

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
GESTION DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A MEDIANTE
SOFTWARE DE INVENTARIO.”**

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

Alumno: Benjamin Rodrigo Tapia Morales

Profesor Guía: Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez.



**×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 un sistema de gestión de repuestos en ENOTEC S.A mediante un software de inventario

Nombre del candidato(a): Benjamín Rodrigo Tapia Morales

Carrera / Grado: ingeniería en mantenimiento industrial

Campus: sede viña del mar José Miguel Carrera **Departamento:** mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, FENIX PIZARRO M., 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: 29/09/2026 Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 29/09/2026 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

El presente trabajo desarrolla una propuesta de mejora para la gestión de repuestos en ENOTEC S.A., empresa vinculada a servicios técnicos, mantenimiento y comercialización de componentes industriales. La investigación surge a partir de limitaciones observadas en el control del inventario, la trazabilidad de movimientos y la disponibilidad de componentes utilizados en mantenimiento.

El diagnóstico evidenció que la empresa dispone de registros internos y antecedentes documentales, principalmente en planillas Excel, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas; sin embargo, esta información no opera de manera integrada, en donde el maestro de repuestos analizado contiene 1.038 registros, de los cuales 911 presentan stock informado, aunque solo 304 cuentan con mínimos y máximos definidos, mientras que 734 carecen de ambos parámetros completos.

A partir de estas brechas, se diseñó un sistema de gestión de repuestos basado en ficha integrada, control de inventario, seguimiento operacional, asignación de responsables y apoyo mediante software de inventario.

Finalmente, la propuesta se evaluó mediante indicadores operacionales asociados a exactitud del inventario, tiempo de búsqueda, disponibilidad de repuestos y trazabilidad de movimientos, permitiendo establecer criterios para medir su aporte al mantenimiento industrial y a la toma de decisiones de bodega, compras y servicio técnico, con mayor confiabilidad operativa.

Palabras clave: gestión de repuestos; mantenimiento industrial; inventario; trazabilidad; software de inventario.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

OBJETIVO GENERAL..... 2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 2

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL Y CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS 3

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y CONTEXTO OPERACIONAL 4

1.2 GESTIÓN DE REPUESTOS COMO SOPORTE DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL..... 4

1.3 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A..... 5

1.4 SISTEMA ACTUAL DE REGISTRO, TRAZABILIDAD Y DISPONIBILIDAD..... 7

1.5 CRITERIOS TÉCNICOS PARA ANALIZAR LA GESTIÓN ACTUAL DE REPUESTOS 10

1.6 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DEL MAESTRO DE REPUESTOS 12

1.7 PRINCIPALES LIMITACIONES DE LA GESTIÓN ACTUAL..... 13

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A. 16

2.1 ANÁLISIS CAUSAL DE LAS LIMITACIONES CRÍTICAS EN LA GESTIÓN DE REPUESTOS..... 17

2.2 PRIORIZACIÓN DE CAUSAS Y FOCOS DE MEJORA 22

2.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE REPUESTOS..... 27

2.3.1 Configuración operativa del sistema de gestión propuesto..... 31

2.3.2 Criterios de control del inventario 34

2.3.3 Criterios de seguimiento operacional del repuesto..... 37

2.3.4 Asignación de responsables como criterio de control operativo 40

2.3.5 Apoyo mediante software de inventario 42

2.3.6 Criterios funcionales del soporte digital para la gestión de repuestos..... 46

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN OPERACIONAL DE LA PROPUESTA DE GESTIÓN DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A. 52

3.1 Evaluación del control del inventario mediante exactitud del registro 53

3.2 Evaluación de la consulta integrada mediante tiempo de búsqueda 55

3.3 Evaluación del seguimiento de reposición mediante disponibilidad
operacional..... 58

3.4 Evaluación de la trazabilidad del ciclo del repuesto mediante movimientos
completos..... 61

CONCLUSIÓN 64

REFERENCIAS 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo actual de gestión de repuestos en ENOTEC S.A.....6

Figura 2. Diagrama de Ishikawa..... 20

Figura 3.Arquitectura operativa del sistema de gestión de repuestos propuesto..... 32

Figura 4. Secuencia de seguimiento operacional del repuesto..... 37

Figura 5 Función integradora del software de inventario en el sistema de gestión de repuestos 43

Figura 6. Referente funcional para la identificación y consulta de elementos registrados en software de inventario 47

Figura 7. Referente funcional para la administración de ítems por cantidad en software de inventario 48

Figura 8. Referente funcional para la gestión de ubicaciones en software de inventario .49

Figura 9.Referente funcional para los registros de trabajadores 50

Figura 10.Referente funcional para los reportes..... 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Participación de áreas en el proceso actual de gestión de repuestos.....6

Tabla 2. Fuentes actuales de información y trazabilidad 8

Tabla 3. Tiempos referenciales de reposición según origen del repuesto.....9

Tabla 4. Criterios técnicos aplicables al análisis de la gestión de repuestos..... 11

Tabla 5.Diagnóstico preliminar del maestro de repuestos 12

Tabla 6.Limitaciones actuales y efectos operacionales 14

Tabla 7. Evidencia operacional vinculada al análisis causal de la gestión de repuestos .. 18

Tabla 8. Criterios de valoración para la priorización de causas 22

Tabla 9. Priorización de causas críticas en la gestión de repuestos..... 24

Tabla 10. Relación entre causas priorizadas y criterios de diseño de la propuesta 29

Tabla 11. Componentes operacionales del sistema de gestión de repuestos propuesto ... 33

Tabla 12. Estructura mínima de la ficha integrada de repuesto 35

Tabla 13. Movimientos mínimos considerados en el sistema propuesto 38

Tabla 14. Responsabilidades funcionales asociadas al sistema propuesto 40

Tabla 15. Función del software de inventario en el sistema de gestión de repuestos 43

Tabla 16. Capacidades requeridas del software de inventario como soporte de la propuesta
..... 44

Tabla 17. Evaluación del control del inventario mediante exactitud del registro 54

Tabla 18. Criterios para evaluar el tiempo de búsqueda de información del repuesto 56

Tabla 19. Condiciones de evaluación de la disponibilidad operacional de repuestos 59

Tabla 20. Campos de evaluación para considerar trazable un movimiento de repuesto .. 62

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

- ENOTEC S.A.: Empresa objeto de estudio, dedicada a servicios técnicos, mantenimiento y comercialización de componentes industriales.
- ISO: Organización Internacional de Normalización, entidad encargada del desarrollo de normas internacionales aplicables a sistemas de gestión, calidad, activos y otros ámbitos técnicos.
- ISO 9001:2015: Norma internacional que establece requisitos para los sistemas de gestión de la calidad, considerando la gestión por procesos, la información documentada, la evaluación del desempeño y la mejora continua.
- ISO 55000:2024: Norma internacional que establece vocabulario, principios y fundamentos para la gestión de activos, aplicable como marco conceptual para analizar la contribución de los repuestos a la disponibilidad operacional y al desempeño de los activos durante su ciclo de vida.
- MRO: Mantenimiento, Reparación y Operaciones. Corresponde a suministros, repuestos, materiales y componentes necesarios para sostener actividades de mantenimiento, reparación y continuidad operacional, aunque no formen parte del producto final.
- PDCA: Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, utilizado como lógica de mejora continua dentro de la gestión por procesos.
- ON!Track: Software de Hilti utilizado en el trabajo como referente funcional para la identificación, consulta, ubicación, control y reportabilidad de elementos registrados en un sistema de inventario.

TERMINOLOGÍA

- Gestión de repuestos: Conjunto de actividades orientadas a registrar, controlar, almacenar, consultar, reponer y utilizar repuestos necesarios para apoyar actividades de mantenimiento industrial.
- Inventario: Conjunto de repuestos, materiales o componentes disponibles en bodega o registrados para apoyar la operación y las actividades de mantenimiento.
- Maestro de repuestos: Base de datos principal que consolida información de identificación, descripción, stock, ubicación, condición, documentos asociados, mínimos, máximos y actualización de los repuestos administrados por la empresa.
- Stock: Cantidad registrada o físicamente disponible de un repuesto en un momento determinado.
- Stock mínimo: Nivel inferior definido para advertir riesgo de quiebre de stock o necesidad de reposición de un repuesto.
- Stock máximo: Nivel superior definido para evitar exceso de inventario, sobrestock o capital inmovilizado innecesario.
- Stock de seguridad: Cantidad adicional destinada a cubrir variaciones de demanda, retrasos de reposición o incertidumbre en el abastecimiento de repuestos.
- Sobrestock: Existencia de unidades por sobre el nivel requerido o definido, lo que puede generar inmovilización de recursos, costos de almacenamiento u obsolescencia.
- Repuesto crítico: Componente cuya ausencia puede generar detenciones, retrasos relevantes, pérdida de continuidad operacional o afectación directa al servicio técnico.
- Repuesto estratégico: Repuesto mantenido en inventario por su criticidad, plazo de reposición, baja disponibilidad en el mercado o impacto potencial en la operación.
- Criticidad: Nivel de importancia de un repuesto según su impacto en la continuidad operacional, el mantenimiento, el plazo de reposición y la posibilidad de sustitución.
- Quiebre de stock: Situación en la que no existe disponibilidad física o registrada de un repuesto requerido para una actividad operacional o de mantenimiento.
- Trazabilidad: Capacidad de reconstruir el historial de un repuesto, considerando solicitud, validación, compra, recepción, entrega, actualización, responsable y documento asociado.
- Movimiento de repuesto: Registro asociado a una entrada, salida, recepción, entrega, reserva, actualización, ajuste o reposición de un repuesto dentro del proceso de gestión.

- Validación física: Verificación directa en bodega para confirmar la existencia, cantidad, ubicación y estado real de un repuesto.
- Reposición: Proceso mediante el cual se gestiona la compra, fabricación, despacho o ingreso de un repuesto para recuperar su disponibilidad.
- Tiempo de reposición: Periodo estimado entre la solicitud o compra de un repuesto y su disponibilidad efectiva para uso operacional.
- Ficha integrada de repuesto: Registro consolidado que reúne datos técnicos, stock, ubicación, estado, documentos, responsables y movimientos asociados a un repuesto.
- Estado operacional del repuesto: Condición en que se encuentra un repuesto dentro del ciclo de gestión, por ejemplo: disponible, reservado, sin stock, en compra, en tránsito, recepcionado o pendiente de validación.
- Disponibilidad operacional: Capacidad de contar con un repuesto utilizable o trazable para responder a un requerimiento de mantenimiento, considerando stock, ubicación, estado y reposición.
- Software de inventario: Herramienta digital utilizada para registrar, consultar, actualizar y controlar información de inventario, movimientos, ubicaciones, responsables y reportes.
- Información documentada: Registros, documentos, respaldos y evidencias que permiten sustentar decisiones, movimientos y controles dentro del proceso de gestión de repuestos.
- Obsolescencia de inventario: Condición de repuestos que presentan baja probabilidad de uso, pérdida de vigencia técnica o permanencia prolongada sin rotación operacional.
- Exactitud de inventario: Grado de coincidencia entre la cantidad registrada en el sistema o planilla y la cantidad física existente en bodega.
- Tiempo de búsqueda: Tiempo requerido para localizar, consultar o confirmar información asociada a un repuesto, considerando stock, ubicación, estado, responsable o documento de respaldo.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito del mantenimiento industrial, la gestión de repuestos cumple un rol fundamental para asegurar la continuidad de los servicios, la disponibilidad de componentes y la respuesta oportuna frente a requerimientos técnicos, en donde la administración de estos recursos no se limita al almacenamiento en bodega, ya que también implica controlar su registro, ubicación, movimiento, reposición y uso dentro de la operación. Por ello, cuando la información del inventario no se encuentra suficientemente ordenada o depende de revisiones manuales, se generan dificultades para conocer con certeza qué repuestos están disponibles, en qué estado se encuentran y quiénes intervienen en su gestión.

ENOTEC S.A. desarrolla actividades vinculadas a servicios técnicos, mantenimiento y comercialización de componentes industriales, por lo que la disponibilidad de repuestos incide directamente en su capacidad de respuesta frente a clientes y requerimientos internos.

Actualmente, la empresa cuenta con información registrada en planillas Excel, documentos de compra y consultas entre las áreas de bodega, compras y mantenimiento; sin embargo, este mecanismo de control presenta limitaciones, debido a que la información no siempre se encuentra centralizada ni disponible de manera inmediata para su consulta, esta situación obliga a validar físicamente el stock, revisar antecedentes dispersos y depender de la experiencia del personal para confirmar la disponibilidad real de determinados componentes.

En la situación actual, esta forma de trabajo afecta la trazabilidad de los movimientos y dificulta el seguimiento completo del repuesto desde su requerimiento hasta su entrega, recepción o reposición. Asimismo, la existencia de componentes con distintos niveles de disponibilidad y tiempos de reposición exige contar con un control más ordenado, especialmente cuando se trata de repuestos utilizados en actividades de mantenimiento industrial.

En este escenario, la falta de una gestión más integrada puede generar demoras en la búsqueda de información, menor precisión en el inventario y dificultades para asignar responsables asociados a cada movimiento.

A partir de esta problemática, el presente trabajo tiene como propósito desarrollar una propuesta de mejora para la gestión de repuestos en ENOTEC S.A., orientada a fortalecer el control del inventario, la trazabilidad y la disponibilidad de componentes utilizados en mantenimiento industrial. Para ello, se analiza la situación actual de la gestión de repuestos, se identifican sus principales limitaciones y se diseña una propuesta que incorpora criterios de control, seguimiento, asignación de responsables y apoyo mediante software de inventario.

Finalmente, la propuesta se evalúa mediante indicadores operacionales vinculados a la gestión de mantenimiento, considerando la exactitud del inventario, el tiempo de búsqueda, la disponibilidad de repuestos y la trazabilidad de movimientos.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de mejora para la gestión de repuestos en ENOTEC S.A., orientada a fortalecer el control del inventario, la trazabilidad y la disponibilidad de componentes utilizados en mantenimiento industrial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual de la gestión de repuestos en ENOTEC S.A., identificando las principales limitaciones en el control del inventario, la trazabilidad de movimientos y la disponibilidad de componentes para mantenimiento.
- Diseñar una propuesta de mejora para la gestión de repuestos, incorporando criterios de control, seguimiento, asignación de responsables y apoyo mediante software de inventario.
- Evaluar la propuesta mediante indicadores operacionales vinculados a la gestión de mantenimiento, considerando exactitud del inventario, tiempo de búsqueda, disponibilidad de repuestos y trazabilidad de movimientos.

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL Y CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA Y CONTEXTO OPERACIONAL

ENOTEC S.A. desarrolla actividades vinculadas a servicios técnicos, mantenimiento y comercialización de componentes industriales, por lo que su operación requiere disponer de repuestos que permitan responder tanto a solicitudes de clientes como a requerimientos internos asociados a la continuidad de los servicios. En este tipo de actividad, la disponibilidad de componentes no solo cumple una función comercial, sino también técnica, debido a que incide en la oportunidad de respuesta ante fallas, servicios de mantenimiento, reemplazo de piezas y atención de necesidades operacionales específicas.

Dentro de este contexto, la gestión de repuestos se relaciona directamente con las áreas de bodega, compras y mantenimiento, en donde la bodega participa en el control físico y administrativo del inventario; compras interviene en la reposición de componentes nacionales e internacionales; y mantenimiento o servicio técnico actúa como usuario relevante del proceso, ya que requiere información confiable para ejecutar actividades de revisión, reparación o atención de clientes. Por esta razón, el análisis no se orienta a toda la organización, sino al proceso mediante el cual los repuestos son registrados, consultados, validados, recepcionados, entregados y actualizados dentro de la operación.

La información levantada permite reconocer que ENOTEC S.A. cuenta con registros de inventario y antecedentes documentales asociados a la gestión de repuestos, no obstante, para comprender la situación actual resulta necesario analizar cómo se organiza dicha información, cómo se valida la disponibilidad de componentes y qué limitaciones se presentan en materia de control, trazabilidad y actualización del inventario.

1.2 GESTIÓN DE REPUESTOS COMO SOPORTE DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

En mantenimiento industrial, los repuestos permiten sostener la ejecución de trabajos correctivos, preventivos y de servicio técnico, por lo que su administración incide directamente en la disponibilidad de equipos y en la capacidad de respuesta de la organización.

La literatura especializada reconoce que estos componentes se mantienen en inventario para apoyar las actividades de mantenimiento, reducir detenciones y extender la vida útil de equipos o productos, especialmente cuando se trata de piezas específicas, de difícil sustitución o con demanda intermitente (Zhang et al., 2021).

Desde una perspectiva de gestión de activos, esta función también se relaciona con la necesidad de asegurar que los recursos físicos contribuyan al valor y desempeño esperado por la organización durante su ciclo de vida (ISO, 2024).

A diferencia de un inventario orientado exclusivamente a la venta masiva o a la rotación comercial, los repuestos industriales pueden presentar baja frecuencia de consumo, alto valor unitario, especificidad técnica y tiempos de reposición variables, esta condición obliga a equilibrar

la disponibilidad operacional con el control del capital inmovilizado, debido a que mantener todos los componentes en grandes cantidades puede generar sobre stock, mientras que no disponer oportunamente de piezas relevantes puede afectar la continuidad del servicio, en este sentido, basado en Wireman (2010), este aborda la gestión de inventario MRO¹ y compras como parte de una estrategia de mantenimiento, destacando la organización del almacén y la identificación de piezas como elementos necesarios para el control del proceso.

En el caso de ENOTEC S.A., esta relación se expresa en la necesidad de mantener repuestos estratégicos para componentes de baja rotación, piezas de alto valor y elementos que pueden requerir importación o fabricación. Por ello, el problema central no se reduce únicamente a aumentar o disminuir stock, sino a fortalecer la capacidad de la empresa para conocer qué repuesto existe, dónde se encuentra, en qué estado está, qué movimientos ha tenido, quién intervino en su gestión y qué información respalda su disponibilidad.

1.3 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A.

El proceso actual de gestión de repuestos se activa principalmente cuando existe un requerimiento de cliente o cuando el área de servicio técnico necesita un componente para realizar una actividad de mantenimiento. A partir de ese requerimiento, se consulta la planilla Excel disponible y, en caso de ser necesario, se valida físicamente la existencia del repuesto con el responsable de bodega, esta validación permite confirmar si la cantidad registrada coincide con el stock real, aunque también evidencia que la información no siempre puede ser consultada de manera inmediata desde una fuente única.

Cuando el componente se encuentra disponible, el proceso continúa con su entrega o reserva según la necesidad operacional, en caso de que no exista stock suficiente o el repuesto queda bajo los niveles definidos, se gestiona una orden de compra a proveedor nacional o internacional.

En compras nacionales, el despacho o retiro puede resolverse en tiempos acotados; en compras internacionales, el proceso incorpora confirmación de orden, antecedentes de dimensiones y peso del bulto, coordinación logística y tiempos de traslado que pueden extenderse según disponibilidad en fábrica, fabricación especial, *courier*² o embarcador.

