

Plan integral de mejoramiento del proceso de almacenamiento y distribución de inventarios de materias primas e insumos en Avícola El Madroño S.A., sede Cartagena.

Samuel Zabaleta Suarez

Director

William Eduardo Vargas Ruíz

Máster en Dirección de Operaciones y Calidad

Tutor

María Camila Vergara

Jefa de Almacén y Compras

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Cartagena de Indias

2026

Dedicatoria

Principal y primordialmente a Dios, por darme las fuerzas necesarias en todo momento, por sostener mi camino en los días de mayor cansancio y permitirme llegar con salud y sabiduría en cada paso hasta la meta de este largo recorrido.

A mi padre y a mi madre, por ser mi cimiento y mi mayor soporte. Gracias por su amor inagotable, por sus sacrificios y por formarme desde el día en que nací preparándome para alcanzar este momento. Este logro es el reflejo de todo lo que ustedes son.

A mis hermanos y a mi cuñado, por su compañía incondicional. Gracias porque, con su apoyo constante, me demostraron una vez más las verdaderas razones por las cuales hay que valorar, cuidar y querer a la familia por encima de cualquier cosa. Gracias por ser mi equipo inquebrantable.

A mi mejor amigo, Camilo Cabrera, quien en todo momento trabajó como mi líder creyendo en mí y pedaleando a mi lado en las buenas y en las malas. Fuiste un elemento puro y vital para la satisfactoria culminación de esta gran etapa universitaria. Gracias por la verdadera hermandad.

A mi gran amiga, Lucero Quintero. Llegaste en la recta final, y sin querer, te convertiste en una fuerza omnipresente que me sostuvo en cada segundo de redacción y en cada madrugada de cansancio. Fuiste la calma, el aliento y mi armadura fundamental para consolidar mi último escalón como persona y profesional. Gracias por llegar en el momento exacto.

Y por último, a mis amigos del camino, aquellos con los que compartí aulas, largas noches de estudio, risas y momentos de frustración. Gracias por hacer de esta travesía universitaria una experiencia perpetua.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, por abrirme sus puertas y ser mi alma máter. Gracias por brindarme una formación académica integral, exigente y de calidad, que hoy me permite dar este importante paso profesional con orgullo y compromiso.

A mi director de proyecto, el ingeniero William Eduardo Vargas Ruíz, por su paciencia, orientación y sabiduría. Gracias por guiar mi proceso investigativo, por cada retroalimentación precisa y por compartir su experiencia, la cual fue vital para la materialización y éxito de este trabajo de grado.

A mi tutora, Maira Vergara., por su acompañamiento constante, su disposición para escuchar y sus valiosos consejos a lo largo de este proyecto.

A la empresa Avícola El Madroño S.A.S., por confiar en mí y permitirme desarrollar este proyecto de mejora en sus instalaciones. Gracias por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para poner en práctica mis conocimientos.

A mis compañeros de trabajo en la compañía: Alberto, César, Manuel, Rafael, Diego, Jorge y Edurnes. Gracias por acogerme desde el primer día, por su colaboración incondicional y por hacer que mi etapa de práctica empresarial fuera una experiencia mucho más amena, enriquecedora y llena de aprendizajes diarios.

A todos los profesores de la Escuela, que a lo largo de estos años aportaron intelectual y humanamente en mi desarrollo académico. Cada clase, cada consejo y cada exigencia forjaron al profesional que soy hoy.

Contenido	
Introducción	16
Cumplimiento de objetivos	17
1. Generalidades del proyecto	17
1.2 Planteamiento del problema.....	17
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Alcance del proyecto	20
2. Identificación de la empresa.....	20
2.1 Razón social	20
2.2 Localización	20
2.3 Objeto social	22
2.4 ¿Quiénes somos?.....	22
2.5 Portafolio de productos	23
2.6 Mercados que atiende	23
2.7 Proveedores	23
2.8 Mapa de procesos.....	24
2.9 Compras	25
2.9.1 Identificación de la necesidad (áreas usuarias)	25
2.9.2 Solicitud/Requisición de compra interna	25
2.9.3 Revisión y planificación de Compras	26
2.9.4 Búsqueda, evaluación y selección de proveedores	26
2.9.5 Emisión y aprobación de la Orden de Compra Comercial (OCC)	26

2.9.6 Recepción física y control de calidad	26
2.9.7 Registro en ERP Siesa y ubicación en almacén	27
2.9.8 Documentación, seguimiento y evaluación de proveedores	27
3. Marco de referencia.....	27
3.1 Marco teórico	27
3.1.1 Inventario	27
3.1.2 Gestión de inventario	28
3.1.3 Planeación de Requerimiento de Materiales	28
3.1.4 Gestión de Almacenamiento	29
3.1.5 Manual de Funciones	29
3.1.6 Manual de Procedimientos	29
3.1.7 Indicadores de Gestión	30
3.1.8 Plan de Mejoramiento vs. Plan Integral	30
4. Metodología	30
4.1 Etapa I – Identificación de la empresa y área de estudio	32
4.2 Etapa II – Diagnóstico logístico del estado actual (AS-IS)	33
4.3 Etapa III – Implementación de propuestas aprobadas	33
4.4 Etapa IV – Presentación de resultados y evaluación.....	34
5. Diagnóstico de la empresa	34
5.1 Descripción general del área del almacén.....	34
5.2 Análisis de infraestructura y áreas	35
5.2.1 Layout de los almacenes	36
5.3 Análisis de procesos	37
5.3.1 Gestión de inventarios	37

5.3.2 Proceso de planeación de requerimiento de materias primas	42
5.3.3 Proceso de gestión de inventarios	43
5.3.4 Proceso de gestión de almacenamiento	44
5.3.5 Alistamiento	46
5.4 Indicadores.....	47
5.4.1 Rotación de inventario	48
5.4.2 Exactitud del inventario	50
5.4.3 Nivel de servicio interno (atención de RQI)	51
5.5 Conclusión del análisis del estado inicial del Software	52
5.6 Diagrama Causa y Efecto.....	54
6. Formulación de propuestas de mejoramiento	55
6.1 Propuesta 1. Diseño de una clasificación ABC-XYZ para referencias de alta rotación y criticidad operativa.....	56
6.1.1 Objetivo de la propuesta	56
6.1.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta	56
6.2 Propuesta 2. Diseño de un programa de conteos cíclicos para el mejoramiento de la exactitud del inventario	57
6.2.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta	58
6.2.3 Plan de implementación.....	58
6.3 Propuesta 3. Diseño de políticas de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación	59
6.3.1 Objetivo de la propuesta	59
6.3.2 Fundamentación Teórica y Supuestos Operativos del Modelo.....	59
6.3.3 Formulación Matemática y Desarrollo Analítico.....	60
6.3.4 Criterios de Evaluación de Estados de Inventario	61

6.3.5 Integración Práctica y Proyección Operativa.....	62
6.4 Propuesta 4. Creación de un sistema de indicadores de evaluación y control de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno	62
6.4.1 Objetivo de la propuesta	62
6.4.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta	62
6.4.3 Plan de implementación	63
7. Ejecución y resultado de las propuestas implementadas.....	63
7.1 Implementación del sistema de clasificación ABC para referencias de alta rotación y criticidad	64
7.2 Pronóstico de demanda para la planeación del abastecimiento	68
7.2.1 Propósito del pronóstico	69
7.2.2 Recolección y estructuración de la información	69
7.2.3 Selección del método de pronóstico	70
7.2.4 Formulación matemática del modelo	71
7.2.5. Ejemplo de aplicación del modelo en una referencia de la hoja de cálculo	73
7.2.6 Validación cuantitativa del método	74
7.2.7 Aplicación del modelo a la tabla consolidada.....	75
7.2.8 Integración del pronóstico con el punto de reorden.....	76
7.2.9 Aporte de la propuesta y lineamientos de seguimiento.....	77
7.3 Implementación del programa de conteos cíclicos para el mejoramiento de la exactitud del inventario	77
7.3.1 Justificación cuantitativa del programa de conteos cíclicos.	77
7.3.2 Clasificación ABC y priorización de referencias críticas.	78
7.3.3 Selección de referencias con mayor impacto económico y operativo.	78
7.3.4 Definición de frecuencias de conteo por nivel de criticidad.....	78

7.3.5 Parámetros operativos para la ejecución del conteo cíclico.....	79
7.3.6 Resultados esperados de la implementación del programa.....	79
7.3.7 Contribución esperada a la eficiencia logística y a la sincronización físico-digital. ...	80
7.3.8 Conclusión del apartado.....	80
7.4 Política de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación.....	80
7.4.1. Parámetros de entrada del modelo	81
7.4.1.1 <i>Fundamentación.</i>	82
7.4.1.2 <i>Formulación matemática.</i>	83
7.4.2 Política propuesta.....	85
7.4.3 Asignación de estibas	85
7.4.4 Conclusiones de la implementación.....	86
7.5 Implementación Formal de Optimización del Espacio de Almacenamiento, Balance Volumétrico e Indicadores de Gestión Logística	86
7.5.1 Recopilación de información	86
7.5.2 Definición del layout funcional	87
7.5.3 Validación de la capacidad útil de la estantería.....	87
7.5.4 Definición del sistema de nomenclatura	88
7.5.5 Presentación de la estructura del código	88
7.5.6 Reubicación Operativa y Trazabilidad Espacial de los Inventarios.....	89
7.5.7 Impacto Directo en la Productividad y Validación mediante el Estudio de Tiempos ..	90
7.6. Creación de indicadores de evaluación y control de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno.....	91
7.6.2 Fichas técnicas de los indicadores propuestos	92
7.6.2.1 <i>Exactitud del inventario.</i>	92
7.6.2.2 <i>Nivel de servicio interno.</i>	93
7.6.2.3 <i>Utilización del espacio de almacenamiento.</i>	93

7.6.2.4 Cumplimiento del plan de traslados desde bodega externa.	94
7.6.2.5 Cobertura de inventario de referencias críticas.	94
7.6.3. Síntesis del sistema propuesto	95
7.6.4. Análisis del aporte del sistema de indicadores.....	95
7.7 Elaboración de un manual operativo para la gestión del almacén	96
7.7.1 Identificación de la necesidad y análisis del área	96
7.7.2 Estructura del manual	96
7.7.3 Redacción del manual	97
7.7.4 Finalización y aprobación del manual	98
7.7.5 Resultados y análisis	98
7.8 Socialización y apropiación de las propuestas de mejora	99
7.8.1 Objetivo de la socialización	99
7.8.2 Alcance y población objetivo	99
7.8.3 Metodología de transferencia y divulgación.....	99
7.8.4 Resultados de la apropiación	100
8. Conclusiones	101
9. Recomendaciones.....	104
Referencias Bibliográficas	106

Lista de Figuras

Figura 1. Fachada y Localización de Avícola El Madroño S.A.....	21
Figura 2 Localización de Bodega Kargo SAFE.....	21
Figura 3 Localización de bodega Global Garlic SA	22
Figura 4. Mapa de procesos de la empresa, destacando procesos críticos para el proyecto	25
Figura 5. Distribución de Almacén en SketchUP	36
Figura 6. Procesos de gestión de inventario de Avícola El Madroño S.A.	38
Figura 7. Niveles de servicio promedio entre (Sep. 2025 – Ene. 2026)	39
Figura 8. Participación por categorías ABC de los insumos usados en Avícola El Madroño S.A.) Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.	42
Figura 9. Proceso de almacenamiento en el área de almacén de Avícola El Madroño S.A.	45
Figura 10. Exactitud de inventario planta Pollo al día 29/12/2025.	51
Figura 11. Nivel de servicio interno mensual (87,8%), periodo [01-01-2026 a 30-01-2026]	52
Figura 12. Diagrama Causa-Efecto.....	55
Figura 13 Clasificación ABC por Costo	66
Figura 14 Participación de referencias por categoría XYZ	67
Figura 15 Matriz ABC-XYZ de referencias de alta rotación y criticidad operativa.....	67
Figura 16 Cruce entre matriz ABC & XYZ.....	68
Figura 17 Serie histórica y pronóstico del consumo de la referencia Bandeja Amarilla 4.1	74
Figura 18 Modelo estadístico aplicado a bandejas 4.1 Amarillas.....	76
Figura 19 Estructura de la nomenclatura propuesta para ubicaciones en estantería.....	89
Figura 20 Encabezado Manual Operativo Área de Almacén.....	98

Lista de Tablas

Tabla 1. Listado de principales proveedores de Avícola El Madroño S.A.....	24
Tabla 2. Método ABC parcial por referencia de insumos. Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.....	41
Tabla 3. Composición del inventario por antigüedad, Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.	48
Tabla 4. Top 7 ítems por costo $\times$ movimiento.. Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.....	49
Tabla 5 Comparación de métodos de pronóstico evaluados	70
Tabla 6 Formulación del modelo de suavización exponencial simple	72
Tabla 7 Parámetros de entrada para la elaboración del modelo	82
Tabla 9 Capacidad útil y utilización de estantería intervenida.....	88

Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.

Apéndice A. Renderizado Bodega

Apéndice B. Análisis ABC

Apéndice C. Rotación de inventarios

Apéndice D. Punto de Reorden

Apéndice E. Manual Operativo

Apéndice F. Volumen de almacenamiento

Apéndice G. Inventario Cíclico

Apéndice H. Propuesta Señalización Almacén Avícola El Madroño

Apéndice I. Estudio de tiempos

Resumen

Título: Plan integral de mejoramiento del proceso de almacenamiento y distribución de inventarios de materias primas e insumos en Avícola El Madroño S.A., sede Cartagena.¹

Autor: Samuel Zabaleta Suárez

Palabras Clave: Mejoramiento de Procesos, Gestión de inventarios, Almacenamiento.

Descripción:

En atención a las necesidades operativas de optimización identificadas en el área de Almacén y Compras de Avícola El Madroño S.A., sede Cartagena, el presente trabajo de grado se orientó al análisis, diagnóstico e intervención integral de los procesos logísticos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno, dada su incidencia directa en la continuidad y eficiencia de la cadena de suministro de la compañía. El diagnóstico inicial evidenció problemáticas críticas asociadas a la baja exactitud del inventario, marcadas inconsistencias entre las existencias físicas en bodega y los registros digitales del sistema ERP Siesa Enterprise, la limitada capacidad volumétrica de las instalaciones, la alta dependencia de bodegas externas y la carencia de una planificación sistemática de reabastecimiento que deterioraban la trazabilidad y el nivel de servicio interno.

Con el propósito de mitigar estas deficiencias operativas y los sobre costos asociados, se formuló y ejecutó un plan integral de mejoramiento fundamentado en herramientas de ingeniería industrial. Para ello, se estructuraron acciones estratégicas enfocadas en la implementación de una clasificación ABC-XYZ para referencias críticas, un programa riguroso de conteos cíclicos, una política formal de reabastecimiento basada en puntos de pedido, un rediseño del layout con control volumétrico y un tablero de indicadores de desempeño que garantizan la sostenibilidad y el control continuo del proceso logístico.

*Trabajo de grado

**Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: William Eduardo Vargas Ruíz. Máster en Dirección de Operaciones y Calidad.

Abstract

Title: Comprehensive Improvement Plan for the Storage and Distribution Process of Raw Material and Supply Inventories at Avícola El Madroño S.A., Cartagena Branch.²

Author: Samuel Zabaleta Suárez.

Keywords: Process Improvement, Inventory Management, Warehousing, Order Picking, Logistics.

Description:

In response to the operational optimization needs identified in the Warehouse and Purchasing Department of Avícola El Madroño S.A., Cartagena Branch, this undergraduate thesis focused on the analysis, diagnosis, and comprehensive intervention of logistical storage, inventory management, and internal supply processes due to their direct impact on the company's operational continuity and supply chain efficiency. The initial diagnosis revealed critical issues related to low inventory accuracy, severe inconsistencies between physical stock in the warehouse and digital records in the Siesa Enterprise ERP system, limited volumetric facility capacity, high reliance on external warehouses, and a lack of systematic replenishment planning.

These conditions hindered operational traceability, depressed internal service levels, and generated considerable operational costs. To effectively mitigate these deficiencies, a comprehensive improvement plan based on industrial engineering tools was formulated and executed. Strategic actions were structured, focusing on the implementation of an ABC-XYZ classification for critical items, a rigorous cycle counting program, a formal replenishment policy based on reorder points, a layout redesign with volumetric control, and a performance indicator dashboard to ensure long-term process sustainability.

*Degree Work

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: William Eduardo Vargas Ruíz. Master in Operations and Quality Management..

Introducción

En las empresas del sector avícola, la gestión eficiente del almacenamiento y control de inventarios es un factor clave para garantizar la continuidad operativa, debido a la alta rotación de insumos y a la dependencia directa del proceso productivo respecto a su disponibilidad. En Avícola El Madroño(Avicampo), el área de Almacén y Compras desempeña un papel fundamental en la recepción, almacenamiento y despacho de insumos, materias primas y materiales de empaque requeridos por las distintas áreas de la organización.

Actualmente, el proceso de almacenamiento presenta limitaciones asociadas a la baja exactitud del inventario, inconsistencias entre el inventario físico y el registrado en el sistema informático ERP Siesa Enterprise, y una capacidad insuficiente del espacio físico disponible para el almacenamiento de insumos. Esta restricción de espacio obliga a realizar traslados frecuentes desde bodegas externas, incrementando los tiempos de operación, los recorridos internos y el uso de recursos logísticos, además de dificultar la organización y trazabilidad de los materiales.

Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un proyecto de grado bajo la modalidad de mejora de procesos, orientado a intervenir el proceso de almacenamiento e inventarios con el fin de optimizar el uso del espacio, mejorar el flujo interno de materiales y aumentar la exactitud del inventario mediante herramientas de ingeniería industrial. El alcance del proyecto se limita al área de Almacén y Compras de Avicampo e incluye los procesos de recepción, almacenamiento, control de inventarios y despacho interno. El documento presenta el problema identificado, los objetivos que se pretende alcanzar, la metodología propuesta y la estructura general del proyecto, sirviendo como base para la ejecución del trabajo de grado.

Cumplimiento de objetivos

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y trazabilidad de insumos en la empresa.	Capítulo 5. Pág. 31
Elaborar un plan de mejoras para los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y control de insumos de alta rotación, con el fin de optimizar la eficiencia operativa y la sincronización físico-digital.	Capítulo 6. Pág. 55
Implementar las propuestas de mejora que autorice la dirección de la empresa y realizar la respectiva verificación de impacto para atender las problemáticas identificadas.	Capítulo 7. Pág. 62
Elaborar los manuales de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y control logístico en avicampo, garantizando estandarización y cumplimiento de políticas operativas.	Capítulo 7. Pág. 93
Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y controlar los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y trazabilidad, midiendo exactitud, rotación, utilización del espacio y nivel de servicio interno.	Capítulo 7. Pág. 87
Socializar las propuestas de mejora con el personal del área de almacén y compras, garantizando su comprensión, apropiación y correcta aplicación de los nuevos procedimientos implementados.	Capítulo 7. Pág. 95

1. Generalidades del proyecto**1.2 Planteamiento del problema**

La operación de la Avícola El Madroño S.A. se sustenta en una cadena logística compleja que abarca la recepción, almacenamiento y distribución de insumos, empaques, condimentos y

materias primas, los cuales abastecen diariamente a la planta de producción de pollo de la empresa. La continuidad de sus operaciones depende de la disponibilidad oportuna de estos materiales; sin embargo, el crecimiento sostenido de la empresa y el incremento en la rotación de insumos han evidenciado deficiencias estructurales en la gestión del área de almacén y compras.

Los indicadores internos de control de inventarios reflejan un panorama crítico: la exactitud del inventario se sitúa alrededor del 55%, valor significativamente inferior al estándar (95%-100%), lo que representa una discrepancia considerable entre las existencias físicas y las registradas en el sistema ERP Siesa Enterprise. A ello se suman índices de rotura de stock cercanos al 10%, falta de categorización en políticas de inventario ABC y un reabastecimiento interno reactivo, sin planificación programada. Estas condiciones ocasionan errores de trazabilidad, sobrecostos operativos, demoras en la atención de requerimientos internos y pérdidas de tiempo en tareas improductivas. Asimismo, se presentan fallas en la codificación de productos, ausencia de procedimientos estandarizados, desorden físico en la bodega principal y limitaciones de capacidad que obligan a realizar traslados diarios de insumos de alta rotación desde dos bodegas externas comprendidas en un trayecto de aproximadamente 1.4km (actualmente se poseen dos bajo contratación de terceros), lo cual incrementa los costos de transporte, genera reprocesos y reduce la eficiencia general del proceso.

Al no disponer de datos actualizados y precisos sobre los niveles de inventario y consumo, este proyecto se focaliza en desarrollar un plan integral de mejoramiento logístico de tanto los aspectos físicos como digitales de la gestión de inventarios. Se combinará diagnóstico técnico, clasificación ABC, control visual, ciclos de mejora continua (PHVA) e integración con el ERP, con el fin de optimizar la eficiencia operativa, fortalecer la trazabilidad, reducir sobrecostos y consolidar un sistema logístico más ordenado, trazable y sostenible.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un plan integral de mejoramiento que permita aumentar la exactitud del inventario, reducir los costos operativos y el flujo interno de materiales en el Departamento de Almacén y Compras de Avícola El Madroño.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y trazabilidad de insumos en la empresa.
- Elaborar un plan de mejoras para los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y control de insumos de alta rotación, con el fin de optimizar la eficiencia operativa y la sincronización físico-digital.
- Implementar las propuestas de mejora que autorice la dirección de la empresa y realizar la respectiva verificación de impacto para atender las problemáticas identificadas.
- Elaborar los manuales de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y control logístico en Avicampo, garantizando estandarización y cumplimiento de políticas operativas.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y controlar los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y trazabilidad, midiendo exactitud, rotación, utilización del espacio y nivel de servicio interno.
- Socializar las propuestas de mejora con el personal del área de almacén y compras, garantizando su comprensión, apropiación y correcta aplicación de los nuevos procedimientos implementados.

1.4 Alcance del proyecto

El proyecto se desarrollará dentro del Departamento de Almacén y Compras de Avícola El Madroño, abarcando los procesos de recepción, almacenamiento, control de inventarios y despacho interno de insumos. El estudio se centrará en la bodega principal, la bodega de condimentación y las bodegas externas, donde se presentan las mayores inconsistencias entre el inventario físico y el digital registrado en el sistema ERP Siesa Enterprise.

El análisis se basará en la información disponible en el ERP, formatos físicos de control, reportes de Requisiciones Internas (RQI) y registros de despachos, comprendidos desde la implementación del nuevo sistema ERP Siesa Enterprise, que, desde mayo de 2025, se encuentra en transición de datos. No se incluirán áreas de producción o distribución de manera directa, aunque sus resultados se verán beneficiados indirectamente.

2. Identificación de la empresa

2.1 Razón social

AVÍCOLA EL MADROÑO S.A. se encuentra registrada en la Cámara de Comercio de Bucaramanga como sociedad anónima con el NIT: 800.000.246-8

2.2 Localización

La empresa y planta de regional caribe se encuentra en Vía Mamonal Km 1, Barrio El Campestre Avenida Los Álamos con Calle Laureles Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia Código Postal: 130013 sede Operativa (Planta de Beneficio y Distribución). (Ver Figura 1. 1)

Figura 1.
Fachada y Localización de Avícola El Madroño S.A.

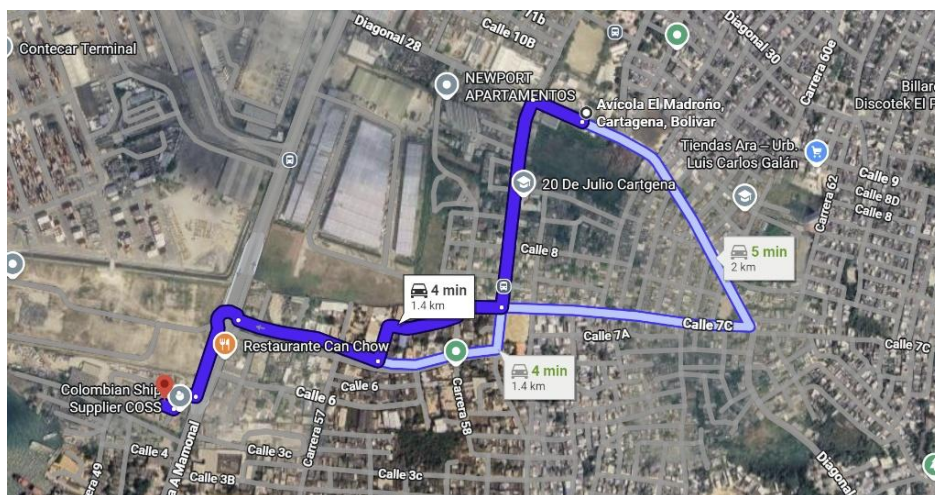


Nota. Google. (2026). **[Mapa de Google Maps Ubicación Avicola el Madrono S.A].**

Adicionalmente, Debido a la saturación volumétrica de la instalación principal, Avícola El Madroño se ve en la necesidad de almacenar insumos críticos en bodegas externas dentro de Cartagena. A continuación, se georreferencian las rutas recurrentes de abastecimiento hacia la planta, las cuales dimensionan la problemática logística actual:

- Ruta 1 Kargo SAFE SAS: Desplazamiento de 1.4 km (aprox. 4 minutos) por los corredores aledaños a Mamonal y Ceballos.

Figura 2
Localización de Bodega Kargo SAFE

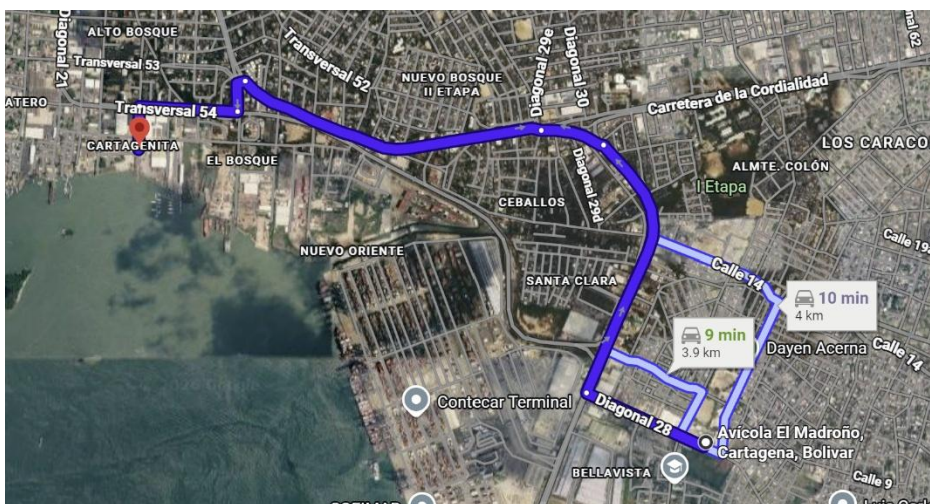


Nota. Google. (2026). **[Mapa de Google Maps Ubicación Kargo SAFE S.A.S].**

- Ruta 2 (Bodega satélite sector El Bosque / Cartagenita): Traslado de mayor impacto con una distancia de 3.9 km

Figura 3

Localización de bodega Global Garlic SA



Nota. Google. (2026). **[Mapa de Google Maps Ubicación Global GARLIC S.A.]**

La delimitación de estos trayectos visibiliza el origen de los sobrecostos logísticos de la operación. Son precisamente estos desplazamientos constantes los que consolidan los viajes mensuales innecesarios, justificando la implementación del plan de mejoramiento para mitigar los fletes mediante la recuperación del espacio y el control analítico de inventarios.

2.3 Objeto social

“La producción, industrialización y comercialización de la avicultura y ganadería, así como la producción y comercialización de insumos y demás productos necesarios para cumplir su objeto principal.”

2.4 ¿Quiénes somos?

Avícola El Madroño S.A. (Avicampo) nació el 24 de febrero de 1987 en Bucaramanga-Santander como empresa avícola líder en Colombia, posicionándose hoy entre las tres primeras por volumen de ventas (100.000 toneladas/año). Especializada en producción, industrialización y comercialización de proteína de pollo y derivados cárnicos, opera una cadena integrada con ~600

galpones, 87 granjas y 5 plantas (incluyendo Sede Cartagena). Cuenta con +3.000 colaboradores directos/indirectos en Santander, Caribe, Valle y Eje Cafetero, certificada HACCP/INVIMA y Sello FENAVI Diamante (94.33%). Su compromiso: nutrición sostenible desde granja a mesa, con innovación y bienestar animal.

2.5 Portafolio de productos

Los principales productos estrella de pollo fresco de Avicampo incluyen cortes como pechuga, alitas y presas surtidas, disponibles en presentaciones marinadas o naturales para consumo directo tales como: Pechuga de pollo con piel (bandeja familiar), Alitas de pollo adobadas BBQ o picantes (900g), Presas surtidas de pollo marinadas (500g o 1700g), Pollo campesino marinado congelado (900g), Recorte con pechuga campesina marinada (500g), Mollejas de pollo (500g o 1000g) y Pollo entero o surtida especial.

2.6 Mercados que atiende

Avicampo usa el modelo de negocio B2B mayoritariamente, siendo Frisby, Tiendas D1, Tiendas ARA, Megatiendas y centrales de abastos sus principales clientes que se adquieren aproximadamente el 60% de la producción del día.

Del mismo modo, aproximadamente el 30% de su producción va dirigida a hacia autoservicios, minimarkets independientes y sus propios puntos de venta (5) a lo largo de toda Cartagena y su área metropolitana.

Por último, con una participación del 10%, se atienden hoteles, restaurantes, casinos, sector industrial a los cuales se les hace despacho con cadenas de frío programadas y estandarizadas.

2.7 Proveedores

La empresa gestiona una red estratégica de proveedores para insumos críticos del almacén, clasificados por categoría para cumplir su cadena integrada (30.000 aves/día), Avicampo depende de proveedores homologados que garanticen calidad, inocuidad y oportunidad.

De acuerdo con la clasificación interna de la empresa, los principales insumos directos e indirectos a la producción se agrupan en tres categorías los cuales son: *Empaquetaduras y Empaques, Químicos y Condimentación*, donde sus principales proveedores son:

Tabla 1.

Listado de principales proveedores de Avícola El Madroño S.A.

Listado de Proveedores	
Ajover daniel	Minagro industria quimica
Alico	Alfonsoeme
Plastibarranca	Nestor bravo
Prontoflex	Empaquetaduras y empaques
Tuboplast	Electrica sas
Ecolab	Tecnas

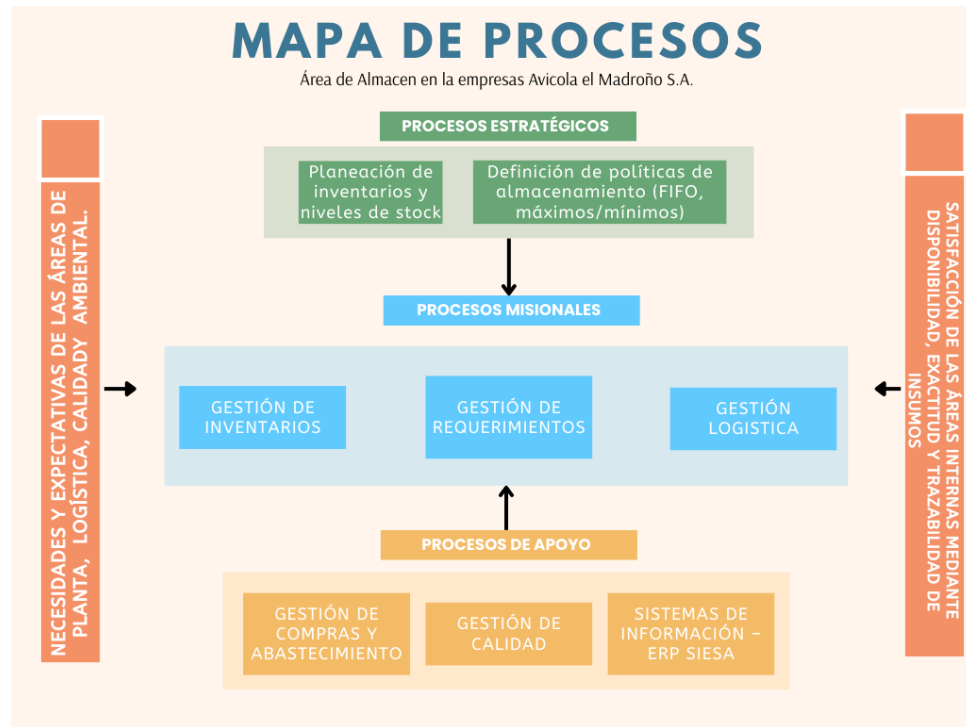
Nota. Adaptada archivo interno Avícola El Madroño S.A

2.8 Mapa de procesos

En el mapa de procesos se posiciona al área de Almacén y Compras como proceso de apoyo transversal, abasteciendo procesos misionales de producción y logística. Se estructura en tres niveles: Estratégicos (gerencia / planeación), Misionales (producción /beneficio) y Apoyo (compras/ERP). (Ver Figura 4)

Figura 4.

Mapa de procesos de la empresa, destacando procesos críticos para el proyecto



Nota. Adaptada archivo interno Avícola El Madroño S.A

2.9 Compras

El proceso de compras en la empresa se describe como un flujo ordenado desde la necesidad en planta hasta el ingreso al ERP y al almacén, donde el proceso se discrimina de la siguiente manera.

2.9.1 Identificación de la necesidad (áreas usuarias)

- Los diferentes departamentos esenciales de la empresa detectan necesidad de insumos (empaques, químicos, repuestos) por consumo real, punto de reorden o nuevos requerimientos.
- Se verifica existencia en el ERP Siesa y en bodega; si no hay stock suficiente, se genera la solicitud de compra.

2.9.2 Solicitud/Requisición de compra interna

- El área usuaria diligencia una Solicitud de compra (SCC) con: código, descripción, cantidad, unidad, fecha requerida y centro de costo.
- La SSC se aprueba por el gerente del área y se envía al Departamento de Compras.

2.9.3 Revisión y planificación de Compras

- Compras valida la necesidad (consumo histórico, política ABC, mínimos y máximos) y consolida requisiciones similares para optimizar lotes y fletes.
- Se define si es una compra rutinaria (proveedor homologado) o una compra nueva/extraordinaria que requiere cotizaciones.

