOQ); Stock de Seguridad; Trazabilidad; Optimización Operacional; Bodegas Industriales; Análisis Costo-Beneficio; Horas-Hombre; Eficiencia Operativa.

El presente trabajo desarrolla una propuesta integral para la implementación de un sistema de gestión de inventario en la empresa GLOBAK Ingeniería Ferroviaria, organización dedicada al mantenimiento especializado de sistemas de frenos ferroviarios y cuya operación depende en gran medida de la disponibilidad oportuna de insumos y repuestos. Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema formal para administrar su inventario, lo que genera desorden en las bodegas, falta de trazabilidad, tiempos de búsqueda excesivos, compras reactivas y una dependencia elevada del conocimiento empírico del personal técnico. Esta situación afecta la eficiencia del taller, incrementa costos operativos y dificulta la planificación de actividades de mantenimiento.

El estudio se estructura en tres etapas principales. En primer lugar, se realiza un diagnóstico detallado del estado actual del inventario, evidenciando problemas como ausencia de registros, inexistencia de codificación, falta de clasificación, distribución física desordenada y un tiempo promedio de búsqueda de repuestos entre 20 y 30 minutos por solicitud. Este análisis permitió identificar ineficiencias equivalentes a entre 400 y 600 horas-hombre anuales, así como riesgos operativos relacionados con quiebres de stock y compras urgentes.

En segundo lugar, se diseña una propuesta de mejora basada en cuatro pilares: levantamiento y clasificación del inventario; codificación estandarizada de repuestos e insumos; definición de parámetros de control mediante los modelos EOQ, ROP y stock de seguridad para ítems críticos (clases A y B); y digitalización del inventario a través de la plataforma Fractal One, un sistema CMMS especializado en mantenimiento. La propuesta incluye además un rediseño del layout físico de la bodega, incorporando estanterías, delimitación perimetral,

asignación de ubicaciones codificadas y uso de etiquetas QR para acelerar la búsqueda de materiales.

Finalmente, se evalúa la factibilidad técnica, operativa y económica del proyecto. Desde la perspectiva técnica, la empresa cuenta con la infraestructura y recursos necesarios para adoptar la plataforma digital sin inversiones mayores. A nivel operativo, la propuesta reduce el tiempo promedio de búsqueda a 3–5 minutos, mejora la trazabilidad del inventario y estandariza los procesos de entrada y salida de materiales. Económicamente, el proyecto presenta una alta rentabilidad: la reducción de tiempos improductivos genera un ahorro anual estimado entre \$2.352.000 y \$3.528.000, frente a un costo de operación anual de \$1.024.000. La relación Beneficio/Costo varía entre 2,3 y 3,45 dependiendo del escenario, y el periodo de recuperación de la inversión inicial se sitúa entre 9 y 13 meses, confirmando la conveniencia del proyecto.

Los resultados obtenidos demuestran que la implementación del sistema de gestión de inventario propuesto es viable, estratégica y altamente beneficiosa para la empresa GLOBAK. La propuesta permite resolver las principales deficiencias diagnosticadas, optimiza el uso de recursos, fortalece la confiabilidad de los procesos de mantenimiento y establece una base sólida para la integración futura de módulos adicionales de planificación y control. Con ello, la empresa avanza hacia una gestión moderna, ordenada y alineada con las mejores prácticas del sector ferroviario.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEORICO	4
1.1 Antecedentes de la Empresa GLOBAK.....	5
1.1.1 Descripción de la empresa	5
1.1.2 Misión y visión de la empresa	6
1.1.3 Servicios.....	6
1.1.4 Clientes	7
1.2 Gestión de Inventarios en la Empresa GLOBAK.....	8
1.3 Planteamiento del Problema	9
1.4 Justificación del Estudio	10
1.4.1 Justificación técnica	10
1.4.2 Justificación económica	11
1.4.3 Justificación académica y profesional	11
1.5 Marco teórico	12
1.5.1 Gestión de Inventarios	12
1.5.2 Tipos de Inventarios.....	13
1.5.3 Costos Asociados al Inventario.....	14
1.5.4 Modelos de Control de Inventarios.....	15
1.5.5 Métodos de Clasificación de Inventarios.....	17
1.5.6 Análisis costo-beneficio.....	18

1.5.7	Sistemas y Herramientas de Apoyo	20
1.6	Análisis del Proceso Actual de Gestión de Inventarios en la Empresa GLOBAK 22	
1.6.1	Descripción del proceso actual	22
1.6.2	Identificación de problemas y debilidades.....	28
1.6.3	Impacto financiero potencial del proceso actual.....	29
1.6.4	Oportunidades de mejora	29
	CAPITULO 2: DISEÑO DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO	31
2.1	Levantamiento del inventario	32
2.2	Clasificación del inventario	33
2.3	Codificación de existencias.....	36
2.4	Determinación de los niveles mínimos y máximos de inventario	39
2.5	Implementación de la herramienta digital de gestión de inventario	41
2.6	Propuesta de layout para la bodega GLOBAK	45
2.6.1	Delimitación física del área de bodega	46
2.6.2	Distribución interna del layout.....	46
2.6.3	Asignación de ubicaciones dentro de la bodega	47
2.6.4	Justificación del diseño propuesto	48
2.7	Conclusiones Parciales del Capítulo.....	49
	CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA	52
3.1	Factibilidad Técnica.....	53
3.1.1	Recursos tecnológicos disponibles	53
3.1.2	Capacidades y competencias del personal	54
3.1.3	Infraestructura física y adecuación del layout	54
3.1.4	Integración Técnica y Análisis de Riesgos	55

3.2	Factibilidad Operativa.....	56
3.2.1	Cambios en los procesos de trabajo	57
3.2.2	Impacto en los tiempos operativos.....	57
3.2.3	Aceptación y adaptación del personal.....	59
3.2.4	Sostenibilidad operativa en el tiempo	60
3.2.5	Gestión de activos y continuidad operacional	61
3.2.6	Riesgos operativos asociados al proceso de inventario	61
3.3	Factibilidad Económica	62
3.3.1	Costos de Implementación.....	63
3.3.2	Costos de Operación Anual	65
3.3.3	Beneficios Económicos.....	67
3.3.4	Análisis Costo–Beneficio.....	70
3.3.5	Resumen del impacto global y continuidad operacional	74
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5	BIBLIOGRAFÍA	78
6	ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Extracto levantamiento de inventario	31
Tabla 2-2. Ejemplo clasificación	33
Tabla 2-3. Resumen análisis ABC del inventario de GLOBAK	34
Tabla 2-4. Valores mínimos y máximos artículos clase A y B	39
Tabla 2-5. Plantilla importación de repuestos y suministros	41
Tabla 2-6. Plantilla importación de inventario inicial del almacén	43
Tabla 3-1. Riesgos técnicos y medidas de mitigación	56
Tabla 3-2. Impactos esperados en los tiempos operativos	58
Tabla 3-3. Riesgos operativos	62
Tabla 3-4. Costos de infraestructura física de la bodega	63
Tabla 3-5. Costos totales de implementación	65
Tabla 3-6. Costos total anual de operación	67
Tabla 3-7. Ahorro anual estimado	69
Tabla 3-8. Indicadores económicos	73
Tabla 3-9. Impacto global y continuidad operacional	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diagrama de flujo proceso actual de gestión de inventario	22
Figura 1-2. Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1	23
Figura 1-3. Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1	24
Figura 1-4. Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1	24
Figura 1-5. Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 2	25
Figura 1-6. Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 2	25
Figura 2-1. Módulo Repuestos y suministros en Fractal One	43
Figura 2-2. Módulo Almacenes en Fractal One	45
Figura 2-3. Modelación 3D layout propuesto	49

INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios es un proceso fundamental en la logística y las operaciones de cualquier empresa, volviéndose estratégico en el Mantenimiento Industrial. Aquí los insumos y repuestos no son solo un gasto, sino un activo esencial cuya gestión influye en la disponibilidad y confiabilidad de los procesos productivos.

Esta área planifica, organiza y controla el flujo de materiales, equilibrando dos extremos: tener suficiente material disponible para asegurar la continuidad de la operación y evitar paros no programados, y al mismo tiempo minimizar la inmovilización de capital y los costos asociados al almacenamiento, obsolescencia y sobrestock.

La implementación de un sistema de gestión de inventarios eficiente permite a las empresas reducir costos operativos, optimizar recursos y, de manera crucial en mantenimiento, asegurar que el repuesto adecuado esté disponible en el momento preciso para ejecutar labores preventivas o correctivas. En la industria, donde cada minuto de inactividad de un activo se traduce en pérdidas económicas significativas, la ausencia de un control riguroso del inventario se convierte en una fuente de ineficiencia, altos costos y limitada capacidad de respuesta técnica.

Este trabajo se desarrolla en la empresa GLOBAK, cuyas operaciones dependen de la disponibilidad de sus activos productivos. Actualmente, la organización no cuenta con un control formal ni con un sistema para la administración de insumos y repuestos, lo que ocasiona problemas como duplicidad de stocks, tiempos elevados en la búsqueda de materiales y ausencia de información histórica para la toma de decisiones. Datos recopilados en terreno permiten señalar que la búsqueda de repuestos puede tardar entre 20 y 30 minutos por solicitud, dependiendo del tipo de componente. Asimismo, existen 50 tipos de ítems almacenados que no cuentan con registro ni codificación. Todo esto genera pérdidas de tiempo estimadas en unas 8 a 10 horas-hombre (HH) semanales y afecta la planificación del mantenimiento.

Frente a esta problemática, el presente proyecto tiene como objetivo formular una propuesta de implementación de un sistema de gestión de inventario para la empresa GLOBAK, orientada a mejorar los tiempos de búsqueda, trazabilidad y eficiencia en la gestión de sus materiales y repuestos, fortaleciendo la continuidad de sus procesos.

OBJETIVO GENERAL

Formular una propuesta de implementación de un sistema de gestión de inventario para la empresa GLOBAK, orientada a la mejora del control, la trazabilidad y la administración de insumos y repuestos utilizados en sus procesos operativos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso actual de gestión de inventario en la empresa GLOBAK, mediante la identificación de sus principales problemas, debilidades y oportunidades de mejora.
- Diseñar una propuesta de sistema de gestión de inventario que considere la clasificación y codificación de ítems, los niveles de stock, el control digital y la reorganización física de la bodega.
- Evaluar la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta, mediante un análisis costo-beneficio para la determinación de su viabilidad.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes de la Empresa GLOBAK

1.1.1 Descripción de la empresa

GLOBAK Ingeniería Ferroviaria S.P.A. es una empresa chilena, ubicada en la comuna de Viña del mar, dedicada a la prestación de servicios de ingeniería y mantenimiento en el sector ferroviario. Su especialización se centra en los sistemas de frenos, un área estratégica para la operación segura y eficiente de trenes de pasajeros y carga, lo que la ha consolidado como una empresa líder en este ámbito a nivel nacional.

La empresa se distingue por ser representante oficial de “Knorr-Bremse” en Chile, el fabricante número uno a nivel mundial de sistemas de frenos para el transporte ferroviario. Asimismo, cuenta con la certificación como único taller autorizado en Sudamérica para realizar labores de mantenimiento, modificación y venta de repuestos de esta marca. Esta condición le otorga un carácter altamente especializado y la posiciona como una organización de referencia en materia de seguridad, calidad y confiabilidad en el servicio.

Su administración se alinea con estándares internacionales de excelencia, integrando prácticas de gestión de activos bajo los lineamientos establecidos por la ISO 55000:2014, lo que respalda la confiabilidad de sus operaciones y ayudan a disminuir riesgos en los sistemas ferroviarios.

La empresa cuenta con personal capacitado y protocolos de prueba certificados por Knorr Bremse para garantizar el correcto funcionamiento de cada equipo intervenido. Su propuesta de valor es proporcionar un servicio confiable y de bajo riesgo operacional que asegure la continuidad de los sistemas de frenos ferroviarios de pasajeros y carga en Chile.

1.1.2 Misión y visión de la empresa

Misión: Lograr la excelencia en el servicio que entregamos, generando una fiabilidad con el cliente, esto en función a todas las necesidades que se nos presenten.

Visión: Darnos a conocer como la única empresa en Sudamérica que cuenta con un taller autorizado por Knorr-Bremse para realizar labores de mantenimiento y venta de repuestos, kit de reparación y equipos.

1.1.3 Servicios

GLOBAK Ingeniería Ferroviaria ofrece una amplia gama de servicios orientados al mantenimiento integral de sistemas de frenos ferroviarios, abarcando tanto trenes de pasajeros como de carga. Su propuesta se sustenta en altos estándares de calidad y seguridad, avalados por las certificaciones y directrices de Knorr Bremse.

Entre sus principales servicios destacan:

- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y componentes de freno.
- Revisiones generales e inspecciones técnicas a sistemas de frenos ferroviarios.
- Asistencia técnica especializada, incluyendo diagnóstico de fallas y soluciones personalizadas.
- Venta de equipos, repuestos y kits de reparación de la marca Knorr-Bremse.
- Capacitación técnica al personal de empresas ferroviarias, enfocada en operación, diagnóstico y resolución de problemas en sistemas de freno.

- Modificaciones y mejoras en sistemas de freno, adaptándolos a nuevas necesidades operativas.
- Estudios de ingeniería ferroviaria asociados a proyectos de modernización y mejora continua.

Para garantizar la confiabilidad de sus intervenciones, la empresa cuenta con bancos de prueba y protocolos certificados por Knorr Bremse, que permiten garantizar el correcto funcionamiento de cada componente antes de ser reincorporado a la operación. De esta manera, GLOBAK asegura que sus servicios cumplan con los más altos niveles de seguridad y desempeño.

1.1.4 Clientes

GLOBAK ha desarrollado una amplia trayectoria en el sector ferroviario chileno, trabajando con los principales operadores y fabricantes del rubro. Su cartera de clientes es un reflejo de la confianza depositada en la empresa y la relevancia de sus servicios en proyectos de alto nivel estratégico.

Entre sus principales clientes se encuentran:

- Alstom Chile: asistencia técnica y provisión de repuestos para trenes NS-2002 y NS-2004.
- Metro de Santiago: suministro de equipos y repuestos, además de modificaciones en sistemas de freno en diversas líneas.

- CAF Chile: ejecución de revisiones generales y mantenimiento a trenes NS-2007 y AS-2014.
- Grupo EFE: soporte técnico, garantía y asistencia en trenes de origen chino, tanto eléctricos como diésel.
- Codelco: asistencia técnica y provisión de repuestos para locomotoras y vagones de carga.

La participación de GLOBAK en estos proyectos ha permitido mejorar la seguridad, confiabilidad y continuidad operativa de flotas de transporte público y de carga, posicionándose como socio estratégico en la industria ferroviaria nacional.

1.2 Gestión de Inventarios en la Empresa GLOBAK

Actualmente, la empresa GLOBAK no cuenta con un sistema formal e integrado de gestión de inventarios para sus insumos y repuestos. Si bien la empresa posee estándares operacionales asociados a certificaciones de sus mandantes, como Knorr-Bremse, estos no se traducen en un sistema estructurado de control de inventarios a nivel interno.

En la práctica, la gestión de materiales se lleva a cabo de forma mayoritariamente manual, sin registros estandarizados ni procedimientos formalmente definidos que permitan mantener información confiable y actualizada de las existencias disponibles.

El almacenamiento de los repuestos se realiza en distintas bodegas y sectores de la empresa, sin ningún tipo de clasificación o criterio de organización. Es frecuente encontrar materiales de distintos tipos mezclados en cajas o estanterías, lo que dificulta su identificación y acceso. Además, no se lleva un registro sistemático de las entradas ni salidas de materiales, por lo que es difícil saber con exactitud los niveles de stock o el historial de consumo de los materiales.

En la práctica, las reposiciones de materiales se realizan en función de los requerimientos inmediatos de cada actividad o proyecto, basándose principalmente en la experiencia del personal, sin aplicar criterios formales de planificación ni control de inventarios. Tampoco se cuenta con indicadores que permitan medir la eficiencia del proceso o evaluar los costos asociados al almacenamiento y adquisición de repuestos. En consecuencia, la empresa enfrenta dificultades para localizar materiales, identificar repuestos disponibles y planificar compras, lo que afecta la continuidad operativa y genera dependencia del conocimiento individual de los trabajadores.

Es importante señalar que el análisis detallado del sistema de gestión de inventarios actualmente utilizado por la empresa se abordará más adelante en este capítulo, con el fin de contar con un diagnóstico técnico que fundamente la propuesta de mejora planteada en este trabajo.