Una vez recibido el repuesto, el responsable de bodega actualiza la planilla Excel con el nuevo stock y, en algunos casos, aprovecha la recepción para realizar un recuento físico de la pieza, este procedimiento permite mantener la continuidad del control, pero conserva una dependencia importante de la actualización manual y de la revisión posterior, especialmente cuando se requiere

¹ Mantenimiento, Reparación y Operaciones, esto incluye suministros indirectos necesarios para el funcionamiento diario y la producción, pero que no forman parte del producto final

² Empresa mensajera especializada en el envío rápido y seguro de documentos y paquetes

consultar antecedentes históricos del movimiento o confirmar quién intervino en cada etapa del proceso, esto se puede apreciar en la siguiente figura:

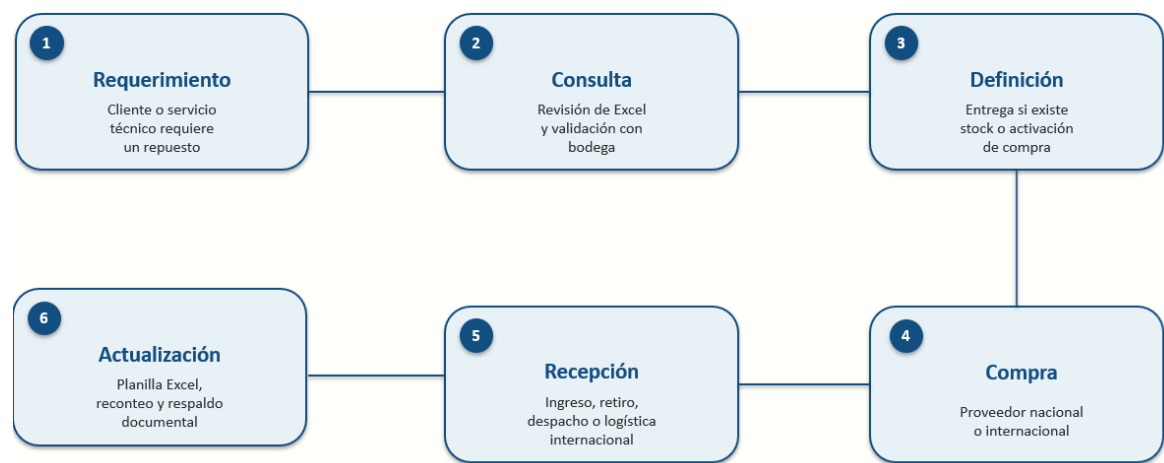


Figura 1. Flujo actual de gestión de repuestos en ENOTEC S.A.

La figura 1 muestra que el proceso actual posee una secuencia reconocible y funcional, ya que permite responder al requerimiento, consultar disponibilidad, activar compras y actualizar el inventario, sin embargo, también evidencia que las etapas críticas se concentran en la consulta de stock, la validación física y la actualización posterior, debido a que estas actividades dependen de registros manuales, revisión de documentos y comunicación entre áreas.

Para comprender el funcionamiento actual de la gestión de repuestos, resulta necesario identificar las áreas que intervienen en el proceso y el tipo de información que cada una administra, esta distinción permite visualizar que el control del inventario no depende únicamente de bodega, sino también de la coordinación con compras, mantenimiento, servicio técnico y proveedores externos.

En la Tabla 1 se presenta la participación de cada actor dentro del proceso actual.

Tabla 1.Participación de áreas en el proceso actual de gestión de repuestos

Área / actor	Rol dentro del proceso	Información asociada
Bodega	Control físico del inventario, recepción de repuestos, actualización de planilla y recuento de piezas cuando corresponde.	Planilla Excel, stock físico, documentos de recepción y antecedentes de movimiento.
Compras	Emisión de órdenes de compra, coordinación con proveedores nacionales o internacionales y seguimiento de confirmaciones de orden.	Orden de compra, confirmación de proveedor, documentos logísticos, correos y antecedentes de despacho.

Mantenimiento / Servicio técnico	Solicitud o uso de repuestos para requerimientos técnicos, mantenimiento o atención de clientes.	Requerimiento interno, consulta de disponibilidad, información técnica del componente y coordinación con bodega.
Proveedor / transporte	Entrega del repuesto, despacho nacional o internacional, emisión de información asociada a peso, dimensiones y plazos.	Confirmación de orden, datos de bulto, guía, courier o información de embarcador.

La Tabla 1 permite observar que la gestión de repuestos no depende de una sola área, sino de la coordinación entre bodega, compras, mantenimiento y actores externos vinculados al abastecimiento, es por esta razón, que cualquier limitación en la actualización de la información, en la comunicación entre áreas o en la identificación de responsables puede afectar la trazabilidad del movimiento y la disponibilidad real del componente.

1.4 SISTEMA ACTUAL DE REGISTRO, TRAZABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

De acuerdo con el levantamiento operacional realizado, la gestión actual de repuestos en ENOTEC S.A. se apoya principalmente en la consulta de una planilla Excel, la validación física con bodega y la revisión de antecedentes documentales, tales como correos, órdenes de compra y confirmaciones de proveedor, esta forma de trabajo permite mantener información disponible para el control del inventario, aunque no opera como un sistema integrado de consulta en línea, por lo que el seguimiento de un repuesto puede requerir la revisión de distintas fuentes y la confirmación directa con el responsable de bodega.

En complemento, el maestro de repuestos disponible en Excel contiene campos relevantes para el control interno, entre ellos códigos de proveedor, códigos internos, descripciones, condición de inventario, stock, marca, precios, valores totales, fechas de actualización, números de documento, mínimos y máximos, estos antecedentes permiten consultar información útil para la administración del inventario; sin embargo, como la actualización y validación dependen de revisiones manuales, el registro debe ser contrastado con el stock físico cuando se requiere confirmar la disponibilidad real de un componente o revisar antecedentes asociados a movimientos previos.

En relación con la trazabilidad, la información asociada a los repuestos se encuentra distribuida en distintos medios, tales como planillas, documentos de compra, confirmaciones de proveedor, correos y consultas internas, esta forma de registro permite respaldar antecedentes del proceso, aunque exige revisar más de una fuente cuando se requiere conocer el estado de un componente, verificar un movimiento o identificar el responsable asociado a una solicitud, recepción o entrega.

En cuanto a disponibilidad, ENOTEC S.A. mantiene repuestos estratégicos, especialmente en componentes importados, de baja rotación o de alto valor, con el propósito de reducir riesgos ante requerimientos futuros, por ejemplo, cuando se trata de repuestos provenientes de Europa, la empresa procura mantener al menos una unidad disponible en stock, mientras que los repuestos nacionales suelen presentar mayor accesibilidad de reposición, no obstante, esta disponibilidad debe ser gestionada con criterios de control y seguimiento, debido a que también existen piezas inmovilizadas por decisión estratégica y una obsolescencia estimada cercana al 5% del stock, situación que exige diferenciar entre inventario útil, inventario estratégico e inventario con baja probabilidad de uso operacional.

Dado que el registro y seguimiento de los repuestos no se concentra en una única fuente de información, resulta necesario distinguir los medios que actualmente respaldan la consulta, validación y actualización del inventario. En la Tabla 2 se presentan las principales fuentes utilizadas en la operación, junto con la función que cumplen dentro del proceso y las restricciones que pueden afectar la trazabilidad de los movimientos.

Tabla 2. Fuentes actuales de información y trazabilidad

Fuente de información	Uso actual	Limitación observada
Planilla Excel	Contiene antecedentes del maestro de repuestos, tales como códigos, descripciones, stock, mínimos, máximos, documentos y fechas de actualización.	Requiere revisión manual y no asegura por sí sola la coincidencia inmediata con el stock físico.
Documentos de compra	Respaldan órdenes de compra, proveedores y movimientos de reposición.	Su consulta puede depender de archivos, correos o búsqueda documental.
Confirmación de proveedor	Informa disponibilidad, peso, dimensiones, fecha estimada y condiciones de despacho, especialmente en compras internacionales.	Su seguimiento no siempre se encuentra integrado al registro principal del repuesto.
Correos y consultas internas	Permiten coordinar información entre bodega, compras, mantenimiento y proveedores.	Dificultan una trazabilidad centralizada si no quedan vinculados al historial del repuesto.

Validación física en bodega	Confirma la existencia real del componente y permite realizar recuentos cuando corresponde.	Aumenta el tiempo de búsqueda y mantiene dependencia del responsable de bodega.
-----------------------------	---	---

Esta tabla evidencia que ENOTEC S.A. dispone de antecedentes para respaldar la gestión de repuestos; sin embargo, estos se encuentran distribuidos entre registros digitales, documentos, correos y validaciones físicas, si bien esta condición permite sostener el control operativo del inventario, pero dificulta contar con una visión integrada del estado de cada componente y de los movimientos asociados.

No obstante, la disponibilidad de los repuestos no depende únicamente de la cantidad registrada en inventario, sino también del tiempo requerido para reponer un componente cuando este no se encuentra disponible. En el caso de ENOTEC S.A., este aspecto adquiere relevancia porque los plazos varían según el origen del repuesto, la disponibilidad del proveedor, la necesidad de fabricación y el tipo de transporte utilizado.

A continuación, se presentan los tiempos referenciales de reposición identificados en el levantamiento operacional, con el propósito de relacionar cada condición de abastecimiento con su implicancia en la gestión de mantenimiento.

Tabla 3. Tiempos referenciales de reposición según origen del repuesto

Condición del repuesto / proveedor	Tiempo referencial	Implicancia operacional
Proveedor nacional con disponibilidad	Horas o hasta 2 días	Permite respuesta rápida, aunque requiere validación de stock y coordinación con proveedor.
Proveedor internacional con repuesto disponible en fábrica	Mínimo 2 semanas	Exige seguimiento anticipado y control documental de confirmación de orden.
Proveedor internacional con fabricación especial	4 a 5 semanas adicionales	Aumenta el riesgo de indisponibilidad si el requerimiento no se anticipa.
Despacho internacional por courier menor a 50 kg	Aproximadamente 10 días hábiles adicionales	Requiere coordinación de transporte y seguimiento de entrega.

Carga internacional superior a 50 kg	Aproximadamente 4 semanas por embarcador	Genera mayor exigencia logística y seguimiento de plazos.
--------------------------------------	--	---

La Tabla 3 evidencia que la disponibilidad no puede evaluarse únicamente a partir del stock registrado, ya que el origen del repuesto y su tiempo de reposición influyen directamente en la capacidad de respuesta del mantenimiento.

En consecuencia, la gestión actual requiere no solo conocer la cantidad disponible, sino también disponer de información trazable sobre estado, proveedor, plazo, documento asociado y responsable de seguimiento.

1.5 CRITERIOS TÉCNICOS PARA ANALIZAR LA GESTIÓN ACTUAL DE REPUESTOS

El análisis de la gestión actual de repuestos en ENOTEC S.A. requiere considerar criterios técnicos que permitan interpretar el proceso más allá de la cantidad de unidades registradas en inventario, en un contexto de mantenimiento industrial, la revisión del stock disponible constituye solo una parte del diagnóstico, ya que también resulta necesario evaluar la forma en que la información se registra, se actualiza, se respalda documentalmente, se consulta entre áreas y se utiliza para verificar la disponibilidad de los componentes requeridos.

La norma ISO 55000:2024 establece una base conceptual para comprender la administración de activos como una actividad orientada a generar valor durante su ciclo de vida, considerando elementos como desempeño, riesgo, eficiencia y responsabilidad organizacional (ISO, 2024), si bien los repuestos no constituyen por sí mismos el activo principal de la operación, cumplen una función de soporte para preservar la disponibilidad de equipos, componentes y servicios vinculados al mantenimiento industrial.

En consecuencia, su gestión debe analizarse como parte de un proceso que incide en la continuidad operacional y no únicamente como un registro de existencias en bodega. Asimismo, desde el enfoque de calidad, ISO 9001:2015 plantea la necesidad de gestionar los procesos mediante información documentada, responsabilidades definidas, seguimiento, medición, evaluación del desempeño y mejora continua (ISO, 2015), estos elementos resultan pertinentes para el caso de ENOTEC S.A., debido a que la gestión de repuestos depende de registros internos, validaciones de stock, documentos de compra, confirmaciones de proveedor y coordinación entre bodega, compras y mantenimiento.

Por ende, el análisis del proceso debe considerar no solo la existencia de información, sino también su disponibilidad, actualización, trazabilidad y utilidad para la toma de decisiones operacionales, por lo cual bajo esta lógica, la gestión actual de repuestos se analiza a partir de

criterios vinculados al control del inventario, la trazabilidad de movimientos, la información documentada, la disponibilidad de componentes, la participación de responsables y la mejora continua, estos criterios permiten observar el proceso de manera integral, considerando tanto los registros disponibles como las condiciones operacionales que afectan la consulta, validación, reposición y seguimiento de los repuestos.

Para sistematizar estos elementos, la siguiente tabla presenta los criterios técnicos utilizados como base para el análisis de la situación actual de la gestión de repuestos en ENOTEC S.A.

Criterio	Aplicación al caso ENOTEC S.A.	Referencia técnica
Gestión de activos	Permite observar los repuestos como elementos de soporte para preservar disponibilidad, continuidad operacional y desempeño del servicio.	ISO 55000
Gestión por procesos	Orienta el análisis del flujo de requerimiento, consulta, compra, recepción, entrega y actualización del inventario.	ISO 9001 / enfoque de procesos
Información documentada	Permite revisar si los antecedentes del inventario se encuentran respaldados, disponibles y actualizados.	ISO 9001
Trazabilidad de movimientos	Permite analizar si las entradas, salidas, recepciones, entregas, documentos y responsables pueden ser seguidos de manera clara.	ISO 9001 / gestión documental
Disponibilidad de componentes	Permite evaluar si la información disponible permite conocer oportunamente la existencia, estado y condición de reposición de los repuestos requeridos para mantenimiento.	Gestión de repuestos / mantenimiento industrial
Mejora continua	Permite justificar la necesidad de indicadores que permitan monitorear el desempeño operacional del proceso de gestión de repuestos.	ISO 9001 / ciclo PDCA

En este sentido, los criterios presentados permiten interpretar las brechas del sistema actual en relación con el control del inventario, la trazabilidad de movimientos y la disponibilidad de componentes para mantenimiento.

1.6 **DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DEL MAESTRO DE REPUESTOS**

El análisis de la situación actual requiere revisar la información que ENOTEC S.A. utiliza para controlar sus repuestos y apoyar las decisiones de bodega, compras y mantenimiento, en este sentido, la empresa dispone de un maestro de repuestos en formato Excel que permite consultar antecedentes relevantes del inventario, tales como identificación del componente, descripción, condición de inventario, stock registrado, marca, documentos asociados, fechas de actualización y parámetros de mínimo y máximo.

Esta base constituye un apoyo importante para la operación, ya que permite disponer de información organizada sobre una parte relevante de los repuestos administrados por la empresa, sin embargo, su uso debe entenderse como un registro interno de consulta y no como una validación definitiva del inventario físico, debido a que la disponibilidad real de los componentes puede requerir confirmación con bodega, revisión documental y actualización posterior según compras, recepciones o movimientos recientes.

Por lo tanto, la revisión del maestro de repuestos permite identificar condiciones relevantes para el diagnóstico del sistema actual, especialmente en relación con la completitud de los parámetros de control, la existencia de ítems con stock cero, registros bajo mínimo y componentes sobre máximo.

Para presentar esta revisión de manera acotada, la Tabla 5 resume los principales antecedentes observados en el maestro de repuestos, considerando solo aquellos indicadores que resultan pertinentes para el análisis del control actual.

Tabla 5.Diagnóstico preliminar del maestro de repuestos

Indicador preliminar	Resultado	Lectura para el diagnóstico
Registros totales del maestro	1.038	Base documental total analizada.
Ítems marcados como inventario “SI”	659	Registros identificados como parte del inventario controlado.
Ítems con dato de stock disponible	911	Registros que contienen cantidad de stock informada.
Ítems con mínimo y máximo definidos	304	Registros con parámetros formales para comparación de stock.
Ítems sin mínimo y máximo completo	734	Brecha relevante para control sistemático del inventario.
Ítems con stock cero	243	Requieren revisión según criticidad, uso y vigencia del repuesto.
Ítems bajo mínimo definido	82	Casos que podrían requerir revisión de reposición o ajuste de parámetros.

Ítems sobre máximo definido	68	Casos que podrían asociarse a sobrestock o decisión estratégica.
Ítems con stock cero y mínimo mayor a cero	54	Situación relevante para validar disponibilidad y control.

La Tabla 5 permite observar que ENOTEC S.A. cuenta con una base interna relevante para apoyar la gestión de repuestos; no obstante, también muestra que la información no presenta el mismo nivel de completitud para todos los ítems, en donde la diferencia entre los registros totales y aquellos que cuentan con mínimos y máximos definidos indica que una parte importante del inventario no puede ser gestionada con criterios uniformes de alerta o comparación, lo que limita la capacidad del sistema actual para anticipar quiebres, revisar sobrestock o priorizar repuestos según su importancia operacional.

En consecuencia, la información contenida en el maestro de repuestos debe comprenderse como un punto de partida para el diagnóstico y no como una evidencia concluyente por sí sola, su principal aporte es mostrar que la empresa dispone de datos útiles, pero que estos requieren mayor estandarización, actualización y validación para transformarse en un soporte más confiable para la toma de decisiones en mantenimiento, bodega y compras.

1.7 PRINCIPALES LIMITACIONES DE LA GESTIÓN ACTUAL

El levantamiento realizado permite identificar que la gestión actual de repuestos en ENOTEC S.A. cuenta con registros internos, responsables operacionales y mecanismos de consulta que permiten sostener el control básico del inventario, sin embargo, el funcionamiento del proceso evidencia limitaciones asociadas principalmente a la dispersión de la información, la dependencia de validaciones manuales, la trazabilidad parcial de los movimientos y la dificultad para visualizar responsables asociados a cada etapa, estas condiciones afectan la rapidez con que se consulta la disponibilidad de un componente y reducen la capacidad de seguimiento del repuesto desde su requerimiento hasta su recepción, entrega o reposición.

Una primera limitación se relaciona con la centralización de la información, aunque la planilla Excel actúa como registro principal, el seguimiento completo de un repuesto puede requerir la revisión de documentos de compra, confirmaciones de proveedor, correos y antecedentes físicos de bodega, esta situación incrementa el tiempo destinado a la búsqueda de información y obliga a complementar la consulta del registro con validaciones adicionales, especialmente cuando se trata de compras recientes, componentes en tránsito o repuestos requeridos por servicio técnico.

Una segunda limitación se asocia a la trazabilidad de los responsables que intervienen en el proceso, ya que en la operación actual participan bodega, compras, mantenimiento, proveedores y transporte; no obstante, la información asociada a solicitudes, entregas, recepciones, validaciones o actualizaciones no siempre se visualiza de manera integrada, esta condición dificulta reconocer

con rapidez quién intervino en cada movimiento y limita el seguimiento de repuestos reservados, entregados, pendientes de compra o en proceso de reposición.

Una tercera limitación se vincula con la disponibilidad y los tiempos de reposición, si bien los repuestos nacionales pueden obtenerse en plazos breves, los componentes internacionales pueden requerir varias semanas, dependiendo de su disponibilidad en fábrica, fabricación especial o modalidad de transporte. Por esta razón, cuando el control del inventario depende de revisiones manuales o de información no integrada, aumenta la posibilidad de detectar tardíamente diferencias entre stock registrado y stock físico, o de no anticipar a tiempo la necesidad de reposición de un componente estratégico.