2.9.4 Búsqueda, evaluación y selección de proveedores

- Para ítems habituales: se consulta el listado de proveedores aprobados y condiciones vigentes.
- Para nuevos ítems o montos altos: se solicitan 2–3 cotizaciones, se comparan precios, plazos, calidad y condiciones logísticas (incoterms, tiempos de entrega) y se elabora una matriz de selección.

2.9.5 Emisión y aprobación de la Orden de Compra Comercial (OCC)

- Compras registra la Orden de Compra Comercial en Siesa con proveedor, ítems, precios, cantidades, impuestos, condiciones de entrega y forma de pago.
- La OCC es revisada y aprobada por el Jefe de Compras / Gerencia según el nivel de monto; luego se envía al proveedor y se informa al almacén para que esté preparado para la recepción.

2.9.6 Recepción física y control de calidad

- Al arribo del material, Almacén verifica contra la OC: cantidad, referencia, estado físico, fechas de vencimiento y requisitos de inocuidad (cuando aplique).
- Si hay conformidad, se recibe; si hay diferencias, se registra novedad y se gestiona con Compras para devolución, reposición o nota crédito.

2.9.7 Registro en ERP Siesa y ubicación en almacén

- Se registra la entrada de mercancía en Siesa (transacción de compra), asociando la OCC y actualizando existencias y costo.
- El material se identifica (etiquetas/códigos), se ubica según layout y política FIFO y se actualiza la ubicación en el sistema.

2.9.8 Documentación, seguimiento y evaluación de proveedores

- Compras archiva SCC, cotizaciones, OCC, remisión y factura; Almacén conserva formatos de recepción.
- Periódicamente se evalúa el desempeño de proveedores (cumplimiento en entrega, calidad, atención a reclamaciones), alimentando decisiones futuras de compra.

3. Marco de referencia

3.1 Marco teórico

3.1.1 Inventario

El inventario representa el conjunto de materiales, insumos y productos almacenados para garantizar la continuidad operativa de la empresa. Según Fernández (2018), un inventario consiste en un listado ordenado y valorado de productos que apoya el proceso productivo y comercial, facilitando la disponibilidad oportuna al cliente interno o externo. En el contexto avícola como Avicampo, los inventarios clasifican en:

- Materias primas: Empaques, bandejas, condimentos (alta rotación).
- Productos semiterminados: Insumos en tránsito a producción.
- Productos terminados: No aplican al almacén intervenido (en cadena de frío externa).

3.1.2 Gestión de inventario

La gestión de inventarios implica planificar, controlar y supervisar niveles de existencias para equilibrar costos y servicio. Según Chopra y Meindl (2013), responde a tres preguntas clave: ¿qué pedir?, ¿cuánto pedir?, ¿cuándo pedir?, los cuales poseen los siguientes costos asociados:

- Ordenar: Cotizaciones, transporte, papeleo.
- Mantenimiento: Almacenaje, obsolescencia, seguros.
- Faltantes: Demoras en producción, pérdida de eficiencia. Modelos EOQ minimizan costos

totales bajo supuestos de demanda constante y tiempos de entrega fijos: $Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$, donde

D=demanda anual, S=costo de ordenar, H=costo de mantenimiento. En Avicampo, la exactitud ~47% evidencia fallas en sincronización físico-digital.

3.1.3 Planeación de Requerimiento de Materiales

La Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) es un sistema para determinar materiales necesarios según el programa maestro de producción (Vollmann et al., 2018).

Componentes:

- **Demanda de productos:** Pronósticos internos + RQI de producción.
- **Lista de materiales (BOM):** Desglose de insumos por ave procesada.
- Programa maestro (MPS): Volúmenes diarios (ej. 30.000 aves/día).

- Registros de inventarios y pedidos pendientes: Integrados en Siesa. En Avicampo, la transición a Siesa requiere actualizar maestros para MRP reactivo → proactivo, evitando roturas del 10%

3.1.4 Gestión de Almacenamiento

La gestión de almacenamiento optimiza espacio, costos y flujo (Ballou, 2004). Funciones:

- Protección y control: Condiciones de inocuidad para empaques.
- Consolidación/división: Lotes de proveedores a líneas productivas. En Avicampo: estanterías convencionales para bandejas (42 pacas/día), con problemas de saturación y layout no optimizado. Layout ABC prioriza alta rotación cerca de muelles.

3.1.5 Manual de Funciones

Documento que detalla roles, competencias y responsabilidades (Función Pública, 2015).

Para Avicampo:

- Jefe Almacén: Supervisión RQI, auditorías.
- Analista Siesa: Registro entradas/salidas.
- Operarios: Recepción, picking. Esencial para rotación de personal sin perder control.

3.1.6 Manual de Procedimientos

Instrucciones secuenciales para estandarizar tareas (Russell y Taylor, 2019):

- Identificar proceso (ej. recepción).
- Analizar AS-IS.
- Describir pasos, responsables, recursos.
- Indicadores de rendimiento (exactitud >95%). En Avicampo: Formatos unificados para RQI y recepción.

3.1.7 Indicadores de Gestión

Medidas cuantitativas para evaluar rendimiento (Khanna, 1999):

- Exactitud de Inventario (ERI): $(\text{Físico/Siesa}) \times 100 \geq 95\%$.
- Nivel de Servicio Interno: % RQI cumplidas sin retraso.
- Rotación de Inventario: Ventas promedio / Inventario promedio.
- Utilización de Espacio: m^3 ocupados / m^3 totales. Permitir medir impacto del plan en Avicampo.
- Numero de traslados entre bodegas mensual: # de traslados/12 meses

3.1.8 Plan de Mejoramiento vs. Plan Integral

En ingeniería de operaciones, un plan de mejoramiento tradicional se define como una acción unidimensional y aislada orientada a corregir un proceso específico (ej. adquirir un equipo). Por el contrario, un Plan Integral de Mejoramiento posee un enfoque sistémico que articula soluciones simultáneas en distintas áreas para generar un efecto sinérgico.

El proyecto desarrollado para Avícola El Madroño se clasifica estrictamente como un *Plan Integral* porque no se limitó a una sola acción, sino que sincronizó tres dimensiones operativas: la física (redistribución espacial en estantes de dos niveles para bolsas y rollos), la analítica (matemática de inventarios ABC-XYZ y ROP) y la de eficiencia humana (estudio de tiempos).

4. Metodología

A través del diagnóstico inicial en el Departamento de Almacén y Compras de Avícola El Madroño S.A. (Avicampo), sede Cartagena, se buscó caracterizar la situación actual de los procesos de recepción, almacenamiento, control de inventarios y despacho interno de insumos y materias primas que abastecen la operación productiva. El propósito del diagnóstico es identificar los hallazgos y problemas del estado AS-IS (por ejemplo, diferencias entre inventario físico y ERP,

roturas de stock, saturación de capacidad y dependencia de bodegas externas), así como establecer oportunidades de mejora soportadas en evidencia cuantitativa (cifras, tablas y gráficos) que permitan priorizar acciones orientadas a reducir costos y mejorar el nivel de servicio interno.

Para la ejecución del diagnóstico se empleó una triangulación de fuentes y técnicas, garantizando que los resultados estén sustentados en registros operativos y en la observación del proceso real. Estas fueron las etapas que se siguieron:

- Revisión documental y análisis de registros (ERP y formatos). Se recopiló información del sistema ERP Siesa Enterprise y de los formatos operativos disponibles (entradas/salidas, requisiciones internas, recepción y despachos), con el fin de establecer una línea base de indicadores y evidenciar inconsistencias entre los registros del sistema y la operación física. Este análisis permitió identificar variables críticas para el proyecto tales como exactitud de inventario, roturas de stock, rotación, niveles de cobertura y registros asociados al uso de bodegas externas. 1
- Observación directa del proceso y levantamiento en campo. Se realizó observación directa en las bodegas internas (bodega principal y bodega de condimentación) y en la interacción operativa con las bodegas externas, verificando cómo se ejecutan en la práctica actividades como recepción, ubicación, picking, despacho interno y registro en el ERP. Durante esta etapa se identificaron condiciones de orden, demarcación, señalización y criterios de ubicación, así como puntos de reproceso (búsqueda, reubicaciones, movimientos no registrados) que impactan tiempos, trazabilidad y exactitud.
- Entrevistas y captura de conocimiento operativo. Se llevaron a cabo entrevistas no estructuradas con personal involucrado (operarios de almacén y usuarios del proceso) para

comprender el flujo real de información y materiales, las causas percibidas de errores de inventario, las razones de traslados desde bodegas externas y las prácticas actuales de reposición, registro y control. La información recolectada se utilizó para complementar y contrastar los hallazgos cuantitativos, evitando depender únicamente de percepciones sin sustento.

- Aplicación de herramientas de análisis y priorización de hallazgos. Con base en los datos recopilados, se aplicaron herramientas de ingeniería industrial para estructurar el diagnóstico: clasificación ABC para priorizar referencias críticas, análisis de Pareto para concentrar el foco en los ítems/causas con mayor impacto, gráficos de tendencia para observar comportamiento de indicadores en el tiempo, y diagramas de causa-efecto (Ishikawa) para organizar y validar causas raíz de problemas como la baja exactitud del inventario, la rotura de stock y la dependencia de bodegas externas.

En busca de alcanzar los objetivos establecidos y llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se consideraron las siguientes etapas:

Para alcanzar los objetivos establecidos, se desarrolló el proyecto bajo cinco etapas secuenciales, adaptadas al alcance logístico del área de Almacén y Compras de Avicampo, siguiendo la lógica metodológica de mejora continua PHVA/PDCA.

4.1 Etapa I – Identificación de la empresa y área de estudio

En esta fase inicial se realizó una inmersión en las instalaciones, procesos y personal del área de Almacén y Compras. Se documentaron generalidades de Avícola El Madroño S.A. (razón social, objeto social, organigrama, mapa de procesos) y se caracterizó específicamente el área intervenida (bodegas internas y externas, flujos internos, ERP Siesa). Se capacitará al estudiante

en el uso básico del ERP y se inició la recolección de datos históricos de inventarios y requisiciones.

4.2 Etapa II – Diagnóstico logístico del estado actual (AS-IS)

Se identificaron las causas raíz de la baja exactitud del inventario y las ineficiencias operativas mediante:

- Análisis de procesos: Diagramas de flujo (recepción, almacenamiento, despacho), diagramas de recorrido y estudios de tiempos en RQI y traslados.
- Diagnóstico de inventarios: Auditorías físicas vs. ERP, análisis ABC de insumos críticos, Pareto de discrepancias y rotación.
- Evaluación de infraestructura: Levantamiento de layout actual, capacidad de área y volumen, utilización de espacio y diagnóstico.
- Encuestas y entrevistas: Percepción del personal de trabajo directo sobre fallas en sincronización físico-digital.
- Variables de control: Se evaluó el desempeño logístico mediante indicadores de exactitud de inventario, rotación, nivel de servicio interno, utilización volumétrica y frecuencia de traslados a bodegas externas.
- Herramientas de análisis: Para priorizar las intervenciones, se aplicó clasificación ABC-XYZ (criticidad), análisis de Pareto (impacto económico) y Diagrama de Ishikawa (causa-efecto).

4.3 Etapa III – Implementación de propuestas aprobadas

Se ejecutaron las mejoras autorizadas, priorizando pilotos de alto impacto:

- Implementación física del layout y demarcación en bodega principal.

- Capacitación al personal en nuevos procedimientos y uso del ERP.
 - Prueba piloto de conteos cíclicos y formato de recepción unificado.
 - Ajuste de parámetros ABC en Siesa y creación de alertas de stock.
- Se documentó el antes/después con evidencia fotográfica y mediciones iniciales de indicadores.

4.4 Etapa IV – Presentación de resultados y evaluación

Se evaluó el impacto de las mejoras mediante indicadores clave (exactitud de inventario, nivel de servicio interno, utilización de espacio) comparando AS-IS vs. TO-BE. Se presentaron resultados a la gerencia, con conclusiones, recomendaciones y plan de sostenibilidad (mejora continua). Finalmente, se elaboró el informe final del proyecto de grado para sustentación universitaria.

Esta metodología garantiza trazabilidad, medición de resultados y alineación con estándares de ingeniería industrial para proyectos de mejora logística.

5. Diagnóstico de la empresa

5.1 Descripción general del área del almacén

El área de almacén de Avicampo S.A. tiene como misión asegurar el control, la custodia y la adecuada conservación de los inventarios de la empresa. Al mismo tiempo, cumple un papel como pilar soporte para el área de producción, al garantizar la disponibilidad y entrega oportuna de los materiales e insumos requeridos para ejecutar los procesos productivos. Para ello, administra de las actividades relacionadas con la solicitud, recepción, manipulación, suministro, control y resguardo de los inventarios.

5.2 Análisis de infraestructura y áreas

La distribución física del almacén condiciona directamente su desempeño logístico, ya que soporta el abastecimiento interno a planta en un espacio aproximado de 135 m² con una ocupación cercana al 85%. En este entorno se administran alrededor de 113 referencias (SKU), lo que exige control visual y documental; sin embargo, el diagnóstico evidenció deficiencias de rotulación en cerca del 72% de los insumos, aumentando la búsqueda manual, el riesgo de confusión entre referencias similares (bolsas, etiquetas y láminas) y la variabilidad de los tiempos de alistamiento.

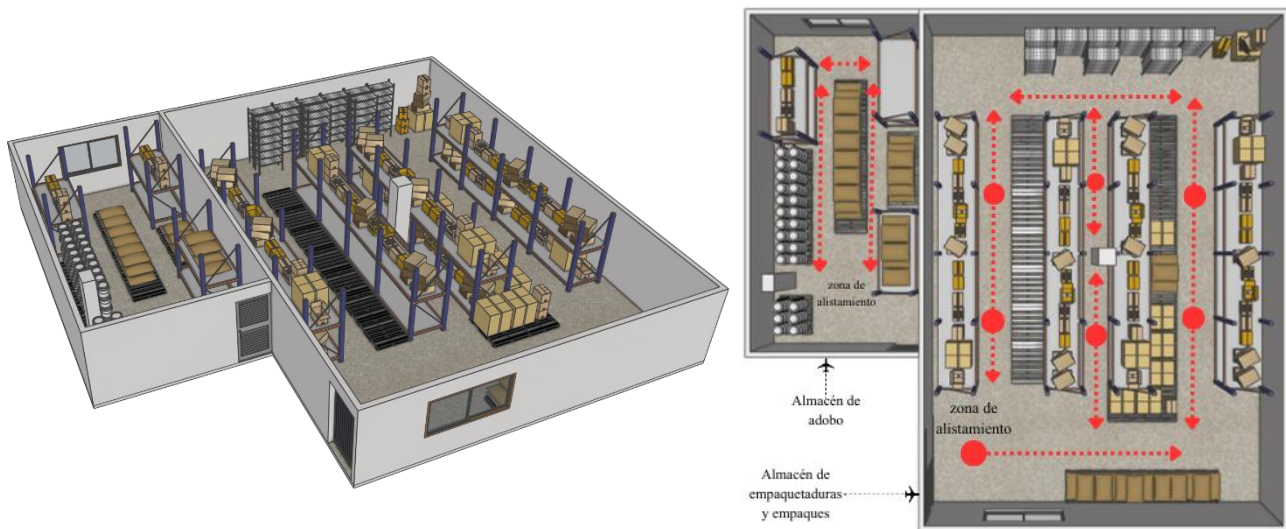
Adicionalmente, en el almacén de empaques no existe una organización por zonas que agrupe las familias de producto de forma consistente. En la práctica, referencias de una misma categoría no están concentradas (p. ej., bolsas ubicadas en diferentes puntos, etiquetas repartidas en varias áreas y materiales de alta rotación dispersos), lo que obliga al operario a realizar recorridos adicionales y a rearmar mentalmente el mapa de ubicaciones en cada solicitud. Esta situación se agrava cuando la rotulación no es clara o está ausente, pues el recorrido puede interrumpirse por dudas de identificación o por búsquedas repetitivas hasta confirmar la referencia correcta.

En términos operativos, el almacén atiende en promedio 3 requisiciones internas diarias (15 por semana) y el tiempo promedio de alistamiento es de 1 hora por requerimiento que se puede llegar a extender dependiendo si se deben hacer uso de las bodegas externas lo cual puede aumentar el tiempo de alistamiento considerablemente, esto equivalentes a cerca de 20 horas/semana dedicadas únicamente al alistamiento. A esto se suma la recurrencia de reprocesos por búsqueda/localización (4 a 6 eventos diarios), que se explica, en parte, por la dispersión de categorías y la falta de zonificación. Dando como resultado, la distribución actual genera un añadido de tiempo en el

proceso de despacho y alistamiento, al incrementar recorridos, puntos de búsqueda y probabilidad de reproceso antes de completar la entrega al cliente interno.

A continuación, se describen visualmente la distribución actual y área del almacén de adobo y empaques haciendo uso de la herramienta SketchUP. (Ver Figura 5) (Ver Apéndice B)

Figura 5.
Distribución de Almacén en SketchUP



Nota. Elaboración not mediante software de modelado 3D (SketchUp).