1.3 Planteamiento del Problema

La gestión de inventarios es un aspecto fundamental en el mantenimiento industrial, especialmente en aquellas industrias cuya operación depende de la disponibilidad de repuestos e insumos críticos. En este contexto, disponer de un sistema estructurado de administración de inventarios permite garantizar el suministro oportuno de materiales, minimizar costos asociados al almacenamiento y respaldar la toma de decisiones con información confiable.

En el caso de GLOBAK, hoy en día no se cuenta con un sistema de gestión de inventarios. Los insumos, repuestos y herramientas carecen de registro formal, por lo que no se puede determinar con precisión las existencias disponibles, los consumos históricos y la rotación de materiales. Asimismo, el desorden físico en las bodegas, sumado a la falta de un control de entradas y salidas, dificultan la localización de repuestos, genera duplicidad de compras y aumenta el riesgo de quiebres de stock en componentes críticos para la ejecución de labores de mantenimiento.

Esta situación impacta directamente en la eficiencia de las operaciones de mantenimiento, ya que, al aumentar los tiempos de respuesta, limita la capacidad de planificación y expone a la

empresa a posibles costos adicionales por incumplimiento de plazos acordados con sus clientes. Adicionalmente, la ausencia de indicadores de gestión y de información histórica, restringe la posibilidad de evaluar el desempeño del inventario y prever necesidades futuras.

De no abordarse esta problemática, la empresa seguirá enfrentando escenarios de ineficiencia y pérdida de control sobre sus recursos materiales, lo que puede poner en riesgo la continuidad operativa de los mantenimientos. Por lo tanto, es de vital importancia el diseño de una propuesta que permita implementar un sistema de gestión de inventarios ajustado a la realidad de GLOBAK, con el fin de mejorar la trazabilidad, disponibilidad y eficiencia en la administración de sus insumos y repuestos.

1.4 Justificación del Estudio

El presente trabajo se justifica en distintos ámbitos que evidencian su importancia para la empresa GLOBAK y, al mismo tiempo, como instancia de aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial.

1.4.1 Justificación técnica

La gestión de inventarios constituye un pilar fundamental para el mantenimiento, al garantizar la disponibilidad oportuna de los repuestos necesarios. En el caso de GLOBAK, la inexistencia de un sistema formal de control genera desorden en las bodegas, desconocimiento de las existencias reales y riesgo de quiebres de stock en componentes críticos. La implementación de una propuesta de gestión permitirá mejorar la trazabilidad de los materiales, optimizar su administración y reducir los tiempos de búsqueda, incrementando así la confiabilidad y eficiencia de las operaciones de mantenimiento.

1.4.2 Justificación económica

Un inventario mal administrado puede generar sobrecostos derivados de duplicidad de compras, acumulación innecesaria de materiales y riesgo de obsolescencia de repuestos. Del mismo modo, la falta de planificación puede conducir a adquisiciones urgentes, con precios más altos y plazos de entrega que afectan la disponibilidad de equipos. La propuesta de gestión busca establecer parámetros de control que faciliten la programación de compras, reduzcan posibles costos operativos y promuevan un uso más eficiente de los recursos financieros de la empresa.

1.4.3 Justificación académica y profesional

Desde una perspectiva académica, este proyecto permite aplicar de manera integrada conocimientos adquiridos durante la formación en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, tales como gestión de inventarios, planificación de recursos y mejora de procesos. De esta forma, el trabajo se convierte en una instancia práctica para consolidar competencias vinculadas con la optimización de la gestión de activos en entornos reales.

En el plano profesional, el estudio ofrece una solución concreta a una problemática existente en la empresa GLOBAK. La propuesta no solo responde a una necesidad operativa inmediata, sino que también entrega una herramienta de gestión aplicable en el tiempo, con potencial para ser ampliada o adaptada a nuevas exigencias del rubro.

En síntesis, la realización de este trabajo responde a una necesidad concreta de la empresa GLOBAK y, al mismo tiempo, aporta beneficios técnicos, económicos y formativos. La propuesta de implementación de un sistema de gestión de inventarios se plantea como una solución viable y necesaria para fortalecer la eficiencia, el control y la continuidad de los procesos de mantenimiento.

1.5 Marco teórico

El presente apartado tiene por finalidad exponer los conceptos y fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo de este proyecto. La gestión de inventarios, al ser el eje central del estudio, se abordará desde sus principios generales hasta las metodologías y herramientas más utilizadas en la actualidad para su control y optimización.

De manera progresiva, se revisarán las definiciones básicas de inventario, los costos asociados a su administración, así como los modelos de control y clasificación empleados para mejorar su eficiencia. Posteriormente, se analizarán los indicadores de gestión, los sistemas y herramientas de apoyo disponibles en el mercado, con el objetivo de proporcionar un marco de referencia sólido para la propuesta planteada en la empresa GLOBAK.

1.5.1 Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios corresponde al conjunto de actividades encargadas de planificar, controlar y disponer los materiales necesarios para asegurar la continuidad de los procesos operativos (Heizer & Render, 2014). En el ámbito del mantenimiento industrial, el inventario adquiere un rol estratégico, ya que la disponibilidad de repuestos y consumibles condiciona directamente la confiabilidad de los activos y la capacidad de respuesta ante fallas.

La norma ISO 55000 establece que la disponibilidad de repuestos críticos forma parte esencial del ciclo de vida de un activo, ya que influye directamente en su rendimiento, los riesgos asociados y los costos operacionales (International Organization for Standardization, 2014, norma ISO 55000:2014). Bajo este enfoque, un inventario mal gestionado puede incrementar la probabilidad de fallas no programadas, aumentar los tiempos de detención y elevar los costos operacionales.

En empresas como GLOBAK, dedicadas al mantenimiento ferroviario, un inventario eficiente permite reducir tiempos de búsqueda, evitar duplicidad de materiales y asegurar que los componentes críticos estén disponibles para cumplir compromisos técnicos con los clientes.

1.5.2 Tipos de Inventarios

El inventario puede entenderse como el conjunto de bienes y materiales que una organización mantiene almacenados para responder a sus necesidades operativas. La clasificación de inventarios permite diferenciarlos según su función en la cadena de suministro, el tipo de producto o su uso en los procesos productivos y de mantenimiento.

Para efectos de este proyecto, se consideran únicamente las categorías que intervienen directamente en la gestión operacional de GLOBAK:

- **Inventario de repuestos de mantenimiento:** Corresponde a piezas y componentes necesarios para ejecutar tareas preventivas o correctivas. Su disponibilidad es esencial para garantizar la continuidad operativa y evitar tiempos de inactividad prolongados.
- **Inventario de consumibles:** Incluye lubricantes, elementos de limpieza y otros insumos utilizados en actividades recurrentes de mantenimiento.
- **Inventario de seguridad:** Cantidad mínima necesaria para cubrir variaciones de demanda o retrasos en el abastecimiento. Su propósito es reducir la probabilidad de quiebres de stock en artículos críticos.

Estas categorías se ajustan a las necesidades reales de la empresa, ya que reflejan los tipos de materiales utilizados en sus procesos operativos y de mantenimiento, permitiendo una organización coherente con la naturaleza y criticidad de los insumos. De este modo, constituyen la base para la clasificación y control desarrollados en el Capítulo 2.

1.5.3 Costos Asociados al Inventario

La gestión de inventarios implica necesariamente la generación de costos, los cuales deben ser identificados y controlados para lograr un equilibrio entre la disponibilidad de materiales y la eficiencia económica de la organización. En este trabajo se consideran únicamente aquellos que intervienen en los modelos de control aplicados:

- Costos de adquisición o pedido (S): Gastos administrativos y logísticos asociados a cada compra o reposición de materiales.
- Costos de almacenamiento o mantenimiento (H): Incluye espacio físico, manipulación, deterioro, seguros y capital inmovilizado. Es un parámetro esencial para el cálculo de la Cantidad Económica de Pedido (Economic Order Quantity, EOC).
- Costos por quiebre de stock: Proviene de la indisponibilidad de un material cuando es requerido. En mantenimiento ferroviario este costo puede traducirse en retrasos, multas y pérdidas operativas.

La adecuada gestión de estos costos constituye un elemento esencial para el diseño de políticas de inventario eficientes. Una administración equilibrada permite minimizar gastos innecesarios, liberar recursos financieros y garantizar la disponibilidad de materiales en el momento oportuno.

En el caso de GLOBAK, la inexistencia de un sistema de control formal aumenta el riesgo de enfrentar costos como los ya mencionados, lo que justifica la necesidad de implementar una propuesta de gestión que permita optimizar la relación entre disponibilidad y costo.

1.5.4 Modelos de Control de Inventarios

El control de inventarios consiste en definir políticas que permitan determinar cuándo realizar un pedido y cuánto pedir, con el objetivo de mantener un equilibrio entre la disponibilidad de materiales y el costo asociado a su gestión. Para ello, se han desarrollado diferentes modelos que orientan la toma de decisiones en función de la demanda, el tiempo de reposición y los costos involucrados (Heizer & Render, 2014).

En el proyecto se utilizan modelos determinísticos y probabilísticos que permiten definir cuánto pedir y cuándo pedir. A continuación, se describen las principales variables de estos modelos:

- Cantidad Económica de Pedido (EOQ, Economic Order Quantity): es uno de los modelos más utilizados y busca determinar el tamaño óptimo de pedido que minimiza la suma de los costos de adquisición y almacenamiento (Nahmias, 2009).

La fórmula básica es:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

- Q: cantidad económica de pedido.
 - D: demanda anual.
 - S: costo por pedido.
 - H: costo de almacenamiento por unidad al año.
- Punto de pedido (Reorder Point, ROP): determina el nivel de inventario en el cual debe realizarse un nuevo pedido para evitar quiebres de stock. Se calcula considerando la demanda durante el tiempo de reposición (Chopra & Meindl, 2013):

$$ROP = d \times L$$

Donde:

- d: demanda promedio por unidad de tiempo.
 - L: tiempo de entrega o reposición.
-
- Stock de seguridad: se mantiene una cantidad adicional de inventario como respaldo frente a la incertidumbre de la demanda o retrasos en el abastecimiento. Su cálculo depende de la desviación estándar de la demanda y del nivel de servicio deseado (Silver et al., 2016):

$$SS = Z \times \sigma_d \times \sqrt{L}$$

Donde:

- SS: stock de seguridad.
- Z: valor de la distribución normal asociado al nivel de servicio.
- σ_d : desviación estándar de la demanda.
- L: tiempo de entrega.

Este modelo es especialmente relevante en la gestión de repuestos, donde la demanda suele ser irregular y difícil de predecir.

Estos modelos, implementados dentro de una plataforma digital, permitirán a GLOBAK automatizar cálculos y generar alertas de reposición basadas en datos reales de consumo.

1.5.5 Métodos de Clasificación de Inventarios

La clasificación de inventarios es una técnica fundamental para priorizar el control de los materiales en función de su importancia relativa dentro de la organización. Dado que no todos los ítems requieren el mismo nivel de atención, estos métodos permiten enfocar los esfuerzos de gestión en aquellos materiales que generan mayor impacto económico u operativo (Heizer & Render, 2014).

Para este estudio se utilizaron dos de las metodologías más utilizadas en la gestión de inventarios:

- Método ABC

Basado en el principio de Pareto, este método clasifica los artículos según su valor de consumo anual, es decir, la combinación de su costo unitario y su nivel de demanda. Los resultados se agrupan en tres categorías:

Clase A: artículos de alto valor de consumo anual, que suelen representar entre un 10 % y 20 % del total de ítems, pero concentran entre el 70 % y 80 % del valor económico del inventario. Requieren un control estricto y revisiones frecuentes.

Clase B: artículos de valor intermedio, que representan alrededor del 30 % del total de ítems y concentran entre el 15 % y 25 % del valor económico. Se gestionan con un nivel de control moderado.

Clase C: artículos de bajo valor de consumo anual, que corresponden al 50 % o más de los ítems, pero apenas concentran entre el 5 % y 10 % del valor. Se administran con controles más simples y en lotes mayores.

El análisis ABC es ampliamente utilizado en entornos industriales porque permite destinar recursos de gestión a los repuestos más críticos y de mayor costo, asegurando así la disponibilidad de materiales esenciales para la operación (Chopra & Meindl, 2013).

- Codificación y catalogación de repuestos

Además de los métodos cuantitativos, la clasificación de inventarios puede complementarse con sistemas de codificación estandarizada, que permiten identificar de manera precisa cada material, facilitando su registro, localización y control. Una catalogación adecuada reduce la duplicidad de ítems y mejora la trazabilidad de los movimientos en bodega (Nahmias, 2009).

En el caso de la empresa GLOBAK, la aplicación de métodos de clasificación resulta esencial para establecer prioridades de gestión en su inventario. De esta manera, se podrá enfocar un control más riguroso en los insumos críticos de mayor costo, mientras que los artículos de bajo impacto se administran con políticas más flexibles.

1.5.6 Análisis costo-beneficio

El análisis costo–beneficio es una herramienta cuantitativa utilizada para evaluar proyectos de inversión y mejoras operacionales. Su propósito es comparar monetariamente los costos y beneficios atribuibles a un proyecto para determinar su conveniencia económica (Sapag Chain, 2014). A continuación, se presentan los principales fundamentos que sustentan esta metodología y que resultan relevantes para el desarrollo del presente estudio.

- Identificación de costos y beneficios

El análisis comienza con la identificación exhaustiva de los costos involucrados, los cuales pueden corresponder a inversiones iniciales, costos de operación, gastos de capacitación o adecuaciones físicas. Paralelamente, se identifican los beneficios que se espera obtener. Algunos de ellos pueden cuantificarse directamente, como la reducción de horas-hombre o la disminución

de tiempos improductivos, mientras que otros se expresan como mejoras cualitativas, tales como mayor confiabilidad del proceso o reducción de riesgos operativos. Esta etapa es fundamental, ya que define las variables que alimentarán los indicadores económicos posteriores.

- Relación Beneficio/Costo (B/C)

Una vez identificados los costos y beneficios, se utiliza la relación Beneficio/Costo para evaluar si los retornos generados justifican la inversión realizada. Este indicador compara los beneficios económicos anuales con los costos requeridos para operar el proyecto, mediante la siguiente expresión:

$$B/C = \frac{\textit{Beneficios anuales}}{\textit{Costos anuales}}$$

Fuente: Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación; Nassir Sapag, segunda edición 2014

un valor superior a 1 indica que el proyecto es económicamente conveniente, ya que cada unidad monetaria invertida produce un retorno igual o superior a su costo.

- Periodo de recuperación (Payback)

Otro indicador relevante corresponde al periodo de recuperación o payback, que expresa el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial del proyecto mediante los beneficios generados anualmente. Su interpretación es directa y resulta especialmente útil en proyectos operativos de bajo riesgo, dado que permite visualizar de forma simple la rapidez con que la organización comenzará a obtener beneficios netos. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{Inversión inicial}}{\textit{Beneficio anual}}$$

Fuente: Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación; Nassir Sapag, segunda edición 2014

- Valorización del tiempo mediante horas-hombre

En proyectos orientados a la mejora de procesos internos, una parte importante de los beneficios proviene de la reducción de tiempos improductivos. Para monetizar este efecto, se

utiliza el concepto de horas-hombre (Baca Urbina, 2010). Esta valorización permite convertir mejoras operativas en unidades monetarias, facilitando su comparación con los costos del proyecto.

Una hora-hombre se define como la unidad de medida que representa una hora de trabajo efectivo realizada por una persona. Esta unidad puede valorizarse económicamente asignándole un costo, el cual generalmente corresponde al costo laboral asociado a un trabajador para cada hora de trabajo, incluyendo remuneración directa y, cuando corresponde, costos indirectos vinculados a su actividad.

En conjunto, estos fundamentos proporcionan el marco conceptual necesario para aplicar el análisis costo-beneficio en la evaluación económica de la propuesta en GLOBAK.

1.5.7 Sistemas y Herramientas de Apoyo

La evolución de las tecnologías de la información ha permitido el desarrollo de herramientas digitales orientadas a mejorar la gestión de inventarios y el control de activos en las organizaciones. Estos sistemas permiten registrar, procesar y analizar información en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y reduciendo los errores asociados a la gestión manual (Chopra & Meindl, 2013).

Entre las soluciones más utilizadas se destacan los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y los sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador, o Computerized Maintenance Management System, CMMS).