A lo anterior se suma la existencia de parámetros de control incompletos en parte del maestro de repuestos y la presencia de stock inmovilizado u obsolescencia estimada, elementos que refuerzan la necesidad de contar con criterios más consistentes para clasificar, actualizar y revisar los repuestos disponibles, estas limitaciones no invalidan el sistema actual, pero evidencian oportunidades de mejora para fortalecer el control del inventario, la trazabilidad de movimientos y la disponibilidad de componentes utilizados en mantenimiento industrial.

Por lo tanto, las principales brechas observadas en el diagnóstico se pueden resumir en la siguiente tabla, en donde se relaciona cada limitación con la condición actual que la origina y con su efecto operacional dentro de la gestión de repuestos.

Tabla 6.Limitaciones actuales y efectos operacionales

Limitación detectada	Evidencia / condición actual	Efecto operacional
Información distribuida en varias fuentes	Planilla, correos, documentos, confirmaciones y consultas internas.	Mayor tiempo de búsqueda y dificultad para visualizar el ciclo completo del repuesto.
Validación manual del stock	La disponibilidad registrada requiere confirmación física con bodega.	Dependencia del responsable y riesgo de diferencias entre stock registrado y stock real.
Trazabilidad parcial	Existen antecedentes, pero no siempre integrados en una única consulta.	Dificultad para reconstruir movimientos, estados y responsables asociados.
Parámetros de control incompletos	734 registros sin mínimo y máximo completo en el maestro analizado.	Menor capacidad de alerta o comparación sistemática del inventario.
Tiempos de reposición variables	Diferencia entre proveedores nacionales e internacionales.	Necesidad de anticipación, seguimiento y control de disponibilidad.

Stock inmovilizado u obsolescente	Existen piezas estratégicas de baja rotación y obsolescencia estimada en torno al 5%.	Riesgo de capital inmovilizado o componentes sin uso operacional vigente.
Responsables no siempre visibles en el registro	Intervienen bodega, compras y mantenimiento, pero el seguimiento no está centralizado.	Menor claridad sobre quién solicita, entrega, recibe, valida o actualiza.

En conjunto, estas limitaciones muestran que ENOTEC S.A. dispone de una base operativa para administrar sus repuestos, pero requiere fortalecer la integración de la información, la actualización de registros, el seguimiento de movimientos, la asignación visible de responsables y la disponibilidad de datos para apoyar las decisiones de mantenimiento.

CAPÍTULO 2: **DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN**
DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A.

2.1 ANÁLISIS CAUSAL DE LAS LIMITACIONES CRÍTICAS EN LA GESTIÓN DE REPUESTOS

El análisis causal de la gestión de repuestos en ENOTEC S.A. evidencia que las principales limitaciones del proceso se concentran en la parametrización incompleta del inventario, la trazabilidad distribuida de los movimientos, la dependencia de validaciones físicas, la falta de visibilidad integrada de los responsables y el seguimiento fragmentado de la reposición, estas condiciones afectan la capacidad de transformar el stock registrado en información operacional útil para mantenimiento, debido a que la existencia de un repuesto en el maestro no siempre permite interpretar, de forma inmediata, si el componente se encuentra disponible, reservado, pendiente de reposición, sujeto a validación o asociado a un movimiento documental en curso.

El maestro de repuestos constituye la base principal de consulta para la operación, pero sus datos muestran diferencias relevantes en la completitud de los parámetros de control, por ejemplo, la base contiene 1.038 registros, de los cuales 911 presentan dato de stock informado y 304 cuentan con mínimo y máximo definidos de manera conjunta. En contraste, 734 registros no poseen ambos parámetros completos, 243 ítems figuran con stock cero, 82 se encuentran bajo mínimo definido, 68 superan el máximo establecido y 54 combinan stock cero con un mínimo mayor a cero, esta distribución evidencia que el inventario posee una base documental amplia, aunque no todos los registros permiten sostener el mismo nivel de análisis para decisiones de reposición, control de stock o validación de disponibilidad (ENOTEC S.A., 2025).

La diferencia entre registros con stock informado y registros con parámetros completos muestra una brecha relevante para la gestión de mantenimiento, si bien el dato de stock permite conocer una cantidad registrada, la ausencia de mínimos y máximos limita la capacidad de interpretar si esa cantidad es suficiente, crítica, excedente o requiere reposición, esta situación adquiere mayor importancia en una empresa que administra repuestos de distinta naturaleza, entre ellos componentes nacionales, importados, estratégicos, de baja rotación y de alto valor, puesto que la decisión de mantener, reponer o revisar un ítem no depende únicamente de su cantidad disponible, sino también de su función técnica, plazo de abastecimiento y nivel de criticidad operacional.

La disponibilidad de repuestos también se ve condicionada por la variabilidad de los tiempos de reposición, por ejemplo los componentes nacionales pueden gestionarse en horas o hasta dos días cuando existe disponibilidad del proveedor; en cambio, los repuestos internacionales pueden requerir al menos dos semanas si se encuentran disponibles en fábrica, mientras que aquellos sujetos a fabricación especial pueden agregar entre cuatro y cinco semanas, además de los plazos de despacho por courier o embarcador, esta diferencia transforma el seguimiento de reposición en una variable crítica para mantenimiento, ya que un repuesto sin stock no representa el mismo nivel de riesgo si puede obtenerse rápidamente en el mercado nacional que si depende de fabricación, confirmación internacional o transporte de mayor duración (ENOTEC S.A., 2025).

La trazabilidad de los movimientos presenta una condición similar, ya que la operación dispone de antecedentes en planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas en bodega, por lo que no se trata de una ausencia de información, sino de una integración insuficiente entre las fuentes que respaldan el ciclo del repuesto.

En consecuencia, la reconstrucción de un movimiento puede requerir revisar más de un medio para determinar si el componente fue solicitado, validado, comprado, recepcionado, entregado o actualizado, esta dispersión afecta la oportunidad de respuesta cuando mantenimiento o servicio técnico requiere confirmar la disponibilidad de un componente para atender una intervención.

La relación entre la evidencia cuantitativa del maestro de repuestos y las condiciones operacionales identificadas permite distinguir seis dimensiones causales que inciden directamente en la gestión: parametrización del inventario, calidad del registro maestro, disponibilidad de componentes, trazabilidad documental, seguimiento de reposición y responsabilidad operacional, estas dimensiones se presentan en la tabla 7, donde cada grupo causal se vincula con evidencia concreta y con su incidencia sobre el control, la trazabilidad y la disponibilidad de repuestos para mantenimiento.

Tabla 7. Evidencia operacional vinculada al análisis causal de la gestión de repuestos

Dimensión	Evidencia	Incidencia en la gestión de repuestos
Parametrización del inventario	734 registros sin mínimo y máximo completo; 82 ítems bajo mínimo; 68 ítems sobre máximo; 54 ítems con stock cero y mínimo mayor a cero.	Limita la comparación entre stock registrado y parámetros de control, dificultando la anticipación de reposiciones, la identificación de desviaciones y la revisión de niveles críticos.
Calidad del registro maestro	1.038 registros totales; 911 con stock informado; 304 con mínimo y máximo definidos de manera conjunta.	La base contiene información relevante, pero su utilidad operacional disminuye cuando los campos de control no presentan el mismo nivel de completitud.
Disponibilidad de componentes	243 ítems con stock cero; existencia de repuestos importados, estratégicos, de baja rotación y de alto valor.	Obliga a diferenciar entre disponibilidad inmediata, stock estratégico, reposición pendiente e inventario con baja probabilidad de uso operacional.

Trazabilidad documental	Información distribuida en planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas.	El historial del repuesto puede requerir reconstrucción manual, afectando la oportunidad de consulta y el seguimiento de movimientos.
Seguimiento de reposición	Reposición nacional en horas o hasta dos días; reposición internacional desde dos semanas, con posibles extensiones por fabricación y transporte.	Exige controlar estado de compra, proveedor, documento, plazo estimado, modalidad logística y responsable de seguimiento.
Responsabilidad operacional	Participación de bodega, compras, mantenimiento, proveedores y transporte sin una visualización integrada del responsable por movimiento.	Dificulta reconocer quién solicita, valida, compra, recepciona, actualiza o cierra cada operación asociada al repuesto.

Fuente: Elaboración propia a partir de información operacional de ENOTEC S.A

La evidencia muestra que la gestión de repuestos enfrenta una brecha de integración entre información registrada, control físico, documentación de respaldo y responsabilidades operacionales, ademas la parametrización incompleta reduce la capacidad de anticipar reposiciones; la trazabilidad distribuida dificulta reconstruir movimientos; los plazos variables de abastecimiento aumentan la necesidad de seguimiento; y la ausencia de una visualización integrada de responsables debilita el cierre de cada operación.

De esta forma, la limitación central no se ubica exclusivamente en la cantidad de repuestos existentes, sino en la forma en que la información se organiza, se actualiza y se utiliza para apoyar decisiones vinculadas al mantenimiento.

A partir de la evidencia operacional, las causas asociadas a la gestión de repuestos se organizan mediante la herramienta Ishikawa ordenados por método de gestión, medición y control, información documental, personas y responsabilidades, abastecimiento y logística, y tecnología de apoyo, esta organización permite distinguir entre el problema central, sus causas operacionales y la evidencia que las sustenta, evitando confundir datos del inventario con causas directas del desempeño del proceso.



Figura 2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama muestra que la limitación principal no se origina en una sola condición del inventario, sino en la interacción entre el modo en que se gestiona el repuesto, la forma en que se controla su información, la dispersión de los respaldos documentales y la ausencia de una visualización integrada del responsable de cada movimiento, bajo esta lógica, la disponibilidad deja de depender únicamente de la cantidad registrada en stock y pasa a relacionarse con la calidad del dato, el estado del componente, el seguimiento de la reposición y la trazabilidad del proceso completo.

La primera causal corresponde al método de gestión, actualmente en la operación, el ciclo del repuesto involucra requerimientos de mantenimiento o servicio técnico, validaciones de bodega, gestiones de compra, recepción de componentes, actualización de registros y cierre del movimiento, sin embargo, estas etapas no se encuentran articuladas bajo un flujo único que permita seguir el repuesto desde su solicitud hasta su entrega, reposición o actualización final, esta situación debilita la continuidad del control, debido a que cada etapa puede quedar respaldada en fuentes distintas y no necesariamente conectadas entre sí.

La segunda causal se vincula con la medición y control del inventario, ya que la existencia de 734 registros sin mínimo y máximo completos reduce la posibilidad de comparar de manera homogénea el stock disponible con parámetros de reposición o alerta. Asimismo, los 82 ítems bajo mínimo, los 68 ítems sobre máximo y los 54 casos con stock cero y mínimo mayor a cero evidencian situaciones que requieren revisión operacional, ya sea por riesgo de quiebre, exceso de inventario, parámetros desactualizados o necesidad de validar la vigencia técnica del repuesto, como consecuencia, el maestro de repuestos entrega información relevante, pero no siempre suficiente para sostener decisiones consistentes de control y abastecimiento (ENOTEC S.A., 2025).

La tercera causal corresponde a la información documental, en donde el seguimiento de un repuesto puede depender de planillas, correos, documentos de compra, confirmaciones de

proveedor y validaciones físicas en bodega, esta dispersión permite conservar respaldo de distintas operaciones, pero dificulta reconstruir con rapidez el historial completo del componente.

En términos de gestión de mantenimiento, esta condición resulta crítica cuando se requiere confirmar si un repuesto fue solicitado, reservado, adquirido, recepcionado, entregado o actualizado, ya que la consulta puede depender de más de una fuente y de la experiencia del personal involucrado.

La cuarta causal se relaciona con personas y responsabilidades, ya que la gestión de repuestos involucra la intervención de mantenimiento o servicio técnico, bodega, compras, proveedores y transporte; no obstante, cuando el registro no permite visualizar de manera integrada quién solicitó, validó, compró, recepcionó, entregó o actualizó un movimiento, se debilita la trazabilidad operacional, esta situación aumenta la dependencia de consultas directas y dificulta el seguimiento de repuestos pendientes, especialmente cuando existen compras en curso, recepciones por confirmar o entregas asociadas a requerimientos técnicos específicos.

La quinta causal corresponde al abastecimiento y logística, en donde la reposición de componentes presenta condiciones distintas según el origen del repuesto, mientras los proveedores nacionales pueden responder en horas o hasta dos días cuando existe disponibilidad, los repuestos internacionales pueden requerir al menos dos semanas si se encuentran disponibles en fábrica; si existe fabricación especial, el plazo puede extenderse entre cuatro y cinco semanas adicionales, además del tiempo de despacho por courier o embarcador, esta variabilidad exige que la información de proveedor, confirmación, plazo estimado, transporte y recepción se encuentre vinculada al seguimiento del repuesto, ya que la falta de integración de esos antecedentes reduce la capacidad de anticipación del mantenimiento (ENOTEC S.A., 2025).

La sexta causal corresponde a la tecnología de apoyo, debido al uso de una planilla como base principal, esta permite registrar antecedentes del inventario, pero no asegura por sí sola una consulta integrada del ciclo del repuesto, por ende, la ausencia de un soporte que relacione stock, estado, movimiento, documento y responsable impide disponer de una vista consolidada para la toma de decisiones. Por ello, el problema tecnológico no se limita a reemplazar una herramienta de registro, sino a contar con un medio que permita articular la información operacional necesaria para controlar el inventario, seguir movimientos y apoyar la disponibilidad de componentes.

En conjunto, el análisis causal evidencia que las limitaciones críticas de la gestión de repuestos se explican por una brecha de integración entre proceso, información, control y responsabilidades, en donde la existencia de registros no garantiza trazabilidad si los antecedentes permanecen dispersos; del mismo modo, la presencia de stock informado no asegura disponibilidad operacional si no se encuentra asociada a parámetros de control, estados de reposición y responsables definidos, esta lectura permite establecer que la mejora requerida debe orientarse a

estructurar un sistema de gestión de repuestos capaz de vincular inventario, movimientos, documentación y responsables bajo una lógica de apoyo directo al mantenimiento industrial.

2.2 **PRIORIZACIÓN DE CAUSAS Y FOCOS DE MEJORA**

El análisis causal evidencia que las limitaciones de la gestión de repuestos no presentan el mismo nivel de incidencia sobre la operación, ya que algunas causas afectan principalmente la calidad del registro, mientras que otras comprometen de manera más directa la trazabilidad de movimientos, la interpretación de la disponibilidad y la capacidad de respuesta del mantenimiento.

Por ello, la priorización se orienta a distinguir cuáles causas deben concentrar la propuesta de mejora, considerando su efecto sobre el control del inventario, el seguimiento operacional y la disponibilidad de componentes críticos.

La valoración de las causas se estructura en cuatro criterios vinculados con el desempeño de la gestión de repuestos:

- I. Impacto en el control del inventario;
- II. Impacto en la trazabilidad de movimientos;
- III. Impacto en la disponibilidad para mantenimiento;
- IV. Impacto en el seguimiento operacional.

Cada criterio se clasifica en una escala de 1 a 3, donde el valor 1 representa una incidencia baja, el valor 2 una incidencia media y el valor 3 una incidencia alta, a continuación la tabla 8 presenta los criterios utilizados para asignar dicha valoración.

Tabla 8. Criterios de valoración para la priorización de causas

Criterio de valoración	Bajo = 1	Medio = 2	Alto = 3
Impacto en el control del inventario	La causa genera diferencias acotadas o corregibles sin afectar la lectura general del inventario.	La causa limita parcialmente la comparación entre stock, parámetros y registros de control.	La causa compromete la interpretación del stock, los mínimos, máximos, quiebres, excedentes o necesidades de reposición.
Impacto en la trazabilidad de movimientos	La causa afecta registros puntuales, pero permite reconstruir el movimiento con información disponible.	La causa obliga a consultar más de una fuente para reconstruir el movimiento del repuesto.	La causa impide identificar con claridad solicitud, validación, compra, recepción, entrega, actualización o cierre del movimiento.

Impacto en la disponibilidad para mantenimiento	La causa no afecta directamente la atención de requerimientos técnicos.	La causa puede generar retrasos en la validación o uso de un repuesto.	La causa puede dificultar la respuesta del mantenimiento por falta de claridad sobre disponibilidad, reserva, reposición o estado del componente.
Impacto en el seguimiento operacional	La causa no altera de forma relevante el control de responsabilidades o estados del proceso.	La causa genera dependencia de consultas o validaciones adicionales.	La causa dificulta asignar seguimiento, reconocer responsables, cerrar movimientos o controlar reposiciones en curso.

Fuente: Elaboración propia.

La escala anterior permite separar las causas de mayor incidencia operacional respecto de aquellas que, aun siendo relevantes, actúan como condiciones de soporte o refuerzo del problema. La prioridad se determina mediante la suma de los cuatro criterios.

Las causas con puntajes entre 10 y 12 se clasifican como prioridad alta, debido a su efecto directo sobre la disponibilidad, la trazabilidad o la respuesta de mantenimiento; aquellas entre 7 y 9 se clasifican como prioridad media, dado que afectan el proceso, pero su impacto depende de su relación con causas de mayor peso; finalmente, los puntajes entre 4 y 6 se consideran prioridad baja, al representar efectos más acotados dentro de la gestión.

A partir de las causas identificadas en el análisis causal, la tabla 9 presenta la matriz de priorización, en donde la valoración se sustenta en la evidencia del maestro de repuestos, los antecedentes de reposición nacional e internacional, la dispersión documental y la participación de bodega, compras y mantenimiento en el ciclo del repuesto.

Tabla 9. Priorización de causas críticas en la gestión de repuestos

Causa crítica identificada	Evidencia operacional asociada	Control del inventario	Trazabilidad de movimientos	Disponibilidad para mantenimiento	Seguimiento operacional	Puntaje total	Prioridad
Parametrización incompleta del inventario	734 registros sin mínimo y máximo completo; 82 ítems bajo mínimo; 68 sobre máximo; 54 con stock cero y mínimo mayor a cero.	3	2	3	2	10	Alta
Trazabilidad documental distribuida	Información dispersa entre planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas.	2	3	2	3	10	Alta
Seguimiento de reposición no integrado	Diferencias entre reposición nacional de horas a dos días e importaciones desde dos semanas, con posibles extensiones por fabricación y transporte.	2	2	3	3	10	Alta
Responsables operacionales no visibles por movimiento	Intervención de mantenimiento, bodega, compras, proveedores y transporte sin visualización integrada del responsable por etapa.	2	3	2	3	10	Alta

Consulta no centralizada del ciclo del repuesto	Uso de planilla como base principal y revisión complementaria de documentos, correos y validaciones físicas.	2	3	2	3	10	Alta
Completitud desigual del registro maestro	1.038 registros totales; 911 con stock informado; 304 con mínimo y máximo definidos conjuntamente.	3	2	2	2	9	Media
Dependencia de validación física recurrente	Necesidad de confirmar existencia real, estado o disponibilidad mediante bodega cuando la información registrada no resulta suficiente.	2	2	2	2	8	Media

Fuente: Elaboración propia a partir de información operacional de ENOTEC S.A. (2025).