5.2.1 Layout de los almacenes

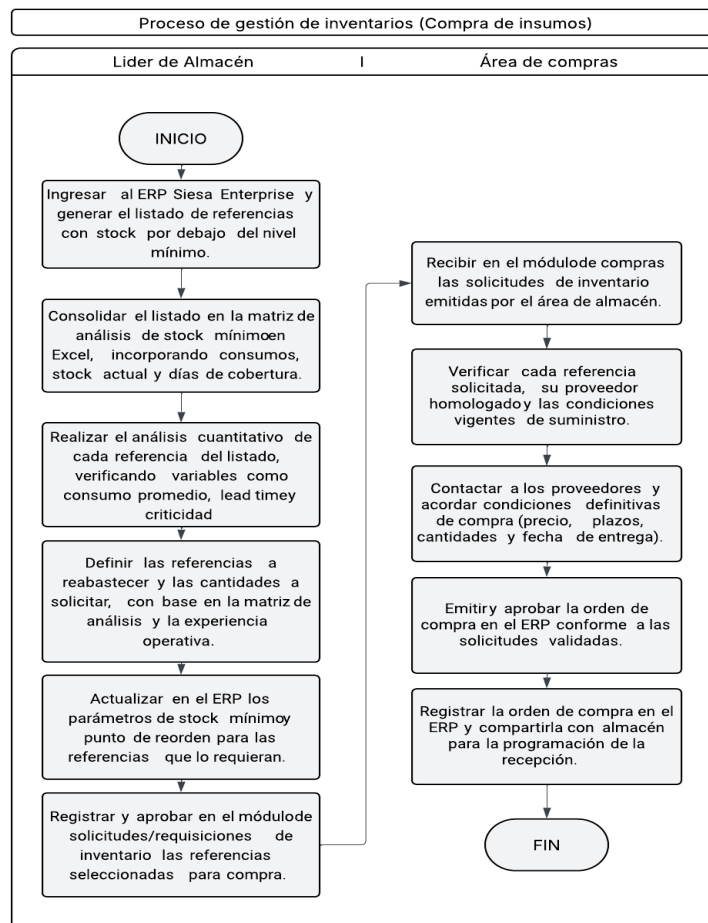
Con el objetivo de visualizar la distribución actual y soportar el análisis de capacidad, recorridos y ubicación de familias de inventario, se presentan los layouts de los almacenes elaborados durante el diagnóstico. Este layouts permiten identificar zonas de congestión, áreas de almacenamiento de alto volumen y la dispersión de referencias de alta rotación, aspectos que se relacionan con los tiempos de alistamiento y los reprocesos de búsqueda reportados en el estado AS-IS.

5.3 Análisis de procesos

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados para la empresa, el diagnóstico se centra en evaluar el estado actual de los procesos del área de Almacén y Compras, específicamente en la gestión de inventarios, almacenamiento y alistamiento/despacho interno de insumos y materiales; por ello, resulta necesario caracterizar y analizar cómo se ejecuta actualmente cada uno de estos procesos.

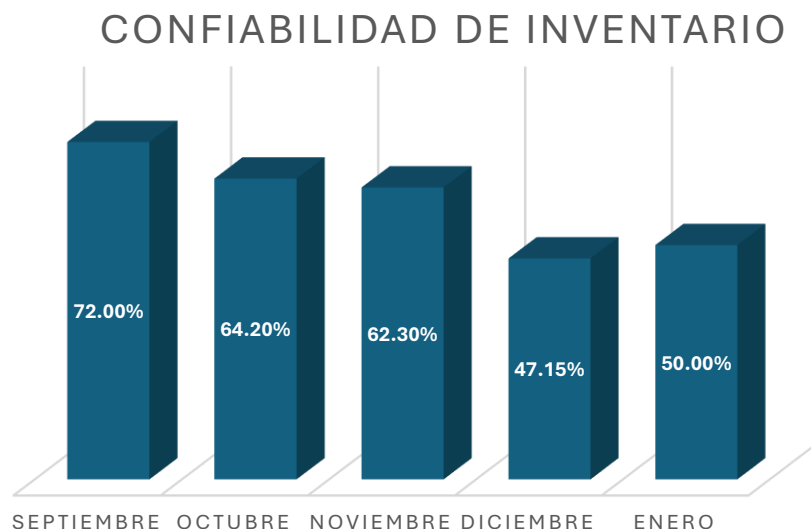
5.3.1 Gestión de inventarios

La gestión de inventarios comprende múltiples actividades que van desde la identificación de necesidades y el proceso de abastecimiento, hasta el registro, control y custodia de los insumos y materiales almacenados, incluyendo los subprocesos necesarios para asegurar su correcta operación. En este sentido, para entender y evaluar cómo se desarrolla actualmente este proceso, se presenta un diagrama de flujo elaborado a partir de la información recopilada sobre el abastecimiento y movimiento de insumos dentro del área de Almacén y Compras la cual se expresa con la siguiente figura. (Ver Figura 64)

Figura 6.*Procesos de gestión de inventario de Avícola El Madroño S.A.*

El abastecimiento de insumos y materiales en Avícola El Madroño S.A., inicia con la identificación de necesidades y la verificación de existencias en el ERP Siesa Enterprise, contrastando la información del sistema con la disponibilidad física en bodega debido a las inconsistencias detectadas entre ambos registros. En el diagnóstico se reporta una exactitud de inventario promedio del 55,9% tomando los reportes de control interno de los últimos 5 meses (frente a un estándar objetivo de 95–100%), lo que incrementa el riesgo de faltantes y dificulta que las decisiones de reabastecimiento se basen únicamente en el dato del sistema.

En la Figura 5 se observan los niveles de confiabilidad de inventario del almacén del periodo comprendido entre Septiembre 2025 a Enero 2026. (Ver Figura 75)

Figura 7.*Niveles de servicio promedio entre (Sep. 2025 – Ene. 2026)*

Se evidencia una disminución sostenida de la confiabilidad hasta diciembre y una recuperación parcial en enero, lo cual indica un proceso con bajo nivel de control y alta variabilidad mensual. Esto es consistente con las brechas operativas identificadas en el diagnóstico. Debido a esto, se justifica priorizar acciones de estabilización del proceso que serán detalladas en el transcurso del documento.

Posteriormente, el área de Almacén consolida la información para priorizar referencias y definir cantidades de reposición, apoyándose en criterios de rotación y criticidad operativa, dado que la planta procesa alrededor de 60.000 aves/día y requiere un suministro constante de insumos. En particular, los materiales de empaque presentan una demanda diaria alta (por ejemplo, 21.000 bandejas/día y cerca de 3810 bolsas/día), lo que obliga a que el reabastecimiento sea frecuente y preciso para evitar interrupciones en empaque y despacho interno.

En este contexto, se evidencia que las decisiones de pedido combinan análisis de datos del ERP con la experiencia operativa del personal; sin embargo, se registran roturas de stock cercanas

al 12.2%, lo cual indica que, aun con la información disponible, continúan presentándose faltantes de referencias importantes para la operación. Esta situación se agrava porque el reabastecimiento interno se describe como principalmente reactivo, es decir, responde a necesidades inmediatas más que a una programación estructurada.

Una vez definidas las referencias y cantidades a solicitar, la necesidad se formaliza mediante RQI para atender requerimientos diarios de las áreas operativas (producción, mantenimiento, calidad, logística o ambiental), y posteriormente el área de compras gestiona el pedido con los proveedores definidos por la organización, emitiendo las órdenes correspondientes y coordinando la recepción. Al ingresar el material, se valida cantidad y estado y se realiza el registro en Siesa para actualizar existencias y asegurar trazabilidad; no obstante, la persistencia de diferencias físico-sistema reduce la confiabilidad del inventario y puede derivar en compras urgentes y sobre costos.

A pesar de que la empresa cuente con un ERP robusto y con opción de actualización progresiva, el diagnóstico señala fallas operativas que impactan el control y custodia del inventario implicando dificultades para localizar referencias, desorden, y presencia de inventario antiguo y obsoleto, afectando los tiempos de búsqueda y la eficiencia del almacén. Adicionalmente, la capacidad limitada de la bodega principal obliga a realizar traslados hacia dos bodegas externas con una frecuencia de al menos 4 veces por semana, lo que incrementa recorridos, tiempos y complejidad de control, especialmente cuando un mismo grupo de inventario se encuentra distribuido entre ubicaciones.

Por lo anterior, aunque se aplican metodologías de control como la clasificación ABC en una muestra de 100 SKUs donde la categoría A corresponde a 21 SKUs que concentran

aproximadamente 80% del valor, se identifica la necesidad de integrar herramientas adicionales

DESC. ITEM	CONSUMO DIARIO	CONSUMO ACUM	PART. ACUM	CLASIFICACIÓN	VARIACIÓN	CLASIFICACIÓN	ABC/XYZ
BANDEJA AMARILLA 4 1	\$1.283.940,75	\$346.664.002,56	10,9%	A	19%	Y	AY
MARINADO ALITAS BBQ 5462 X 20KG (LIQ)	\$1.263.103,56	\$687.701.962,56	21,6%	A	39%	Z	AZ
INSPEXX PH B 20 KG	\$667.333,33	\$867.881.962,56	27,2%	A	43%	Z	AZ
BANDEJAS DE ICOPOR 7.1 AMARILLA	\$628.622,63	\$1.037.610.072,56	32,6%	A	29%	Z	AZ
PELICULA DARNEL WRAP DUPLO 15 X 5000F	\$137.724,44	\$2.557.596.945,68	80,3%	B	152%	Z	BZ
BOLSA CAPUCHONA AZUL PERFORADA	\$129.497,38	\$2.592.561.239,38	81,4%	B	15%	Y	BY
BOLSA POLLO ENTERO MARINADO 22X42 CONG.	\$126.300,48	\$2.626.662.369,38	82,4%	B	106%	Z	BZ
LAMINA PECHUGA DE POLLO MARINADA	\$27.761,00	\$3.033.221.762,25	95,2%	C	187%	Z	CZ
BOLSA AVICAMPO ALITA POLLO ADOB BBQ25X30	\$24.878,52	\$3.039.938.962,25	95,4%	C	156%	Z	CZ

que incorporen costo y criticidad para priorizar las referencias de mayor impacto.

A continuación, se anexa tabla parcial de análisis ABC con la descripción de los insumos las cuales fueron muestra de la población total de ítems que se manejan en el almacén de Avicola el Madroño. (Ver Tabla 2.) (Ver Apéndice A)

Tabla 2.

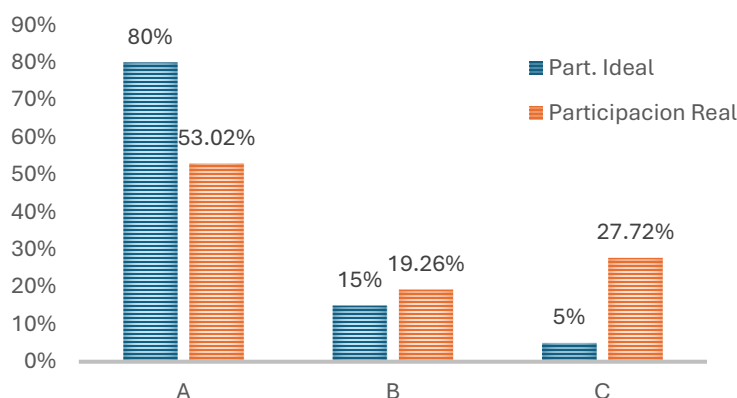
Método ABC parcial por referencia de insumos. Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.

La clasificación ABC confirma la concentración del valor en pocas referencias: categoría A representa el 80% del costo total, justificando su priorización en control y ubicación. Esto explica las discrepancias físicas-sistema en materiales críticos y valida la necesidad de políticas diferenciadas para reducir roturas y mejorar exactitud.

Donde los porcentajes reales de participación se visualizan de la siguiente manera. (Ver Figura 86)

Figura 8.

Participación por categorías ABC de los insumos usados en Avícola El Madroño S.A.) *Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.*



Estas herramientas deben complementar las prácticas actuales para elevar la exactitud del inventario hacia el objetivo, reducir roturas y asegurar la disponibilidad de insumos esenciales para la operación diaria.

5.3.2 Proceso de planeación de requerimiento de materias primas

El proceso de planeación de requerimiento de materias primas en el área de almacén de Avícola El Madroño presenta deficiencias asociadas a la falta de sincronización entre el consumo real de producción, los niveles de inventario disponibles y la capacidad física de almacenamiento. Actualmente, los pedidos a proveedores se realizan sin una programación temporal adecuada que considere la rotación diaria de los insumos y el espacio disponible en la bodega principal, lo cual genera entregas concentradas en determinados momentos del mes. Esta situación ocasiona

sobreabastecimiento temporal y obliga a trasladar insumos voluminosos hacia bodegas externas, aun cuando dichos materiales podrían ser recibidos en la bodega principal si las entregas se programaran con una diferencia de dos o tres días. Este problema puede medirse mediante indicadores como los días promedio de inventario, el porcentaje de pedidos recibidos fuera del rango óptimo de cobertura, la variabilidad del inventario mensual y la frecuencia de sobreabastecimiento, evidenciando un impacto directo en los costos logísticos y en la eficiencia del proceso.

5.3.3 Proceso de gestión de inventarios

Este proceso se orienta a monitorear y controlar el flujo de insumos y materiales en bodega para mantener niveles adecuados de inventario, sostener la operación y soportar decisiones de compra y abastecimiento con información confiable. En Avícola El Madroño S.A., el reporte de rotación evidencia que el comportamiento del inventario no es homogéneo: existe una concentración del movimiento (por costo) en pocos ítems, donde el “Top 7 movimiento invt x costo” agrupa referencias como adobos/marinados y materiales de empaque (bolsas y bandejas), sumando \$209.586.738,4 en costo total asociado a movimiento.

Sin embargo, el mismo informe también muestra señales de oportunidades de mejora en el control y depuración del inventario, ya que se identifican saldos con “último movimiento” clasificados por antigüedad (menor a 60 días, entre 60 y 180 días, y mayor a 180 días), con valores acumulados de \$522.593.933; \$73.981.035,76; y \$17.011.786,4 respectivamente. La existencia de inventario con más de 180 días sin movimiento sugiere la necesidad de fortalecer políticas de rotación y control (por ejemplo, revisión de parámetros de reabastecimiento, depuración de referencias, y priorización ABC), para evitar capital inmovilizado y riesgos de obsolescencia o vencimiento cuando aplique. Sin embargo, dada la criticidad operativa y el alcance de este plan de

mejoramiento, las acciones de ejecución se enfocarán estratégicamente en garantizar el abastecimiento y control de los insumos de alta rotación, derivando la gestión y depuración del stock obsoleto hacia las recomendaciones a futuro para la organización.

Adicionalmente, en la base del informe se observa que varias referencias presentan fecha de última entrada registrada, pero sin fecha de última salida (campo vacío), lo cual puede indicar falta de trazabilidad completa del consumo/movimiento o registros incompletos para ciertas bodegas o ítems. Esta situación limita la capacidad del área para explicar con precisión por qué algunos materiales permanecen inmóviles y dificulta que el diagnóstico conecte rotación, exactitud y decisiones de compra con evidencia cerrada (entradas–salidas–saldo).

5.3.4 Proceso de gestión de almacenamiento

En el estado actual (AS-IS), el almacenamiento presenta limitaciones asociadas a capacidad y organización, evidenciadas en la dependencia de dos bodegas externas y la necesidad de realizar traslados frecuentes de insumos de alta rotación hacia/desde la bodega principal. Esta condición se vuelve especialmente relevante si se considera la presión operativa del abastecimiento interno, donde se consumen alrededor de 42 pacas/día de bandejas y cerca de 15 sacos de bolsas para empaque, lo que exige alta disponibilidad y accesibilidad del inventario.

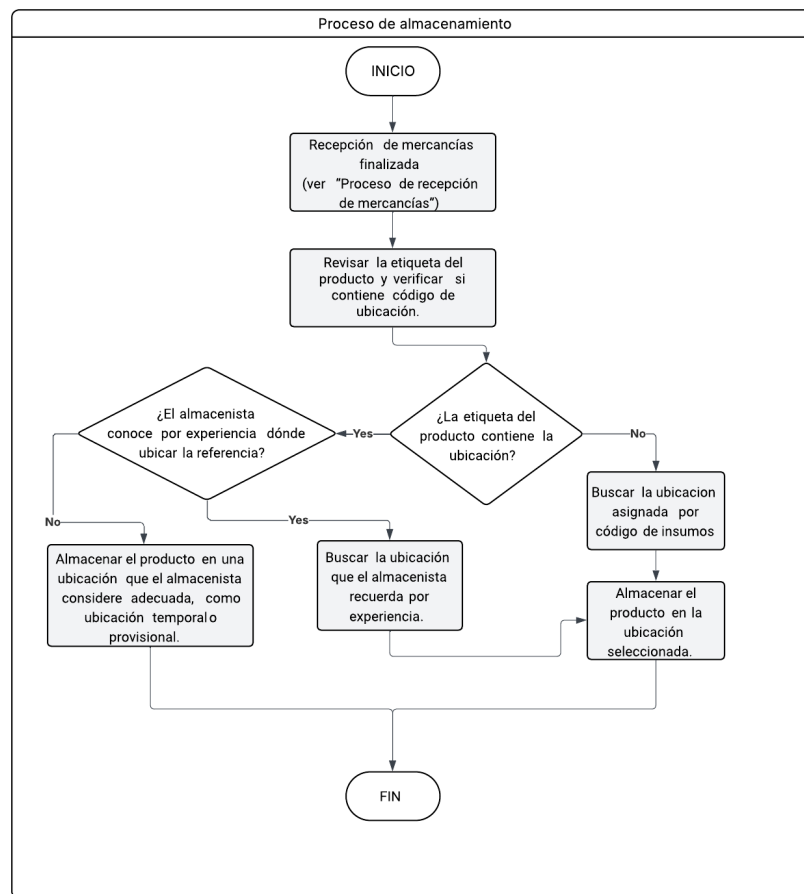
A nivel de disposición física, el diagnóstico reporta un layout no zonificado, con picking y despacho interno de carácter manual y sin rutas optimizadas ni códigos de ubicación estandarizados y predominantes, lo que incrementa recorridos y tiempos improductivos. En términos cuantitativos, se identifican hallazgos de aprovechamiento y orden: una utilización de espacio reportada alrededor de 75% (cúbica) pero con ineficiencias de distribución, asociado a desorden, ausencia de demarcación y estandarización visual.