- Sistemas ERP

Los sistemas ERP integran en una única plataforma los diferentes procesos de la organización (finanzas, compras, inventarios, mantenimiento, producción, entre otros), permitiendo el intercambio de información entre áreas. Su principal ventaja radica en la centralización de datos y la reducción de redundancias. Sin embargo, su implementación puede requerir una inversión significativa y una adaptación progresiva por parte del personal (Heizer & Render, 2014).

Dentro de los sistemas ERP disponibles en el mercado existen soluciones ampliamente utilizadas en empresas chilenas, como SAP y Defontana, orientadas principalmente a la administración financiera, contable y de compras.

- Sistemas GMAO / CMMS

Los sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) o Computerized Maintenance Management Systems (CMMS) están diseñados específicamente para planificar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento, así como para administrar los recursos y repuestos necesarios. Estas plataformas permiten registrar órdenes de trabajo, controlar inventarios de insumos, programar mantenimientos preventivos y generar reportes de desempeño de los activos (Waeyenbergh & Pintelon, 2004).

Uno de los principales beneficios de los sistemas GMAO es su capacidad para integrar la gestión de mantenimiento con el control de inventarios, lo que mejora la trazabilidad de repuestos, reduce los tiempos de búsqueda y optimiza la disponibilidad de materiales.

La implementación de una herramienta de este tipo en GLOBAK permite reemplazar los registros manuales por una gestión digital y centralizada, mejorando la trazabilidad, la

disponibilidad de información y la eficiencia en el control de inventarios de insumos y repuestos ferroviarios.

1.6 Análisis del Proceso Actual de Gestión de Inventarios en la Empresa GLOBAK

Con base en los antecedentes descritos en el punto 1.2, a continuación, se presenta un análisis técnico del proceso actual de gestión de inventarios en la empresa GLOBAK, orientado a identificar sus principales problemas, debilidades y oportunidades de mejora.

1.6.1 Descripción del proceso actual

El proceso de gestión de inventarios en GLOBAK se desarrolla de manera no formalizada. Los repuestos e insumos utilizados en los servicios de mantenimiento se almacenan en bodegas sin un sistema informático que registre los movimientos. No existen procedimientos documentados para la recepción, almacenamiento, control o entrega de materiales, y las decisiones de compra o reposición se toman de manera reactiva, según la demanda del momento.

Los materiales suelen ser adquiridos directamente por el personal encargado de los proyectos o por el área administrativa, sin un registro unificado de las adquisiciones ni del consumo por actividad. La ausencia de una base de datos o sistema de codificación impide diferenciar entre ítems similares o detectar duplicidad de repuestos.

El proceso actual puede representarse mediante el siguiente flujo operativo:

1. Identificación de la necesidad de un repuesto o insumo

El técnico detecta la falta de un material durante una reparación o mantenimiento. No existe un sistema que informe existencias previas.

2. Búsqueda física del repuesto en la bodega

El técnico revisa estantes, cajas y zonas del taller de forma manual.

La ausencia de orden y clasificación genera tiempos de búsqueda entre 20 y 30 minutos.

3. Verificación visual de disponibilidad

El técnico determina si el repuesto está o no en bodega.

No existe registro digital ni listado actualizado que valide la información.

4. Retiro informal del material (si existe)

El técnico toma el repuesto sin registrar la salida.

Esto genera discrepancias entre inventario real y percepción interna.

5. Compra reactiva (si no existe)

Se solicita el material con urgencia, generalmente con sobrecosto y sin planificación.

El proceso no utiliza niveles mínimos ni criterios técnicos de reposición.

6. Reposición no planificada

Solo cuando “queda poco” se decide comprar nuevamente, sin análisis de consumos ni previsión.

A continuación, se presenta el diagrama que representa visualmente el flujo del proceso actual de gestión de inventario en GLOBAK antes mencionado.

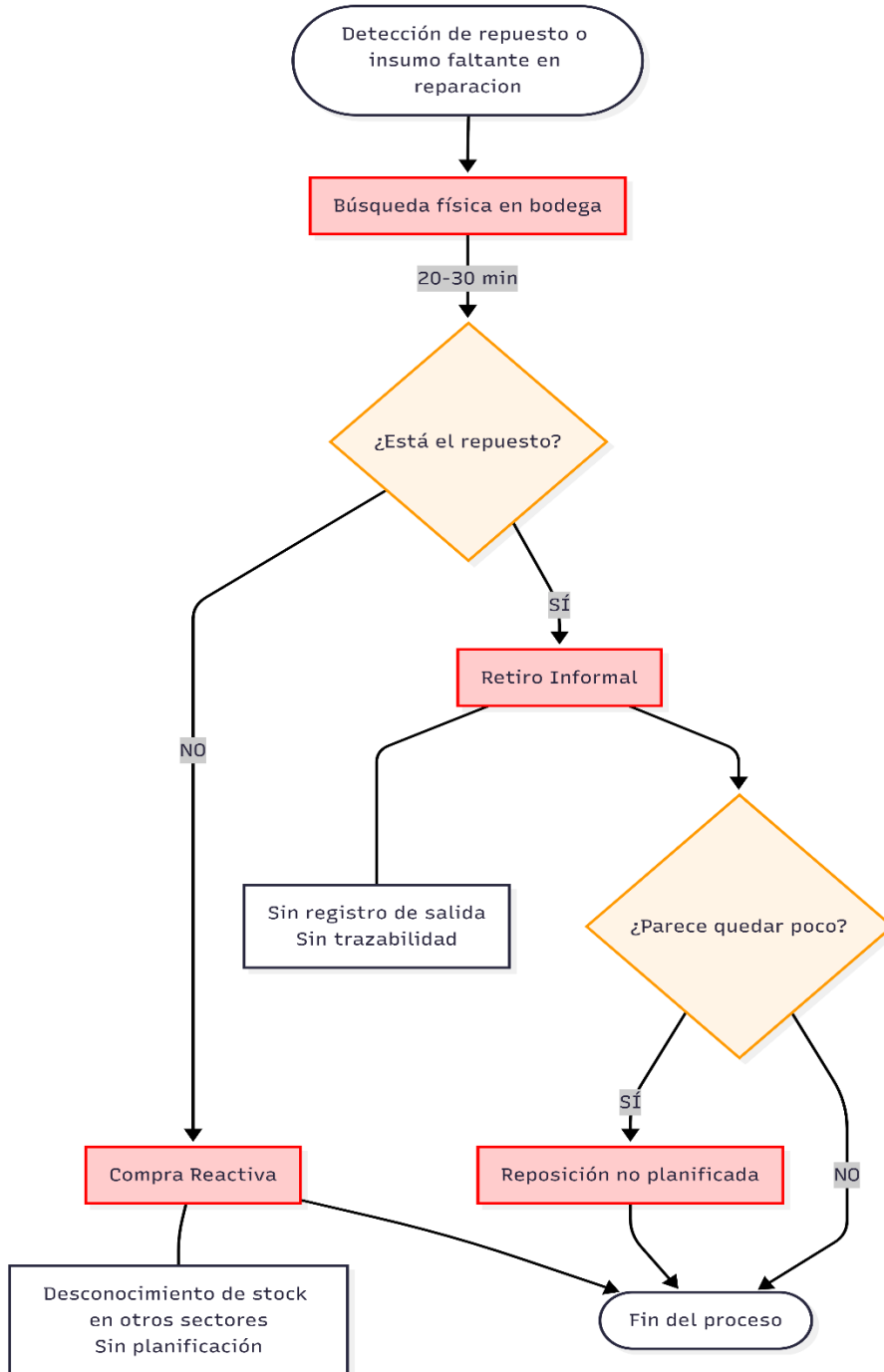


Figura 1 – 1 Área Diagrama de flujo proceso actual de gestión de inventario.

(Fuente: Elaboración propia, 2025)

Este esquema permite visualizar de manera estructurada las actividades que hoy se realizan para la búsqueda, verificación y reposición de repuestos, evidenciando la naturaleza reactiva del proceso y la ausencia de mecanismos formales de control.

Como parte del levantamiento de información, se realizó una observación directa de las áreas de almacenamiento de repuestos e insumos de la empresa. En las Figuras 1 a 5 se presentan dos sectores representativos de las bodegas de GLOBAK, donde es posible apreciar el desorden general, la falta de estanterías definidas, la coexistencia de elementos no relacionados y la ausencia de una clasificación visible. Estas condiciones confirman la inexistencia de un sistema estructurado de gestión de inventarios y refuerzan la necesidad de implementar mejoras tanto en la organización física como en el registro y trazabilidad de los materiales.



Figura 1-2 - Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1.

(Fuente: Elaboración propia, 2025)



Figura 1-3 - Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1
(Fuente: Elaboración propia, 2025)



Figura 1-4 - Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 1
(Fuente: Elaboración propia, 2025)



Figura 1-5 - Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 2

(Fuente: Elaboración propia, 2025)



Figura 1-6 - Área de almacenamiento de insumos y repuestos – Sector 2

(Fuente: Elaboración propia, 2025)

1.6.2 Identificación de problemas y debilidades

El levantamiento de información y la observación directa del proceso permiten identificar las siguientes debilidades:

- Falta de control y trazabilidad: no existe un registro que permita conocer las existencias reales ni el historial de consumo de cada repuesto.
- Desorden físico en las bodegas: los materiales se encuentran almacenados sin clasificación, con insumos y componentes mezclados, lo que dificulta su localización.
- Ausencia de planificación en las compras: las adquisiciones se realizan de forma reactiva, lo que puede derivar en sobrecostos o falta de materiales en momentos críticos.
- Tiempos de búsqueda elevados: la búsqueda de repuestos puede tardar entre 20 y 30 minutos por solicitud.
- Riesgo de quiebres de stock: la falta de registros y niveles mínimos definidos expone a la empresa a la indisponibilidad de repuestos esenciales para la ejecución del mantenimiento.
- Inexistencia de indicadores de gestión: no se mide la rotación de inventarios, la exactitud de los registros ni el nivel de servicio, lo que impide evaluar el desempeño del proceso.
- Carencia de soporte digital: el control de inventarios depende del conocimiento empírico del personal, sin herramientas tecnológicas que respalden o automaticen las operaciones.

Estas debilidades evidencian una gestión basada en la experiencia individual más que en procedimientos estandarizados, lo que limita la eficiencia del proceso y aumenta el riesgo de errores.

1.6.3 Impacto financiero potencial del proceso actual

La falta de un sistema estructurado de gestión de inventario genera costos operativos relevantes para la empresa. El impacto cuantificable más evidente corresponde al tiempo que el personal técnico destina a la búsqueda de repuestos en bodegas desordenadas y sin clasificación.

- Tiempo promedio de búsqueda por solicitud: 25 minutos
- Solicitudes por día: entre 4 y 6
- Horas-hombre perdidas al año: entre 400 y 600 horas
- Costo estimado: entre \$2.800.000 y \$4.200.000 anuales

Por lo tanto, solo el tiempo perdido en búsqueda de materiales representa un costo directo aproximado de \$2,8 a \$4,2 millones anuales para GLOBAK. A esto se suman otros impactos financieros que no pueden cuantificarse con precisión por falta de registros históricos, pero que se reconocen como riesgos relevantes: compras reactivas con sobreprecio, duplicidad de compras por desconocimiento del stock real y acumulación innecesaria de inventario.

En conjunto, estos antecedentes demuestran que el proceso actual de gestión de inventario no solo es ineficiente desde el punto de vista operativo, sino también económicamente desfavorable, lo que refuerza la necesidad de implementar un sistema formal de control que reduzca estos costos.

1.6.4 Oportunidades de mejora

Pese a las deficiencias identificadas, existen diversas oportunidades para optimizar la gestión de inventarios en GLOBAK:

- Implementación de un sistema digital de gestión de inventarios: el uso de plataformas de gestión de inventarios permitiría registrar y controlar entradas, salidas y niveles de stock en tiempo real.

- Codificación y clasificación de ítems: aplicar un sistema de codificación alfanumérico y un método de clasificación facilitaría el control y la priorización de repuestos.
- Diseño de indicadores de gestión: establecer métricas como niveles de inventario o exactitud de registros permitiría monitorear el desempeño del proceso.
- Asignación de ubicaciones dentro de la bodega: definir ubicaciones para los insumos y repuestos permitirá reducir los tiempos de búsqueda.

En síntesis, el análisis evidencia que la empresa GLOBAK carece de un sistema formal de control de inventarios, lo que genera ineficiencias y falta de visibilidad sobre sus recursos. Sin embargo, la adopción de herramientas tecnológicas, junto con la estandarización de procedimientos, representa una oportunidad concreta para mejorar la trazabilidad, reducir tiempos de búsqueda y asegurar la disponibilidad de repuestos críticos.

**CAPITULO 2: DISEÑO DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIO**

2.1 Levantamiento del inventario

El levantamiento de inventario se realizó mediante visitas presenciales a las instalaciones de la empresa GLOBAK, con el propósito de identificar, registrar y cuantificar todos los insumos y repuestos almacenados en las bodegas.

El proceso se llevó a cabo de forma manual, utilizando una libreta donde se anotaron las observaciones y cantidades de cada ítem, para luego ser traspasadas y organizadas en una planilla Excel. Este método permitió recopilar información directa y confiable respecto a las existencias reales, considerando tanto los materiales dispuestos en estanterías como aquellos almacenados en cajas y zonas de trabajo.

Durante la actividad, se constató que el inventario de GLOBAK se compone principalmente de kits de reparación asociados a los distintos equipos que conforman los sistemas de freno ferroviario, además de un conjunto de repuestos sueltos y consumibles de mantenimiento utilizados para labores correctivas o de respaldo.

Cada kit corresponde a un conjunto completo de piezas destinadas a la reparación de un equipo específico, lo que asegura la disponibilidad inmediata de los componentes requeridos durante las intervenciones técnicas.

A continuación, se presenta la Tabla 2-1 la cual muestra un extracto del levantamiento. La información levantada se presenta en el Anexo 1 del trabajo, la cual resume los artículos identificados y sus cantidades totales estimadas en bodega.

Tabla 2-1. Extracto Levantamiento de inventario

	Descripción	Cantidad total
1	Kit Control remoto largo	288
2	Lubricante multiuso (Masterlub)	46
3	Kit Freno con FI	288
4	O-ring NBR (10mm)	30
5	Kit Torre de secado	48

Fuente: Elaboración propia, 2025

El levantamiento permitió obtener una visión integral del stock real disponible, identificando tanto los componentes críticos como los materiales de consumo general. Se observa que los kits de reparación representan el mayor volumen del inventario y son fundamentales para la ejecución de los servicios de mantenimiento. Por otro lado, los repuestos sueltos y materiales de apoyo, como lubricantes, sellos, acoples y productos de limpieza, complementan el inventario y contribuyen a la continuidad operativa de los trabajos en taller.

Este registro constituye la base técnica del proceso de clasificación, codificación y digitalización que se abordará en las secciones siguientes, permitiendo estructurar un sistema de control de inventario acorde a las necesidades de la empresa.

2.2 Clasificación del inventario

Para lograr una gestión eficiente del inventario, es fundamental establecer una clasificación estructurada que permita agrupar los materiales según sus características técnicas, función y criticidad. Este proceso facilita el control, la trazabilidad y la toma de decisiones respecto a la reposición de existencias. Una clasificación bien diseñada contribuye a definir políticas de almacenamiento y control de acuerdo con la relevancia operativa de cada artículo.

En el caso de la empresa GLOBAK, la clasificación se realizó a partir de la información levantada en terreno, considerando los diferentes tipos de materiales existentes: kits de reparación, repuestos sueltos e insumos de mantenimiento. Con base en esto, se establecieron tres niveles jerárquicos: familia, grupo y subgrupo, avanzando desde lo general hacia lo específico.

La familia representa la categoría principal del artículo dentro del inventario. En este nivel se definieron tres grandes familias:

- Kits de reparación: conjuntos de componentes asociados a equipos del sistema de frenos ferroviarios.

- Repuestos: elementos individuales utilizados para reemplazo o reparación de componentes.

- Insumos: materiales consumibles y de apoyo utilizados en labores de mantenimiento y operación.

El siguiente nivel, denominado grupo, identifica la función o tipo de componente dentro de cada familia (por ejemplo, dentro de “repuestos” se distinguen válvulas, rodamientos, sellos, etc.). Finalmente, el subgrupo especifica una característica técnica o dimensional particular del artículo, permitiendo un ordenamiento más detallado.

En la Tabla 2-2 se muestra un ejemplo de clasificación aplicada a distintos ítems del inventario levantado, representando el criterio general utilizado en la estructuración del registro. El listado completo se encuentra en el anexo 2 del trabajo.