La priorización muestra que las causas de mayor incidencia se concentran en la parametrización incompleta del inventario, la trazabilidad documental distribuida, el seguimiento de reposición no integrado, la baja visibilidad de responsables por movimiento y la consulta no centralizada del ciclo del repuesto, estas causas obtienen prioridad alta porque afectan simultáneamente la capacidad de controlar el inventario, reconstruir movimientos, interpretar disponibilidad y dar seguimiento a requerimientos de mantenimiento.

La parametrización incompleta se ubica entre los focos principales debido a que impide utilizar el maestro de repuestos como una herramienta homogénea de control, por lo tanto, la existencia de registros sin mínimos y máximos completos, sumada a ítems bajo mínimo, sobre máximo y con stock cero pese a contar con mínimo definido, evidencia una brecha que afecta tanto la anticipación de reposición como la lectura del riesgo de indisponibilidad, esta causa no se limita a un problema administrativo del registro, ya que incide directamente en la capacidad de reconocer cuándo un repuesto requiere revisión, compra, ajuste o validación técnica.

La trazabilidad documental distribuida también alcanza prioridad alta, porque el seguimiento del repuesto depende de fuentes que no se encuentran plenamente integradas, cuando la información se reparte entre planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas, la reconstrucción del historial del componente exige consultas adicionales y coordinación entre áreas; en un contexto de mantenimiento industrial, esta condición puede retrasar la confirmación de disponibilidad o dificultar el seguimiento de un componente requerido para una intervención.

El seguimiento de reposición no integrado constituye otro foco prioritario, en donde la diferencia entre repuestos nacionales e internacionales hace que el abastecimiento no pueda gestionarse solo como una orden de compra registrada.

Los componentes importados requieren controlar confirmación de proveedor, disponibilidad en fábrica, eventual fabricación, peso, dimensiones, modalidad de despacho y fecha estimada de llegada, cuando estos antecedentes no se integran al registro del repuesto, la disponibilidad futura queda poco visible y la respuesta de mantenimiento se expone a incertidumbre.

La falta de responsables visibles por movimiento se clasifica igualmente como prioridad alta, debido a que la trazabilidad no depende solo del documento asociado, sino también de la función que interviene en cada etapa, si no queda claramente establecido quién solicitó, validó, compró, recepcionó, entregó, actualizó o cerró un movimiento, el proceso mantiene una dependencia elevada de consultas verbales y de conocimiento informal, esta condición debilita el control de repuestos pendientes, en tránsito o asociados a requerimientos específicos de mantenimiento.

La consulta no centralizada del ciclo del repuesto completa el grupo de causas de prioridad alta, aunque la planilla constituye una base relevante, el ciclo completo del repuesto no se agota en el dato de stock.

Con el fin de sostener una gestión útil al mantenimiento, la información debe vincular cantidad, estado, ubicación, movimiento, documento, responsable y reposición, la ausencia de una vista integrada dificulta que bodega, compras y mantenimiento trabajen sobre una misma interpretación operacional del componente.

Las causas clasificadas con prioridad media no se excluyen de la propuesta, pero se entienden como condiciones que refuerzan las brechas principales, la completitud desigual del registro maestro afecta la calidad de la información disponible, mientras que la validación física recurrente confirma que el dato registrado requiere contrastes adicionales para adquirir valor operativo, estas causas deberán ser abordadas dentro de la mejora, aunque su tratamiento se subordina a los focos prioritarios asociados al control, trazabilidad, seguimiento y responsabilidad operacional.

La priorización confirma que las causas de mayor incidencia no se concentran únicamente en la cantidad de stock disponible, sino en la capacidad del proceso para interpretar, seguir y controlar el ciclo completo del repuesto.

En consecuencia, los focos que deben orientar la propuesta corresponden a la estandarización de parámetros de control, la integración de la trazabilidad documental, el seguimiento estructurado de reposición, la asignación visible de responsabilidades y la consulta operacional integrada del repuesto, estos elementos constituyen la base para formular una propuesta de mejora centrada en la gestión de repuestos como soporte directo del mantenimiento industrial.

2.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE REPUESTOS

La propuesta de mejora plantea estructurar un sistema de gestión operacional de repuestos para ENOTEC S.A., orientado a fortalecer el control del inventario, el seguimiento del ciclo del repuesto, la asignación de responsables por etapa y la integración de información mediante apoyo de software de inventario, en donde su alcance se concentra en los repuestos utilizados para servicios técnicos, actividades de mantenimiento, reposiciones internas y requerimientos asociados a clientes, sin constituir una implementación ejecutada ni el desarrollo informático de una plataforma propia.

El sistema propuesto responde a una necesidad operacional concreta, que es transformar los registros disponibles en información útil para decidir sobre disponibilidad, reposición, entrega y cierre de movimientos.

En la gestión actual, el repuesto puede contar con stock registrado, documentos de compra, confirmaciones de proveedor o validaciones físicas; sin embargo, cuando estos antecedentes no se encuentran integrados, la lectura de disponibilidad depende de consultas sucesivas entre bodega, compras y mantenimiento. Por ello, la mejora se orienta a organizar el ciclo del repuesto desde su identificación hasta su uso, reposición o actualización final.

La propuesta no se limita a aumentar la cantidad de repuestos almacenados ni a sustituir una planilla por una herramienta digital, sino que el foco se ubica en la gestión del componente como soporte del mantenimiento industrial, considerando que un repuesto puede encontrarse disponible, reservado, sin stock, en compra, en tránsito, pendiente de recepción o sujeto a validación.

Bajo esta lógica, la disponibilidad deja de interpretarse únicamente como cantidad existente en bodega y pasa a entenderse como una condición operacional asociada al stock, los parámetros de control, el estado del movimiento, el documento de respaldo y la función responsable de seguimiento.

En términos funcionales, la propuesta articula la participación de tres áreas principales, básicamente estas son mantenimiento o servicio técnico que actúa como origen del requerimiento y valida la necesidad técnica del componente; bodega mantiene la responsabilidad sobre la validación física, recepción, entrega y actualización del inventario; mientras que compras gestiona la reposición con proveedores nacionales o internacionales cuando el repuesto no se encuentra disponible, esta distribución no supone crear una estructura paralela, sino ordenar responsabilidades ya presentes en la operación bajo un flujo más trazable y controlado.

La propuesta se estructura sobre cuatro criterios de diseño; control del inventario, seguimiento del repuesto, asignación de responsables y apoyo mediante software de inventario, estos criterios se desprenden de las causas priorizadas, debido a que la parametrización incompleta exige mayor control, la trazabilidad distribuida requiere seguimiento formal de movimientos, la intervención de varias áreas demanda responsables visibles y la dispersión de información justifica el uso de un soporte que centralice la consulta operacional del repuesto.

La relación entre las causas priorizadas y las decisiones incorporadas en la propuesta se presenta en la tabla 10, esta relación permite observar cómo cada foco crítico se transforma en un componente concreto del sistema de gestión, manteniendo la orientación hacia mantenimiento, trazabilidad y disponibilidad de componentes.

Tabla 10. Relación entre causas priorizadas y criterios de diseño de la propuesta			
Causa priorizada	Criterio de diseño asociado	Decisión incorporada en la propuesta	Resultado operacional esperado
Parametrización incompleta del inventario	Control del inventario	Estandarizar campos mínimos para código, descripción, stock, mínimo, máximo, ubicación, estado y vigencia operacional.	Lectura más consistente de repuestos disponibles, críticos, excedentes o pendientes de revisión.
Trazabilidad documental distribuida	Seguimiento del repuesto	Registrar cada movimiento con fecha, tipo de operación, cantidad, documento asociado y responsable.	Reconstrucción más clara del ciclo de solicitud, entrega, compra, recepción, actualización y cierre.
Seguimiento de reposición no integrado	Seguimiento del abastecimiento	Asociar al repuesto estados de compra, confirmación, fabricación, transporte, recepción y actualización.	Mayor visibilidad de repuestos nacionales e internacionales pendientes de ingreso o disponibilidad.
Responsables operacionales poco visibles	Asignación de responsables	Vincular cada etapa del proceso con una función responsable: mantenimiento, bodega, compras o proveedor/transporte, según corresponda.	Menor dependencia de consultas informales y mayor control sobre operaciones pendientes.
Consulta operacional no integrada	Apoyo mediante software de inventario	Centralizar stock, estado, movimiento, documento, responsable y reposición en una base común de consulta.	Información compartida para decisiones de mantenimiento, bodega y compras.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis operacional de ENOTEC S.A. (2025).

La tabla 10 muestra que la propuesta se construye como una respuesta integrada a las causas priorizadas, en donde la parametrización del inventario se aborda mediante campos de control más consistentes; la trazabilidad documental se fortalece a través del registro formal de movimientos; la reposición se incorpora como un estado operativo sujeto a seguimiento; las

responsabilidades se vinculan a cada etapa del proceso; y el software de inventario se utiliza como soporte para centralizar información crítica.

De esta manera, la mejora no se plantea como una solución tecnológica aislada, sino como un sistema de gestión que ordena la relación entre repuesto, movimiento, documento, responsable y disponibilidad.

El control del inventario constituye el primer criterio de la propuesta, en donde su finalidad es asegurar que cada repuesto pueda ser consultado con información suficiente para interpretar su condición operacional, esto implica que el registro no solo indique una cantidad, sino que permita relacionar el stock con parámetros mínimos y máximos, ubicación, estado, vigencia y necesidad de revisión.

En una gestión orientada al mantenimiento, esta información resulta fundamental para distinguir entre un repuesto efectivamente disponible, un ítem bajo mínimo, un componente excedente o un registro que requiere validación antes de ser utilizado.

El seguimiento del repuesto corresponde al segundo criterio de diseño, donde cada movimiento debe quedar asociado a un evento reconocible dentro del ciclo operacional, como solicitud, reserva, entrega, compra, recepción, ajuste, actualización o cierre, esta lógica permite reconstruir la trayectoria del componente y reducir la dependencia de respaldos dispersos.

En la práctica, el seguimiento no solo entrega orden administrativo, sino que permite conocer si un repuesto solicitado para mantenimiento fue validado por bodega, si se encuentra en compra, si fue recepcionado o si ya fue entregado al área requirente.

El tercer criterio corresponde a la asignación de responsables, en este punto la gestión de repuestos involucra funciones distribuidas y, por ello, la trazabilidad no puede depender únicamente del documento asociado al movimiento.

La propuesta exige que cada etapa quede vinculada a una función responsable, de modo que sea posible identificar quién solicitó, validó, compró, recepcionó, actualizó o cerró la operación, esta asignación no implica crear nuevos cargos, sino formalizar responsabilidades operacionales que ya intervienen en el proceso y que requieren mayor visibilidad para efectos de control y seguimiento.

El cuarto criterio corresponde al apoyo mediante software de inventario, cuya función es integrar en una misma base de consulta la información del repuesto, sus movimientos, documentos, responsables y estados de reposición.

El software no constituye el núcleo de la propuesta, sino el medio que permite sostener la trazabilidad y la actualización del sistema de gestión, por tanto, su incorporación se justifica en la necesidad de reducir la dispersión de información y facilitar que mantenimiento, bodega y compras trabajen con una lectura común sobre la condición del componente.

En conjunto, la propuesta configura un sistema de gestión de repuestos orientado a mejorar la disponibilidad operacional y la trazabilidad del proceso, en donde su diseño se sostiene en la relación entre control, seguimiento, responsabilidad y soporte digital, permitiendo que el repuesto sea administrado como un elemento crítico para la continuidad del mantenimiento y no solo como un registro de inventario, esta definición establece la base para el rediseño operacional del proceso, donde se deberá representar cómo circula el requerimiento entre mantenimiento, bodega, compras y proveedor hasta su entrega, reposición, actualización o cierre.

2.3.1 Configuración operativa del sistema de gestión propuesto

La propuesta organiza la gestión de repuestos a partir de una unidad de control común, en donde el repuesto identificado, queda trazable y asociado a una condición operacional verificable, esta configuración responde a la necesidad de que cada componente pueda ser consultado no solo por su cantidad disponible, sino también por su estado, ubicación, movimiento, documentación asociada, condición de reposición y función responsable dentro del proceso.

En consecuencia, el sistema propuesto no se limita a consolidar registros, sino que establece una estructura de gestión que permite relacionar el inventario con las necesidades de mantenimiento, bodega y compras, bajo esta lógica, el repuesto deja de operar como un dato aislado dentro de una planilla y pasa a configurarse como un elemento de seguimiento operacional, esto significa que cada ítem debe contar con información mínima para responder preguntas críticas del proceso: qué repuesto es, dónde se encuentra, qué cantidad existe, cuál es su condición de disponibilidad, qué movimiento tuvo, qué documento lo respalda, quién intervino en la operación y cuál es su estado de reposición, esta estructura resulta especialmente relevante en ENOTEC S.A., debido a la coexistencia de repuestos nacionales, importados, estratégicos, de baja rotación y componentes sujetos a plazos diferenciados de abastecimiento.

La arquitectura operativa propuesta se compone de siete elementos integrados, comenzando por la ficha maestra del repuesto, control del inventario, estado operacional, registro de movimientos, seguimiento de reposición, responsabilidad asociada y soporte digital de inventario, estos elementos no funcionan como módulos independientes, sino como partes de una misma lógica de gestión, donde la información del repuesto se conecta con su uso, reposición y cierre operacional.

La figura presentada a continuación muestra esta configuración, este esquema sitúa al repuesto como núcleo de gestión y organiza alrededor de él los elementos necesarios para interpretar su disponibilidad y trazabilidad, esta interpretación permite diferenciar el sistema propuesto de una simple base de datos, ya que el énfasis se encuentra en la relación entre información técnica, control físico, movimiento documental, seguimiento de abastecimiento y responsabilidad operacional.

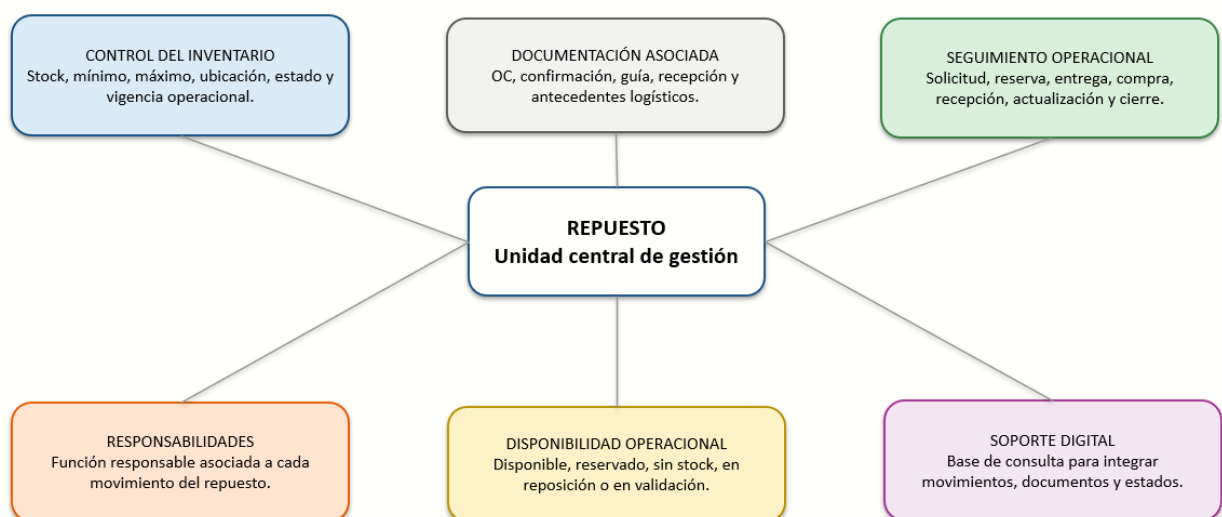


Figura 3.Arquitectura operativa del sistema de gestión de repuestos propuesto

Por lo tanto, la arquitectura propuesta permite que el repuesto sea gestionado desde una perspectiva operacional y no únicamente administrativa, es en este punto donde el control de inventario entrega criterios para interpretar el stock; el estado operacional permite distinguir si el componente se encuentra disponible, reservado, en reposición o pendiente de validación; el registro de movimientos aporta trazabilidad sobre entradas, salidas, compras, recepciones y ajustes; mientras que el seguimiento de reposición incorpora información clave para componentes nacionales e internacionales.

De este modo, el sistema propuesto busca que la disponibilidad sea evaluada como una condición dinámica, vinculada al ciclo real del repuesto, esta configuración también permite ordenar la participación de las áreas involucradas.

A su vez mantenimiento o servicio técnico se relaciona principalmente con la solicitud y validación de necesidad del componente; bodega concentra la validación física, entrega, recepción y actualización del inventario; compras gestiona la relación con proveedores, órdenes, confirmaciones y seguimiento de abastecimiento; y el proveedor o transporte aporta antecedentes logísticos cuando corresponde.

Por ello, la responsabilidad asociada no se plantea como una asignación personal permanente del repuesto, sino como la identificación de la función responsable en cada etapa del movimiento y quien está a cargo de dicho movimiento.

La tabla 11 detalla los componentes operacionales del sistema propuesto, su función dentro del proceso, la información requerida y las áreas que utilizan principalmente cada componente, esta organización permite visualizar cómo la propuesta transforma las causas priorizadas en elementos concretos de gestión.

Componente del sistema	Función operacional	Información requerida	Área usuaria principal
Ficha maestra del repuesto	Identificar el componente sin ambigüedad y mantener una base común de consulta para las áreas vinculadas.	Código, descripción, proveedor, marca, ubicación, unidad, familia, condición de inventario y vigencia operacional.	Bodega / mantenimiento
Control del inventario	Interpretar la condición del stock frente a parámetros de reposición, revisión o ajuste.	Stock actual, mínimo, máximo, ubicación, condición crítica, excedente, sin stock o pendiente de revisión.	Bodega / compras
Estado operacional del repuesto	Diferenciar la condición real del componente dentro del proceso de mantenimiento y abastecimiento.	Disponible, reservado, sin stock, en compra, en fabricación, en tránsito, recepcionado o pendiente de ingreso.	Mantenimiento / bodega
Registro de movimientos	Reconstruir el ciclo del repuesto y reconocer el efecto de cada operación sobre el inventario.	Solicitud, reserva, entrega, compra, recepción, ajuste, devolución, actualización, cierre, fecha, cantidad y documento asociado.	Bodega / compras / mantenimiento
Seguimiento de reposición	Controlar compras nacionales e internacionales desde el requerimiento hasta la recepción.	Orden de compra, proveedor, confirmación, plazo estimado, peso, dimensiones, transporte, recepción y estado de ingreso.	Compras / bodega
Responsabilidad asociada	Identificar la función que interviene en cada etapa del proceso y facilitar el seguimiento de operaciones pendientes.	Solicitante, validador, comprador, receptor, actualizador y responsable de cierre.	Mantenimiento / bodega / compras
Soporte digital de inventario	Integrar la información del repuesto en una base consultable, actualizable y trazable para las áreas involucradas.	Stock, estados, documentos, movimientos, responsables, observaciones de seguimiento y antecedentes de reposición.	Bodega / compras / mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 11 consolida los componentes que permiten materializar la propuesta en la operación, es en este punto en donde la ficha maestra cumple la función de identificar el repuesto y evitar ambigüedades en la consulta; el control del inventario entrega parámetros para interpretar la cantidad registrada; el estado operacional permite reconocer la condición real del componente; y el registro de movimientos aporta trazabilidad sobre las acciones que modifican el stock o la

disponibilidad, estos componentes son necesarios para que el inventario pueda utilizarse como soporte de mantenimiento y no solo como una base administrativa.