De forma complementaria, las inconsistencias entre inventario físico y el inventario registrado en Siesa afectan la confiabilidad de la información para ubicar y localizar referencias, elevando la variabilidad en los tiempos de búsqueda. En consecuencia, la localización de materiales tiende a depender de criterios operativos no estandarizados y, en ciertos casos, del conocimiento empírico del personal, lo que incrementa la probabilidad de errores en almacenamiento y despacho.

Seguidamente, se presenta el diagrama de flujo del proceso de almacenamiento, el cual permite identificar de manera clara las actividades, los puntos de decisión y la secuencia de cada etapa que lo conforma. (Ver Figura 97)

Figura 9.

Proceso de almacenamiento en el área de almacén de Avícola El Madroño S.A.



Finalmente, el diagnóstico del proceso de almacenamiento permite identificar problemáticas críticas: ausencia de una zonificación formal basada en rotación, señalización/estandarización insuficiente, y desalineación entre organización física y registros del ERP. Estas brechas justifican la implementación de estrategias como layout ABC y control visual, especialmente considerando que, en una muestra de 100 SKUs, la categoría A corresponde a 21 SKUs que concentran aproximadamente 80% del valor, por lo que su ubicación y accesibilidad deberían priorizarse para reducir tiempos de localización y proteger la continuidad operativa.

5.3.5 Alistamiento

El alistamiento de pedidos es una etapa clave del despacho interno; por ello, el proyecto analiza la localización, selección y preparación de materiales antes de su entrega. Estas actividades las realiza principalmente el personal operativo, sin seguimiento inmediato del inventario, en un entorno de alta dinámica por la demanda diaria y el consumo de insumos críticos de empaque.

El proceso inicia cuando el almacenista recibe la solicitud de requisición interna (RQI) y organiza el alistamiento en función del volumen y la composición de las solicitudes, las cuales pueden incluir una o múltiples referencias y diferentes unidades de medida (UND, BOL, BJA, KIL). En los registros se observan solicitudes con magnitudes relevantes para operación, como pedidos de 12.000–30.000 unidades de bolsas o 10.000–42.000 bandejas en una sola solicitud, lo que evidencia variabilidad en tamaño de “pedido” y carga de alistamiento.

El alistamiento se afecta por la dispersión del inventario; la falta de espacio en la bodega principal y el uso de dos bodegas externas obliga a realizar traslados frecuentes, aumentando recorridos y tiempos improductivos. Cada traslado a bodega externa cuesta aproximadamente \$289.000 (2025), generando un sobre costo que eleva el costo logístico por solicitud y aumenta la variabilidad del servicio interno (riesgo de retrasos, pendientes y reprocesos).

Cuando el almacenista localiza las referencias, procede a la preparación física tales como la separación, empaque y/o embalaje si aplica y a la verificación de cantidades antes del despacho, buscando cumplir lo solicitado por el área usuaria. Sin embargo, en caso de no hallarse alguna referencia, la solicitud queda con pendientes o diferencias, situación coherente con un entorno de baja confiabilidad del inventario: la exactitud de inventario mencionada anteriormente lo refleja al igual que el nivel de servicio y sobre costos mencionados, lo que incrementa la probabilidad de no completar solicitudes en el primer intento.

En síntesis, el diagnóstico del proceso de alistamiento en Avicampo permite identificar factores críticos que explican ineficiencias y variabilidad: desplazamientos adicionales por dispersión del inventario (incluida la interacción con bodegas externas), ausencia de estandarización de ubicaciones, y baja confiabilidad de la información físico-ERP. Lo anterior respalda la necesidad de mejoras integradas enfocadas en elevar el nivel de servicio interno hacia los indicadores establecidos centrados alrededor de 95% y reducir tiempos improductivos y errores en preparación.

5.4 Indicadores

En la operación actual de Avicampo no se dispone de un tablero integral de indicadores logísticos enfocado específicamente en almacenamiento, control de inventarios y despacho interno. Aun así, el diagnóstico evidencia la necesidad de formalizar métricas que permitan controlar la confiabilidad del inventario, el comportamiento de la rotación y el desempeño del servicio al cliente interno, debido a brechas operativas asociadas a discrepancias físico-sistema y a la variabilidad del alistamiento.

Para el seguimiento del proceso se levantaron tres indicadores base: rotación de inventario, exactitud de inventario y nivel de servicio interno.

5.4.1 Rotación de inventario

La rotación de inventario mide la eficiencia con la que los materiales circulan desde su

Indicador	Valor en (COP)	% de Participación
Inventario con antigüedad menor a 60 días	\$522.593.933,81	83,7%
Inventario entre 60 y 180 días	\$73.981.035,76	13,7%
Inventario mayor a 180 días	\$17.011.786,4	2,6%
Inventario total analizado	\$613.589.754,97	100%

recepción hasta su consumo o despacho, constituyendo un indicador para evaluar la liquidez stock y detectar oportunidades de optimización. En el contexto de la Regional Costa de Avícola El Madroño S.A.S., se realizó un análisis del inventario total, clasificando los ítems según la antigüedad del último movimiento registrado en el sistema al 14 de enero de 2026. Esta metodología permite identificar el stock fresco, intermedio y obsoleto (riesgo de inmovilización de capital), sentando las bases para intervenciones prioritarias en gestión y almacenamiento.

La estructura de costos por rangos de antigüedad revela una distribución desigual, con predominio abrumador del inventario reciente. El detalle completo del formato se encuentra en el Apéndice C. (Ver

Tabla 3.) (Ver Apéndice C)

Tabla 3.

Composición del inventario por antigüedad, Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.

Indicador	Valor en (COP)	% de Participación
Inventario con antigüedad menor a 60 días	\$522.593.933,81	83,7%
Inventario entre 60 y 180 días	\$73.981.035,76	13,7%
Inventario mayor a 180 días	\$17.011.786,4	2,6%
Inventario total analizado	\$613.589.754,97	100%

Adicionalmente, se identificaron las 7 referencias con mayor costo por movimiento dentro del inventario analizado, las cuales concentran el 37,2% del valor total de este grupo. La selección de estas referencias obedeció a un criterio de priorización económica, debido a que representan los ítems de mayor impacto en términos de valor y rotación operativa. (Ver Tabla 4.)

Tabla 4.

Top 7 ítems por costo × movimiento.. Elaboración propia con base en reportes del ERP Siesa Enterprise.

Descripcion del item	Costo
Adobo campesino avicampo	\$ 46.257.124
Marinado alitas BBQ 5462 x 20kg (liq)	\$ 40.035.890
Bolsa alas BBQ brasset x 900 g	\$ 32.165.699
Bolsa avicampo alita pollo adobo BBQ25X30	\$ 29.689.300
Lamina pernil de pollo con rabadilla mar	\$ 23.838.165
Bolsa pollo entero marinado 25x49 cong.	\$ 19.965.000

INSPEXX 100	\$ 19.364.879
Total	\$ 211.316.057

Con claridad se muestra una fuerte concentración del valor en un grupo reducido de referencias y en productos de alta circulación: cerca del 84–85% del costo total se encuentra en ítems con movimiento menor a 60 días, lo que evidencia una alta dinámica de consumo pero también presión constante sobre la capacidad de almacenamiento; alrededor del 12% del valor permanece entre 60 y 180 días, señalando materiales que deben ser monitoreados para evitar que se vuelvan obsoletos, mientras que cerca del 3% corresponde a existencias mayores a 180 días, que ya pueden considerarse stock de baja rotación que inmoviliza capital y ocupa espacio crítico. Dentro de este contexto, el Top 7 de ítems por movimiento x costo concentra más de 200 millones de pesos en empaques y aditivos (adobos, marinados, bandejas y bolsas), lo que confirma que una fracción pequeña del portafolio representa una proporción muy alta del valor gestionado; esto refuerza la necesidad de aplicar una clasificación ABC rigurosa, priorizar el control de estos ítems en la planeación de compras y almacenamiento. Si bien el diagnóstico evidencia la necesidad de definir acciones específicas para depurar o reubicar los productos con antigüedad superior a 180 días para liberar espacio y capital, la fase de ejecución de este proyecto priorizará el control del "Top 7" y los ítems de alta rotación. Esta decisión se fundamenta en su impacto inmediato sobre la continuidad de la línea de producción, dejando el manejo del inventario de baja rotación como un lineamiento de mejora continua.

5.4.2 Exactitud del inventario

La exactitud del inventario cuantifica el grado de concordancia entre el inventario físico y el inventario registrado en el ERP; una exactitud baja reduce la confiabilidad de la información para reabastecimiento y aumenta el riesgo de faltantes y reprocesos.

Donde la formula del indicador se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$\text{Exactitud de inventario (\%)} = \frac{\# \text{ de ítems con referencias (físico = sistema)}}{\# \text{ total de referencias verificadas}} \times 100 = \%$$

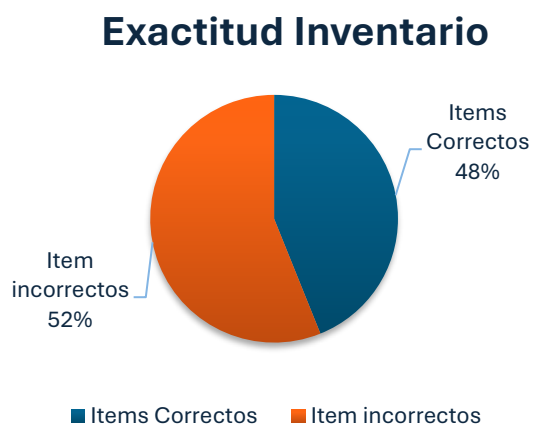
Aplicando los datos obtenidos en la auditoría de inventario al 29 de Diciembre de 2025, se calcula:

$$\text{Exactitud de inventario (\%)} = \frac{59}{123} \times 100 = 48\%$$

Resultado que se puede presentar visualmente en diagrama de pastel. (Ver Figura 10.)

Figura 10.

Exactitud de inventario planta Pollo al día 29/12/2025.



Estos resultados evidencian deficiencias relevantes en el control de inventarios, asociadas principalmente a la falta de estandarización en la ubicación de las referencias, a las discrepancias entre la información registrada en el ERP y las existencias físicas, y a la ausencia de señalización

y lineamientos operativos suficientemente claros para orientar la localización y el manejo de los materiales.

5.4.3 Nivel de servicio interno (atención de RQI)

Mide la capacidad del almacén para cumplir las solicitudes (RQI) completas y a tiempo; es un indicador directo del desempeño hacia el cliente interno y se ve impactado por roturas de stock, localización y tiempos de alistamiento.

Donde la formula del indicador se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

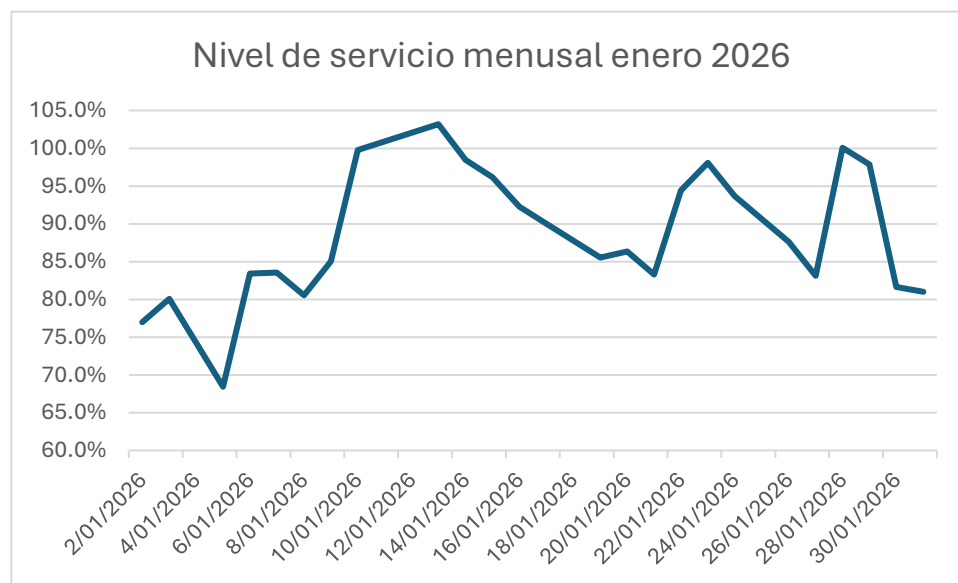
$$\text{Nivel de servicio (\%)} = \frac{\# \text{ de items entregados}}{\# \text{ de items despachados}} \times 100$$

Con los datos de enero 2026 (período 31/01–30/01), se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{Nivel de servicio (\%)} = \frac{1918174}{2183934} \times 100 = 87.8\%$$

Figura 11.

Nivel de servicio interno mensual (87,8%), periodo [01-01-2026 a 30-01-2026]



El nivel de servicio alcanzado del 87,9 % evidencia una capacidad de respuesta adecuada pero insuficiente para estándares industriales del sector avícola, donde se esperan niveles

superiores al 95 % para evitar interrupciones productivas. Esta cifra indica que se cumplieron con 192.834 de los 218.934 requeridos dándonos un 88% de cobertura efectiva; A su vez, se generaron faltantes equivalentes a 26.100 items, lo cual, para el contexto operativo, esto se traduce en interrupciones que afectan directamente la continuidad de la línea de producción.

La tendencia observada sugiere oportunidades de mejora en la disponibilidad de inventario y precisión en la planeación de RQIs, aspectos críticos que serán abordados en las propuestas de mejoramiento del capítulo 6.

5.5 Conclusión del análisis del estado inicial del Software

Finalmente, el diagnóstico realizado permitió identificar baja eficiencia y confiabilidad en los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y alistamiento, evidenciando brechas relevantes que afectan la continuidad operativa y la capacidad de respuesta del área. A pesar de las limitaciones de tiempo y de disponibilidad de información cuantitativa, el análisis se desarrolló a partir de observación directa, entrevistas no formales y participación en las actividades del almacén, complementado con revisión documental y mediciones puntuales.

Los hallazgos muestran una desincronización significativa entre el inventario físico y el registrado en el ERP, reflejada en una exactitud de inventario cercana al 60%, valor inferior al estándar de referencia 95–100% definido como objetivo para el control del inventario. A esta problemática se suman roturas de stock cercanas al 10%, las cuales incrementan el riesgo de faltantes de referencias críticas y dificultan el abastecimiento oportuno a las áreas usuarias. De forma complementaria, se identificó una rotación promedio del inventario de aproximadamente 15 veces/año, lo cual sugiere oportunidades de mejora en la depuración de referencias de baja rotación y en la priorización del control sobre referencias de mayor impacto.

En cuanto al almacenamiento, se evidencian condiciones que incrementan tiempos de búsqueda y afectan la localización de referencias: el layout no se encuentra zonificado y el proceso de picking/abastecimiento se ejecuta de forma manual, sin rutas optimizadas ni códigos de ubicación estandarizados. El diagnóstico del desorden visual, refuerza la presencia de desorden y falta de control visual, lo que se traduce en mayor variabilidad operativa y mayor probabilidad de errores. Además, la capacidad física insuficiente obliga a operar con dos bodegas externas, generando traslados frecuentes que aumentan recorridos, tiempos de operación y complejidad de custodia del inventario.

Respecto a la criticidad del inventario, la aplicación de una clasificación ABC sobre una muestra de 100 SKUs principales mostró concentración del impacto en pocas referencias: 21 SKUs categoría A concentran aproximadamente 80% del valor, mientras que B agrupa 26 SKUs (~15%) y C reúne 61 SKUs (~5%). Este comportamiento explica por qué la falta de priorización en control y ubicación (especialmente para A) incrementa las discrepancias y la variabilidad de tiempos en el alistamiento.

En consecuencia, el diagnóstico consolida como problemáticas principales: dificultad para localizar referencias y por tanto mayores tiempos de búsqueda y alistamiento, discrepancia físico-sistema, fallas de estandarización y señalización, desorden y limitada capacidad de almacenamiento, factores que en conjunto reducen la confiabilidad del inventario y afectan la eficiencia operativa del área.