Tabla 2-2. Ejemplo Clasificación

Descripción	Familia	Grupo	Subgrupo
Kit Reductora 7A	Kit de reparación	Sistema de freno	Reductoras de presión
Rodamiento SKF 6309	Repuesto	Elementos rotativos	Rodamiento rígido de bolas
O-ring NBR (12 mm)	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	O-ring de caucho NBR
Válvula alivio presión	Repuesto	Control neumático	Válvulas de seguridad
Lubricante multiuso (Masterlub)	Insumo	Lubricantes	Aceites y grasas multipropósito
Guantes nitrilo (caja 100un)	Insumo	Elementos de seguridad	Protección personal
Desengrasante (Baden Powell 5L)	Insumo	Limpieza industrial	Solventes y detergentes

Fuente: Elaboración propia, 2025

Una vez realizada la clasificación por familias y grupos, se aplicó el método de análisis ABC para priorizar los artículos según su impacto económico dentro del inventario. Esta técnica, ampliamente reconocida en la gestión de inventarios, se basa en el principio de Pareto, el cual

indica que una pequeña proporción de artículos concentra la mayor parte del valor total del inventario.

Para su aplicación en GLOBAK, no fue posible acceder a los costos exactos de cada artículo debido a políticas de confidencialidad establecidas por la empresa. No obstante, y de acuerdo con la metodología aplicada, se asignó a cada ítem un valor referencial obtenido a partir de testimonios del personal del área de adquisiciones y de precios de mercado vigentes a la fecha. Estos valores fueron ajustados considerando tanto el costo del producto como los gastos asociados a su importación, logrando así estimaciones que reflejan con alta precisión el costo real de los artículos. Con esta información, se procedió a calcular el valor total de cada ítem multiplicando su cantidad por el precio unitario estimado, para posteriormente ordenar los resultados de mayor a menor e identificar su contribución relativa al valor total acumulado.

Con base en la metodología ABC, los artículos se clasificaron de la siguiente manera:

- Clase A: artículos que concentran aproximadamente el 80% del valor total del inventario.
- Clase B: artículos que representan alrededor del 15% del valor acumulado.
- Clase C: artículos de bajo valor relativo, que en conjunto representan el 5% restante.

En la Tabla 2-3 se presenta el resumen del análisis ABC aplicado al inventario de GLOBAK. El resultado completo del análisis ABC se encuentra en el anexo 3 del trabajo.

Tabla 2-3. Resumen análisis ABC del inventario de GLOBAK

Clase	Nº de ítems	Descripción general
A	8	Kits de reparación de alto valor (control, freno, reductoras)
B	6	Kits de valor medio y repuestos específicos
C	36	Repuestos e insumos de bajo costo (sellos, lubricantes, EPP, limpieza)

Fuente: Elaboración propia, 2025

El resultado evidencia que los kits de reparación representan los artículos de mayor impacto económico, concentrando más del 70% del valor total del inventario y clasificándose en su mayoría dentro de la categoría A. Estos elementos requieren una gestión rigurosa, control de stock mínimo y registro digital continuo, ya que su disponibilidad afecta directamente la ejecución de los mantenimientos planificados.

Los artículos de clase B corresponden principalmente a kits de valor medio y repuestos específicos, que aunque no representan el mayor costo, poseen relevancia operativa y deben mantenerse bajo un nivel de control periódico. Por último, los artículos de clase C, que incluyen repuestos de bajo costo y consumibles de uso frecuente (sellos, lubricantes, paños, herramientas y elementos de seguridad), pueden gestionarse mediante políticas de reposición más flexibles o compras por lote.

Esta clasificación permite priorizar recursos y esfuerzos de control en función del impacto económico y operativo de cada tipo de artículo, constituyendo la base para la codificación y digitalización del inventario que se desarrollará en la siguiente sección.

2.3 Codificación de existencias

Una vez clasificado el inventario, el siguiente paso en la organización de las existencias corresponde a la codificación.

Este proceso permite identificar cada artículo mediante un código único, facilitando su registro, control y trazabilidad dentro de los sistemas digitales de gestión.

Un sistema de codificación adecuado contribuye significativamente a reducir errores administrativos, acelerar la búsqueda de materiales y mejorar la precisión de los registros de inventario.

En la empresa GLOBAK, la codificación propuesta responde a dos necesidades operativas principales:

- Mantener la trazabilidad de los kits de reparación conforme a la nomenclatura del fabricante Knorr-Bremse.
- Estandarizar el registro de repuestos e insumos, mediante un sistema alfanumérico interno adaptable al software de gestión.

De esta forma, los artículos se clasifican en dos esquemas de codificación complementarios:

a) Codificación oficial del fabricante: utilizada exclusivamente para los kits de reparación asociados a los equipos de freno ferroviario.

b) Codificación interna GLOBAK: aplicada a repuestos genéricos e insumos de mantenimiento, con una estructura lógica que refleja su tipo, función y orden correlativo.

Estructura del sistema alfanumérico propuesto

Para los repuestos e insumos, se propone la siguiente estructura general:

XX-FF-GG-NNN

Donde:

- **XX** = Tipo de artículo (familia principal)
 - **RP** → Repuesto
 - **IN** → Insumo
- **FF** = Grupo funcional (por ejemplo: sellos, válvulas, rodamientos, seguridad, limpieza, etc.)
- **GG** = Subgrupo técnico o material (por ejemplo: caucho, acero, neumático, químico, etc.)
- **NNN** = Número correlativo asignado según orden de ingreso o registro.

Este sistema busca mantener la simplicidad y escalabilidad, de modo que nuevos artículos puedan incorporarse sin alterar la lógica general de codificación.

Por ejemplo:

- RP-SE-CA-001 → Repuesto, grupo sellos, subgrupo caucho, ítem 001.
- IN-LI-QU-003 → Insumo, grupo limpieza, subgrupo químico, ítem 003.

A partir de esta estructura se elaboró la codificación individual de todos los artículos que componen el inventario de GLOBAK, integrando tanto los códigos oficiales del fabricante Knorr-Bremse para los kits de reparación, como los códigos internos propuestos para los repuestos e insumos.

El resultado de la codificación se muestra en el anexo 4 del trabajo, donde se detalla el código asignado a cada ítem, su familia y la observación correspondiente.

La implementación de este sistema permitirá integrar la información en la plataforma digital, garantizando una gestión estandarizada, una búsqueda eficiente de repuestos y un control

más preciso del inventario físico. Además, la codificación unificada facilitará la trazabilidad de los movimientos de materiales, reduciendo errores en los procesos de registro, despacho y reposición.

2.4 Determinación de los niveles mínimos y máximos de inventario

Para establecer una gestión de inventario eficiente y ajustada a las necesidades de la empresa GLOBAK, se realizó el cálculo de los parámetros fundamentales de control de stock: Cantidad Económica de Pedido (EOQ), Punto de Pedido (ROP) y Stock de Seguridad (SS). Estos valores permiten definir los niveles mínimos y máximos de cada ítem, asegurando la disponibilidad oportuna de repuestos y materiales, y evitando tanto el sobreabastecimiento como los quiebres de stock. Su determinación es esencial para la posterior carga de información en la plataforma Fractal One, donde dichos parámetros se configurarán como límites operativos de cada producto dentro del módulo de inventario.

Se determinó que el cálculo de los niveles mínimos y máximos de stock se aplicará exclusivamente a los ítems clasificados en las categorías A y B según el análisis ABC. Estos productos concentran más del 90 % del valor total del inventario y poseen una incidencia directa en la continuidad operativa y en la ejecución de los servicios de mantenimiento, por lo que requieren un control más riguroso y una reposición planificada.

El procedimiento de cálculo se basó en los principios clásicos de control de inventarios, con base en la clasificación ABC, se calcularon los parámetros de control de inventario por ítem. Para ello, se aplicaron niveles de servicio diferenciados por clase (A: 98 % y B: 95 %) y se definió la variabilidad del tiempo de entrega (σ_L) como 25 % y 20 % del tiempo promedio de entrega, respectivamente. La demanda, costos y tiempos de entrega se obtuvieron a partir de registros históricos y de la información proporcionada por el personal de adquisiciones y mantenimiento. En términos generales, se identificaron demandas mensuales variables según el tipo de repuesto, costos unitarios acordes al mercado nacional y tiempos de entrega que oscilan

entre 3 y 10 días para proveedores locales, pudiendo extenderse a plazos mayores en el caso de repuestos importados. Estos valores fueron utilizados como base para los análisis desarrollados en el presente estudio. En aquellos casos donde no se disponía de información completa, se emplearon supuestos técnicos coherentes con la práctica operacional.

El stock mínimo se definió como ROP y el stock máximo como ROP + EOQ.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2-4. Valores mínimos y máximos artículos clase A y B.

Ítem	Stock mínimo (ROP)	Stock máximo (ROP + EOQ)	Clase
Kit 1/2 ZEST	14	39	A
Kit Control remoto corto	14	40	A
Kit Control remoto largo	14	39	A
Kit Doble desvío	13	38	A
Kit Freno con FI	13	37	A
Kit Freno sin FI	14	40	A
Kit Nivelación	12	35	A
Kit Unidad de control	14	39	A
Kit 1 ZEST	13	37	B
Kit Caja multiplicadora	11	32	B
Kit Reductora 5A	13	38	B
Kit Reductora 7A	13	39	B

Fuente: Elaboración propia, 2025

Estos parámetros serán configurados en la plataforma Fractal One como límites operativos de reordenamiento y almacenamiento, permitiendo automatizar la reposición y mantener la disponibilidad de materiales críticos, al mismo tiempo que se controla el capital inmovilizado en inventario.

2.5 Implementación de la herramienta digital de gestión de inventario

La selección de Fracttal One como herramienta de gestión digital de inventarios para GLOBAK se fundamenta en criterios funcionales, técnicos y económicos que lo posicionan como la opción más adecuada frente a alternativas como SAP o Defontana.

En primer lugar, Fracttal One es un sistema especializado en mantenimiento (CMMS/EAM), lo que permite integrar inventario, activos y órdenes de trabajo en un mismo entorno. A diferencia de SAP, que es un ERP corporativo de alto costo y compleja implementación, y Defontana, que está orientado principalmente a procesos administrativos y contables, Fracttal One se ajusta directamente a la naturaleza operativa de GLOBAK, cuyo inventario está estrechamente vinculado a actividades de mantenimiento ferroviario.

Asimismo, su costo de implementación es significativamente menor. SAP requiere consultoría especializada, licencias elevadas y tiempos de despliegue prolongados. Defontana, si bien es más accesible, no ofrece módulos nativos de mantenimiento ni trazabilidad técnica de repuestos. Fracttal One, en cambio, permite cargar el inventario de forma masiva, utilizar códigos QR, configurar alertas de stock mínimo y operar desde dispositivos móviles sin necesidad de infraestructura adicional.

Finalmente, Fracttal One ofrece una curva de aprendizaje rápida, soporte en español y una interfaz sencilla, elementos fundamentales para una empresa mediana que busca mejorar su control sin interrumpir sus operaciones. Su escalabilidad y enfoque práctico permiten que GLOBAK digitalice su inventario de forma eficiente y con un impacto mínimo en su operación diaria.

En conjunto, estas razones justifican la elección de Fracttal One como la herramienta más adecuada para implementar un sistema de gestión de inventarios acorde a las necesidades técnicas y operativas de GLOBAK.

Fracttal One es una plataforma digital para la gestión del mantenimiento y de activos físicos (CMMS/EAM), que centraliza la información operativa de una organización mediante módulos integrados de inventario, activos, mantenimiento, compras y reportes. Su diseño orientado a la gestión de recursos permite controlar repuestos, herramientas y equipos en tiempo real, mejorando

la trazabilidad de los procesos y facilitando la toma de decisiones basadas en información confiable.

En el caso de GLOBAK, la adopción de Fractal One responde a la necesidad de digitalizar la gestión de inventario y superar las limitaciones del registro manual utilizado hasta ahora. La plataforma permite optimizar la disponibilidad de repuestos, reducir pérdidas por desorden o duplicidad de registros y establecer una relación directa entre el consumo de materiales y las órdenes de trabajo de mantenimiento.

Para la creación del inventario digital, Fractal One dispone de un mecanismo de importación masiva, el cual permite cargar grandes volúmenes de información de manera rápida, estandarizada y con validación automática de formatos. El proceso seguido para la digitalización del inventario de GLOBAK se describe a continuación.

- Etapa 1: Elaboración de la planilla de importación de repuestos e insumos

Para la carga inicial de datos, Fractal One ofrece el uso de plantillas de importación masiva en formato Excel (.xlsx), disponibles en su portal oficial. Estas plantillas permiten registrar información estructurada, evitar inconsistencias en los campos y reducir el tiempo asociado al ingreso manual.

En este caso se empleó la plantilla “Importación de repuestos y suministros”, que considera campos como: descripción del artículo, código, unidad de medida, categoría, proveedor y precio unitario, entre otros.

La planilla fue completada utilizando los registros levantados en terreno y la codificación previamente definida para cada ítem.

Tabla 2-5. Plantilla importación de repuestos y suministros

Nombre	Numero de parte	Fabricante	Modelo	Unidad	Otro 1	Otro 2	Código	Código de barras/ NFC	Tipo	Clasificación 1	Clasificación 2	Notas	Visible para todos	Código del padre
--------	-----------------	------------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------------------	------	-----------------	-----------------	-------	--------------------	------------------

Fuente: Fractal (s.f.)

- Etapa 2: Importar el Archivo a Fractal One

Una vez completada la planilla, se accedió al módulo Catalogo → Activos → Repuestos y suministros → Importar datos, desde donde se cargó el archivo mediante la función Subir archivo. El sistema genera automáticamente una vista previa de los datos, permitiendo verificar la correspondencia entre los encabezados, formatos y tipos de campo.

En caso de inconsistencias, como errores en formatos numéricos, tipos de dato o encabezados incorrectos, Fractal One emite alertas indicando el error específico que debe corregirse en la planilla antes de reintentar la importación.

Tras la validación, el sistema procesa la carga y genera un código de importación único, que permite rastrear o revertir el proceso si es necesario. Con ello se obtiene la primera base digital consolidada de repuestos e insumos de GLOBAK dentro de Fractal One.

Figura 2-1. Modulo Repuestos y suministros en Fractal One

Habilitado	Descripción	Nombre	Número de parte
<input type="checkbox"/> SI	Bobina de Inducción { HV1-BOB }	Bobina de Inducción	
<input type="checkbox"/> SI	Bomba de Refrigeración Principal { HV1-BOMB }	Bomba de Refrigeración Principal	
<input type="checkbox"/> SI	Sistema de Control PLC { HV1-CONT }	Sistema de Control PLC	
<input type="checkbox"/> SI	Sistema Refractario { HV1-REF }	Sistema Refractario	

Fuente: Elaboración Propia, 2025

- Etapa 3: Creación del almacén digital (“Bodega”)

Fractal One permite administrar múltiples almacenes o ubicaciones físicas dentro de una misma organización, facilitando la trazabilidad por áreas, centros de costo o sectores operativos.

Para GLOBAK se creó un almacén principal, el cual agrupa los 50 ítems inventariados.

La configuración se realizó desde Inventarios → Almacenes, definiendo parámetros como: nombre del almacén, código interno, ubicación, responsable asignado y dirección.

Este almacén constituye la estructura base sobre la cual se asociarán las existencias iniciales y todos los movimientos futuros (ingresos, egresos y transferencias internas).

- Etapa 4: Elaboración de la plantilla de inventario inicial del almacén

Para registrar las cantidades reales en el almacén creado, se descargó la plantilla “Inventario inicial de almacén”, también en formato Excel. Esta plantilla permite definir el stock inicial y configurar los parámetros operativos que utilizará el sistema, incluyendo: código del artículo, cantidad en existencia, costo promedio unitario, existencia mínima (ROP) y existencia máxima (ROP + EOQ). Estos valores provienen del cálculo realizado previamente para los artículos clasificados como A y B según el análisis ABC, asegurando que el sistema mantenga niveles adecuados de control para los materiales de mayor impacto operativo y económico.