El seguimiento de reposición adquiere un rol crítico dentro del sistema propuesto, debido a que los repuestos nacionales e internacionales presentan plazos y condiciones de abastecimiento diferentes.

En consecuencia, la propuesta incorpora información de proveedor, orden de compra, confirmación, plazo estimado, transporte y recepción, de modo que compras y bodega puedan controlar el avance del abastecimiento, mientras mantenimiento dispone de una lectura más clara sobre la disponibilidad futura del componente.

La responsabilidad asociada complementa la trazabilidad del proceso, ya que permite identificar la función que interviene en cada etapa, esta condición resulta necesaria para reducir la dependencia de consultas informales y facilitar el seguimiento de solicitudes, compras, recepciones o entregas pendientes.

En este sentido, la propuesta no crea nuevas áreas ni cargos, sino que ordena responsabilidades existentes dentro del flujo operativo de repuestos.

A su vez el soporte digital de inventario se incorpora como elemento habilitante de la propuesta, cuyo valor no se encuentra en reemplazar el criterio operacional, sino en conectar información que actualmente puede encontrarse distribuida entre distintas fuentes, ya que al integrar stock, estados, documentos, movimientos y responsables, el sistema propuesto permite que bodega, compras y mantenimiento trabajen sobre una misma base de información, fortaleciendo el control, la trazabilidad y la disponibilidad de repuestos para las actividades de mantenimiento y servicio técnico.

2.3.2 Criterios de control del inventario

El control del inventario constituye uno de los componentes centrales de la propuesta, debido a que la gestión de repuestos no puede apoyarse únicamente en la cantidad registrada en el maestro.

En ENOTEC S.A., la existencia de 911 registros con dato de stock informado demuestra que la empresa dispone de una base cuantitativa relevante; sin embargo, los 734 registros sin mínimo y máximo completos evidencian que una parte importante del inventario no puede compararse de manera homogénea con parámetros de reposición, revisión o alerta, esta situación limita la lectura operacional del stock, especialmente cuando se requiere distinguir entre repuestos disponibles, componentes bajo mínimo, ítems excedentes, piezas estratégicas o registros que requieren validación antes de ser utilizados en mantenimiento.

La propuesta aborda esta brecha mediante la estructuración de una ficha integrada de repuesto, concebida como una unidad básica de control para el sistema de gestión, esta ficha no cumple solo una función de identificación, sino que permite asociar cada componente con sus parámetros de inventario, condición operacional, antecedentes de abastecimiento y trazabilidad mínima.

De esta forma, el registro deja de operar como una consulta aislada de stock y pasa a funcionar como una base de decisión para bodega, compras y mantenimiento.

El criterio de control considera que los repuestos administrados por ENOTEC S.A. presentan condiciones distintas de rotación, valor, origen y criticidad, por ejemplo, un componente nacional de reposición rápida no requiere el mismo tratamiento que una pieza importada con plazos prolongados, ni un repuesto estratégico de baja rotación puede evaluarse bajo la misma lógica que un ítem de consumo frecuente. Por ello, la propuesta incorpora campos que permiten diferenciar la condición del repuesto según disponibilidad, ubicación, nivel de stock, vigencia operacional, posibilidad de reposición y necesidad de revisión técnica.

La estructura mínima de la ficha integrada se presenta en la Tabla 12, en ella se organizan los grupos de información que permiten transformar el registro del repuesto en una herramienta de control operacional, vinculando identificación, inventario, condición de uso, abastecimiento y trazabilidad.

Tabla 12. Estructura mínima de la ficha integrada de repuesto

Grupo de información	Campos propuestos	Finalidad operacional
Identificación técnica	Código interno, código de proveedor, descripción, marca, familia o categoría.	Evitar ambigüedades en la solicitud, búsqueda, validación y compra del componente.
Control de inventario	Stock actual, mínimo, máximo, unidad de medida, ubicación y fecha de actualización.	Comparar existencias con parámetros de control, detectar riesgos de quiebre, sobrestock o necesidad de revisión.
Condición operacional	Estado de disponibilidad, vigencia, condición de reserva, obsolescencia o revisión técnica.	Determinar si el repuesto puede utilizarse, requiere validación, debe reservarse o necesita revisión antes de su uso.
Abastecimiento	Proveedor, origen nacional o internacional, plazo referencial, orden de compra asociada y confirmación de proveedor.	Controlar el tiempo de reposición y anticipar restricciones que puedan afectar la respuesta de mantenimiento.
Trazabilidad	Último movimiento, responsable, documento de respaldo y observación controlada.	Reconstruir el ciclo del repuesto y respaldar decisiones de entrega, compra, actualización o cierre.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 12 muestra que el control propuesto no se limita a completar campos administrativos, sino que organiza la información necesaria para interpretar la condición real del repuesto.

La identificación técnica evita errores en la solicitud o compra; los parámetros de inventario permiten comparar stock con niveles de control; la condición operacional define si el componente está disponible o requiere revisión; los antecedentes de abastecimiento permiten anticipar restricciones de reposición; y la trazabilidad entrega respaldo para comprender el último movimiento registrado.

En conjunto, estos grupos de información permiten que la consulta del repuesto tenga valor operativo para las áreas que intervienen en mantenimiento, bodega y compras, bajo esta lógica, la presencia de stock positivo no debe interpretarse automáticamente como disponibilidad inmediata, del mismo modo que un stock cero no siempre representa ausencia absoluta de respuesta.

Por lo tanto, un componente con stock registrado puede encontrarse reservado, pendiente de validación física o sujeto a revisión por obsolescencia; a su vez, un repuesto sin stock puede estar en proceso de compra, confirmado por proveedor o disponible en el mercado nacional en plazos breves, es por ello, que la propuesta incorpora la lectura del estado operacional como complemento del dato cuantitativo, permitiendo diferenciar entre existencia física, disponibilidad para uso y posibilidad de reposición.

El control del inventario también considera la detección de inconsistencias relevantes para la gestión, tales como los casos de stock cero con mínimo mayor a cero, ya que estos deben tratarse como alertas de revisión, ya que pueden reflejar quiebre real, desactualización del parámetro, falta de compra, baja vigencia operacional o necesidad de redefinir el mínimo establecido.

Los ítems bajo mínimo requieren evaluación de reposición o validación de criticidad, mientras que los repuestos sobre máximo pueden asociarse a sobrestock, decisiones estratégicas de resguardo o parámetros que deben actualizarse.

En estos casos, el sistema propuesto no resuelve automáticamente la decisión, pero sí permite hacer visible la condición para que bodega, compras y mantenimiento puedan evaluarla con información integrada.

De esta manera, el criterio de control del inventario fortalece la propuesta al establecer una base común para interpretar cada repuesto, el objetivo no es uniformar todos los componentes bajo una misma regla, sino disponer de información suficiente para distinguir su condición operacional y apoyar decisiones de uso, compra, reserva, ajuste o depuración.

2.3.3 Criterios de seguimiento operacional del repuesto

El seguimiento operacional del repuesto constituye el segundo criterio de la propuesta y se orienta a registrar los eventos que modifican la condición del componente dentro de la operación.

En ENOTEC S.A., la trazabilidad no depende únicamente de conservar documentos de respaldo, sino de vincular cada solicitud, validación, entrega, compra, recepción, actualización o cierre con un registro reconocible, fechado y asociado a una función responsable, por ende el repuesto deja de ser observado solo como una cantidad disponible en inventario y pasa a gestionarse como un componente que transita por distintas etapas operacionales.

La necesidad de este criterio se relaciona con la dispersión documental identificada en la gestión actual, ya que la información de un repuesto puede encontrarse en planillas, correos, documentos de compra, confirmaciones de proveedor o validaciones físicas en bodega, lo que dificulta reconstruir de manera inmediata su historial.

Por ello, el seguimiento propuesto no reemplaza los documentos formales de compra, recepción o despacho, sino que los vincula al registro del repuesto para que cada movimiento pueda ser consultado dentro de una misma secuencia operacional.

En el sistema propuesto, el seguimiento se estructura a partir de eventos mínimos de gestión, en donde un repuesto puede originarse en una solicitud de mantenimiento o servicio técnico, pasar por una validación de disponibilidad en bodega, quedar reservado para una intervención, ser entregado, activar una reposición, ingresar a un proceso de compra, ser confirmado por proveedor, recepcionarse físicamente y actualizarse en inventario, cada uno de estos eventos debe quedar asociado a fecha, cantidad, tipo de movimiento, documento de respaldo y responsable de ejecución o seguimiento.

La Figura 4 modela la secuencia de seguimiento operacional del repuesto dentro del sistema propuesto, representando las etapas mínimas que permiten transformar un requerimiento técnico en un movimiento trazable.

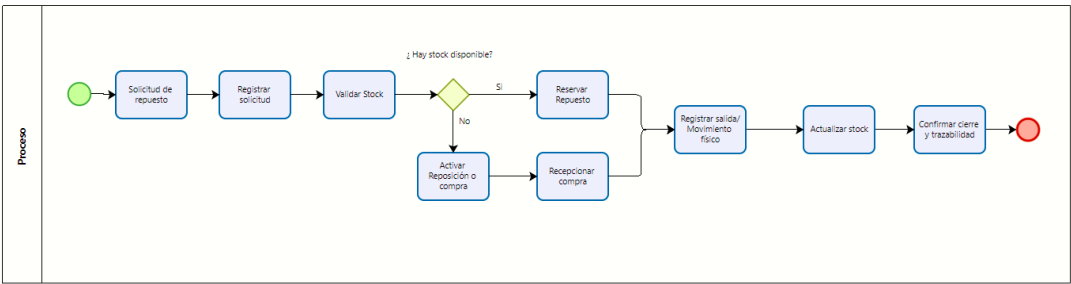


Figura 4. Secuencia de seguimiento operacional del repuesto

La Figura 4 ordena el seguimiento como una secuencia de eventos vinculados entre sí, esta estructura permite diferenciar una solicitud pendiente de una validación ya realizada, una reserva de una entrega efectiva, una compra iniciada de una reposición recepcionada y una actualización parcial de un movimiento cerrado.

La distinción es relevante porque, en la práctica, la disponibilidad de un repuesto puede cambiar antes de que el stock físico se modifique, por ejemplo, cuando el componente queda reservado para un servicio o cuando una reposición internacional se encuentra confirmada, pero aún no ha ingresado a bodega.

El seguimiento operacional también permite reducir la dependencia de observaciones libres o consultas informales, si cada evento se registra bajo una categoría definida, el historial del repuesto puede reconstruirse sin depender exclusivamente de correos, comentarios manuales o memoria del personal, esto resulta especialmente importante cuando intervienen varias áreas, ya que mantenimiento requiere conocer si el componente puede ser utilizado, bodega debe validar y actualizar la existencia física, y compras necesita controlar el estado de la reposición cuando el repuesto no se encuentra disponible.

La estructura de movimientos mínimos se presenta en la Tabla 13, esta tabla precisa los eventos que deben quedar incorporados en el sistema propuesto, junto con su descripción operacional, responsable principal y respaldo asociado , en donde su organización permite que el seguimiento del repuesto se materialice en registros comparables y no en anotaciones aisladas.

Tabla 13. Movimientos mínimos considerados en el sistema propuesto

Tipo de movimiento	Descripción operacional	Responsable principal	Documento o respaldo asociado
Solicitud de repuesto	Requerimiento emitido por mantenimiento o servicio técnico para atender una intervención, reposición interna o necesidad operativa.	Mantenimiento / servicio técnico reposición interna o necesidad operativa.	Mantenimiento
Validación de disponibilidad	Revisión del stock, ubicación, estado físico y condición de uso del repuesto.	Bodega	Registro de inventario, validación física y observación de estado cuando corresponda.
Reserva de repuesto	Separación o compromiso del componente para una intervención, cliente o servicio programado.	Bodega / mantenimiento	Registro de reserva, solicitud asociada u orden interna.
Entrega de repuesto	Salida del componente desde bodega hacia mantenimiento, servicio técnico o destino autorizado.	Bodega	Registro de salida, documento interno de entrega o respaldo de retiro.

Requerimiento de compra	Activación de la reposición cuando el repuesto no se encuentra disponible o requiere recuperación de stock.	Bodega / compras	Requerimiento de compra, solicitud interna u orden de reposición.
Compra o reposición	Gestión con proveedor nacional o internacional para obtener el componente requerido.	Compras	Orden de compra, cotización, confirmación de proveedor o antecedente de disponibilidad.
Recepción de repuesto	Ingreso físico y documental del componente a bodega.	Bodega	Guía, factura, documento logístico, confirmación de recepción o respaldo de ingreso.
Actualización de inventario	Modificación del stock, estado, ubicación o condición del repuesto posterior a una entrada, salida, ajuste o revisión.	Bodega / control de inventario	Registro actualizado en el soporte de inventario y observación controlada.
Cierre del movimiento	Confirmación de que la operación quedó documentada, actualizada y sin acciones pendientes.	Responsable definido según operación	Historial completo del movimiento, respaldo documental y observación de cierre.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 13 establece la base operativa para que la trazabilidad del repuesto sea verificable, en donde cada movimiento queda asociado a una acción concreta, a un responsable principal y a un respaldo documental, lo que permite seguir el componente desde su solicitud hasta su cierre.

La incorporación de la reserva como movimiento independiente resulta necesaria porque un repuesto físicamente disponible puede dejar de estarlo para otros requerimientos si ya se encuentra comprometido con una intervención específica, del mismo modo, separar la recepción de la actualización evita asumir que el ingreso físico del componente equivale automáticamente a una modificación correcta del inventario.

El seguimiento propuesto fortalece la gestión de mantenimiento porque permite reconocer el estado real del repuesto durante todo su ciclo, un componente solicitado puede estar pendiente de validación; un repuesto validado puede quedar reservado; una compra puede encontrarse emitida, confirmada o en tránsito; y una recepción puede requerir actualización antes de que el componente quede disponible para uso, esta lectura evita que la disponibilidad se interprete únicamente desde el stock registrado y permite que bodega, compras y mantenimiento trabajen sobre una secuencia común de información.

En consecuencia, el criterio de seguimiento operacional transforma la trazabilidad en una condición activa del sistema de gestión y su aporte no se limita a conservar antecedentes, sino a ordenar los movimientos que modifican la disponibilidad del repuesto y a relacionarlos con documentos, responsables y estados, en donde esta estructura entrega la base para el rediseño

operacional del proceso, donde la solicitud, validación, entrega, reposición, recepción, actualización y cierre deberán quedar integrados en un flujo único de gestión.

2.3.4 Asignación de responsables como criterio de control operativo

La asignación de responsables constituye un criterio central del sistema propuesto, debido a que la trazabilidad del repuesto no depende únicamente del documento asociado o de la cantidad registrada en inventario, sino también de la identificación de la función que interviene en cada etapa del proceso.

En la gestión de repuestos de ENOTEC S.A., un mismo componente puede pasar por solicitud técnica, validación de disponibilidad, entrega, reposición, recepción, actualización y cierre; por ello, cada movimiento requiere quedar asociado a un responsable operacional que permita dar seguimiento a la acción ejecutada y al estado resultante del repuesto.

La propuesta no considera la creación de nuevos cargos, sino la formalización de responsabilidades funcionales dentro del proceso, por ejemplo en mantenimiento o servicio técnico actúa como origen del requerimiento y valida la necesidad técnica del componente; bodega concentra la validación física, la entrega, la recepción y la actualización del inventario; compras gestiona la reposición con proveedores nacionales o internacionales; y el proveedor o transporte entrega información relevante sobre disponibilidad, fabricación, despacho o recepción, esta distribución permite ordenar funciones que ya intervienen en la operación, pero que requieren mayor visibilidad dentro del sistema de gestión.

La responsabilidad operacional se vincula directamente con el flujo del repuesto, ya que una solicitud sin responsable dificulta conocer el origen del requerimiento; una compra sin responsable de seguimiento limita la trazabilidad de la reposición; una recepción sin actualización afecta la confiabilidad del stock; y un movimiento sin cierre mantiene abierta una operación que puede generar diferencias posteriores entre inventario, documentación y disponibilidad.

Por esta razón, la propuesta incorpora una asignación funcional asociada a las etapas del proceso, como se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14. Responsabilidades funcionales asociadas al sistema propuesto

Etapa de gestión	Responsable principal	Responsabilidad operacional	Condición de control
Solicitud del repuesto	Mantenimiento / servicio técnico	Definir la necesidad técnica, la cantidad requerida y la oportunidad de uso del componente.	La solicitud debe quedar vinculada a un requerimiento, cliente, servicio, intervención o necesidad operativa.

Validación de disponibilidad	Bodega	Confirmar stock registrado, ubicación, estado físico y posibilidad de entrega o reserva.	La validación debe diferenciar disponibilidad real, reserva, necesidad de revisión física o falta de stock.
Decisión de entrega o reposición	Bodega / mantenimiento	Determinar si el repuesto se entrega, se reserva o se deriva a reposición.	La decisión debe quedar asociada al estado operacional del repuesto y al requerimiento que la origina.
Gestión de compra	Compras	Coordinar cotización, orden de compra, confirmación de disponibilidad y condiciones de abastecimiento.	Deben registrarse proveedor, orden de compra, plazo estimado, confirmación y condición de reposición.
Seguimiento logístico	Compras / proveedor / transporte	Controlar fabricación, despacho, tránsito, entrega estimada y antecedentes logísticos cuando corresponda.	El estado de reposición debe mantenerse visible hasta la recepción del componente.
Recepción y actualización	Bodega	Registrar el ingreso físico, validar cantidad, revisar documentación y actualizar stock o estado del repuesto.	La recepción debe vincularse con documento de respaldo, fecha de ingreso y stock resultante.
Cierre del movimiento	Bodega / función de control definida	Confirmar que la operación cuenta con registro, responsable, documento asociado y actualización correspondiente.	El movimiento debe quedar cerrado sin acciones pendientes de solicitud, compra, entrega, recepción o ajuste.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 14 ordena las responsabilidades funcionales que sostienen el sistema propuesto, en donde la solicitud queda asociada a mantenimiento o servicio técnico, porque desde esa función se origina la necesidad del componente; la validación y actualización se concentran en bodega,

debido a su relación directa con el control físico del inventario; y la reposición se asigna a compras, dado que esta función gestiona proveedores, órdenes y confirmaciones, esta distribución permite que cada etapa del proceso tenga un responsable reconocible, evitando que el seguimiento dependa únicamente de consultas informales entre áreas.

La asignación de responsables también fortalece el control de operaciones pendientes, ya que un repuesto solicitado puede quedar a la espera de validación; un componente sin stock puede activar una compra; una orden internacional puede requerir seguimiento logístico; y una recepción puede no quedar disponible para uso si no se actualiza el inventario.

En todos estos casos, la trazabilidad no se resuelve solo con registrar el movimiento, sino con identificar quién debe completar, validar o cerrar la acción correspondiente.