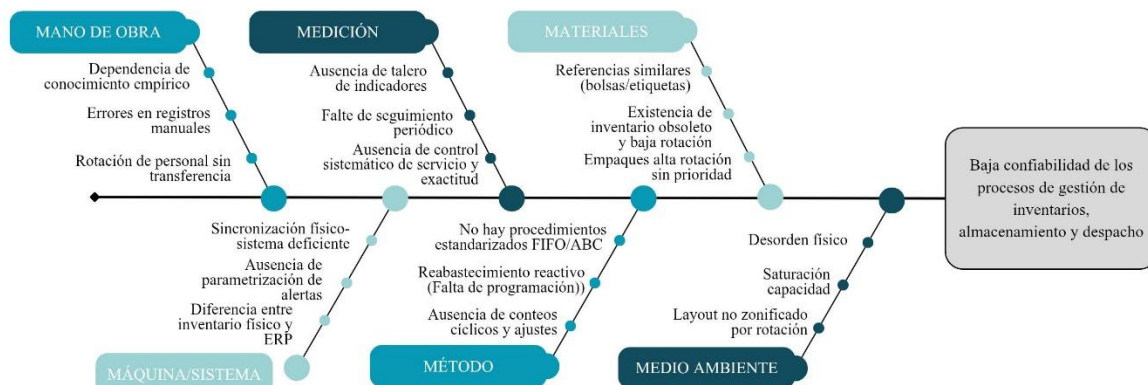
5.6 Diagrama Causa y Efecto

El diagnóstico realizado en Avícola El Madroño S.A. evidenció baja eficiencia y confiabilidad en los procesos de inventarios, almacenamiento y despacho interno, afectando la

continuidad operativa y la capacidad de respuesta del área de Almacén y Compras. El análisis, basado en observación directa, entrevistas al personal y revisión de registros en el ERP Siesa Enterprise, permitió identificar problemas como desorganización física, variabilidad en tiempos de búsqueda, diferencias entre inventario físico y registrado, debilidades en codificación y ausencia de clasificación por rotación.

Estas situaciones generan reprocesos, errores y menor confiabilidad en la información para decisiones de compra y reabastecimiento, impactando la eficiencia y el nivel de servicio. A continuación, se presenta el diagrama Ishikawa como base para priorizar las acciones de mejora a realizar posteriormente. (Ver Figura 1210)

Figura 12.
Diagrama Causa-Efecto



6. Formulación de propuestas de mejoramiento

A partir del diagnóstico desarrollado en el área de Almacén y Compras de Avícola El Madroño S.A., se formularon propuestas de mejoramiento orientadas a intervenir de manera directa las principales causas de ineficiencia identificadas en los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno. Estas propuestas se estructuraron en coherencia con la etapa posterior de implementación, con el fin de conservar trazabilidad metodológica entre lo formulado y lo ejecutado en el proyecto.

En consecuencia, el plan de mejoramiento quedó organizado en seis líneas de intervención complementarias. La primera corresponde a la implementación de una clasificación ABC-XYZ para priorizar referencias según su participación económica y variabilidad del consumo. La segunda se orienta al diseño de un programa de conteos cíclicos para mejorar la exactitud del inventario y fortalecer la sincronización entre inventario físico y ERP. La tercera plantea una política de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación, apoyada en pronóstico de demanda y punto de reorden. La cuarta propone la estandarización de nomenclaturas, señalización de ubicaciones y validación de la capacidad útil de almacenamiento como soporte para el orden y la localización de materiales. La quinta se dirige al diseño de un sistema de indicadores de evaluación y control para el seguimiento del desempeño logístico. Finalmente, la sexta corresponde a la socialización y estandarización documental de las mejoras implementadas, con el propósito de favorecer su apropiación por parte del personal de área.

6.1 Propuesta 1. Diseño de una clasificación ABC-XYZ para referencias de alta rotación y criticidad operativa

6.1.1 Objetivo de la propuesta

Diseñar una clasificación ABC aplicada a las referencias de insumos y materiales de mayor impacto en la operación del almacén, con el fin de priorizar el control, la asignación de recursos de seguimiento y la toma de decisiones de abastecimiento, almacenamiento y revisión de inventarios.

6.1.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta

La propuesta se enfoca en las referencias de insumos, empaques y materiales de apoyo con mayor movimiento o incidencia sobre la continuidad operativa del área, tomando como base la información histórica disponible en el ERP Siesa Enterprise, los reportes de inventario, las requisiciones internas y los registros de despacho y consumo analizados durante el diagnóstico. Su alcance no se limita a una categorización por costo, sino que busca convertirse en una herramienta de gestión para ordenar el control del inventario y disminuir la toma de decisiones basada únicamente en la experiencia empírica del personal.

Desde el punto de vista técnico, la propuesta parte de la necesidad de segmentar el inventario en grupos de prioridad diferenciada, con énfasis en aquellas referencias cuya ausencia

puede afectar el abastecimiento interno y el nivel de servicio de la operación. El diagnóstico ya había mostrado que, en una muestra de 100 SKU principales, 21 referencias de categoría A concentran aproximadamente el 80 por ciento del valor, lo que evidencia una fuerte concentración del impacto del inventario en un grupo reducido de materiales. En consecuencia, la clasificación permitirá establecer criterios diferenciados de gestión para las referencias A, B y C, priorizando en las primeras la revisión de disponibilidad, la frecuencia de control y la asignación de espacios de fácil acceso dentro del almacén.

Adicionalmente, esta propuesta se concibe como una base estructural para otras acciones del plan de mejoramiento, especialmente las relacionadas con conteos cíclicos, políticas de reabastecimiento y seguimiento mediante indicadores. Por tanto, su aporte no se restringe a la organización analítica del inventario, sino que contribuye a fortalecer la articulación entre el inventario físico, los registros del ERP y las necesidades reales de la operación.

6.1.3 Plan de implementación

La implementación de esta propuesta se desarrollará en fases secuenciales. En primer lugar, se realizará la depuración y consolidación de la base de datos de referencias intervenidas a partir del ERP Siesa Enterprise, verificando códigos, descripciones, unidades de medida, movimientos históricos, consumos, costos y existencias, debido a que el diagnóstico evidenció inconsistencias entre el inventario físico y el digital. Posteriormente, se organizará la información de consumo y participación acumulada de las referencias con el propósito de establecer la priorización ABC sobre una base técnica y verificable.

En una segunda fase, se construirá la matriz de clasificación y se validarán sus resultados con el personal del área, con el fin de contrastar la categorización obtenida con la realidad operativa del almacén y ajustar aquellos casos cuya criticidad no dependa exclusivamente del valor económico. Finalmente, la clasificación será socializada e incorporada como criterio de apoyo para la gestión de inventarios, la priorización de controles y la planeación de acciones complementarias dentro del área de Almacén y Compras.

Para transformar la clasificación ABC en una herramienta de mejora real y no limitarla a un diagnóstico estático, se diseñó una estrategia operativa fundamentada en la reconfiguración física y administrativa. Esta se ejecuta a través de tres subgrupos de trabajo: el Subgrupo 1

(adecuación espacial para asegurar que los ítems tipo A se ubiquen en los niveles de fácil acceso del layout de estantes a dos niveles); el Subgrupo 2 (vinculación directa de la criticidad ABC con los parámetros del modelo de Punto de Reorden - ROP); y el Subgrupo 3 (auditoría y estandarización de las Requisiciones Internas - RQI para eliminar los quiebres de stock y registros de 'NO').

6.2 Propuesta 2. Diseño de un programa de conteos cíclicos para el mejoramiento de la exactitud del inventario

6.2.1 Objetivo de la propuesta

Diseñar un programa de conteos cíclicos orientado a mejorar la exactitud del inventario, fortalecer la trazabilidad de las existencias y reducir las diferencias entre el inventario físico y el registrado en el ERP Siesa Enterprise.

6.2.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta

La formulación de esta propuesta se sustenta en que el diagnóstico evidenció una exactitud promedio del inventario cercana al 55,9 por ciento, una exactitud puntual del 48 por ciento en auditoría física y un nivel de servicio interno de 87,8 por ciento, resultados que reflejan una desincronización significativa entre los registros del sistema y la realidad operativa del almacén. A esto se suman fallas en codificación, baja señalización, desorden físico y deficiencias de rotulación en cerca del 72 por ciento de los insumos, en una operación que administra aproximadamente 113 referencias SKU en un área cercana a 135 m² con una ocupación aproximada del 85 por ciento y apoyo en dos bodegas externas.

Frente a este contexto, la propuesta de conteos cíclicos se plantea como un mecanismo de control permanente y no únicamente como una actividad eventual de auditoría. Su diseño contempla una lógica de priorización progresiva sobre las referencias del inventario, iniciando con los materiales de mayor impacto y extendiéndose de manera gradual al resto del portafolio, de modo que el control físico se oriente de forma más intensiva hacia los insumos críticos. El programa busca contribuir a la reducción de faltantes, a la mejora de la confiabilidad del dato en el ERP y al fortalecimiento de la capacidad de respuesta del almacén frente a los requerimientos internos.

En términos metodológicos, la propuesta incorpora criterios de confiabilidad y trazabilidad tales como conteo ciego, congelamiento temporal de movimientos durante la ventana de verificación, recuento obligatorio ante diferencias, separación de funciones entre quien cuenta y quien ajusta en el sistema, y registro de causa raíz para cada desviación detectada. Estos parámetros permiten que la actividad de conteo tenga valor operativo y correctivo, y no se limite a un ejercicio aislado de revisión física.

6.2.3 Plan de implementación

La implementación propuesta iniciará con la selección y priorización de referencias a partir de la clasificación ABC adoptada para el área. A continuación, se definirá una programación periódica de conteos con responsables, formatos de registro y criterios de validación, procurando que la operación del almacén no se vea interrumpida de forma significativa durante su aplicación.

Posteriormente, se desarrollará una fase piloto en la cual se aplicarán los conteos sobre referencias priorizadas, registrando diferencias, causas raíz y necesidades de ajuste en el ERP. Finalmente, los resultados del programa servirán de insumo para el seguimiento del indicador de exactitud del inventario y para la toma de decisiones sobre abastecimiento, ubicación de materiales y control operativo del almacén.

6.3 Propuesta 3. Diseño de políticas de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación

6.3.1 Objetivo de la propuesta

Para dar solución integral a las deficiencias logísticas evidenciadas en el diagnóstico operativo de Avícola El Madroño—caracterizadas por rupturas de stock recurrentes, registros de "NO" en las Requisiciones Internas (RQI) y una alta dependencia de pronósticos de demanda aislados mediante suavizado exponencial—, se diseña e implementa una política formal de control y gestión de inventarios.

Si bien los pronósticos de demanda a corto y mediano plazo permiten anticipar el comportamiento tendencial del consumo de insumos (tales como empaques, bandejas, películas flexibles y etiquetas), estos por sí solos no establecen el momento operativo exacto en el que se debe emitir una orden de pedido ni la cantidad óptima que garantice la continuidad del proceso de alistamiento sin incurrir en sobre costos por almacenamiento. Por consiguiente, se integra un

sistema de inventarios basado en el modelo probabilístico del Punto de Reorden adaptado a las condiciones operativas de la compañía.

6.3.2 *Fundamentación Teórica y Supuestos Operativos del Modelo*

El modelo de reabastecimiento adoptado se rige bajo los siguientes principios teóricos y supuestos de ingeniería de operaciones:

- **Comportamiento probabilístico de la demanda:** Se asume que el consumo diario o mensual de cada SKU no es estático, sino que experimenta fluctuaciones aleatorias que se ajustan estadísticamente a una distribución normal, permitiendo absorber la variabilidad natural de los despachos hacia la planta.
- **Consideración estricta del Tiempo de Entrega (*Lead Time, L*):** Se define y parametriza el tiempo transcurrido desde que se genera la solicitud de compra o requerimiento interno hasta que el material es recibido, inspeccionado y dispuesto físicamente en los estantes del almacén de la avícola.
- **Incorporación de Stock de Seguridad (*SS*):** Se establece un colchón o inventario de protección destinado a amortiguar picos de demanda imprevistos o retrasos en los plazos logísticos de los proveedores, mitigando de forma directa el riesgo de desabastecimiento que afectaba la ejecución de las RQI en la planta de Cartagena.

6.3.3 *Formulación Matemática y Desarrollo Analítico*

El sistema de control de inventarios implementado se desglosa a través de un conjunto secuencial de ecuaciones analíticas que vinculan la data histórica con los parámetros de control físico:

- Consumo Promedio Mensual y Diario

A partir de la data histórica de consumo de los meses analizados, se determina primero el Consumo Promedio Mensual (*CPM*) para cada referencia. Posteriormente, se calcula la tasa de consumo diario (*CPD*) asumiendo un ciclo operativo estándar de 30 días calendario por mes:

$$CPD = \frac{CPM}{30}$$

- Demanda Esperada durante el Tiempo de Entrega (d_L)

Corresponde a la cantidad proyectada de insumos que la planta consume estrictamente durante el intervalo que dura el proveedor en entregar el pedido:

$$d_L = CPD \times L$$

(Donde L representa el Lead Time expresado en días para cada SKU en particular).

- Cálculo del Stock de Seguridad (SS)

Para blindar el proceso ante la incertidumbre, el stock de seguridad se parametriza en función de los días de cobertura o factores de protección ligados al tiempo de entrega de cada categoría de insumo:

$$SS = CPD \times \text{Buffer de Protección (o Días de Lead Time ponderados)}$$

- Ecuación General del Punto de Reorden (ROP)

El umbral crítico de inventario que actúa como disparador automático de una nueva orden de compra o requerimiento se define mediante la suma de la demanda esperada en el *Lead Time* y el stock de protección:

$$ROP = d_L + SS$$

Es decir, sustituyendo las variables anteriores:

$$ROP = (CPD \times L) + SS$$

6.3.4 Criterios de Evaluación de Estados de Inventario

Para transformar el modelo matemático en una herramienta gerencial de toma de decisiones, el tablero de control automatizado clasifica dinámicamente cada referencia comparando su Stock Actual (S_{actual}) frente a los parámetros calculados (ROP , Stock Mínimo y Stock Máximo):

- CRÍTICO (Bajo Mínimo): Se activa cuando el stock actual desciende por debajo del umbral de seguridad o mínimo permitido ($S_{actual} \leq Min$), representando un riesgo inminente de parada de línea por falta de insumos.

- REORDEN: Se activa cuando el inventario actual es igual o inferior al Punto de Reorden ($S_{actual} \leq ROP$), indicando que es el momento exacto de lanzar la requisición de compra para evitar llegar a estado crítico durante el tiempo de espera del proveedor.
- OK: Indica que el nivel de existencias se encuentra dentro del rango operativo normal y seguro.
- SOBRESTOCK: Se presenta cuando el stock disponible supera el límite superior establecido ($S_{actual} > Max$), evidenciando inmovilización de capital de trabajo y saturación de espacio en el almacén.

6.3.5 Integración Práctica y Proyección Operativa

La parametrización de este modelo matemático cuyos registros detallados y tableros de simulación se presentan en el Apéndice D permite al almacén transitar de un sistema reactivo basado en pronósticos aislados a un modelo preventivo de reabastecimiento por umbrales. Esto garantiza la disponibilidad constante de materiales para el proceso de picking y el cumplimiento de los niveles de servicio exigidos por la operación.

6.4 Propuesta 4. Creación de un sistema de indicadores de evaluación y control de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno

6.4.1 Objetivo de la propuesta

Diseñar un sistema de indicadores logísticos que permita evaluar, controlar y dar seguimiento al desempeño de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno en el área de Almacén y Compras.

6.4.2 Alcance y criterios técnicos de la propuesta

La necesidad de esta propuesta surge de la ausencia de un tablero integral de control orientado específicamente al almacén, a pesar de que el diagnóstico ya había evidenciado exactitud del inventario cercana al 55 por ciento, roturas de stock del orden del 10 por ciento, reabastecimiento predominantemente reactivo y frecuentes traslados desde bodegas externas. Bajo estas condiciones, la empresa requiere un sistema de medición que transforme la operación diaria en variables cuantificables y comparables en el tiempo, facilitando la toma de decisiones con base en datos y no únicamente en criterio empírico.

El sistema propuesto se estructura a partir de fichas técnicas individuales para cada indicador, especificando objetivo, fórmula de cálculo, periodicidad, unidad de medida, responsable, criterios de interpretación e información requerida para su medición. En coherencia con las necesidades diagnosticadas, se propone trabajar inicialmente con seis indicadores prioritarios: exactitud del inventario, nivel de servicio interno, utilización del espacio, cumplimiento del plan de traslados desde bodega externa, cobertura de inventario de referencias críticas y cumplimiento del punto de reorden para bandejas de alta rotación. En conjunto, estos indicadores permiten evaluar la confiabilidad del inventario, la capacidad de respuesta del almacén, la presión sobre el espacio disponible, la disciplina de abastecimiento y la disponibilidad efectiva de materiales para la operación diaria.

Desde una perspectiva metodológica, esta propuesta se concibe como un mecanismo de seguimiento transversal a las demás acciones del plan de mejoramiento. En consecuencia, su formulación no solo busca medir resultados, sino también acompañar la estabilización de las propuestas implementadas y generar una base objetiva para evaluar su sostenibilidad en el tiempo.

6.4.3 Plan de implementación

La implementación se desarrollará en cuatro momentos. Primero, se definirán las variables de medición, las fuentes de información y la periodicidad de captura de los datos, garantizando consistencia entre los registros del ERP, los formatos físicos y la operación real del almacén. Segundo, se elaborarán las fichas técnicas de cada indicador y se validará su pertinencia con los responsables del proceso.

En una tercera fase, se estructurará un tablero de control que consolide los resultados de forma periódica y permita la lectura conjunta de la confiabilidad del inventario, el desempeño del abastecimiento y la utilización de la capacidad física. Finalmente, se establecerá una línea base inicial y se dará seguimiento comparativo a los indicadores con el fin de evaluar el efecto de las acciones implementadas y orientar decisiones de ajuste y mejora continua en el área.