Tabla 2-6. Plantilla importación de inventario inicial del almacén

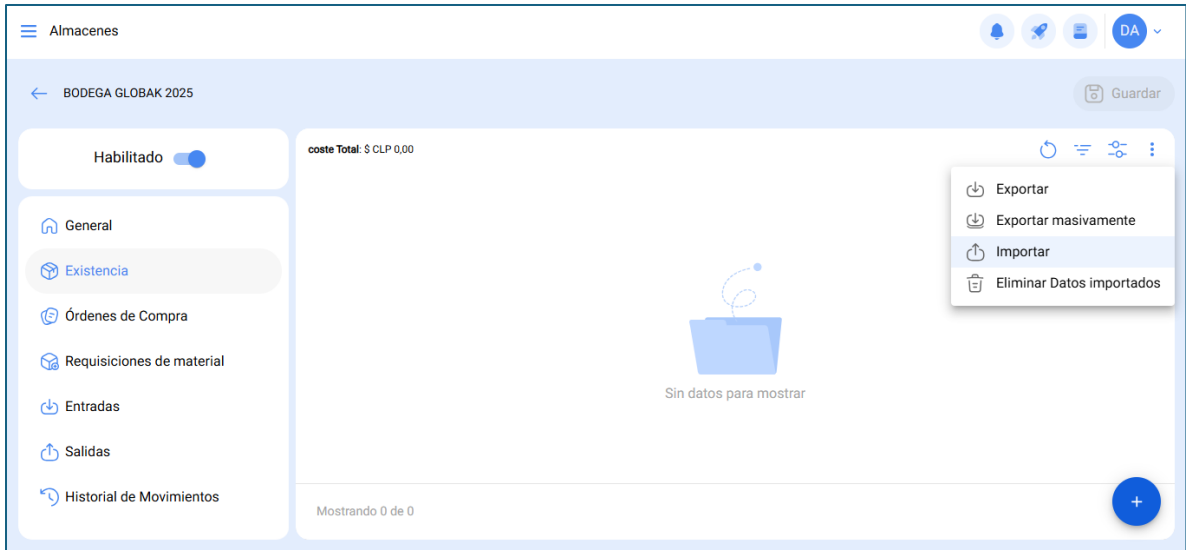
Codigo	Existencia	Costo promedio unitario	Existencia maxima	Existencia minima	Cantidad a pedir	Ubicacion en el almacen

Fuente: Fractal (s f.)

- Etapa 5: Importación del inventario inicial

Una vez completada la plantilla, el inventario inicial se cargó en el almacén creado mediante el módulo Almacenes → Existencias → Importar, seleccionando el archivo Excel correspondiente. Fractal One realiza nuevamente una validación de estructura y datos antes de confirmar la importación.

Una vez finalizado el proceso, el sistema muestra el total de ítems registrados y permite visualizar sus existencias directamente en el panel de control del almacén digital.



Fuente: Elaboración Propia, 2025

Figura 2-2. Modulo Almacenes en Fracttal One

La digitalización del inventario de GLOBAK en Fractal One permite gestionar de forma automatizada los movimientos de materiales, activar alertas de stock mínimo, asociar repuestos a órdenes de trabajo y generar reportes de trazabilidad en tiempo real. La configuración realizada constituye un avance significativo hacia la integración plena de la gestión de activos e inventarios, reduciendo la incertidumbre operacional y fortaleciendo el control sobre los recursos materiales utilizados en los procesos de mantenimiento.

2.6 Propuesta de layout para la bodega GLOBAK

GLOBAK dispone de un espacio físico de 4 metros de largo por 3 metros de ancho para la habilitación de una bodega destinada al almacenamiento controlado de insumos y repuestos. Actualmente este espacio corresponde a una zona abierta dentro del taller, sin delimitación formal ni un sistema de organización que permita mantener una trazabilidad adecuada del inventario. Por ello, se propone el diseño de un layout estructurado, que considera la delimitación física del área y la instalación de estanterías metálicas para la correcta disposición del inventario.

2.6.1 Delimitación física del área de bodega

El espacio asignado se encuentra ubicado en una esquina del taller, por lo que presenta dos muros de concreto existentes que pueden aprovecharse como soporte estructural y como respaldo para las estanterías. Para formalizar la bodega y asegurar el resguardo de los materiales, se propone:

- Instalar una reja perimetral metálica en los dos lados abiertos del área (4 m de frente y 3 m lateral).
- Incorporar una puerta de acceso controlado en la reja lateral, con cerradura y registro de ingreso, permitiendo que solo el personal autorizado pueda acceder.
- Mantener una altura útil aproximada de 1,8 m a 2,0 m, suficiente para instalar estanterías de 4 a 5 niveles.

Esta delimitación permitirá separar físicamente el inventario del área operativa del taller, reduciendo la manipulación no autorizada, pérdidas, deterioro y desorden.

2.6.2 Distribución interna del layout

Considerando la geometría del área (4 m x 3 m) y la presencia de dos muros macizos, se propone la instalación de estanterías metálicas adosadas a los muros de concreto, formando una disposición en forma de “L”, optimizando la circulación y el acceso rápido a los ítems de mayor rotación.

Ubicación propuesta:

- Muro de 4 metros (largo): Instalación de una línea de estanterías de 4 metros (largo total del muro), destinada principalmente al almacenamiento de los kits de reparación, ya que son los artículos de mayor volumen y valor (clase A y B).

Cada estante incluirá etiquetas físicas correspondientes a cada ubicación.

- Muro de 3 metros (ancho):

Instalación de estanterías de 3 metros destinadas a repuestos sueltos (clase C) e insumos de mantenimiento.

Se prioriza ordenar los repuestos de mayor criticidad en los niveles intermedios, que son de acceso directo para el operador.

2.6.3 Asignación de ubicaciones dentro de la bodega

Para garantizar trazabilidad y orden, cada posición de la estantería tendrá un código de ubicación, el cual también se podrá cargar en Fractal One.

Propuesta de estructura de ubicación:

A-BB-NN

A: Identificador de estantería (E1 para muro largo, E2 para muro corto).

BB: Nivel del estante (N1, N2, N3, etc.).

NN: Posición dentro del estante (01, 02, 03...).

Ejemplo:

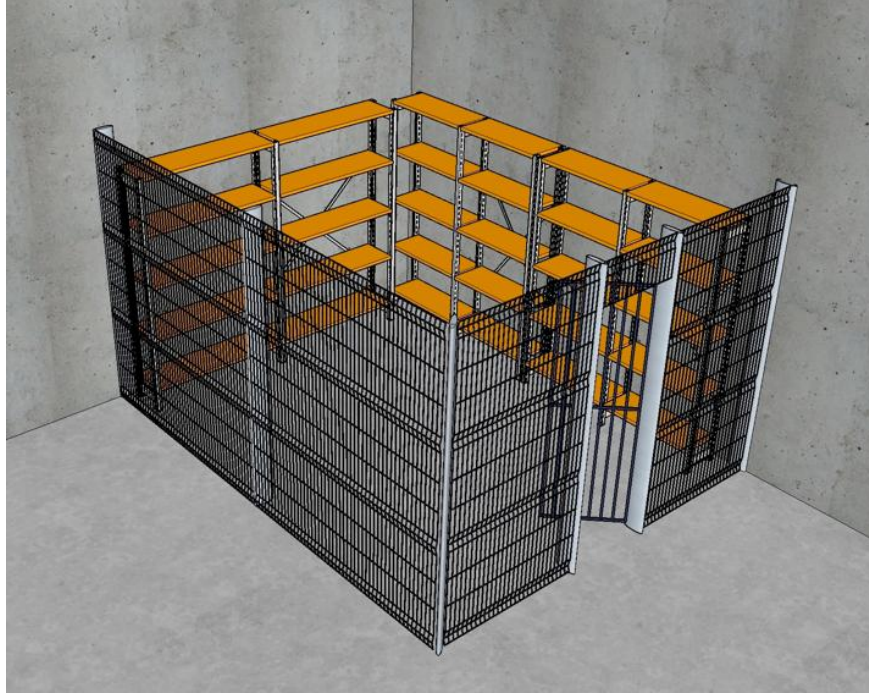
E1-N2-04: Estantería del muro largo, nivel 2, posición 4.

E2-N3-01: Estantería del muro corto, nivel 3, posición 1.

2.6.4 Justificación del diseño propuesto

El layout diseñado responde a los siguientes criterios:

- Optimización del espacio disponible: La disposición en “L” maximiza el uso del área de 12 m² sin obstruir la circulación.
- Seguridad: La reja perimetral evita accesos no autorizados y protege el inventario.
- Accesibilidad: Los ítems clase A y B se ubican en los niveles intermedios, de fácil acceso y rápida reposición.
- Trazabilidad: La asignación de códigos de ubicación y etiquetas QR facilita el registro en Fractal One y acelera búsquedas.
- Orden y estandarización: Se logra una estructura replicable en futuras ampliaciones de la bodega.



Fuente: Elaboración Propia, 2025

Figura 2-3. Modelación 3D layout propuesto

2.7 Conclusiones Parciales del Capítulo

El desarrollo del presente capítulo permitió formular una propuesta integral de implementación de un sistema de gestión de inventario para la empresa GLOBAK, abordando de manera sistemática todos los elementos necesarios para su digitalización, ordenamiento y control operativo. A partir del levantamiento físico del inventario, la clasificación técnica de los artículos, la codificación estandarizada, el cálculo de parámetros de reposición y la incorporación de la herramienta digital Fractal One, se estableció una estructura completa que responde a la problemática identificada en el diagnóstico inicial de la empresa.

En primer lugar, el levantamiento de inventario y su clasificación permitieron identificar con precisión la composición del stock existente, determinando que gran parte del valor económico se concentra en los kits de reparación, lo que justifica la necesidad de priorizar su control. La aplicación del análisis ABC entregó una categorización objetiva de los artículos, permitiendo orientar los esfuerzos de gestión hacia los productos de mayor impacto operativo y financiero.

Posteriormente, la codificación de existencias y la definición de una estructura de ubicación física dentro de la bodega facilitaron la estandarización del inventario, mejorando la trazabilidad, reduciendo la duplicidad de artículos y disminuyendo los tiempos de búsqueda. Esta base estructural resultó fundamental para la etapa siguiente, correspondiente a la digitalización del inventario en la plataforma Fractal One, herramienta seleccionada por su orientación al mantenimiento, su integración nativa con órdenes de trabajo y su bajo costo de implementación respecto de otras alternativas disponibles en el mercado.

Asimismo, la determinación de los niveles mínimos, máximos y puntos de reorden mediante modelos de control de inventarios permitió establecer parámetros operativos que garantizan la disponibilidad de los repuestos críticos, evitando quiebres de stock y reduciendo la necesidad de compras reactivas. Su incorporación en Fractal One habilita la generación automática de alertas y la vinculación directa con el consumo real de cada actividad de mantenimiento.

Finalmente, la propuesta de layout para la bodega complementa la solución digital con una reorganización física del espacio, fortaleciendo la seguridad, accesibilidad y orden del inventario mediante la instalación de estanterías, clasificación por zonas y delimitación del área de almacenamiento. Esta redistribución permitirá reducir significativamente los tiempos de búsqueda de repuestos, que actualmente fluctúan entre 20 y 30 minutos por solicitud. Un espacio estructurado y codificado disminuirá la dependencia del conocimiento empírico del personal y facilitará la localización rápida de materiales.

En conjunto, los elementos desarrollados en este capítulo constituyen una propuesta técnica completa y aplicable, que permite a GLOBAK avanzar hacia un sistema de gestión de inventario más eficiente, trazable y alineado con sus operaciones de mantenimiento ferroviario. No obstante, para determinar su viabilidad total, es necesario evaluar los aspectos técnicos, económicos y operativos involucrados en su implementación. Este análisis será abordado en el Capítulo 3, donde se estudiará la factibilidad mediante un análisis costo–beneficio de la propuesta elaborada.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

3.1 Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica analiza si la empresa GLOBAK cuenta con los recursos, capacidades y condiciones necesarias para implementar correctamente la propuesta de gestión de inventario desarrollada en el capítulo anterior. Este análisis considera la disponibilidad tecnológica actual, la infraestructura física requerida, el nivel de competencias del personal y los potenciales riesgos asociados al proceso de implementación.

3.1.1 Recursos tecnológicos disponibles

La propuesta contempla la digitalización del inventario mediante la plataforma Fractal One, cuyo funcionamiento requiere únicamente acceso a internet, computadores o dispositivos móviles y un navegador web. GLOBAK dispone actualmente de los elementos tecnológicos necesarios para operar el sistema, incluyendo computadores en oficina administrativa, conexión estable a internet y dispositivos móviles que pueden ser utilizados para la lectura de códigos QR y la gestión de órdenes de trabajo. Además, Fractal One no requiere la instalación de infraestructura adicional ni servidores propios, dado que opera bajo un modelo en la nube.

En caso de eventuales contingencias, tales como cortes de suministro eléctrico o interrupciones en la conectividad a internet, la empresa puede mantener la continuidad operativa mediante el uso temporal de registros manuales, los cuales posteriormente pueden ser integrados al sistema una vez restablecidas las condiciones normales de operación.

En consecuencia, desde el punto de vista tecnológico, la empresa cuenta con las condiciones adecuadas para la puesta en marcha del sistema, sin necesidad de inversiones mayores en equipamiento.

3.1.2 Capacidades y competencias del personal

El personal administrativo y técnico de GLOBAK cuenta, al menos, con conocimientos básicos de computación, lo que resulta suficiente para adoptar el uso de Fracttal One, dado que se trata de una plataforma intuitiva, de navegación simple y diseñada para usuarios no especialistas en herramientas digitales. Su interfaz clara, uso de menús guiados y funcionamiento en la nube hacen que la curva de aprendizaje sea baja, permitiendo que cualquier trabajador con habilidades informáticas elementales pueda operar el sistema sin dificultad.

Para garantizar una correcta adopción, se considera necesaria una capacitación breve, estimada entre 4 y 6 horas, enfocada en las funciones principales del sistema: registro de entradas y salidas, consulta de existencias y el uso de códigos QR. Este proceso formativo es completamente suficiente para que el personal alcance un manejo adecuado del sistema.

En consecuencia, no se identifican barreras relevantes desde el punto de vista de competencias. Con una inducción inicial y acompañamiento durante las primeras semanas, el personal está plenamente capacitado para operar el nuevo sistema de inventario, por lo que la factibilidad técnica en esta dimensión se considera alta.

3.1.3 Infraestructura física y adecuación del layout

La propuesta de mejora incluye la habilitación de un área de bodega de 4 x 3 metros, actualmente disponible dentro del taller. El diseño contempla la instalación de una reja perimetral, una puerta de acceso controlado y estanterías metálicas adosadas a los muros existentes.

Las condiciones físicas del espacio permiten instalar sin dificultad la estructura propuesta, ya que:

- Los muros perimetrales de concreto ofrecen soporte adecuado.
- El espacio disponible es suficiente para instalar estanterías.
- No se requieren modificaciones estructurales complejas.

- El montaje de la reja y estanterías puede realizarse sin interrumpir las operaciones del taller.

De esta forma, la infraestructura existente permite implementar el layout propuesto sin restricciones significativas.

3.1.4 Integración Técnica y Análisis de Riesgos

La implementación del sistema de gestión de inventario propuesto requiere evaluar no solo su integración con los procesos actuales de GLOBAK, sino también los posibles riesgos técnicos asociados a su puesta en marcha. Ambos aspectos son fundamentales para determinar la viabilidad técnica real de la solución.

- Integración con los procesos existentes

Fractal One se ajusta de manera natural al funcionamiento interno de GLOBAK, ya que permite vincular el consumo de repuestos directamente con las órdenes de trabajo generadas en el área de mantenimiento. Esto responde adecuadamente a la dinámica operativa de la empresa, donde la demanda de materiales está estrechamente ligada a actividades de overhaul, reparación y pruebas certificadas bajo los estándares de Knorr-Bremse. Asimismo, la estandarización de códigos, la asignación de ubicaciones físicas dentro del layout propuesto y la digitalización de existencias permiten mejorar la trazabilidad, reducir la dependencia del conocimiento individual del personal y fortalecer el control del flujo de materiales. En este sentido, la integración del sistema no presenta obstáculos significativos y es completamente compatible con los procesos actuales de la empresa.

- Riesgos técnicos y medidas de mitigación

Aunque la integración con los procesos es favorable, existen riesgos técnicos previsible que deben considerarse para asegurar una implementación adecuada:

Tabla 3-1. Riesgos técnicos y medidas de mitigación

Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Medidas de mitigación
Errores iniciales en la digitalización del inventario	Registro incorrecto de cantidades, códigos o ubicaciones.	Revisión doble del inventario cargado, auditoría semanal durante el primer mes y validación cruzada con registros físicos.
Bajo nivel de familiarización con la herramienta	Errores en la operación del sistema o uso incorrecto de funciones clave.	Capacitación técnica de 4 a 6 horas, acompañamiento inicial y designación de un responsable de inventario como referente interno.
Dependencia de la conectividad a internet	Interrupciones momentáneas en el registro de movimientos.	Uso de red de respaldo o datos móviles, además de procedimientos para registro temporal fuera de línea.
Registro inconsistente de movimientos	Discrepancias entre inventario físico y digital.	Implementación de un procedimiento estandarizado de entradas y salidas y asignación de permisos según roles en el sistema.