De este modo, la responsabilidad operacional se integra al sistema de gestión como un mecanismo de control, su aporte consiste en vincular cada movimiento con una función específica, permitiendo reconocer el estado del repuesto y la acción pendiente dentro del proceso, esta condición resulta especialmente relevante para repuestos importados, componentes estratégicos, piezas de baja rotación y solicitudes asociadas a servicios específicos, donde la falta de seguimiento puede afectar la oportunidad de respuesta del mantenimiento y la confiabilidad del inventario.

2.3.5 Apoyo mediante software de inventario

El apoyo mediante software de inventario constituye el componente que permite integrar la información necesaria para sostener el sistema de gestión de repuestos propuesto. Su función no se orienta al desarrollo de una plataforma informática propia, sino a disponer de un soporte de gestión capaz de centralizar datos, registrar movimientos, asociar documentos, visualizar estados y mantener responsables vinculados al ciclo operativo del repuesto.

En este sentido, el software actúa como medio habilitante para ejecutar los criterios de control, seguimiento y responsabilidad definidos en la propuesta.

El valor del soporte digital depende de la estructura operacional que lo antecede, si el repuesto no cuenta con una ficha integrada, estados de disponibilidad, movimientos trazables y responsables asociados, cualquier herramienta tecnológica tendería a reproducir la misma dispersión de información existente en la gestión actual.

Por ello, el software de inventario debe entenderse como un soporte para consolidar el sistema de gestión, no como una solución aislada. Su aporte principal se encuentra en transformar información distribuida en una base común de consulta para bodega, compras y mantenimiento.

En ENOTEC S.A., esta integración resulta relevante porque la consulta de un repuesto puede requerir revisar stock, ubicación, documentos de compra, confirmaciones de proveedor, estado de reposición y validaciones físicas, cuando estos antecedentes se mantienen separados, la

disponibilidad del componente se interpreta de manera parcial y el seguimiento queda condicionado a búsquedas manuales o consultas entre áreas.

El soporte digital propuesto permite reunir esos antecedentes bajo una misma lectura operacional, facilitando la identificación del estado real del repuesto y de las acciones pendientes para su entrega, reposición, recepción o cierre.

La Figura 5 representa la función integradora del software de inventario dentro del sistema de gestión propuesto, el esquema relaciona el registro del repuesto con sus movimientos, documentos, estados y responsables, mostrando cómo la información se consolida para apoyar decisiones de mantenimiento, abastecimiento y control de inventario.

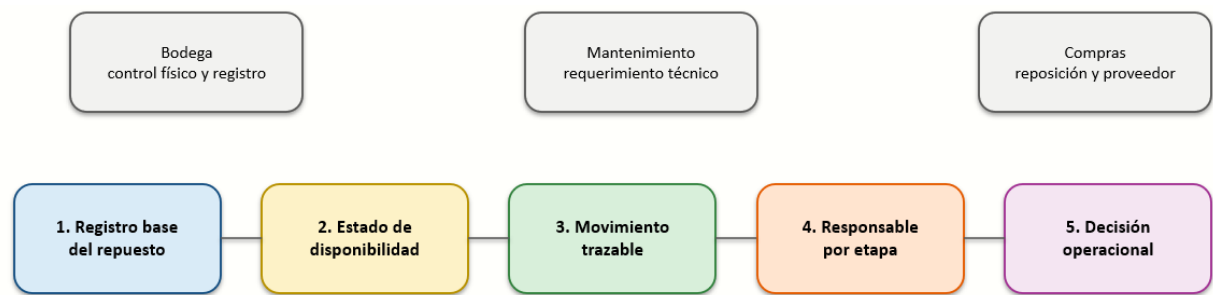


Figura 5 Función integradora del software de inventario en el sistema de gestión de repuestos

La Figura 5 muestra que el soporte digital no cumple una función independiente del sistema de gestión, sino que articula los elementos que permiten interpretar la condición operacional del repuesto.

La ficha identifica el componente; los parámetros de control permiten leer su nivel de stock; los movimientos explican cómo cambia su condición; la documentación respalda cada operación; los responsables permiten asignar seguimiento; y el estado de reposición entrega visibilidad sobre compras o abastecimientos en curso, esta integración permite que la consulta del repuesto no se limite a una cantidad registrada, sino que incorpore la información necesaria para decidir si el componente puede utilizarse, reservarse, comprarse, recepcionarse o mantenerse en seguimiento.

A continuación esto se puede desglosar de la siguiente manera:

Tabla 15. Función del software de inventario en el sistema de gestión de repuestos		
Información integrada	Función dentro del sistema	Decisión operacional que permite
Ficha del repuesto	Centraliza la identificación técnica y administrativa del componente.	Reconocer el repuesto correcto para solicitud, búsqueda, compra o entrega.

Stock y parámetros de control	Relaciona cantidad disponible con mínimos, máximos, ubicación y estado.	Determinar si el repuesto está disponible, bajo mínimo, excedente o pendiente de revisión.
Movimientos del repuesto	Registra solicitudes, reservas, entregas, compras, recepciones, ajustes y cierres.	Reconstruir el ciclo del componente y conocer su último estado operativo.
Documentación asociada	Vincula órdenes de compra, confirmaciones, guías, respaldos de recepción y antecedentes logísticos.	Verificar respaldo documental de compras, entregas, recepciones o reposiciones.
Responsables por etapa	Asocia cada evento con la función que interviene en la operación.	Identificar quién debe validar, comprar, recepcionar, actualizar o cerrar el movimiento.
Estado de reposición	Integra información de compra, confirmación, fabricación, transporte y recepción.	Anticipar disponibilidad futura y controlar repuestos nacionales o internacionales pendientes.

Fuente: Elaboración propia.

La función del software de inventario dentro de la propuesta puede ordenarse en cinco capacidades operacionales: consulta integrada, actualización de movimientos, visualización de estados, asociación documental y seguimiento de responsables, estas capacidades se relacionan directamente con las brechas identificadas en el análisis causal, debido a que permiten reducir la dispersión documental, mejorar la trazabilidad y entregar una base común de información para las áreas involucradas.

La Tabla 16 presenta dichas capacidades y su aplicación esperada en ENOTEC S.A.

Tabla 16. Capacidades requeridas del software de inventario como soporte de la propuesta

Capacidad requerida	Problema operacional que aborda	Aplicación esperada en ENOTEC S.A.
Consulta integrada del repuesto	Información distribuida entre planillas, correos, documentos de compra y validaciones físicas.	Visualizar en una sola consulta stock, ubicación, estado, documento asociado, responsable y condición de reposición.
Actualización de movimientos	Dificultad para reconstruir entradas, salidas, compras, recepciones, ajustes y cierres.	Registrar eventos del ciclo del repuesto con fecha, cantidad, tipo de movimiento, responsable y stock resultante.

Visualización de estados	Disponibilidad interpretada principalmente desde la cantidad registrada.	Distinguir entre disponible, reservado, sin stock, en compra, en fabricación, en tránsito, recepcionado o pendiente de validación.
Asociación documental	Documentos de compra, confirmaciones y respaldos logísticos no siempre vinculados al registro principal.	Relacionar orden de compra, confirmación de proveedor, guía, documento de recepción y antecedentes logísticos con el repuesto correspondiente.
Seguimiento de responsables	Responsables no siempre visibles por etapa del proceso.	Asociar solicitante, validador, comprador, receptor, actualizador y responsable de cierre a cada movimiento registrado.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 16 precisa el alcance del apoyo digital dentro de la propuesta, la consulta integrada permite reducir la dependencia de búsquedas en distintas fuentes; la actualización de movimientos fortalece la trazabilidad del ciclo del repuesto; la visualización de estados permite interpretar disponibilidad de forma operacional; la asociación documental vincula cada movimiento con su respaldo; y el seguimiento de responsables entrega mayor claridad sobre las acciones pendientes.

En conjunto, estas capacidades permiten que el software de inventario opere como soporte del sistema de gestión y no como un componente aislado, este criterio resulta especialmente importante para repuestos con plazos de abastecimiento prolongados, componentes importados, piezas estratégicas o solicitudes asociadas a servicios específicos.

En esos casos, la disponibilidad futura depende de información que no siempre se encuentra en el stock físico, como confirmaciones de proveedor, fabricación, transporte, recepción estimada o actualización pendiente. Al integrar estos antecedentes, el software permite que mantenimiento, bodega y compras trabajen con una misma lectura del componente, reduciendo incertidumbre y fortaleciendo la continuidad del servicio técnico.

De este modo, el apoyo mediante software de inventario cierra la estructura operativa de la propuesta, al conectar control, seguimiento y responsabilidades dentro de una base común de información.

La mejora no se sostiene únicamente en la herramienta digital, sino en la definición previa de qué datos deben controlarse, qué movimientos deben registrarse, qué estados deben visualizarse y qué responsables deben quedar asociados al proceso, bajo esta lógica, el soporte digital permite

materializar el sistema de gestión propuesto y preparar su representación operacional en el flujo de proceso.

2.3.6 Criterios funcionales del soporte digital para la gestión de repuestos

El apoyo mediante software de inventario se incorpora a la propuesta como un soporte funcional para integrar la información crítica del repuesto, sin constituir un desarrollo informático propio ni una selección comercial definitiva.

En el caso de ENOTEC S.A., la herramienta requerida debe permitir que los criterios de control, seguimiento y responsabilidad operacional definidos previamente se ejecuten sobre una base común de información, de manera que el repuesto pueda ser consultado no solo por su cantidad disponible, sino también por su ubicación, estado, historial de movimientos, responsable asociado y condición de abastecimiento.

En este contexto, Hilti ON!Track se utiliza como referente funcional, debido a que su plataforma web organiza la gestión de activos e ítems de cantidad mediante secciones orientadas a identificación, ubicación, usuarios responsables, reportes, administración y alertas, estas capacidades resultan pertinentes para el diseño propuesto, ya que permiten observar cómo una herramienta de inventario puede articular datos técnicos, localización, responsables, movimientos y avisos de reposición dentro de una misma lógica de gestión.

Por tanto, su incorporación en este apartado no tiene por finalidad recomendar una marca específica, sino reconocer funciones mínimas que debería cumplir el soporte digital requerido para la gestión de repuestos en ENOTEC S.A. (Hilti ON!Track, 2025).

Una primera capacidad relevante corresponde a la identificación y consulta de elementos registrados, en la sección Assets, ON!Track permite visualizar activos identificados mediante números de serie, códigos de barra o números de inventario, además de asociarlos a una ubicación base, un propietario o un usuario actual, esta lógica se relaciona directamente con la necesidad de ENOTEC S.A. de contar con repuestos identificables de forma inequívoca, vinculados a código interno, código de proveedor, descripción técnica, ubicación física y responsable asociado.

Tal como se observa en la figura, la consulta integrada de un elemento no se limita a su existencia en el sistema, sino que permite vincularlo con datos que apoyan su control, localización y seguimiento operacional.

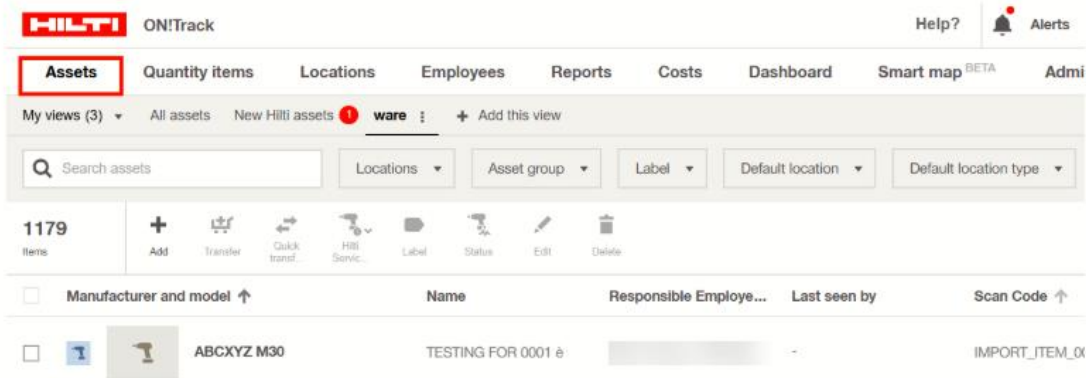


Figura 6. Referente funcional para la identificación y consulta de elementos registrados en software de inventario

Fuente: Hilti ON!Track (2025).

La función observada en la Figura 6 se vincula directamente con el criterio de control del inventario, debido a que una gestión de repuestos confiable requiere identificar cada componente sin ambigüedades y consultarlo con rapidez. En ENOTEC S.A., esta condición resulta relevante porque un mismo repuesto puede estar asociado a códigos internos, códigos de proveedor, marcas, descripciones técnicas o ubicaciones distintas. Por ello, la identificación única permite reducir errores de búsqueda, evitar confusiones entre componentes similares y fortalecer la relación entre el registro del repuesto, su ubicación física y su condición operacional.

Asimismo, la posibilidad de utilizar filtros de búsqueda constituye una capacidad funcional pertinente para bodega, compras y mantenimiento, ya que estas áreas requieren acceder a la información del repuesto desde criterios distintos, por ejemplo bodega necesita consultar ubicación, stock y estado; compras requiere identificar proveedor, código de compra o condición de reposición; mientras que mantenimiento o servicio técnico necesita confirmar si el componente se encuentra disponible para una intervención específica. De esta manera, la búsqueda integrada reduce la dependencia de revisiones manuales en planillas, correos o documentos separados, y permite que las áreas involucradas trabajen sobre una misma base de información.

Una segunda función relevante se relaciona con la administración de ítems por cantidad, en la sección Quantity Items de ON!Track permite controlar consumibles y materiales mediante identificadores únicos, búsqueda y filtros, lo que se aproxima a la lógica de los repuestos gestionados por stock, esta capacidad resulta aplicable al caso de ENOTEC S.A., debido a que no todos los componentes deben tratarse como activos unitarios; varios repuestos requieren control por cantidad disponible, niveles mínimos y máximos, frecuencia de uso, criticidad técnica o condición de reposición.

En este sentido, la Figura 7 se incorpora como referente visual para representar cómo una plataforma de inventario puede organizar ítems administrados por cantidad, permitiendo trasladar dicha lógica al control de repuestos dentro del sistema propuesto.

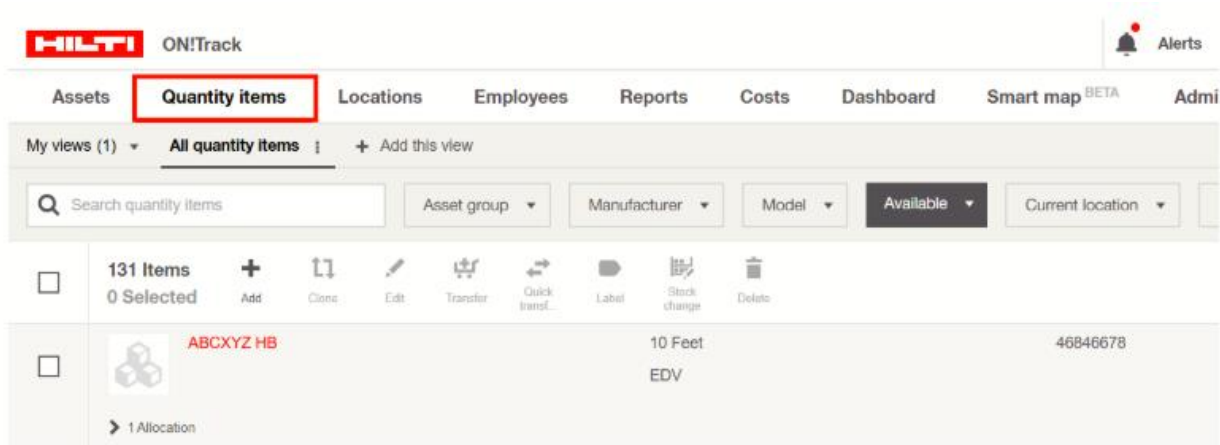


Figura 7. Referente funcional para la administración de ítems por cantidad en software de inventario

Fuente: Hilti ON!Track (2025).

La figura 7 permite reconocer que el soporte digital requerido por la propuesta debe ser capaz de administrar repuestos por cantidad, y no solo mediante identificación individual, esta distinción resulta relevante para ENOTEC S.A., ya que la gestión de repuestos exige controlar stock actual, niveles mínimos y máximos, condición crítica, excedentes, stock cero y componentes pendientes de reposición.

En este sentido, la administración de ítems por cantidad permite vincular el registro del repuesto con decisiones operacionales concretas, tales como activar reposición, revisar sobrestock, validar vigencia técnica o identificar componentes que requieren seguimiento por baja rotación.

La gestión de ubicaciones constituye una tercera función relevante dentro del soporte digital, en ON!Track, las ubicaciones se distinguen entre bodegas y sitios de trabajo, lo que permite reconocer dónde se almacenan, utilizan o asignan los elementos registrados, esta función se relaciona directamente con la propuesta para ENOTEC S.A., debido a que la disponibilidad de un repuesto no depende únicamente de que exista una cantidad registrada, sino también de su localización física y de su condición dentro del proceso, en donde un componente puede figurar en inventario, pero encontrarse reservado para una intervención, pendiente de ingreso físico, en tránsito, asignado a un servicio específico o sujeto a validación en bodega.

La Figura 8 incorpora este principio al mostrar la función de ubicaciones como referencia para el control físico y operacional del repuesto, su integración permite visualizar que la ubicación no opera como un dato aislado, sino como una condición necesaria para interpretar la disponibilidad real del componente y reducir diferencias entre stock registrado, stock físicamente disponible y repuestos comprometidos para requerimientos técnicos.

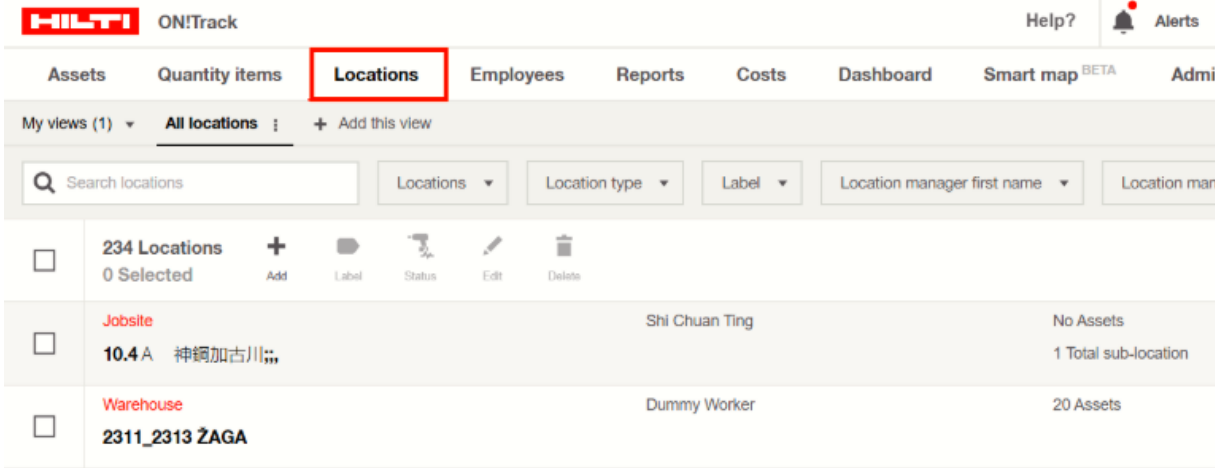


Figura 8. Referente funcional para la gestión de ubicaciones en software de inventario

Fuente: Hilti ON!Track (2025).