7. Ejecución y resultado de las propuestas implementadas

Como parte de la validación metodológica del proyecto, se constata una congruencia directa entre las causas raíz detectadas en el Diagrama Causa-Efecto y las soluciones ejecutadas. Las problemáticas asociadas al desorden físico y la saturación del espacio fueron neutralizadas

mediante el rediseño del layout y la estandarización de los estantes a dos niveles para bolsas y rollos. Por su parte, la incertidumbre administrativa y los quiebres de stock se resolvieron mediante la parametrización analítica del ROP y la clasificación ABC-XYZ. Cabe destacar que estas soluciones se enfocaron estrictamente en la intervención operativa y de control analítico viable para Avícola El Madroño, delimitando propuestas de alta inversión a futuro a un nivel puramente conceptual y de recomendación gerencial

La validación técnica de estos resultados demuestra la resolución efectiva de las causas raíz planteadas en el diagnóstico inicial. Al contrastar el alcance del proyecto, se ratifica que las mejoras implementadas respondieron de manera directa a los factores críticos de desorden y falta de planeación. Del mismo modo, se delimita el alcance de la intervención frente a alternativas de automatización avanzada, las cuales se enuncian de forma conceptual como fases de escalabilidad futura, demostrando que la optimización de procesos logísticos puede alcanzarse con rigor de ingeniería de métodos y control estadístico.

7.1 Implementación del sistema de clasificación ABC para referencias de alta rotación y criticidad

a. Recopilación de información

Para el desarrollo de esta implementación, se realizó la consulta y descarga de información disponible en el sistema ERP Siesa Enterprise, complementada con los reportes internos de movimientos, consumos, requisiciones internas y registros de inventario físico del área de Almacén y Compras. La información recolectada incluyó referencias activas, descripciones, saldos, movimientos históricos, costos, comportamiento de consumo y datos asociados a materiales de empaque, condimentos y demás insumos utilizados en la operación. Asimismo, se tomaron como base los análisis previamente realizados durante el diagnóstico, entre ellos la clasificación ABC parcial, los reportes de rotación y los registros de diferencias entre inventario físico y sistema.

b. Análisis y depuración de la base de información

Una vez consolidada la información, se procedió a revisar la consistencia de los datos para identificar referencias repetidas, descripciones ambiguas, diferencias de codificación y registros que dificultaran la correcta priorización del inventario. Esta fase fue necesaria debido a que el

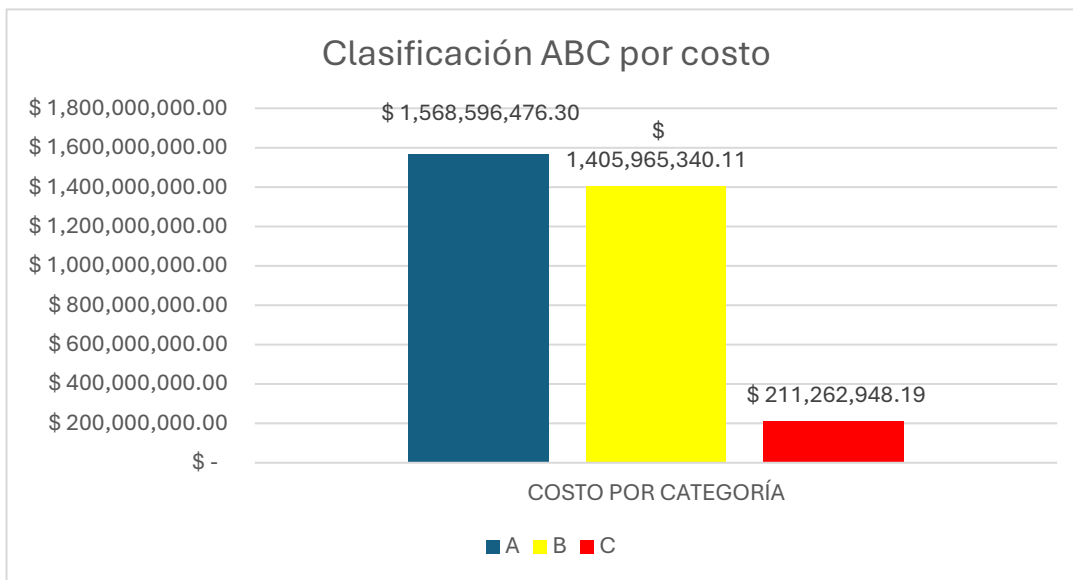
diagnóstico ya había evidenciado inconsistencias entre el inventario físico y el digital, así como debilidades en codificación, ausencia de estandarización y dificultades para localizar materiales dentro de la operación diaria. Con base en ello, se organizó una base de trabajo enfocada en las referencias con mayor participación en el abastecimiento interno, especialmente aquellas asociadas a insumos de alta rotación y mayor impacto económico.

c. Contraste entre la Partición Ideal y la Distribución Real del Almacén

Al evaluar el comportamiento histórico de los movimientos y cruzarlo con el costo total de consumo, se contrastó la distribución teórica de Pareto frente a la realidad operativa del almacén de la avícola, encontrando las siguientes desviaciones críticas:

- Clasificación A (Artículos Críticos / Alta Sensibilidad): Teóricamente diseñada bajo el principio clásico de Pareto para concentrar el 80% del impacto acumulado, la participación real observada en la operación se ubicó en el 53.02% (Apéndice B). Esta categoría agrupa los insumos de mayor criticidad y sensibilidad para el proceso de alistamiento de Requisiciones Internas (RQI), tales como la *Bandeja Amarilla 4.1* (MPE1001003106) y las *Bandejas Amarilla #3* (MPE40001). Operativamente, esta concentración real del 53% justificó por qué su desorden y dispersión inicial paralizaban los flujos de la planta.
- Clasificación B (Artículos de Rotación Moderada): Presentó una partición teórica del 15% frente a una participación real del 19.26%, integrando etiquetas específicas y adobos de consumo regular que sostienen la operación intermedia.
- Clasificación C (Artículos de Baja Rotación / Lentos): Concebida idealmente para el 5% del impacto, arrojó una participación real del 27.72%. Esta alta concentración de referencias de bajo movimiento confirma el diagnóstico inicial: una gran cantidad de ítems lentos ocupaban de manera ineficiente el espacio de la bodega principal, saturando los pasillos y dificultando el acceso a los insumos verdaderamente críticos.

Figura 13
Clasificación ABC por Costo

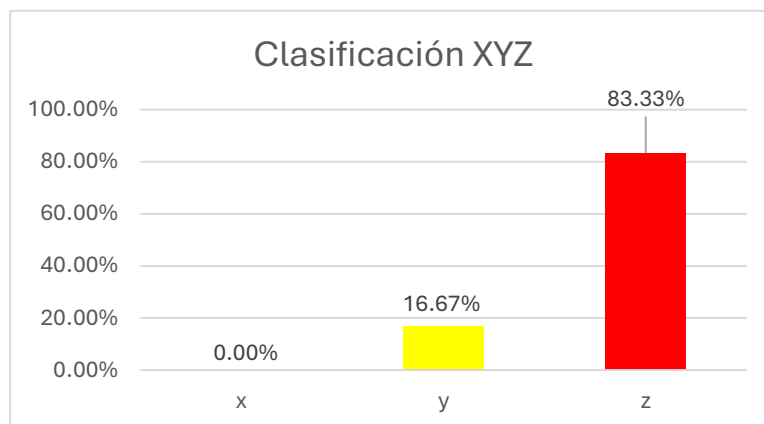


Nota. Recuperado de recopilación de reportes históricos del ERP SIESA enterprise

d. Clasificación XYZ

La clasificación XYZ muestra que el 83,33% de las referencias se concentra en la categoría Z, el 16,67% en la categoría Y y el 0,00% en la categoría X. Esto indica que predomina una demanda altamente variable e impredecible, con muy pocas referencias de comportamiento moderadamente estable y ninguna con consumo constante. Por tanto, la gestión del inventario requiere controles más dinámicos y herramientas de planeación que reduzcan la incertidumbre en el abastecimiento. En términos operativos, el predominio de la categoría Z implica un mayor riesgo de faltantes o sobre stock, ya que estos artículos requieren estrategias de control más flexibles, revisiones más frecuentes y criterios de reabastecimiento más sensibles al cambio. En consecuencia, esta distribución confirma la necesidad de complementar la gestión del inventario con herramientas de pronóstico, clasificación y priorización que permitan responder de manera más efectiva a la variabilidad del consumo.

Figura 14
Participación de referencias por categoría XYZ



Nota. Recuperado de recopilación de reportes históricos del ERP SIESA enterprise

e. Construcción de matriz ABC-XYZ

Una vez construida la clasificación, sus resultados fueron presentados al personal del área de Almacén y Compras con el propósito de explicar los criterios de priorización y su aplicación práctica en la operación diaria. (Ver Apéndice A)

Figura 15
Matriz ABC-XYZ de referencias de alta rotación y criticidad operativa

Referencia	Desc. ítem	dic	ene	Total gene	Costo total	Consumo diario	Clasificac	Variaci	Clasificac	ABC/X1
MPE1001003106	BANDEJA AMARILLA 4 1	168.000,00	177.000,00	1.980.032,00	\$ 346.664.002,56	\$ 1.283.940,75	A	19%	Y	AY
MPE40001	BANDEJAS DE ICOPOR 3 AMARILLA	106.500,00	134.000,00	1.359.000,00	\$ 117.186.570,00	\$ 434.024,33	A	25%	Y	AY
MPE10020003	BOLSA CAPUCHONA TRANSP CON PERFORACIONES	95.370,00	84.500,00	714.504,00	\$ 89.313.000,00	\$ 330.788,89	A	15%	Y	AY
MPE13103	BOLSA AVIC POLLO ENTERO ARA 1500G 22X40	96.000,00	92.600,00	740.100,00	\$ 79.309.116,00	\$ 293.737,47	A	19%	Y	AY
MPE10651	BOLSA POLLO ADOBADO FRISBY 23X36	148.000,00	122.400,00	1.059.700,00	\$ 73.384.225,00	\$ 271.793,43	A	11%	Y	AY
MPE40200007952	ETIQUETA BLANCA 105*64	190.000,00	106.000,00	1.499.270,00	\$ 47.946.654,60	\$ 177.580,20	A	20%	Y	AY
MPE13007	BOLSA CAPUCHONA AZUL PERFORADA	14.300,00	15.000,00	160.970,00	\$ 34.964.293,70	\$ 129.497,38	A	15%	Y	AY
MPE99944	CINTA TERMICA DE 50 MM X 122 MTS	279,00	360,00	2.844,00	\$ 25.406.475,84	\$ 94.098,06	A	13%	Y	AY
MPE10212	CINTA ADHESIVA 3M	215,00	335,00	2.310,00	\$ 18.248.976,90	\$ 67.588,80	A	20%	Y	AY
MPE10698	BOLSA CAPUCHONA AMARILLA PERFORADA.	4.000,00	6.000,00	53.950,00	\$ 11.718.479,50	\$ 43.401,78	A	16%	Y	AY
MPE40732	BOLSA PARA BASURA TRANSPARENTE	1.050,00	1.300,00	10.630,00	\$ 5.685.136,60	\$ 21.056,06	A	17%	Y	AY
MPE13041	TIRA PARA CANASTILLA BLANCO	42.000,00	19.000,00	280.000,00	\$ 4.547.200,00	\$ 16.841,48	A	23%	Y	AY
MPE13045	TIRA PARA CANASTILLA AMARILLO	30.000,00	28.000,00	256.000,00	\$ 4.160.000,00	\$ 15.407,41	A	17%	Y	AY
MPE13042	TIRA PARA CANASTILLA AZUL	33.000,00	24.000,00	255.000,00	\$ 4.136.100,00	\$ 15.318,89	A	15%	Y	AY
MPE13043	TIRA PARA CANASTILLA BEIGE	30.000,00	26.000,00	248.000,00	\$ 4.047.360,00	\$ 14.990,22	A	12%	Y	AY

Nota. Recuperado de recopilación de reportes históricos del ERP SIESA enterprise

La socialización buscó reducir la dependencia del conocimiento empírico, fortalecer la comprensión de cuáles referencias requieren atención preferente y alinear la gestión del inventario con criterios más técnicos y sistemáticos.

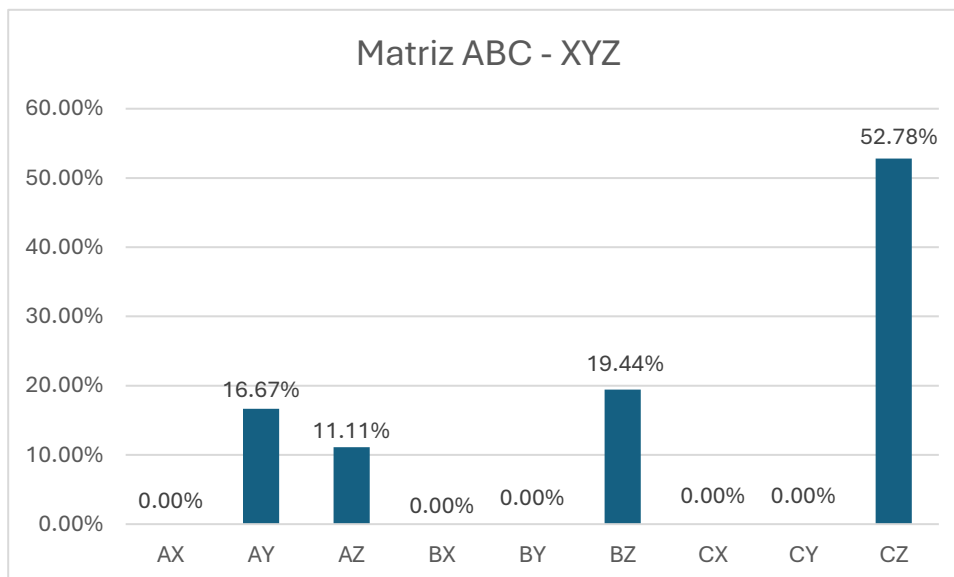
De esta manera, la clasificación ABC empezó a concebirse no solo como una herramienta de análisis, sino como un insumo para futuras decisiones relacionadas con layout, señalización, conteos cíclicos, control visual y reposición de inventario.

f. Implementación de matriz ABC-XYZ

La incorporación del análisis cruzado ABC-XYZ permitió profundizar en la naturaleza del consumo de la avícola. Se identificaron SKU clasificados bajo la tipología **AX** (alta demanda y alta estabilidad en el tiempo, como la bandeja amarilla principal) los cuales requieren un reabastecimiento continuo y riguroso bajo el modelo de Punto de Reorden. Por el contrario, aquellos ítems ubicados en las clasificaciones **AZ** o **BZ** (alta demanda pero con una fluctuación muy errática en el tiempo) demostraron la necesidad imperiosa de incorporar los *stocks de seguridad* calculados en el numeral 6.3 para evitar que los picos de demanda imprevistos generaran los quiebres de stock y registros de 'NO' detectados en las auditorías de requisiciones.

En consecuencia, los resultados de este análisis validan que la segmentación no es un fin en sí mismo, sino el insumo analítico indispensable que justificó el rediseño físico del layout (ubicando los ítems 'A' en los niveles de fácil acceso) y la parametrización de los inventarios que se implementan operativamente en la sección siguiente.

Figura 16
Cruce entre matriz ABC & XYZ



Nota. Recuperado de recopilación de reportes históricos del ERP SIESA enterprise

7.2 Pronóstico de demanda para la planeación del abastecimiento

7.2.1 Propósito del pronóstico

El pronóstico de demanda se formuló como una herramienta cuantitativa de apoyo para la planeación del abastecimiento de insumos en el almacén, con el fin de anticipar necesidades de reposición y mejorar la oportunidad en la toma de decisiones de compra. Su implementación responde a la necesidad de fortalecer la gestión del inventario frente a problemas previamente identificados en el diagnóstico, tales como debilidades en el control, variaciones en la reposición y riesgos de desabastecimiento.

En este contexto, el uso de un modelo de pronóstico permite pasar de una lógica de abastecimiento reactiva a una lógica preventiva, basada en el análisis del comportamiento histórico del consumo. De esta manera, el área puede proyectar requerimientos futuros de materiales y utilizarlos como insumo para la programación de compras, la revisión de inventarios y la definición de puntos de reorden.

7.2.2 Recolección y estructuración de la información

Para el desarrollo del pronóstico se utilizó como base la información histórica de consumo mensual por referencia registrada entre mayo de 2025 y marzo de 2026, consolidada en una matriz en Excel. En esta estructura, cada fila corresponde a una referencia específica del almacén y cada columna mensual representa el consumo real observado durante el periodo analizado.

La base incluye referencias de empaques, bandejas, bolsas, etiquetas, marinados, adobos y otros materiales de uso recurrente, lo que permite analizar cada ítem como una serie de tiempo individual. Esta forma de organización facilita la aplicación de una misma lógica de cálculo para todas las referencias y hace posible replicar el modelo de pronóstico fila por fila sin necesidad de rediseñar la metodología para cada material.