Fuente: Elaboración propia, 2025

3.2 Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa evalúa la capacidad de GLOBAK para implementar y mantener en funcionamiento la propuesta de gestión de inventario sin afectar negativamente las actividades de mantenimiento ni la continuidad operativa del taller. Este análisis considera los cambios necesarios en los procesos internos, el impacto sobre los tiempos de trabajo, la adaptación del personal y la sostenibilidad de la solución en el tiempo.

3.2.1 Cambios en los procesos de trabajo

La implementación de la propuesta implica una transición desde un sistema de inventario totalmente manual hacia un modelo digital estandarizado, con procedimientos formales para la recepción, almacenamiento, registro y entrega de repuestos.

Actualmente, las operaciones de inventario en GLOBAK se realizan de manera empírica, basadas en la experiencia del personal y sin documentación estructurada. El nuevo sistema introduce cambios que fortalecen el control y la trazabilidad, entre los que destacan:

- Registro obligatorio de cada ingreso y salida a la bodega.
- Identificación de los repuestos mediante códigos alfanuméricos y etiquetas QR.
- Uso del layout de bodega para mantener una ubicación fija y ordenada por familias y criticidad.
- Asociación de repuestos a órdenes de trabajo para reflejar correctamente el consumo real.

Estos cambios no representan una carga operativa significativa y, por el contrario, simplifican las tareas de control, ordenamiento y reposición. El flujo de trabajo del personal se mantiene prácticamente igual, incorporando únicamente el registro digital como paso obligatorio dentro del proceso.

3.2.2 Impacto en los tiempos operativos

Uno de los beneficios operativos más relevantes de la propuesta es la reducción significativa en los tiempos de búsqueda de repuestos e insumos. Actualmente, debido al desorden físico, la falta de clasificación y la inexistencia de un sistema digital de consulta, las búsquedas pueden demorar entre 20 y 30 minutos por solicitud, según lo evidenciado en el diagnóstico del Capítulo 1.

- Estimación cuantitativa del impacto

Para cuantificar la mejora, se consideran los siguientes parámetros:

- Tiempo promedio actual de búsqueda: 25 minutos
- Solicitudes de repuestos por día: entre 4 y 6
- Tiempo dedicado diariamente a búsquedas: 100 a 150 minutos

Tiempo anual estimado perdido en búsquedas improductivas: Considerando el tiempo de búsqueda diario, durante 5 días a la semana y a lo largo de 48 semanas al año, se obtiene un total aproximado de 24.000 a 36.000 minutos anuales, equivalentes a 400 a 600 horas-hombre por año.

- Reducción esperada con la propuesta

Con el layout organizado, la codificación de ubicaciones y la digitalización del inventario en Fractal One, el tiempo estimado de búsqueda se reduce a entre 3 y 5 minutos, debido a:

- Ubicaciones fijas y etiquetadas.
- Consulta rápida de la posición del ítem mediante el sistema.
- Eliminación de la necesidad de revisar cajas o estantes desordenados.
- Uso de códigos QR para verificación inmediata.

Tomando un tiempo promedio estimado de 4 minutos por búsqueda, la nueva situación sería:

- Tiempo diario dedicado a búsquedas: 16 a 24 minutos
- Tiempo anual estimado: considerando el tiempo diario dedicado a búsquedas, durante 5 días a la semana y a lo largo de 48 semanas al año, lo que resulta en un total aproximado de 3.840 a 5.760 minutos anuales, equivalentes a 64 a 96 horas-hombre por año.

Tabla 3-2. Impactos esperados en los tiempos operativos

Concepto	Situación actual	Situación propuesta	Mejora
Tiempo promedio por búsqueda	25 min	4 min	-84 %
Tiempo total anual	400–600 h/año	64–96 h/año	-84 % a -89 %
Horas/hombre recuperadas	—	—	entre 336 y 504 h/año

Fuente: Elaboración propia, 2025

Como análisis de la tabla anterior, el ahorro de tiempo estimado representa la recuperación de entre dos y tres meses efectivos de trabajo de un técnico, o bien entre 34 y 50 jornadas laborales completas. Esta liberación de horas-hombre evidencia el impacto cuantitativo de optimizar los tiempos de búsqueda en la disponibilidad del personal técnico y en la eficiencia operativa del proceso de mantenimiento.

- **Interpretación operativa del impacto**

La reducción de tiempo en las búsquedas produce beneficios directos en la operación, tales como:

- Mayor disponibilidad del personal para tareas productivas.
- Disminución de interrupciones durante labores de mantenimiento.
- Mejora en la continuidad y planificación de trabajos críticos.
- Disminución de retrasos en compromisos operativos con clientes ferroviarios.
- Aumento general de la eficiencia y confiabilidad del proceso de mantenimiento.

Los datos cuantitativos permiten concluir que la propuesta genera un impacto operativo altamente significativo, eliminando un costo oculto que hoy afecta directamente la productividad de GLOBAK.

3.2.3 Aceptación y adaptación del personal

El éxito operativo del sistema depende de la adopción del personal, tanto administrativo como técnico. Si bien la empresa no ha tenido experiencia previa con sistemas digitales de inventario, la sencillez de Fracttal One facilita la transición.

El personal ha mostrado disposición a mejorar los procesos internos y reconoce las dificultades actuales derivadas de la falta de control y del desorden en las bodegas. Esta percepción positiva constituye un factor favorable para la aceptación del nuevo sistema.

Con una capacitación breve de 4 a 6 horas y acompañamiento durante la etapa inicial, se espera una adopción rápida y sin resistencia significativa. La mejora visible en la organización del inventario y la reducción de tiempos de búsqueda actúan como motivadores adicionales para su uso continuo.

3.2.4 Sostenibilidad operativa en el tiempo

Para garantizar la continuidad del sistema, la propuesta considera elementos de fácil mantención y aplicabilidad:

- Procesos estandarizados para el registro de inventario.
- Un layout claro, etiquetado y ordenado que facilita auditorías y ajustes.
- Una plataforma digital en la nube que no requiere mantenimiento técnico interno.
- Responsables designados para supervisar existencias y validar registros.
- Alertas automáticas de stock mínimo que reducen la necesidad de seguimiento manual.

Dado que el sistema depende principalmente de procedimientos simples y del uso de una plataforma estable, su sostenibilidad operativa es alta. No requiere recursos adicionales importantes ni intervenciones complejas para mantenerse vigente.

El análisis evidencia que la propuesta es plenamente viable desde el punto de vista operativo. Los cambios en los procesos de trabajo son mínimos y contribuyen directamente al orden y la eficiencia del inventario. La reducción significativa de los tiempos de búsqueda, la alta aceptación esperada del personal y la facilidad de mantener el sistema en funcionamiento refuerzan la conveniencia de su implementación.

3.2.5 Gestión de activos y continuidad operacional

Desde la perspectiva de la gestión de activos, la propuesta de implementación del sistema de gestión de inventario contribuye directamente al soporte del ciclo de vida de los activos mantenidos por la empresa GLOBAK. La disponibilidad oportuna de repuestos e insumos críticos es un factor determinante para la ejecución eficiente de las actividades de mantenimiento, influyendo en los tiempos de respuesta, la duración de las detenciones y la confiabilidad del servicio entregado.

En este contexto, la situación actual del inventario representa un riesgo operativo, al depender de procesos manuales, conocimiento empírico y ausencia de parámetros formales de control. La propuesta desarrollada permite mitigar dichos riesgos mediante la estandarización de la información, la trazabilidad de los ítems y la definición de niveles de stock acordes a la criticidad de los activos, fortaleciendo la toma de decisiones operativas.

De esta manera, el sistema propuesto no solo mejora la eficiencia interna del proceso de mantenimiento, sino que actúa como un elemento de apoyo a la gestión de activos, al reducir la probabilidad de indisponibilidad de recursos críticos y contribuir a la continuidad operacional de la empresa.

3.2.6 Riesgos operativos asociados al proceso de inventario

El análisis de los riesgos operativos asociados al proceso de inventario permite identificar las principales amenazas que afectan la ejecución eficiente de las actividades de mantenimiento y la continuidad operacional de la empresa. La falta de control, trazabilidad y criterios formales de reposición incrementa la exposición a interrupciones, retrasos y sobrecostos. En este sentido, la siguiente tabla sintetiza los riesgos más relevantes del proceso actual y las medidas de mitigación consideradas en la propuesta.

Tabla 3-3. Riesgos operativos

Riesgo operativo	Causa principal	Impacto en la operación	Nivel de riesgo	Mitigación con la propuesta
Falta de repuestos críticos	Ausencia de niveles mínimos de stock	Detención prolongada de equipos y retrasos en trabajos	Alto	Definición de stock mínimo y clasificación por criticidad
Pérdida o extravío de insumos	Falta de trazabilidad y control documental	Compras innecesarias y sobrecostos operativos	Medio	Registro digital y codificación de ítems
Retrasos en ejecución de mantenimiento	Tiempo excesivo en búsqueda de repuestos	Aumento de horas-hombre improductivas	Alto	Organización física y control digital del inventario
Dependencia del conocimiento empírico	Información no estandarizada	Riesgo ante ausencia de personal clave	Medio	Centralización de información en el sistema
Errores en planificación de trabajos	Desconocimiento de disponibilidad real	Reprogramaciones y pérdida de eficiencia	Medio	Visibilidad en tiempo real del inventario
Interrupción del servicio al cliente	Fallas no atendidas oportunamente	Impacto en continuidad operacional y reputación	Alto	Mejora en tiempos de respuesta y disponibilidad de recursos

Fuente: Elaboración propia, 2025

Como se observa en la tabla anterior, los riesgos operativos identificados se relacionan directamente con deficiencias en el control y gestión del inventario. La implementación del sistema propuesto permite mitigar estos riesgos mediante la estandarización de la información, la mejora en la trazabilidad de los ítems y la definición de parámetros de stock acordes a la criticidad de los activos, contribuyendo así a fortalecer la continuidad operacional y la confiabilidad del proceso de mantenimiento.

3.3 Factibilidad Económica

La factibilidad económica evalúa si la propuesta de implementación del sistema de gestión de inventario representa una inversión sostenible y rentable para la empresa GLOBAK. Para ello, se analizan los costos asociados a su puesta en marcha y operación, así como los

beneficios económicos derivados de la reducción de tiempos improductivos, la disminución de compras no planificadas y la optimización del control de inventario. Este análisis permite determinar si los beneficios generados superan los costos involucrados y, por tanto, si la propuesta resulta económicamente conveniente para la organización.

3.3.1 Costos de Implementación

La implementación del sistema de gestión de inventario propuesto para GLOBAK implica una inversión inicial compuesta por tres elementos principales: infraestructura física de la bodega, adopción tecnológica y capacitación del personal. Los valores utilizados corresponden a estimaciones basadas en valores de mercado actual en Chile, lo que permite construir una evaluación económica realista para la empresa.

- Costos de infraestructura física de la bodega

La propuesta considera la instalación de una reja perimetral para delimitar la bodega, junto con estanterías metálicas y elementos de señalización. Se estima lo siguiente:

Tabla 3-4. Costos de infraestructura física de la bodega

Ítem	Cantidad	Valor unitario (CLP)	Costo total (CLP)
Reja perimetral metálica	7 metros Lineales	\$120.000/metro lineal (instalada)	\$840.000
Puerta metálica con cerradura	1 unidad	\$150.000	\$150.000
Estanterías metálicas pesadas	3 unidades	\$130.000	\$390.000
Etiquetas QR + impresiones	60 unidades	\$300	\$18.000
Señalética de bodega (acceso, seguridad)	2 unidades	\$10.000	\$20.000
Total infraestructura bodega física			\$1.418.000

Fuente: Elaboración propia, 2025

Este costo refleja un escenario de instalación realizada por mano de obra externa, lo que asegura un acabado profesional y una implementación rápida.

- Costos tecnológicos

La herramienta seleccionada para la digitalización del inventario es Fracttal One, en su plan “Starter”, suficiente para las necesidades operativas de GLOBAK. Según valores de referencia del proveedor:

- Costo mensual: 85 USD/mes
- Tipo de cambio estimado: 1 USD = 900 CLP
- Costo mensual en CLP: $85 \times 900 = 76.500$ CLP/mes
- Costo anual en CLP: $76.500 \times 12 = 918.000$ CLP/año

Se considera este valor como inversión tecnológica inicial, debido a que el sistema debe estar activo desde el primer mes de implementación.

- Costos de capacitación

La capacitación del personal es fundamental para la adopción del sistema digital. Considerando un taller interno de 6 horas y la participación de 3 trabajadores clave en inventario/mantenimiento:

- Valor hora-hombre técnico estimado: \$7.000 CLP/hora
- Duración capacitación: 6 h
- Participantes: 3

$$\text{Costo total} = 7.000 \times 6 \times 3 = 126.000 \text{ CLP}$$

No se considera un costo adicional por instructores externos, ya que la capacitación puede ser realizada por personal interno familiarizado con la plataforma o apoyándose en tutoriales oficiales de Fracttal One, lo que reduce significativamente el costo. Si bien esta actividad implica la dedicación de horas laborales por parte del personal, dichas horas se consideran dentro de la jornada normal de trabajo, por lo que no representan un costo incremental directo para la empresa.

- Costos de puesta en marcha

Incluye el tiempo destinado a cargar el inventario inicial y reorganizar físicamente la bodega:

- Tiempo estimado carga de inventario digital: 6 h (1 técnico)
- Tiempo reorganización de bodega según layout: 8 h (1 técnico)

$$\text{Costo puesta en marcha} = 7.000 \times (6 + 8) = 98.000 \text{ CLP}$$

No se considera un costo adicional por instructores externos, ya que la capacitación puede ser realizada por personal interno familiarizado con la plataforma o apoyándose en tutoriales oficiales de Fracttal One, lo que reduce significativamente el costo.

- Resumen total de costos de implementación

Tabla 3-5. Costos totales de implementación.

Categoría	Costo (CLP)
Infraestructura física de la bodega	\$1.418.000
Suscripción Fracttal One (primer año)	\$918.000
Capacitación del personal	\$126.000
Puesta en marcha	\$98.000
Costo total de implementación	\$2.560.000

Fuente: Elaboración propia, 2025

El costo total estimado para implementar completamente el sistema es de \$2.560.000 CLP, una inversión moderada y altamente justificable para una empresa del tamaño de GLOBAK.

3.3.2 Costos de Operación Anual

Una vez implementado el sistema de gestión de inventario, los costos asociados a su operación anual son relativamente bajos y se concentran en la mantención de la plataforma

digital Fractal One y en actividades menores de administración y orden de la bodega. Estos costos son indispensables para garantizar la continuidad del sistema y mantener la trazabilidad y disponibilidad del inventario en el tiempo.

- Renovación de la suscripción Fractal One

El principal costo de operación corresponde a la continuidad del uso de la plataforma Fractal One, necesaria para mantener digitalizado el inventario y los registros de movimientos. La empresa requiere mantener activa una suscripción anual del plan Starter, cuyo valor mensual es de 85 USD. Considerando un tipo de cambio estimado de 900 CLP por dólar, esto representa un gasto aproximado de \$76.500 mensuales, equivalente a \$918.000 anuales. Este monto constituye el costo tecnológico recurrente del sistema y permite asegurar la disponibilidad del software y sus funcionalidades durante todo el año operativo.

- Reposición de etiquetas, señalética y consumibles menores

El funcionamiento del sistema también requiere considerar un costo asociado a la reposición ocasional de etiquetas QR, señalética interna y pequeños insumos utilizados en la bodega. Aunque estos elementos tienen una duración prolongada y no representan un gasto significativo, es razonable incluir un presupuesto anual para reemplazar unidades dañadas o incorporar nuevas etiquetas conforme se incorporen productos al inventario. Se estima un costo anual de aproximadamente \$20.000, lo que permite mantener la identificación y ordenamiento visual de los materiales sin afectar la operación del sistema.