La Figura 8 permite observar que la ubicación del repuesto no constituye un dato dentro del sistema de gestión, sino una condición necesaria para interpretar su disponibilidad física y operacional.

En la propuesta para ENOTEC S.A., la ubicación debe vincularse con la bodega, zona de almacenamiento, destino operacional, condición de reserva o estado de ingreso, debido a que un componente registrado en inventario no siempre se encuentra disponible para uso inmediato, esta información permite que mantenimiento y bodega diferencien entre repuestos físicamente disponibles, componentes comprometidos para una intervención, ítems en tránsito, piezas pendientes de recepción y elementos que requieren validación antes de su entrega.

Una cuarta función relevante corresponde a la administración de usuarios, responsables y niveles de acceso, por ejemplo en la sección Employees, ON!Track esta permite gestionar empleados, roles, permisos y asignación de activos, lo que resulta pertinente como referente funcional para la propuesta de ENOTEC S, si bien el sistema propuesto no considera la creación de nuevos cargos, sí requiere que cada movimiento del repuesto quede asociado a una función responsable tal como se indica en la siguiente figura.

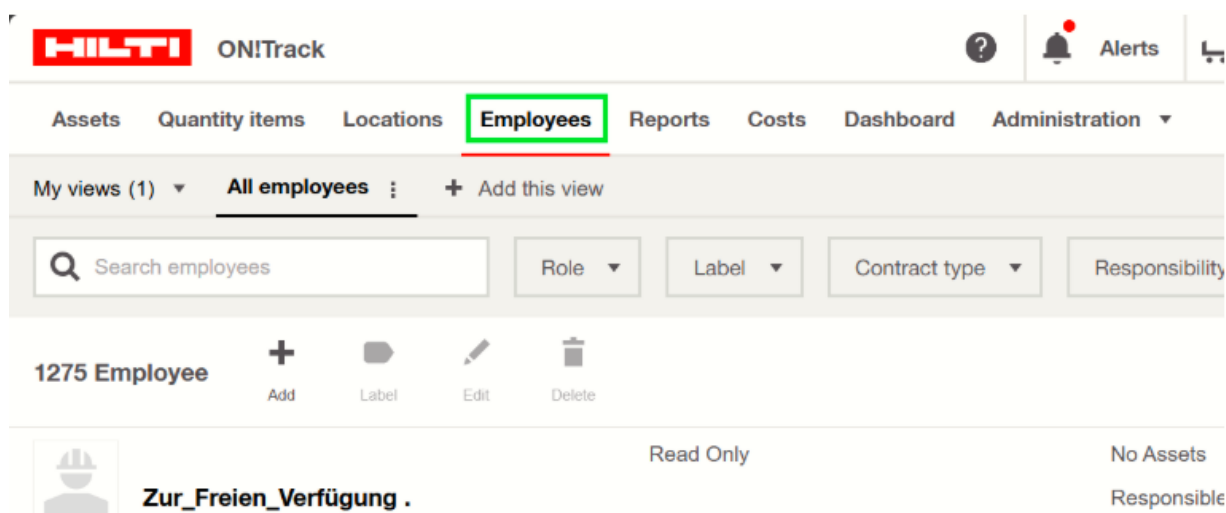


Figura 9.Referente funcional para los registros de trabajadores

Fuente: Hilti ON!Track (2025).

De este modo, el soporte digital debe permitir identificar quién solicita, valida, compra, recepciona, actualiza o cierra una operación, evitando que el seguimiento dependa exclusivamente de consultas informales entre áreas, esta función se relaciona directamente con la trazabilidad operacional, ya que la existencia de un documento o de un registro de stock no basta para reconstruir el ciclo completo del repuesto.

En la práctica, una solicitud pendiente, una compra en proceso, una recepción no actualizada o una entrega sin cierre requieren conocer qué área debe completar la acción correspondiente. Por ello, la asociación entre movimiento y responsable permite fortalecer el control del proceso, especialmente en repuestos importados, componentes estratégicos o solicitudes vinculadas a servicios específicos, donde la falta de seguimiento puede afectar la respuesta del mantenimiento.

En ON!Track, la sección Reports permite generar reportes predefinidos o personalizados sobre inventario, consumo, programación de servicios y costos, además de programar y compartir reportes de manera periódica. Para ENOTEC S.A., esta capacidad resulta aplicable en la generación de información operativa sobre stock disponible, repuestos bajo mínimo, ítems con stock cero, movimientos registrados, compras pendientes, repuestos en reposición y componentes con actualización pendiente tal como se presenta en la figura 10.

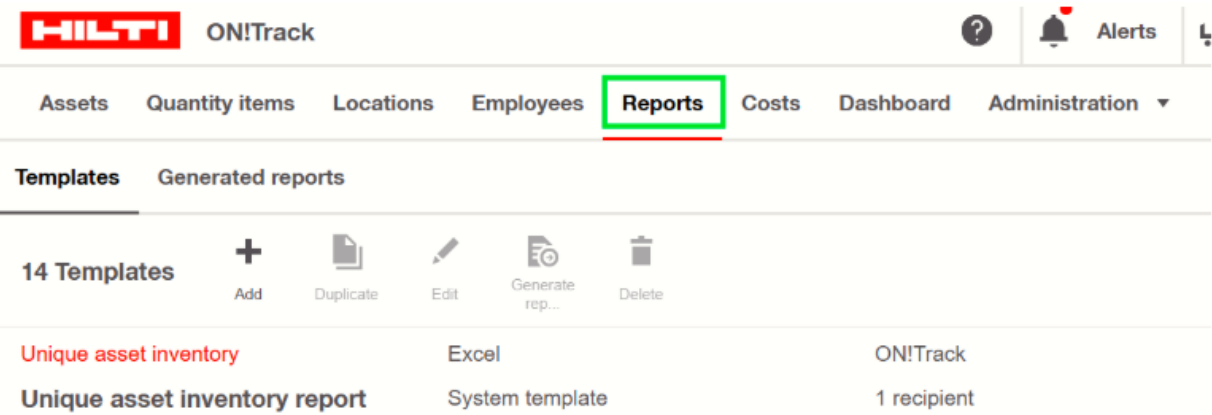


Figura 10.Referente funcional para los reportes

Fuente: Hilti ON!Track (2025).

En este sentido, la reportabilidad no se incorpora como una formalidad administrativa, sino como un mecanismo para transformar los registros del sistema en información útil para bodega, compras y mantenimiento, es en este punto que la incorporación de reportes también permite conectar la propuesta con la evaluación operacional posterior, debido a que los indicadores de exactitud del inventario, tiempo de búsqueda, disponibilidad de repuestos y trazabilidad de movimientos requieren fuentes de información ordenadas y consultables.

Así, el soporte digital no solo facilita la operación diaria del inventario, sino que también permite generar evidencia para controlar el desempeño del sistema de gestión propuesto, por ende la generación de reportes contribuye a que las decisiones de reposición, revisión de stock, seguimiento de movimientos y actualización documental se sustenten en datos consolidados, y no únicamente en revisiones manuales o antecedentes dispersos.

CAPÍTULO 3: **EVALUACIÓN OPERACIONAL DE LA PROPUESTA DE**
GESTIÓN DE REPUESTOS EN ENOTEC S.A.

3.1 Evaluación del control del inventario mediante exactitud del registro

El control del inventario se evalúa mediante la exactitud del registro, debido a que la propuesta de gestión de repuestos requiere que la información contenida en la ficha integrada represente de forma confiable la existencia física del componente en bodega.

En ENOTEC S.A., esta medición resulta relevante porque el diagnóstico evidenció que el maestro de repuestos posee una base amplia de información, con 911 registros que contienen stock informado; sin embargo, también presenta registros sin mínimos y máximos completos, ítems bajo mínimo, componentes sobre máximo y casos con stock cero pese a contar con un mínimo definido, esta condición muestra que el inventario no solo debe ser consultable, sino también verificable frente a la realidad física de la operación.

La exactitud del inventario permite determinar si el sistema propuesto fortalece el criterio de control definido para la gestión de repuestos, dicho criterio se sustenta en la ficha integrada del componente, la cual debe reunir datos de identificación, stock, ubicación, mínimo, máximo, estado operacional y fecha de actualización. Por esta razón, el indicador no mide únicamente si el repuesto existe físicamente, sino si la información registrada coincide con el componente disponible en bodega y puede ser utilizada por mantenimiento, compras y bodega para tomar decisiones de entrega, reposición, reserva o revisión.

La medición se estructura a partir del contraste entre el stock registrado y el stock físico validado, para que un ítem sea considerado coincidente, debe presentar correspondencia entre el código del repuesto, la ubicación registrada y la cantidad física observada, si existe diferencia de cantidad, ubicación no actualizada, identificación ambigua o registro desactualizado, el ítem se considera no coincidente, debido a que la información no entrega una base confiable para la gestión operacional.

$$\text{Exactitud del inventario (\%)} = \frac{\text{Ítems con coincidencia entre stock físico y stock registrado}}{\text{Total de ítems auditados}} \times 100$$

El resultado del indicador expresa el porcentaje de repuestos auditados cuya información coincide con la validación física, un valor alto indica que el registro del sistema representa adecuadamente la condición real de bodega, mientras que un valor bajo evidencia diferencias que pueden afectar la programación de mantenimiento, la decisión de compra, la entrega de componentes o la reposición de stock.

En este sentido, la exactitud del inventario funciona como una medida directa de la confiabilidad del sistema de gestión propuesto, cuya aplicación del indicador requiere revisar una muestra de repuestos físicos y contrastarla con la información registrada en la ficha integrada o en el soporte digital de inventario, esta revisión debe considerar ítems de distinta naturaleza, tales como repuestos con stock positivo, componentes con stock cero, ítems bajo mínimo, repuestos sobre máximo, piezas importadas, componentes estratégicos y elementos de baja rotación.

De esta forma, la medición no se limita a verificar componentes de fácil control, sino que incorpora aquellos casos donde la confiabilidad del registro adquiere mayor importancia para la operación.

Tabla 17. Evaluación del control del inventario mediante exactitud del registro

Elemento de evaluación	Dato requerido	Fuente de verificación	Función operacional
Identificación del repuesto	Código interno, código de proveedor, descripción y familia del componente.	Ficha integrada del repuesto o software de inventario.	Permite verificar que el ítem auditado corresponde efectivamente al componente registrado.
Stock registrado	Cantidad informada en el sistema o maestro de repuestos.	Registro de inventario actualizado.	Entrega la cantidad formal utilizada para decisiones de mantenimiento, bodega y compras.
Stock físico validado	Cantidad real observada en bodega.	Conteo físico del componente.	Permite contrastar el dato registrado con la existencia real disponible.
Ubicación del repuesto	Bodega, zona de almacenamiento o ubicación asignada.	Registro del sistema y validación física.	Permite verificar si el componente puede ser localizado oportunamente.
Condición operacional	Disponible, reservado, sin stock, pendiente de validación o en revisión.	Ficha del repuesto y observación de bodega.	Permite diferenciar existencia física de disponibilidad efectiva para uso.
Resultado de coincidencia	Coincide / no coincide.	Comparación entre registro y validación física.	Determina si el repuesto auditado aporta o no a la exactitud del inventario.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 17 permite ordenar la medición de exactitud considerando los datos que inciden directamente en el control del inventario, por lo cual la identificación del repuesto evita errores entre componentes similares; el stock registrado y el stock físico permiten verificar la consistencia cuantitativa; la ubicación permite evaluar si el componente puede ser encontrado sin búsquedas adicionales; y la condición operacional permite distinguir si el repuesto está disponible para uso inmediato o requiere reserva, revisión o actualización.

La interpretación del indicador debe vincularse con la capacidad del sistema para sostener decisiones de mantenimiento, ya que si la exactitud del inventario es alta, la ficha integrada y el registro de movimientos entregan una base confiable para definir entregas, reservas o reposiciones, en cambio, si la exactitud es baja, la propuesta no estaría logrando consolidar adecuadamente la información física y documental del repuesto, lo que obligaría a revisar la actualización de movimientos, la recepción de componentes, las salidas no registradas, la ubicación de bodega o los criterios de depuración del maestro.

Por lo tanto, este indicador también permite identificar la causa de las diferencias detectadas, ya que una variación entre stock físico y stock registrado puede deberse a salidas no actualizadas, recepciones pendientes de ingreso, errores de conteo, ajustes no documentados, duplicidad de códigos o ubicación incorrecta del componente. Por ello, la exactitud del inventario no debe entenderse solo como un porcentaje de cumplimiento, sino como una señal de control que permite localizar fallas en la gestión del repuesto y corregirlas desde bodega, compras o mantenimiento, según corresponda.

3.2 Evaluación de la consulta integrada mediante tiempo de búsqueda

La consulta integrada de información se evalúa mediante el tiempo de búsqueda del repuesto, debido a que una de las principales limitaciones de la gestión actual se encuentra en la dispersión de antecedentes entre planillas, correos, documentos de compra, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas en bodega.

En este contexto, el indicador permite determinar si el sistema propuesto mejora la rapidez con que bodega, compras y mantenimiento acceden a la información necesaria para decidir sobre uso, entrega, reposición o seguimiento de un componente, debido a que el tiempo de búsqueda no se entiende como la simple localización del código o descripción del repuesto, sino como el tiempo requerido para obtener una consulta operacional completa, esta consulta debe permitir conocer la identificación del componente, su stock registrado, ubicación, estado operacional, último movimiento, documento asociado, responsable de seguimiento y condición de reposición cuando corresponda.

De esta forma, el indicador evalúa la capacidad del sistema propuesto para integrar información crítica del repuesto y reducir la dependencia de búsquedas sucesivas en distintas fuentes, si bien el soporte mediante software de inventario adquiere relevancia en este indicador porque permite utilizar filtros de búsqueda, ubicación, estado, responsables y reportabilidad como medios para acceder a la información del repuesto en una misma base de consulta.

En ENOTEC S.A., esta capacidad resulta necesaria porque la disponibilidad de un componente no siempre puede interpretarse desde el stock registrado; también debe considerarse si el repuesto está reservado, en tránsito, pendiente de recepción, asociado a una compra o sujeto a

validación física, es por ello, una reducción del tiempo de búsqueda representa una mejora concreta en la oportunidad de respuesta del mantenimiento y del servicio técnico.

El indicador se calcula mediante la relación entre el tiempo total utilizado en las consultas y el número total de consultas realizadas.

$$\text{Tiempo promedio de búsqueda} = \frac{\text{Tiempo total utilizado en consultas}}{\text{Número total de consultas realizadas}}$$

El resultado se expresa en minutos por consulta, en donde un menor tiempo promedio indica que la información del repuesto se encuentra más integrada y accesible para las áreas involucradas, mientras que un mayor tiempo refleja persistencia de búsquedas manuales, registros incompletos o dependencia de fuentes documentales dispersas.

En este sentido, el indicador permite evaluar si la propuesta logra transformar la información del repuesto en una consulta operacional rápida y confiable, ya que para que la medición tenga valor evaluativo, la consulta debe considerar distintos tipos de repuestos y no limitarse a ítems de fácil localización.

La revisión debe incorporar componentes con stock disponible, repuestos sin stock, ítems bajo mínimo, elementos importados, repuestos en proceso de compra, componentes reservados y piezas con movimientos recientes, esta diversidad permite verificar si el sistema propuesto responde tanto a consultas simples como a casos donde la información suele requerir mayor trazabilidad documental y coordinación entre áreas.

Tabla 18. Criterios para evaluar el tiempo de búsqueda de información del repuesto

Elemento de consulta	Información requerida	Fuente de verificación	Incidencia en la evaluación
Identificación del repuesto	Código interno, código de proveedor, descripción, marca o familia.	Ficha integrada o software de inventario.	Permite ubicar el componente correcto sin ambigüedades.
Stock y ubicación	Cantidad registrada, bodega, zona de almacenamiento o ubicación asignada.	Registro del sistema y validación de bodega cuando corresponda.	Permite conocer la existencia inicial y la localización física del repuesto.
Estado operacional	Disponible, reservado, sin stock, en compra, en tránsito, recepcionado o pendiente de validación.	Ficha del repuesto y registro de estado.	Permite interpretar si el componente puede ser utilizado o requiere seguimiento.

Último movimiento	Solicitud, reserva, entrega, compra, recepción, ajuste, actualización o cierre.	Registro de movimientos.	Permite conocer el evento más reciente que modificó la condición del repuesto.
Documento asociado	Orden de compra, guía, confirmación de proveedor, respaldo de entrega o recepción.	Documentos vinculados al registro.	Permite respaldar la información consultada y evitar búsquedas externas.
Responsable asociado	Función que solicita, valida, compra, recepciona, actualiza o cierra.	Registro de responsables por etapa.	Facilita el seguimiento de acciones pendientes.
Condición de reposición	Proveedor, plazo estimado, confirmación, fabricación, transporte o recepción pendiente.	Seguimiento de reposición y antecedentes de compra.	Permite anticipar disponibilidad futura, especialmente en repuestos importados.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 18 establece los criterios que permiten distinguir una consulta completa de una consulta parcial, esta precisión es relevante porque una búsqueda rápida, pero incompleta, no mejora la gestión del mantenimiento si solo entrega el stock registrado y no permite conocer ubicación, estado, documento o responsable.

En consecuencia, el tiempo de búsqueda debe evaluarse sobre la capacidad del sistema para entregar información suficiente para la toma de decisiones, no únicamente sobre la velocidad de acceso a un dato aislado, en donde la interpretación del indicador debe considerar que la consulta integrada aporta valor cuando reduce la revisión manual de planillas, correos, documentos separados y validaciones físicas innecesarias. Si la información del repuesto se encuentra consolidada, bodega puede validar con mayor rapidez la existencia y ubicación del componente; compras puede revisar si existe reposición en curso; y mantenimiento puede confirmar si el repuesto está disponible, reservado o pendiente de ingreso.

De esta manera, el indicador permite evaluar el aporte del soporte digital al funcionamiento operativo de la propuesta, ya que un tiempo de búsqueda elevado evidenciaría que la información continúa fragmentada o que la ficha del repuesto no contiene los antecedentes necesarios para una consulta completa.

En ese caso, la revisión debe concentrarse en la calidad de los campos registrados, la vinculación de documentos, la actualización de estados, el uso de filtros de búsqueda y la asignación visible de responsables. Por el contrario, un tiempo de búsqueda reducido indicaría que

la propuesta permite acceder de manera más directa a la información crítica del repuesto, disminuyendo la dependencia de consultas informales entre bodega, compras y mantenimiento.

Por ende este indicador se vincula directamente con la gestión de mantenimiento porque la oportunidad de respuesta depende, en parte, de la rapidez con que se confirma la condición del componente requerido, ya que una búsqueda extensa puede retrasar la entrega de un repuesto, la activación de una compra o la programación de una intervención; en cambio, una consulta integrada permite tomar decisiones con mayor oportunidad, especialmente cuando el componente se encuentra en reposición, reservado para un servicio o sujeto a validación física.

Por ello, el tiempo de búsqueda constituye una medida concreta del desempeño del sistema propuesto en cuanto a acceso, integración y utilidad operacional de la información.

3.3 Evaluación del seguimiento de reposición mediante disponibilidad operacional

El seguimiento de reposición se evalúa mediante la disponibilidad operacional de repuestos, debido a que la propuesta no busca medir únicamente la cantidad existente en bodega, sino la capacidad del sistema para determinar si un requerimiento de mantenimiento puede ser atendido, reservado o controlado mediante una reposición visible.

En ENOTEC S.A., esta medición resulta relevante porque los repuestos presentan condiciones de abastecimiento distintas: algunos componentes pueden obtenerse desde proveedores nacionales en plazos breves, mientras que otros dependen de confirmaciones internacionales, fabricación, transporte y recepción posterior.

La disponibilidad operacional permite evaluar si el sistema propuesto entrega una lectura suficiente sobre el estado del repuesto, bajo esta lógica, un componente puede encontrarse disponible para entrega inmediata, reservado para una intervención específica, sin stock, en compra, confirmado por proveedor, en fabricación, en tránsito, recepcionado o pendiente de ingreso al inventario, esta distinción resulta necesaria porque un stock cero no siempre implica ausencia total de respuesta, del mismo modo que un stock positivo no garantiza disponibilidad efectiva si el repuesto se encuentra reservado, pendiente de validación o comprometido con otro requerimiento.

El indicador se vincula directamente con los estados operacionales definidos en la propuesta y con el seguimiento de reposición incorporado al sistema de gestión, cuya aplicación permite verificar si bodega, compras y mantenimiento disponen de información suficiente para reconocer cuándo un requerimiento puede ser atendido de manera directa, cuándo debe quedar sujeto a reserva y cuándo requiere seguimiento de abastecimiento. Por ello, la disponibilidad operacional se interpreta como una medida de capacidad de respuesta del sistema frente a necesidades reales de mantenimiento.

$$\text{Disponibilidad operacional (\%)} = \frac{\text{Requerimientos atendibles con stock, reserva o reposición controlada}}{\text{Total de requerimientos de repuestos evaluados}} \times 100$$

Para efectos de evaluación, un requerimiento se considera atendible cuando el repuesto se encuentra disponible para entrega, reservado para la intervención correspondiente o sujeto a una reposición controlada con información suficiente sobre proveedor, documento, plazo estimado y responsable de seguimiento. En cambio, se considera no atendible cuando el repuesto no posee stock, no cuenta con reposición activa, carece de estado definido o requiere validaciones adicionales que impiden confirmar su disponibilidad real.

La medición debe aplicarse sobre requerimientos de repuestos asociados a mantenimiento, servicio técnico o solicitudes operacionales internas, esta revisión debe incluir casos con distintas condiciones de abastecimiento, especialmente repuestos nacionales de rápida reposición, componentes importados, piezas estratégicas, ítems sin stock, repuestos bajo mínimo y componentes en proceso de compra.

De esta manera, el indicador permite evaluar si el sistema propuesto entrega visibilidad suficiente tanto para requerimientos simples como para casos sujetos a mayor incertidumbre logística.

Tabla 19. Condiciones de evaluación de la disponibilidad operacional de repuestos

Condición del requerimiento	Criterio de clasificación	Tratamiento en el indicador	Lectura operacional
Repuesto disponible	Existe stock validado, ubicación conocida y condición de uso confirmada.	Atendible.	Permite responder al requerimiento de manera directa.
Repuesto reservado	El componente se encuentra físicamente disponible, pero comprometido con una intervención, cliente o servicio definido.	Atendible para el requerimiento asociado.	Permite controlar el uso planificado y evitar doble asignación.
Repuesto en reposición controlada	Existe orden de compra, confirmación, plazo estimado, transporte o responsable de seguimiento.	Atendible bajo seguimiento.	Permite anticipar disponibilidad futura y planificar la intervención.

Repuesto sin stock ni reposición activa	No existe stock físico ni proceso visible de compra o reposición.	No atendible.	Representa riesgo para la respuesta de mantenimiento y requiere gestión de abastecimiento.
Repuesto con información insuficiente	No se identifica estado, ubicación, documento, responsable o condición de reposición.	No atendible hasta validación.	Requiere revisión antes de comprometer entrega, compra o intervención técnica.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 19 permite distinguir la disponibilidad operacional de una simple verificación de stock, ya que un repuesto físicamente disponible entrega capacidad inmediata de respuesta; un repuesto reservado permite controlar su asignación a una intervención específica; y un repuesto en reposición controlada permite planificar la respuesta aun cuando todavía no se encuentre en bodega.

En cambio, los casos sin stock ni reposición activa, o aquellos con información insuficiente, representan condiciones de riesgo porque no permiten confirmar si el requerimiento podrá ser atendido en un plazo compatible con la necesidad de mantenimiento.

La interpretación del indicador debe considerar que una disponibilidad operacional alta refleja que el sistema propuesto permite controlar adecuadamente la condición de los repuestos requeridos, esto significa que los componentes pueden ser entregados, reservados o seguidos mediante una reposición identificable.

Por el contrario, una disponibilidad baja evidencia que los requerimientos analizados dependen de información incompleta, reposiciones no visibles, estados desactualizados o ausencia de control sobre componentes críticos, este indicador también permite orientar decisiones de gestión, ya que cuando un requerimiento se clasifica como no atendible por falta de stock y ausencia de reposición activa, la acción esperada corresponde a iniciar compra, revisar mínimos y máximos o validar la criticidad del componente, no obstante , si el requerimiento se clasifica como no atendible por información insuficiente, la acción debe concentrarse en actualizar el estado del repuesto, verificar ubicación, asociar documentos o identificar responsable de seguimiento, en ambos casos, la disponibilidad operacional permite transformar una condición de incertidumbre en una decisión concreta de mantenimiento, bodega o compras.

En términos de evaluación de la propuesta, este indicador permite verificar si los estados operacionales y el seguimiento de reposición cumplen su función dentro del sistema de gestión.

3.4 Evaluación de la trazabilidad del ciclo del repuesto mediante movimientos completos

La trazabilidad del ciclo del repuesto se evalúa mediante la completitud de los movimientos registrados, debido a que la propuesta requiere que cada operación asociada al componente pueda ser reconstruida desde su origen hasta su cierre.

En ENOTEC S.A., esta medición resulta relevante porque la gestión actual conserva antecedentes en planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor y validaciones físicas, pero no siempre permite visualizar en una misma secuencia qué ocurrió con el repuesto, quién intervino, qué cantidad fue afectada, qué documento respalda la acción y en qué estado quedó el componente después del movimiento.

El indicador permite verificar si el sistema propuesto fortalece el seguimiento operacional definido para la gestión de repuestos, ya que un movimiento no debe considerarse trazable solo porque exista un documento asociado o una anotación en el registro, sino cuando contiene la información mínima necesaria para reconstruir su ciclo: fecha, tipo de movimiento, identificación del repuesto, cantidad afectada, documento de respaldo, responsable, estado posterior y condición de cierre, esta estructura resulta fundamental para solicitudes, reservas, entregas, compras, recepciones, actualizaciones y ajustes, debido a que cada una de estas operaciones modifica la disponibilidad, ubicación o condición operacional del componente.

La trazabilidad de movimientos se calcula mediante la relación entre los movimientos que cuentan con registro completo y el total de movimientos revisados.

$$\text{Trazabilidad de movimientos (\%)} = \frac{\text{Movimientos con registro completo}}{\text{Total de movimientos revisados}} \times 100$$

Para efectos de evaluación, un movimiento se considera completo cuando permite identificar qué acción se realizó, sobre qué repuesto, en qué fecha, con qué cantidad, bajo qué respaldo documental, por qué responsable y con qué estado posterior, si alguno de estos elementos no se encuentra disponible, el movimiento debe clasificarse como parcialmente trazable, debido a que no permite reconstruir con suficiente confiabilidad el historial operativo del componente.

La medición debe aplicarse sobre movimientos representativos del ciclo de gestión de repuestos, incluyendo solicitudes de mantenimiento, validaciones de bodega, reservas, entregas, requerimientos de compra, órdenes de reposición, recepciones, actualizaciones y cierres, esta diversidad permite evaluar si la trazabilidad funciona en operaciones simples, como una entrega desde bodega, y también en operaciones más complejas, como compras internacionales, repuestos en tránsito o recepciones pendientes de actualización.

Tabla 20. Campos de evaluación para considerar trazable un movimiento de repuesto		
Campo de evaluación	Información requerida	Función dentro de la trazabilidad
Fecha del movimiento	Día en que se realizó la solicitud, validación, reserva, entrega, compra, recepción, actualización o cierre.	Ordena la secuencia temporal del repuesto y permite reconstruir su historial.
Tipo de movimiento	Solicitud, validación, reserva, entrega, compra, recepción, ajuste, actualización o cierre.	Identifica la acción que modificó la condición operacional del componente.
Identificación del repuesto	Código interno, código de proveedor, descripción o identificador único.	Evita confusiones entre componentes similares o equivalentes.
Cantidad afectada	Cantidad solicitada, entregada, reservada, comprada, recepcionada o ajustada.	Permite relacionar el movimiento con el stock resultante.
Documento asociado	Orden de compra, guía, confirmación de proveedor, respaldo de entrega, recepción, correo o antecedente logístico.	Entrega sustento documental a la operación registrada.
Responsable asociado	Función que ejecuta o da seguimiento al movimiento: mantenimiento, bodega, compras, proveedor o transporte.	Permite asignar seguimiento y resolver acciones pendientes.
Estado posterior del repuesto	Disponible, reservado, sin stock, en compra, en tránsito, recepcionado, pendiente de validación o cerrado.	Permite conocer la condición del componente después del movimiento.
Cierre u observación controlada	Confirmación de operación cerrada o acción pendiente identificada.	Evita que existan movimientos abiertos sin seguimiento definido.
Fuente: Elaboración propia.		

La tabla 20 permite evaluar la trazabilidad desde una perspectiva operacional y no solo documental, por ejemplo, la fecha y el tipo de movimiento ordenan el historial del repuesto; la identificación y cantidad afectada permiten relacionar la operación con el inventario; el documento asociado respalda la acción realizada; el responsable permite asignar seguimiento; y el estado posterior muestra cómo quedó el componente luego del movimiento.

De esta manera, el indicador permite verificar si el sistema propuesto transforma cada evento del ciclo del repuesto en información útil para mantenimiento, bodega y compras.

Una trazabilidad alta evidencia que los movimientos pueden reconstruirse sin depender de consultas informales o revisión de fuentes dispersas, esto significa que el sistema permite conocer si un repuesto fue solicitado, validado, reservado, entregado, comprado, recepcionado, actualizado o cerrado, manteniendo asociado el respaldo documental y la función responsable.

En cambio, una trazabilidad baja indica que el ciclo del repuesto continúa fragmentado, ya sea por ausencia de documentos vinculados, falta de responsable visible, movimientos sin cierre o estados posteriores no actualizados, este indicador también permite identificar dónde se originan las debilidades del seguimiento, ya que si los movimientos carecen de documento asociado, el problema se concentra en la integración documental; si falta responsable, la dificultad se relaciona con la asignación funcional; si no existe estado posterior, la brecha se ubica en la actualización del inventario; y si el cierre no queda registrado, la operación permanece abierta y puede generar diferencias futuras entre stock, disponibilidad y documentación.

Por ello, la trazabilidad de movimientos no solo mide cumplimiento, sino que permite orientar acciones correctivas específicas dentro del sistema de gestión.

En términos operacionales, la propuesta se considera favorable cuando el historial del repuesto puede reconstruirse desde la solicitud hasta el cierre del movimiento, esta condición resulta especialmente importante para repuestos asociados a servicios técnicos, compras nacionales o internacionales, componentes reservados para intervenciones, recepciones pendientes de actualización y piezas estratégicas de baja rotación.

En estos casos, la trazabilidad permite conocer no solo dónde está el repuesto, sino también qué ocurrió con él, quién intervino y qué acción queda pendiente.

CONCLUSIÓN

La investigación permitió establecer que la gestión de repuestos en ENOTEC S.A. no presenta una ausencia total de control, sino una condición operacional más específica, ya que la empresa cuenta con registros, responsables funcionales y antecedentes documentales, pero estos se encuentran distribuidos entre planillas, documentos de compra, correos, confirmaciones de proveedor, consultas internas y validaciones físicas en bodega, esta forma de gestión permite sostener la operación diaria, aunque limita la capacidad de consultar con rapidez la disponibilidad real de un componente, reconstruir su historial de movimientos y reconocer con claridad qué función intervino en cada etapa del proceso.

En una empresa vinculada a servicios técnicos, mantenimiento y comercialización de componentes industriales, esta situación adquiere relevancia porque la disponibilidad del repuesto incide directamente en la oportunidad de respuesta frente a requerimientos internos y de clientes.

En relación con el primer objetivo específico, el análisis de la situación actual permitió identificar brechas concretas en el control del inventario, la trazabilidad y la disponibilidad de componentes para mantenimiento, en donde el diagnóstico del maestro de repuestos evidenció una base documental amplia, compuesta por 1.038 registros, de los cuales 911 cuentan con dato de stock informado, sin embargo, solo 304 registros poseen mínimos y máximos definidos de manera conjunta, mientras que 734 no presentan ambos parámetros completos. Además, se identificaron 243 ítems con stock cero, 82 bajo mínimo, 68 sobre máximo y 54 con stock cero pese a contar con mínimo mayor a cero, estos resultados muestran que la empresa dispone de información útil, pero no siempre suficiente para anticipar reposiciones, revisar sobrestock, distinguir criticidad o validar disponibilidad operacional de manera homogénea.

El análisis también permitió concluir que la disponibilidad de repuestos no puede evaluarse únicamente desde la cantidad registrada en inventario. En ENOTEC S.A. existen componentes nacionales que pueden obtenerse en plazos breves, repuestos internacionales sujetos a confirmación de proveedor, piezas que pueden requerir fabricación especial, elementos de baja rotación y repuestos estratégicos mantenidos por criticidad técnica, es por ello, que la disponibilidad debe interpretarse como una condición operacional que integra stock, ubicación, estado del repuesto, plazo de abastecimiento, documentación asociada y responsable de seguimiento, esta comprensión resulta clave para evitar decisiones basadas solo en el dato de stock, especialmente cuando el componente puede estar reservado, en tránsito, pendiente de recepción o sujeto a validación física.

Respecto del segundo objetivo específico, se diseñó una propuesta de mejora orientada a estructurar un sistema de gestión de repuestos basado en criterios de control, seguimiento operacional, asignación de responsables y apoyo mediante software de inventario.

La propuesta no se reduce a reemplazar una planilla ni a incorporar una herramienta digital de manera aislada; su aporte consiste en ordenar el ciclo del repuesto desde su identificación hasta su entrega, reposición, actualización o cierre. Para ello, se definieron elementos funcionales como la ficha integrada del repuesto, los estados de disponibilidad, el registro de movimientos, el seguimiento de reposición, la matriz de responsabilidades y el soporte digital como medio de integración de la información.

Por ende, este responde directamente a las causas priorizadas en el análisis causal, ya que la parametrización incompleta del inventario se aborda mediante campos mínimos de control; la trazabilidad documental distribuida se enfrenta mediante el registro formal de movimientos; el seguimiento de reposición no integrado se ordena mediante estados de abastecimiento; la baja visibilidad de responsables se corrige mediante la asignación funcional por etapa; y la consulta operacional no centralizada se aborda mediante un soporte digital que permita integrar stock, ubicación, documentos, responsables y estados del repuesto.

El apoyo mediante software de inventario se justifica como una solución cuya función es permitir que la información crítica del repuesto pueda ser consultada, actualizada y seguida desde una base común, incorporando identificación única, administración por cantidad, ubicación física, responsables, reportes y alertas asociadas a mínimos, stock cero o reposición pendiente.

De este modo, el soporte digital permite transformar antecedentes dispersos en información operacional útil para la toma de decisiones, siempre que exista previamente una estructura de control, seguimiento y responsabilidad definida.

En cuanto al tercer objetivo específico, la propuesta quedó evaluada mediante indicadores operacionales vinculados a la gestión de mantenimiento, tales como la exactitud del inventario, tiempo de búsqueda de información, disponibilidad operacional de repuestos y trazabilidad de movimientos, estos indicadores permiten verificar si el sistema propuesto mejora la confiabilidad del registro, reduce la dependencia de búsquedas manuales, permite interpretar la disponibilidad real de los componentes y fortalece el seguimiento del ciclo del repuesto.

La exactitud del inventario evalúa la coincidencia entre stock físico y registro; el tiempo de búsqueda mide la oportunidad de acceso a información completa; la disponibilidad operacional permite clasificar requerimientos atendibles mediante stock, reserva o reposición controlada; y la trazabilidad verifica si cada movimiento queda asociado a fecha, cantidad, documento, responsable, estado posterior y cierre.

A partir de lo desarrollado, se concluye que el objetivo general del trabajo se cumple, puesto que se desarrolló una propuesta de mejora para la gestión de repuestos en ENOTEC S.A., orientada a fortalecer el control del inventario, la trazabilidad y la disponibilidad de componentes utilizados en mantenimiento industrial.

La propuesta permite avanzar desde una gestión sustentada principalmente en registros manuales, validaciones físicas y fuentes documentales distribuidas, hacia un sistema más estructurado, donde cada repuesto puede ser identificado, controlado, ubicado, seguido y asociado a responsables definidos, esta mejora resulta pertinente para la operación de ENOTEC S.A., porque fortalece la capacidad de respuesta ante requerimientos técnicos, reduce incertidumbre sobre la disponibilidad y entrega una base de información más confiable para bodega, compras y mantenimiento.

Por lo tanto, el trabajo evidencia que la gestión de repuestos debe abordarse como un proceso operacional vinculado directamente al mantenimiento industrial, y no solo como una actividad administrativa de inventario, ya que la disponibilidad de componentes depende de la calidad del registro, de la trazabilidad de sus movimientos, del seguimiento de reposición y de la claridad de responsabilidades.

REFERENCIAS

- Anthropic. (2026). *Claude* (Versión Claude 3.5 Sonnet) [Modelo de lenguaje utilizado para mejorar la fluidez y claridad de los argumentos presentados en la secciones estipuladas]
- ENOTEC S.A. (2025). *Maestro de repuestos de ENOTEC S.A.*
- ENOTEC S.A. (2025). *Antecedentes operacionales del proceso actual de gestión de repuestos*
- ENOTEC S.A. (2025). *Antecedentes internos sobre tiempos de reposición, abastecimiento nacional e internacional y trazabilidad de repuestos*
- ENOTEC S.A. (2025). *Registros internos de inventario, validaciones físicas, documentos de compra y confirmaciones de proveedor*
- Hilti Corporation. (2025). ON!Track: Software de gestión de activos e inventario.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015 Quality management systems Requirements.
- International Organization for Standardization. (2024). ISO 55000:2024 Asset management Vocabulary, overview and principles.
- Wireman, T. (2008). MRO inventory and purchasing: Maintenance strategy series (Vol. 2). Industrial Press.
- Zhang, S., Huang, K., & Yuan, Y. (2021). Spare parts inventory management: A literature review. *Sustainability*, 13(5), 2460.