- Auditorías internas periódicas del inventario

Para asegurar la exactitud del inventario digital y mantener la coherencia entre los registros en Fractal One y las existencias físicas, es necesario realizar auditorías periódicas durante el año. Estas revisiones tienen una duración acotada y pueden ser ejecutadas por un técnico interno, por lo que su costo es bajo. Se estima la realización de cuatro auditorías menores al año, cada una de aproximadamente dos horas, lo que implica un total de ocho horas anuales. Considerando un valor hora-hombre de \$7.000, este proceso representa un costo operativo cercano a \$56.000 anuales, suficiente para mantener la confiabilidad del sistema sin afectar la carga de trabajo del personal.

- Mantenimiento básico de la bodega

Dentro de los costos operativos anuales se considera un presupuesto destinado a labores de orden y limpieza del área de bodega. Estas actividades son necesarias para garantizar que el espacio permanezca organizado, despejado y en condiciones adecuadas para la correcta manipulación de los repuestos. Aunque su ejecución no implica gastos elevados, es recomendable asignar un monto estimado de \$30.000 anuales para cubrir materiales de limpieza y tareas periódicas que contribuyan a mantener el orden general del espacio y asegurar el correcto funcionamiento del sistema de inventario.

- Resumen de costos de operación anual

Tabla 3-6. Costos total anual de operación.

Ítem	Costo anual (CLP)
Suscripción Fractal One	\$918.000
Reposición de etiquetas y señalética	\$20.000
Auditorías internas de inventario	\$56.000
Mantenimiento básico de la bodega	\$30.000
Costo total anual de operación	\$1.024.000

Fuente: Elaboración propia, 2025

El costo anual de operación es de \$1.024.000 CLP, lo cual representa un gasto muy bajo en comparación con los beneficios esperados.

3.3.3 Beneficios Económicos

La implementación del sistema de gestión de inventario propuesto para GLOBAK genera una serie de beneficios económicos y operativos. Algunos de ellos pueden cuantificarse de manera directa, mientras que otros representan mejoras relevantes, pero no cuentan con información histórica suficiente para asignarles un valor monetario preciso. En este apartado se presentan ambos tipos de beneficios, distinguiendo claramente aquellos que pueden ser

evaluados en términos económicos de aquellos que se reconocen únicamente como mejoras operativas.

- Ahorro por reducción de tiempos de búsqueda

Tal como se estableció en el punto 3.2.2, la reorganización de la bodega y la digitalización del inventario permitirán disminuir el tiempo promedio de búsqueda de repuestos desde 25 minutos a aproximadamente 4 minutos, lo que se traduce en una recuperación anual de 336 a 504 horas/hombre por año. Monetizando este tiempo con un valor hora de \$7.000 CLP, se obtiene:

$$336 \text{ h} \times 7.000 = 2.352.000 \text{ CLP/año}$$

$$504 \text{ h} \times 7.000 = 3.528.000 \text{ CLP/año}$$

El ahorro anual estimado por tiempos de búsqueda es de \$2.352.000 a \$3.528.000 CLP.

Este beneficio constituye el componente cuantitativo principal del análisis económico, al eliminar una ineficiencia operacional que hoy consume recursos importantes sin generar valor.

- Reducción de compras reactivas

La implementación de un inventario digital actualizado y la configuración de niveles mínimos de stock disminuyen la necesidad de compras urgentes o no planificadas, las cuales suelen implicar sobrepagos o mayores tiempos de logística. Sin embargo, debido a que GLOBAK no mantiene registros históricos que cuantifiquen la frecuencia o magnitud de estas compras reactivas, no es posible asignarles un valor económico confiable.

Por esta razón, este beneficio se reconoce como una mejora operativa significativa que generará un beneficio económico, pero no se incorpora como ahorro monetario en el análisis.

- Eliminación de duplicidad de inventario

La estandarización de códigos y la correcta digitalización del inventario permiten evitar compras duplicadas de repuestos que ya se encuentran disponibles en bodega. Aunque este efecto mejora directamente la eficiencia y reduce pérdidas innecesarias, no existe información histórica que permita estimar cuántas compras redundantes han ocurrido ni su costo asociado.

En consecuencia, este beneficio se considera relevante desde el punto de vista operativo y económico, pero no se valora económicamente en esta evaluación.

- Optimización del nivel de inventario y reducción de capital inmovilizado

El uso de parámetros de control tales como el punto de pedido (ROP) y el stock máximo permite evitar acumulaciones excesivas de inventario y, con ello, disminuir el capital inmovilizado en materiales de baja rotación. La aplicación de estos parámetros se ve facilitada por la plataforma propuesta y puede ser gestionada por el personal de la empresa, permitiendo su incorporación dentro de la operación habitual. No obstante, dado que la empresa no cuenta con un registro histórico de valorización del inventario ni de diferencias entre stock necesario y stock excedente, no es posible cuantificar este beneficio con precisión.

Por lo tanto, este efecto se reconoce como una mejora operacional que otorgará un beneficio económico, pero al no poder cuantificarse, no sumará como ahorro económico directo dentro del presente análisis.

- Resumen de beneficios

Tabla 3-7. Ahorro anual estimado.

Beneficio	Ahorro anual estimado (CLP)
Reducción de tiempos de búsqueda	\$2.352.000 a \$3.528.000/año
Menor dependencia de compras urgentes	No cuantificado
Eliminación de duplicidad de inventario	No cuantificado
Menor capital inmovilizado y mejor planificación	No cuantificado

Fuente: Elaboración propia, 2025

El análisis demuestra que, aun considerando solo el beneficio económico directo derivado de la reducción de tiempos de búsqueda, el único plenamente sustentado con datos cuantitativos reales, la propuesta genera un ahorro relevante para la empresa.

Los demás beneficios, aunque no cuantificados, refuerzan la conveniencia de la implementación al mejorar la eficiencia, reducir riesgos operativos y fortalecer la capacidad de planificación.

Estos resultados permiten avanzar a la siguiente etapa: el Análisis Costo–Beneficio, donde se compararán los costos totales del proyecto con los ahorros anuales para evaluar su rentabilidad.

3.3.4 Análisis Costo–Beneficio

El análisis costo–beneficio constituye la herramienta principal para determinar la conveniencia económica de implementar el sistema de gestión de inventario propuesto para GLOBAK. Este tipo de evaluación permite comparar la inversión requerida y los costos de operación con los beneficios monetarios que el proyecto es capaz de generar anualmente, principalmente en términos de eficiencia operativa y reducción de tiempos improductivos. A partir de esta comparación se establece la rentabilidad esperada y la conveniencia de su ejecución.

- Aplicación del análisis económico al proyecto

Para evaluar la conveniencia económica del proyecto, se aplican los indicadores definidos en la metodología del apartado anterior, utilizando los costos y beneficios previamente determinados. Dado que los costos totales del proyecto y el beneficio económico anual cuantificable ya han sido establecidos en las secciones 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, este análisis se centra en integrar dicha información en un modelo económico consistente que permita determinar la rentabilidad del proyecto.

- Determinación del costo total del proyecto

El proyecto presenta dos componentes de costo:

1. Costo de implementación inicial:

Corresponde a la inversión necesaria para habilitar la bodega, capacitar al personal, cargar el inventario inicial y contratar la plataforma Fractal One durante su primer año de operación. Este valor asciende a: \$2.560.000 CLP.

2. Costo anual de operación:

Incluye la renovación de la suscripción de Fractal One, reposición de señalética, auditorías internas y labores de orden y limpieza, lo cual suma: \$1.024.000 CLP/año.

Estos valores constituyen la base de cálculo para los indicadores económicos.

- Determinación del beneficio económico anual

Tal como se estableció en el punto 3.4.3, el único beneficio cuantificable con evidencia suficiente corresponde a la reducción de tiempos de búsqueda, lo que permite recuperar entre:

$$\text{Beneficio mínimo} = \$2.352.000 \text{ CLP/año}$$

$$\text{Beneficio máximo} = \$3.528.000 \text{ CLP/año}$$

Este rango permite evaluar dos escenarios, uno conservador (beneficio mínimo) y uno optimista (beneficio máximo).

- Relación Beneficio/Costo (B/C)

La relación B/C permite estimar si los beneficios anuales superan los costos de operación necesarios para mantener el sistema en funcionamiento.

Escenario conservador

$$B/C = \frac{2.352.000}{1.024.000} \approx 2,30$$

Escenario optimista

$$B/C = \frac{3.528.000}{1.024.000} \approx 3,45$$

Estos valores indican que, por cada peso destinado a la operación del sistema, la empresa obtiene un retorno de entre 2,3 y 3,45 pesos.

Según Sapag (2014), un índice mayor a 1 indica que un proyecto es económicamente conveniente, por lo que ambos escenarios confirman la viabilidad del proyecto.

- Periodo de recuperación (Payback)

El periodo de recuperación indica el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial mediante el beneficio anual del proyecto (Sapag, 2014). Aplicando los beneficios mínimo y máximo:

Escenario conservador

$$\text{Payback} = \frac{2.560.000}{2.352.000} \approx 1,09 \text{ años (13 meses)}$$

Escenario optimista

$$\text{Payback} = \frac{2.560.000}{3.528.000} \approx 0,73 \text{ años (9 meses)}$$

Ambos escenarios muestran un periodo de recuperación sumamente favorable, menor a un año en el escenario optimista, lo que en proyectos operativos de bajo riesgo se considera un resultado altamente positivo.

- Resumen de indicadores económicos

Tabla 3-8. Indicadores económicos

	Escenario Conservador	Escenario Optimista
Beneficio anual	\$2.352.000	\$3.528.000
Costo anual	\$1.024.000	\$1.024.000
Relación B/C	2,3	3,45
Payback	1,09 años (13 meses)	0,73 años (9 meses)

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los indicadores económicos demuestran que la implementación del sistema de gestión de inventario es altamente conveniente para GLOBAK. La relación B/C evidencia que los beneficios superan ampliamente los costos anuales de operación, y el payback inferior a un año indica una recuperación rápida de la inversión inicial. Además, el proyecto no presenta costos ocultos significativos, involucra un riesgo económico bajo y genera una mejora operativa que se traduce directamente en mayor eficiencia y disponibilidad del personal técnico.

En conjunto, estos resultados validan que la propuesta no solo es técnica y operativamente viable, sino también económicamente recomendable, aportando un retorno claro y sostenible para la empresa.

- Evaluación integral del proyecto

El análisis económico realizado permite valorar de manera global la conveniencia de implementar el sistema de gestión de inventario propuesto para GLOBAK. Los indicadores obtenidos no solo muestran resultados favorables, sino que revelan una coherencia interna entre los costos del proyecto, los beneficios que es capaz de generar y el contexto operativo en el que se desarrollará.

En primer lugar, la comparación entre los beneficios económicos anuales y los costos de operación evidencia una relación claramente positiva. La razón Beneficio/Costo, que fluctúa entre 2,30 y 3,45 en los escenarios evaluados, indica que el sistema no solo es capaz de autofinanciarse, sino que aporta un excedente significativo. Este comportamiento confirma que la eficiencia recuperada mediante la reducción de tiempos de búsqueda tiene un impacto

económico suficientemente relevante como para justificar la inversión por sí misma, sin necesidad de incorporar beneficios cualitativos o no cuantificados.

A esta rentabilidad anual se suma un segundo elemento clave: la velocidad con que la inversión inicial es recuperada. El periodo promedio de retorno inferior a un año, entre nueve y trece meses según el escenario, refleja que el proyecto posee un riesgo económico acotado y una madurez operativa inmediata. La empresa comienza a obtener beneficios netos en un horizonte muy cercano, lo que es particularmente atractivo para proyectos de optimización interna donde la disponibilidad de recursos es limitada y se priorizan iniciativas de impacto rápido.

Si bien el análisis económico formal considera únicamente el beneficio cuantificable asociado a la reducción de horas-hombre, la evaluación integral no puede prescindir de las mejoras operativas identificadas en los apartados previos. La disminución en la probabilidad de compras reactivas, la eliminación de duplicidades y la mayor precisión en el control de inventario constituyen ventajas que, aunque no se expresan monetariamente por falta de registros históricos, fortalecen la robustez del sistema y su aporte al desempeño general del taller. Estas mejoras, al reducir riesgos y estabilizar procesos, complementan el retorno económico directo y aumentan la seguridad de que la proyección de beneficios se mantendrá en el tiempo.

En conjunto, los resultados del análisis costo–beneficio permiten concluir que la propuesta presenta una rentabilidad clara, una recuperación de inversión acelerada y un impacto positivo tanto en la eficiencia operativa como en la gestión interna de recursos. La consistencia entre los costos requeridos, los beneficios generados y la magnitud de los indicadores obtenidos valida que la implementación del sistema no solo es económicamente viable, sino estratégicamente recomendable para GLOBAK, dado su potencial para mejorar la productividad y fortalecer la gestión del mantenimiento en el mediano y largo plazo.

3.3.5 Resumen del impacto global y continuidad operacional

Con el fin de integrar los resultados obtenidos en el análisis de factibilidad técnica, operativa y económica, se presenta a continuación un resumen del impacto global de la propuesta

de implementación del sistema de gestión de inventario. Este resumen permite visualizar de manera sintética cómo las mejoras planteadas inciden en los procesos operativos de mantenimiento y en la capacidad de la empresa para asegurar la continuidad de sus operaciones, considerando tanto la reducción de riesgos como la optimización del uso de recursos.

Tabla 3-9 Impacto global y continuidad operacional

Dimensión evaluada	Situación actual	Impacto de la propuesta	Contribución a la continuidad operacional
Control de inventario	Información dispersa y manual	Registro digital, codificación y trazabilidad	Mayor disponibilidad de insumos críticos
Gestión del tiempo	Alto tiempo dedicado a búsqueda de repuestos	Reducción significativa de horas-hombre improductivas	Respuesta más rápida ante fallas
Ejecución del mantenimiento	Dependencia del conocimiento empírico	Estandarización del proceso y acceso a información	Menor riesgo de retrasos operativos
Gestión de riesgos	Alta exposición a quiebres de stock	Definición de niveles mínimos y clasificación por criticidad	Disminución de interrupciones no planificadas
Costos operativos	Compras reactivas y sobrecostos	Optimización del uso de recursos existentes	Uso eficiente del presupuesto de mantenimiento
Continuidad del servicio	Vulnerable ante contingencias	Mayor confiabilidad del proceso operativo	Aseguramiento de la continuidad operacional

Fuente: Elaboración propia, 2025

El resumen presentado permite evidenciar que la propuesta de implementación del sistema de gestión de inventario genera un impacto positivo de carácter transversal en las dimensiones operativas analizadas. La mejora en el control, disponibilidad y trazabilidad de los repuestos e insumos fortalece la ejecución de las actividades de mantenimiento, reduce la exposición a riesgos operativos y optimiza el uso del tiempo y los recursos disponibles.

En este sentido, la propuesta no solo introduce mejoras puntuales al proceso de inventario, sino que contribuye directamente a la continuidad operacional de la empresa, al disminuir la probabilidad de interrupciones no planificadas y mejorar la capacidad de respuesta ante contingencias operativas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, a partir del análisis desarrollado en los capítulos anteriores, se determina que el proceso actual de gestión de inventario en la empresa GLOBAK presenta deficiencias relevantes en términos de control, trazabilidad y estandarización, lo que impacta directamente en la eficiencia de las actividades de mantenimiento y en la continuidad operacional. Estas debilidades se manifiestan principalmente en tiempos excesivos destinados a la búsqueda de repuestos, dependencia del conocimiento empírico del personal y una mayor exposición a riesgos operativos asociados a quiebres de stock y retrasos en la ejecución de trabajos.

Asimismo, se concluye que la propuesta de implementación de un sistema de gestión de inventario permite abordar de manera efectiva los problemas identificados, mediante la incorporación de un control digital, la clasificación y codificación de ítems, la definición de niveles de stock y la reorganización física de la bodega. Estas medidas contribuyen a optimizar la administración de insumos y repuestos, mejorar la trazabilidad de los recursos y fortalecer la toma de decisiones operativas en el área de mantenimiento.

Desde una perspectiva integral, se concluye que la propuesta resulta técnicamente factible, operativamente viable y económicamente conveniente, considerando que la empresa dispone de los recursos necesarios para su implementación y que los beneficios operativos permiten recuperar la inversión en un período reducido. En este sentido, el sistema propuesto no solo mejora el desempeño interno del proceso de inventario, sino que también apoya la gestión de activos y contribuye a reducir el riesgo de interrupciones no planificadas, fortaleciendo la continuidad operacional de la empresa.

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda implementar progresivamente el sistema de gestión de inventario propuesto, priorizando aquellos repuestos e insumos clasificados como críticos para la operación, de modo de maximizar el impacto positivo en la ejecución del mantenimiento. Asimismo, se recomienda capacitar al personal involucrado en el uso del sistema, con el fin de asegurar una correcta adopción de los nuevos procedimientos y minimizar la resistencia al cambio organizacional.

Adicionalmente, se recomienda establecer revisiones periódicas de los niveles de stock y de la información registrada en el sistema, de manera de mantener actualizados los parámetros de control y adaptarlos a eventuales cambios en la demanda operativa. Finalmente, se sugiere considerar, a futuro, la integración del sistema de gestión de inventario con otras herramientas de apoyo a la gestión del mantenimiento, con el objetivo de continuar fortaleciendo la eficiencia operativa y la gestión de activos de la empresa.

5 BIBLIOGRAFÍA

Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación* (5.^a ed.). Pearson Educación.

Fractal. (s. f.). *Archivos descargables – plantillas de inventario*.

<https://help.fractal.com/hc/es-es/articles/24788261729805-Archivos-descargables>

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2014). *Principios de administración de operaciones* (11.^a ed.). Pearson Educación.

International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55000: Asset management — Overview, principles and terminology*. ISO.

Nahmias, S. (2009). *Análisis de la producción y las operaciones* (5.^a ed.). McGraw-Hill.

Sapag Chain, N. (2014). *Proyectos de inversión: Formulación y evaluación* (2.^a ed.). Pearson Educación.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (2016). *Inventory and production management in supply chains* (3rd ed.). CRC Press.

Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2004). Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics*, 89(3), 395–405.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.009>

6 ANEXOS

Anexo 1

	Descripción	Cantidad total
1	Kit Control remoto largo	288
2	Lubricante multiuso (Masterlub)	46
3	Kit Freno con FI	288
4	O-ring NBR (10mm)	30
5	Kit Torre de secado	48
6	Paños (1kg)	100
7	Kit Doble desvío	288
8	Check valve (aire 1/2)	5
9	Kit Reductora 7A	144
10	Guantes nitrilo (caja 100un)	7
11	Kit Freno sin FI	832
12	Tornillo hexagonal (M6 x 20mm)	40
13	Kit Nivelación	576
14	Desengrasante (Baden Powell 5L)	28
15	Kit 1/2 ZEST	176
16	Válvula alivio presión	3
17	Kit Unidad de control	144
18	Arandela de sello (neopreno 12mm)	50
19	Kit Presión media	144
20	Limpia contacto (Masterclean)	35
21	Kit Caja multiplicadora	288
22	Conector recto push-in (6mm)	15
23	Kit 1 ZEST	144
24	Rodamiento rígido de bolas SKF 6309	10
25	Kit Compresor VV120	48
26	Manguera flexible de aire	5
27	Kit Filtro de 3/4"	144
28	Filtro de aire / malla	3
29	Membrana de válvula	5
30	Casquillo de bronce / bronce liso	3
31	Protección auditiva	4
32	Codo neumático / unión / T (1/2" BSP)	20
33	Packing de pistón	8
34	Pasador cilíndrico (5mm x 30mm)	15
35	Renolit Hlt2 (Grasa 18kg)	4
36	O-ring NBR (12mm)	30

37	Marcador de torque (Markal)	17
38	Limpia carburador (Masterlub)	9
39	Asiento metálico para válvula	5
40	Traba pernos (Loctite 243)	4
41	Junta plana metálica / grafito	10
42	Jabón mecánico (Baden Powell)	3
43	Conector tipo T push-in (8mm)	10
44	Conector recto push-in (8mm)	15
45	Conector tipo codo push-in (10mm)	10
46	Resorte de retorno / compresión	10
47	O-ring NBR (20mm)	20
48	Kit Control remoto corto	288
49	Kit Reductora 5A	144
50	Kit Reductora 7A	144

Fuente: Elaboración propia, 2025

Anexo 1. Levantamiento de inventario

Anexo 2

	Descripción	Familia	Grupo	Subgrupo
1	Arandela de sello (neopreno 12mm)	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	Arandela de sello neopreno 12 mm
2	Asiento metálico para válvula	Repuesto	Control neumático	Asiento metálico
3	Casquillo de bronce / bronce liso	Repuesto	Deslizamiento y guía	Casquillos lisos
4	Check valve (aire 1/2)	Repuesto	Control neumático	Válvula de retención 1/2
5	Codo neumático / unión / T (1/2" BSP)	Repuesto	Conexiones neumáticas	Acoples (codo/unión/T) 1/2" BSP
6	Conector recto push-in (6mm)	Repuesto	Conexiones neumáticas	Push-in recto 6 mm
7	Conector recto push-in (8mm)	Repuesto	Conexiones neumáticas	Push-in recto 8 mm
8	Conector tipo codo push-in (10mm)	Repuesto	Conexiones neumáticas	Push-in codo 10 mm
9	Conector tipo T push-in (8mm)	Repuesto	Conexiones neumáticas	Push-in tipo T 8 mm
10	Desengrasante (Baden Powell 5L)	Insumo	Limpieza industrial	Solventes / desengrasantes
11	Filtro de aire / malla	Repuesto	Filtración	Elemento filtrante malla
12	Guantes nitrilo (caja 100un)	Insumo	Elementos de seguridad	Protección de manos

13	Jabón mecánico (Baden Powell)	Insumo	Limpieza industrial	Jabón industrial
14	Junta plana metálica / grafito	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	Junta plana metálica/grafito
15	Kit 1 ZEST	Kit de reparación	Sistema de freno	ZEST (1)
16	Kit 1/2 ZEST	Kit de reparación	Sistema de freno	ZEST (1/2)
17	Kit Caja multiplicadora	Kit de reparación	Sistema de freno	Caja multiplicadora
18	Kit Compresor VV120	Kit de reparación	Sistema de freno	Compresor
19	Kit Control remoto corto	Kit de reparación	Sistema de freno	Control remoto
20	Kit Control remoto largo	Kit de reparación	Sistema de freno	Control remoto
21	Kit Doble desvío	Kit de reparación	Sistema de freno	Desvío / distribución
22	Kit Filtro de 3/4"	Kit de reparación	Sistema de freno	Filtración
23	Kit Freno con FI	Kit de reparación	Sistema de freno	Conjunto de freno tipo FI
24	Kit Freno sin FI	Kit de reparación	Sistema de freno	Conjunto de freno sin FI
25	Kit Nivelación	Kit de reparación	Sistema de freno	Nivelación
26	Kit Presión media	Kit de reparación	Sistema de freno	Módulo presión media
27	Kit Reductora 5A	Kit de reparación	Sistema de freno	Reductoras de presión
28	Kit Reductora 7A	Kit de reparación	Sistema de freno	Reductoras de presión
29	Kit Torre de secado	Kit de reparación	Sistema de freno	Secado / acondicionamiento
30	Kit Unidad de control	Kit de reparación	Sistema de freno	Unidad de control
31	Limpia carburador (Masterlub)	Insumo	Limpieza industrial	Limpiador / aerosol
32	Limpia contacto (Masterclean)	Insumo	Limpieza industrial	Limpiador dieléctrico
33	Lubricante multiuso (Masterlub)	Insumo	Lubricantes	Aceites / multiusos
34	Manguera flexible de aire	Repuesto	Conexiones neumáticas	Manguera de aire
35	Marcador de torque (Markal)	Insumo	Herramientas y accesorios	Marcación / testigos
36	Membrana de válvula	Repuesto	Control neumático	Membrana
37	O-ring NBR (10mm)	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	O-ring NBR 10 mm
38	O-ring NBR (12mm)	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	O-ring NBR 12 mm
39	O-ring NBR (20mm)	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	O-ring NBR 20 mm
40	Packing de pistón	Repuesto	Sellos y empaquetaduras	Sello dinámico de pistón
41	Paños (1kg)	Insumo	Limpieza industrial	Absorbentes / paños
42	Pasador cilíndrico (5 mm x 30 mm)	Repuesto	Sujeción mecánica	Pasador cilíndrico 5x30
43	Protección auditiva	Insumo	Elementos de seguridad	Protección auditiva
44	Renolit Hlt2 (Grasa 18kg)	Insumo	Lubricantes	Grasa industrial

45	Resorte de retorno / compresión	Repuesto	Mecánica	Resorte de compresión
46	Rodamiento rígido de bolas SKF 6309	Repuesto	Elementos rotativos	Rodamiento rígido de bolas
47	Silicona neutral universal	Insumo	Herramientas y accesorios	Sellantes / siliconas
48	Tornillo hexagonal (M6 x 20 mm)	Repuesto	Sujeción mecánica	Tornillo M6x20
49	Traba pernos (Loctite 243)	Insumo	Herramientas y accesorios	Adhesivos / fijadores
50	Válvula alivio presión	Repuesto	Control neumático	Válvula de seguridad / alivio

Fuente: Elaboración propia, 2025

Anexo 2. Clasificación del inventario levantado.

Anexo 3

6	Descripción	Cantidad total	Precio unitario (CLP)	Valor total (CLP)	Clase
	Kit Freno sin FI	832	\$172.300	\$143.353.600	A
	Kit Nivelación	576	\$122.500	\$70.560.000	A
	Kit Control remoto corto	288	\$181.900	\$52.387.200	A
	Kit Control remoto largo	288	\$157.000	\$45.216.000	A
	Kit Doble desvío	288	\$138.700	\$39.945.600	A
	Kit 1/2 ZEST	176	\$147.700	\$25.995.200	A
	Kit Freno con FI	288	\$89.900	\$25.891.200	A
	Kit Unidad de control	144	\$161.300	\$23.227.200	A
	Kit Reductora 7A	144	\$154.900	\$22.305.600	B
	Kit Caja multiplicadora	288	\$76.100	\$21.916.800	B
	Kit Reductora 5A	144	\$145.300	\$20.923.200	B
	Kit 1 ZEST	144	\$102.200	\$14.716.800	B
	Kit Filtro de 3/4"	144	\$99.800	\$14.371.200	C
	Kit Torre de secado	48	\$166.900	\$8.011.200	C
	Kit Presión media	144	\$51.000	\$7.344.000	C
	Kit Compresor VV120	48	\$35.800	\$1.718.400	C
	Renolit Hlt2 (Grasa 18kg)	4	\$249.000	\$996.000	C
	Paños (1kg)	100	\$4.200	\$420.000	C
	Lubricante multiuso (Masterlub)	46	\$6.500	\$299.000	C
	Limpia contacto (Masterclean)	35	\$7.900	\$276.500	C
	Desengrasante (Baden Powell 5L)	28	\$9.800	\$274.400	C
	Rodamiento rígido de bolas SKF 6309	10	\$22.000	\$220.000	C

Check valve (aire 1/2)	5	\$25.000	\$125.000	C
Packing de pistón	8	\$12.000	\$96.000	C
Marcador de torque (Markal)	17	\$5.600	\$95.200	C
Válvula alivio presión	3	\$30.000	\$90.000	C
Limpia carburador (Masterlub)	9	\$8.900	\$80.100	C
Membrana de válvula	5	\$15.000	\$75.000	C
O-ring NBR (12mm)	30	\$2.200	\$66.000	C
Traba pernos (Loctite 243)	4	\$15.500	\$62.000	C
Codo neumático / unión / T (1/2" BSP)	20	\$3.000	\$60.000	C
Junta plana metálica / grafito	10	\$6.000	\$60.000	C
Filtro de aire / malla	3	\$20.000	\$60.000	C
O-ring NBR (10mm)	30	\$2.000	\$60.000	C
Resorte de retorno / compresión	10	\$6.000	\$60.000	C
Tornillo hexagonal (M6 x 20 mm)	40	\$1.500	\$60.000	C
Guantes nitrilo (caja 100un)	7	\$8.500	\$59.500	C
O-ring NBR (20mm)	20	\$2.800	\$56.000	C
Casquillo de bronce / bronce liso	3	\$18.000	\$54.000	C
Asiento metálico para válvula	5	\$10.000	\$50.000	C
Pasador cilíndrico (5 mm x 30 mm)	15	\$2.500	\$37.500	C
Silicona neutral universal	4	\$8.900	\$35.600	C
Protección auditiva	4	\$8.500	\$34.000	C
Conector recto push-in (8mm)	15	\$1.900	\$28.500	C
Conector recto push-in (6mm)	15	\$1.800	\$27.000	C
Arandela de sello (neopreno 12mm)	50	\$500	\$25.000	C
Jabón mecánico (Baden Powell)	3	\$7.900	\$23.700	C
Conector tipo codo push-in (10mm)	10	\$2.200	\$22.000	C
Conector tipo T push-in (8mm)	10	\$2.100	\$21.000	C
Manguera flexible de aire	5	\$4.000	\$20.000	C

Fuente: Elaboración propia, 2025

Anexo 3. Análisis ABC del inventario de GLOBAK

Anexo 4

6 Descripción	Familia	Código propuesto
Arandela de sello (neopreno 12mm)	Repuesto	RP-SE-CA-034
Asiento metálico para válvula	Repuesto	RP-VA-AC-009
Casquillo de bronce / bronce liso	Repuesto	RP-DG-BR-002
Check valve (aire 1/2)	Repuesto	RP-VA-NE-032
Codo neumático / unión / T (1/2" BSP)	Repuesto	RP-AC-NE-012
Conector recto push-in (6mm)	Repuesto	RP-AC-NE-014
Conector recto push-in (8mm)	Repuesto	RP-AC-NE-015
Conector tipo codo push-in (10mm)	Repuesto	RP-AC-NE-017
Conector tipo T push-in (8mm)	Repuesto	RP-AC-NE-016
Desengrasante (Baden Powell 5L)	Insumo	IN-LI-QU-020
Filtro de aire / malla	Repuesto	RP-FI-AC-007
Guantes nitrilo (caja 100un)	Insumo	IN-SE-PE-025
Jabón mecánico (Baden Powell)	Insumo	IN-LI-QU-023
Junta plana metálica / grafito	Repuesto	RP-SE-ME-030
Kit 1 ZEST	Kit de reparación	OPK01659
Kit 1/2 ZEST	Kit de reparación	OPK00061/Z
Kit Caja multiplicadora	Kit de reparación	OP0402696
Kit Compresor VV120	Kit de reparación	OP0290579
Kit Control remoto corto	Kit de reparación	OP0402693
Kit Control remoto largo	Kit de reparación	OP0402694
Kit Doble desvío	Kit de reparación	OPK00059
Kit Filtro de 3/4"	Kit de reparación	OPK00514
Kit Freno con FI	Kit de reparación	OP0402692
Kit Freno sin FI	Kit de reparación	OP0402691
Kit Nivelación	Kit de reparación	OPK00103
Kit Presión media	Kit de reparación	OPK00683

Kit Reductora 5A	Kit de reparación	KI80301
Kit Reductora 7A	Kit de reparación	OPK00064
Kit Torre de secado	Kit de reparación	OP0402695
Kit Unidad de control	Kit de reparación	OP0290928
Limpia carburador (Masterlub)	Insumo	IN-LI-QU-022
Limpia contacto (Masterclean)	Insumo	IN-LI-QU-021
Lubricante multiuso (Masterlub)	Insumo	IN-LU-QU-018
Manguera flexible de aire	Repuesto	RP-AC-NE-013
Marcador de torque (Markal)	Insumo	IN-HR-HE-027
Membrana de válvula	Repuesto	RP-VA-CA-033
O-ring NBR (10mm)	Repuesto	RP-SE-CA-003
O-ring NBR (12mm)	Repuesto	RP-SE-CA-004
O-ring NBR (20mm)	Repuesto	RP-SE-CA-005
Packing de pistón	Repuesto	RP-SE-CA-008
Paños (1kg)	Insumo	IN-LI-TE-024
Pasador cilíndrico (5 mm x 30 mm)	Repuesto	RP-SU-AC-010
Protección auditiva	Insumo	IN-SE-PE-026
Renolit Hlt2 (Grasa 18kg)	Insumo	IN-LU-QU-019
Resorte de retorno / compresión	Repuesto	RP-ME-AC-031
Rodamiento rígido de bolas SKF 6309	Repuesto	RP-RO-AC-001
Silicona neutral universal	Insumo	IN-HR-AD-029
Tornillo hexagonal (M6 x 20 mm)	Repuesto	RP-SU-AC-011
Traba pernos (Loctite 243)	Insumo	IN-HR-AD-028
Válvula alivio presión	Repuesto	RP-VA-NE-006

Fuente: Elaboración propia, 2025

Anexo 4. Codificación inventario GLOBAK