Adicionalmente, en el apartado de “Suavización exponencial” contiene tanto los datos históricos de consumo como las columnas de cálculo del modelo, entre ellas SES_jun, SES_jul, SES_ago, SES_sep, SES_oct, SES_nov, SES_dic, SES_ene, SES_feb, SES_mar, así como las proyecciones Pron_abr, Pron_may y Pron_jun. Esta estructura evidencia que la herramienta fue construida con una lógica uniforme, escalable y operativamente actualizable. (Ver Apéndice D)

7.2.3 Selección del método de pronóstico

Con base en las características de la información disponible, se seleccionó el método de suavización exponencial simple como técnica de pronóstico para la propuesta. Esta decisión se sustentó en que las series analizadas son relativamente cortas, presentan variabilidad mensual y, en varios casos, muestran comportamientos intermitentes o incluso periodos con demanda igual a cero.

Frente a estas condiciones, la suavización exponencial simple resultó más conveniente que otros métodos tradicionales por su sencillez de aplicación, su facilidad de actualización en Excel y su capacidad para otorgar mayor importancia a la información más reciente sin eliminar completamente el efecto del historial acumulado. En términos operativos, esto la convierte en una alternativa viable para un entorno donde el abastecimiento requiere respuestas ágiles y criterios cuantitativos fácilmente interpretables por el personal del área.

Desde una perspectiva comparativa, el promedio móvil simple no se consideró el método más adecuado debido a que asigna el mismo peso a todos los periodos incluidos en el cálculo, lo que puede generar rezago frente a cambios recientes en el consumo. De forma similar, el promedio móvil ponderado, aunque mejora parcialmente esa limitación, exige definir manualmente una estructura de pesos y reajustarla cada vez que cambia el patrón de demanda, lo cual introduce una mayor carga operativa y un componente subjetivo en la calibración.

En contraste, la suavización exponencial simple permite modelar el comportamiento del consumo mediante un único parámetro de suavización, representado por α . En este estudio se adoptó un valor de $\alpha = 0.77$, lo que significa que el modelo concede un 77% de peso al dato más reciente y un 23% al historial suavizado previo. Esta configuración hace que el pronóstico sea más sensible a cambios recientes, condición particularmente útil en referencias con alta variabilidad mensual.

Tabla 5

Comparación de métodos de pronóstico evaluados

Método evaluado	Razón para no seleccionarlo / seleccionarlo	Limitación o ventaja principal en este estudio
Promedio móvil simple	No se seleccionó porque asigna el mismo peso a todos los periodos considerados, lo que reduce su capacidad de respuesta ante cambios recientes en la demanda.	En este estudio, varias referencias presentan variaciones mensuales importantes y comportamientos no uniformes, por lo que un promedio uniforme puede generar rezago y suavizar en exceso el comportamiento real.
Promedio móvil ponderado	No se adoptó como método definitivo porque, aunque mejora la sensibilidad del pronóstico, requiere definir manualmente una estructura de pesos.	Esa ponderación introduce mayor subjetividad y obliga a reajustar el modelo cuando cambia el patrón de consumo; además, en series cortas e intermitentes no siempre mantiene un desempeño estable.
Suavización exponencial simple	Se seleccionó porque conserva la sencillez operativa, puede actualizarse fácilmente en Excel y asigna mayor importancia a la información más reciente mediante el parámetro α .	Resulta más adecuada para series cortas como las de tu archivo, donde el historial va de mayo de 2025 a marzo de 2026 y existen referencias con alta variabilidad o meses en cero.
Suavización exponencial simple con $\alpha = 0.77$	Fue la alternativa escogida porque permite reaccionar con rapidez a cambios recientes en el consumo sin perder completamente el efecto del historial acumulado.	En la hoja “Suavización exponencial” se evidencia la aplicación del modelo mediante columnas SES_jun a SES_mar y proyecciones Pron_abr, Pron_may y Pron_jun, lo que demuestra su implementación práctica y escalable dentro de la plantilla.

7.2.4 Formulación matemática del modelo

La suavización exponencial simple se aplicó mediante la siguiente ecuación:

$$P_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)P_{t-1}$$

Donde P_t representa el pronóstico del periodo t , D_{t-1} corresponde a la demanda real del periodo anterior, P_{t-1} es el pronóstico suavizado del periodo previo y α es el parámetro de suavización del modelo.

En términos prácticos, esta formulación indica que cada nuevo pronóstico surge de una combinación entre el dato más reciente observado y el comportamiento histórico previamente suavizado. En Excel, esta lógica puede implementarse como una fórmula del tipo: $=0,77*(\text{demanda del mes anterior})+0,23*(\text{suavización del periodo anterior})$, lo que permite replicar el cálculo de manera sencilla a lo largo de toda la matriz de referencias.

A partir de este procedimiento se construyeron las columnas de suavización mensual y posteriormente se generaron las proyecciones para abril, mayo y junio. La disposición de las columnas SES_jun a SES_mar y Pron_abr a Pron_jun demuestra que el modelo fue extendido de forma sistemática a todas las referencias incluidas en la base.

Tabla 6
Formulación del modelo de suavización exponencial simple

Elemento	Expresión matemática	Interpretación	Aplicación en Excel
Pronóstico del periodo t	$P_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)P_{t-1}$	El pronóstico del nuevo periodo se obtiene combinando la demanda real más reciente con el pronóstico suavizado anterior.	$=0,77*(\text{demanda del mes anterior})+0,23*(\text{suavización del periodo anterior})$
Parámetro de suavización	$\alpha = 0.77$	Indica el peso asignado al dato más reciente; en este caso, el modelo responde con mayor sensibilidad a cambios recientes en la demanda.	Valor fijo utilizado dentro de la fórmula.
Demanda real del periodo anterior	D_{t-1}	Corresponde al consumo real observado en el mes inmediatamente anterior.	Celda del consumo histórico del mes previo.
Pronóstico suavizado anterior	P_{t-1}	Es el valor suavizado acumulado del periodo anterior, que sirve como base para proyectar el siguiente periodo.	Celda de la columna SES del mes anterior.
Pronóstico futuro	$P_{abr}, P_{may}, P_{jun}$	Corresponde a las proyecciones obtenidas para	Columnas Pron_abr, Pron_may y Pron_jun.

Elemento	Expresión matemática	Interpretación	Aplicación en Excel
		los meses futuros con base en la secuencia de suavización.	

7.2.5. Ejemplo de aplicación del modelo en una referencia de la hoja de cálculo

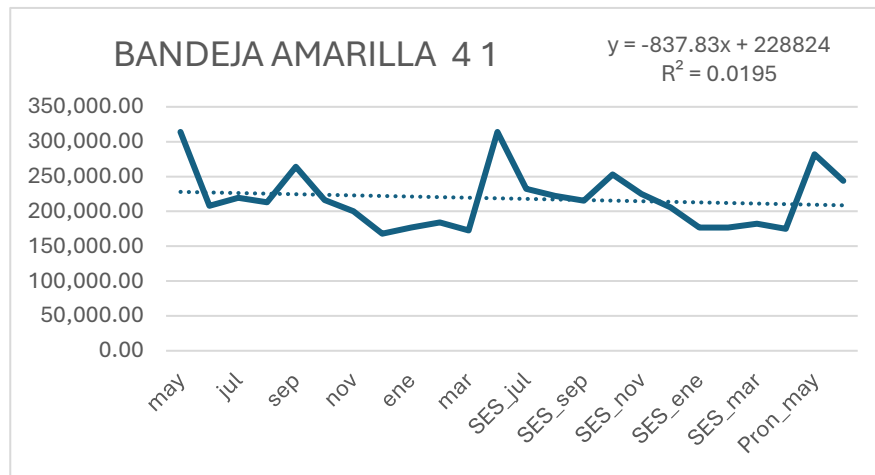
Para ilustrar la aplicación del modelo se tomó la referencia MPE1001003106, correspondiente a la Bandeja Amarilla 4 1, debido a que presenta un historial de consumo continuo y permite observar con claridad el comportamiento de la demanda a lo largo de los periodos analizados. Con base en los consumos registrados entre mayo de 2025 y marzo de 2026, se aplicó el método de suavización exponencial simple, obteniéndose una secuencia de valores suavizados y una proyección para el periodo siguiente.

En la gráfica se observa que el consumo de la referencia presenta fluctuaciones importantes entre meses, con incrementos y descensos que evidencian un comportamiento variable. La línea de tendencia lineal muestra una pendiente ligeramente negativa, pero el valor de R^2 es muy bajo, por lo que no se aprecia una tendencia lineal fuerte; esto sugiere que el comportamiento de la serie no se explica adecuadamente con una recta simple y respalda el uso de un método de suavización que responda mejor a variaciones recientes.

A partir de la aplicación del modelo, se obtuvo para marzo un valor suavizado cercano a 182.372,78 unidades y un pronóstico para abril de 174.770,74 unidades, lo que permitió estimar el consumo esperado de la referencia en el corto plazo. En consecuencia, esta figura cumple la función de mostrar cómo se comporta la serie, cómo actúa la suavización y qué valor proyectado genera el modelo. (Ver Apéndice D)

Figura 17

Serie histórica y pronóstico del consumo de la referencia Bandeja Amarilla 4.1



7.2.6 Validación cuantitativa del método

Para evaluar el desempeño del modelo, la plantilla incorporó columnas específicas de error que permiten comparar el valor real con el valor pronosticado. Entre ellas se encuentran Error_mar, Abs_Error_mar, Error2_mmar y APE_mar_%, las cuales hacen posible analizar la desviación del pronóstico en términos absolutos, cuadráticos y relativos.

La expresión general del error se definió como:

$$e_t = D_t - P_t$$

A partir de esta relación, se calcularon también las siguientes medidas complementarias:

$$AE_t = |e_t|$$

$$SE_t = e_t^2$$

$$APE_t = \frac{|e_t|}{D_t} \times 100$$

Estas medidas permiten valorar la precisión del modelo desde diferentes perspectivas. El error absoluto facilita la interpretación en unidades físicas; el error cuadrático penaliza con mayor intensidad los periodos en los que la desviación es elevada; y el error porcentual absoluto permite expresar el nivel de error en relación con la magnitud real de la demanda. En aquellas referencias donde la demanda real es cero, el cálculo porcentual puede no resultar aplicable, razón por la cual algunos campos aparecen vacíos en la hoja de trabajo.

Adicionalmente del análisis puntual por referencia, la evaluación global del desempeño del modelo se sustenta en los indicadores MAD, RMSE y MAPE, expresados así:

$$MAD = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left(\frac{|e_t|}{D_t} \times 100 \right)$$

Los resultados globales del modelo muestran un MAD de 2160,8737, un RMSE de 5239,6347 y un MAPE de 27,43%, lo que permite concluir que la suavización exponencial simple presenta un nivel de precisión moderado para la estimación de la demanda. El MAD indica que, en promedio, el pronóstico se desvía en aproximadamente 2.161 unidades respecto al valor real, mientras que el RMSE, al ser superior, evidencia la existencia de algunos periodos con errores más altos que incrementan el castigo cuadrático del modelo. Por su parte, el MAPE de 27,43% muestra que el error porcentual promedio del pronóstico se mantiene en un rango aceptable para fines de planeación operativa, aunque todavía refleja oportunidades de mejora en referencias con comportamiento intermitente o altamente variable.

7.2.7 Aplicación del modelo a la tabla consolidada

Uno de los hallazgos más críticos del diagnóstico inicial radicaba en la saturación crónica de la bodega principal de la planta (superando el 85% de ocupación volumétrica). Esta congestión privaba a la organización de visibilidad sobre sus existencias reales, obligándola a operar bajo un esquema reactivo que la forzaba a realizar despachos de emergencia y traslados constantes de insumos hacia bodegas externas con una frecuencia promedio de 16 viajes mensuales.

Sin embargo, la implementación del modelo matemático de Punto de Reorden (ROP) y el análisis histórico de la demanda transformaron radicalmente esta dinámica. Gracias a la parametrización del Consumo Promedio Diario (CPD), los tiempos de entrega (*Lead Time, L*) y el cálculo riguroso del Stock de Seguridad (*SS*), la compañía adquirió por primera vez una noción

analítica y exacta de qué referencias de bandejas debían solicitarse, en qué cantidades precisas y en qué momento exacto reabastecer.

Al conocer con total certeza el comportamiento del inventario y al sincronizarlo con el rediseño espacial de los estantes de dos niveles para bolsas y rollos, se mitigó la saturación interna. Esto permitió optimizar los despachos consolidados y eliminar por completo los traslados por desabastecimiento de emergencia, reduciendo la frecuencia a 14 viajes mensuales. Esta disminución de 2 fletes al mes equivalente a una reducción del 12.5% en la frecuencia de fletes innecesarios demuestra de manera irrefutable que fue precisamente la modelación del ROP y el estudio de la demanda los que dotaron a la gerencia de las herramientas de planificación necesarias para sanear la operación logística.

7.2.8 Integración del pronóstico con el punto de reorden

El valor operativo del pronóstico aumenta al integrarse con la hoja “Punto de reorden”, en la que se relacionan variables como CPM, CPD, LeadTime, Stock de seguridad, Punto de reorden, Stock_Actual, Dias_Inventario y Estado. Esta articulación permite traducir la información proyectada en decisiones concretas de reposición, priorización de compras y seguimiento de materiales críticos.

Por ejemplo, la referencia BANDEJA AMARILLA 4 1 presenta un Punto de reorden de 84.964,8 unidades, mientras que su Stock_Actual es de 20.000, por lo que la hoja la clasifica en estado REORDEN. En contraste, la referencia BANDEJAS DE ICOPOR 7.1 AMARILLA registra un Stock_Actual de 15.000 unidades frente a un comportamiento que la ubica en condición de SOBRESTOCK, mostrando que la herramienta también permite detectar excesos y no únicamente riesgos de faltante. (Ver Apéndice D)

Figura 18

Modelo estadístico aplicado a bandejas 4.1 Amarillas

Referencia	Desc. item	may	mar	CPM	Pron_abr	Stock de seg.	ROP	Stock_Actual	Estado
MPE1001003106	BANDEJA AMARILLA 4 1	314.000,00	172.500,00	212.412,00	174770,7391	35402,0	84.964,80	20.000,00	REORDEN

De este modo, el pronóstico se convierte en un insumo funcional para ajustar niveles de inventario y fortalecer la coherencia entre consumo esperado, stock disponible y decisiones de abastecimiento.

7.2.9 Aporte de la propuesta y lineamientos de seguimiento

En consonancia con la optimización de los flujos físicos y administrativos, la evaluación del desempeño a nivel de actividades reflejó un impacto directo sobre la productividad del personal. Mediante el estudio de tiempos comparativo, se constató que el tiempo estándar requerido para el alistamiento de una Requisición Interna (RQI) compleja pasó de 102.5 minutos (AS-IS) a una marca optimizada de 86.1 minutos (TO-BE). Esta ganancia en eficiencia no responde a un incremento en el ritmo físico del trabajador, sino a la eliminación sistemática de los desperdicios (*muda*) detectados en el estado actual, destacando especialmente la supresión de los prolongados tiempos de búsqueda visual de referencias gracias a la zonificación ABC. En términos agregados, esta reducción de más de 16 minutos por ciclo libera más de 32 horas-hombre mensuales, las cuales se desvían de actividades de búsqueda improductivas para capitalizarse en la agilidad del suministro hacia las líneas de producción de la avícola.

En síntesis, al consolidar ambos frentes de mejora —el ahorro logístico por la reducción de fletes gracias al control del ROP y la recuperación de horas-hombre en el flujo interno de picking—, el proyecto proyecta un impacto económico total que supera los \$10.3 millones de pesos anuales (\$6.936.000 COP provenientes exclusivamente de fletes evitados y \$3.445.071 COP en optimización de mano de obra). Estos indicadores validan el cumplimiento de los objetivos planteados y reafirman que la ingeniería de métodos y la gestión científica de inventarios constituyen palancas estratégicas de rentabilidad para Avícola El Madroño.

7.3 Implementación del programa de conteos cíclicos para el mejoramiento de la exactitud del inventario

7.3.1 Justificación cuantitativa del programa de conteos cíclicos.

valor considerablemente inferior al estándar objetivo definido por la organización, el cual se ubica entre 95% y 100%. Esta situación se corroboró en la auditoría física realizada el 29 de diciembre de 2025, en la que se verificaron 123 referencias y únicamente 59 coincidieron entre el inventario físico y el registrado en el ERP Siesa Enterprise, arrojando una exactitud de 48%. A esta problemática se suman roturas de stock cercanas al 10% e incluso del 12,2% en algunos análisis del periodo, así como un esquema de reabastecimiento interno de carácter reactivo, elementos que evidencian la necesidad de establecer un mecanismo sistemático, periódico y selectivo de control sobre las referencias de mayor impacto.

7.3.2 Clasificación ABC y priorización de referencias críticas.

La estructuración del programa se apoyó en la clasificación ABC de inventarios, cuya aplicación sobre una muestra de 100 SKU permitió identificar que 21 referencias de categoría A concentran aproximadamente el 80% del valor total, mientras que 26 referencias de categoría B representan el 15% y 61 referencias de categoría C apenas el 5%. Este comportamiento confirma una alta concentración del valor del inventario en un grupo reducido de materiales, por lo cual resulta técnicamente inconveniente aplicar la misma frecuencia de conteo a la totalidad del portafolio. Adicionalmente, el diagnóstico evidenció que el Top 7 de ítems por costo-movimiento concentra el 37,2% del valor total analizado, con más de COP 209.586.738,4 asociados a un número muy limitado de referencias, situación que justifica priorizar dichas referencias dentro de la fase inicial de implementación del programa.

7.3.3 Selección de referencias con mayor impacto económico y operativo.

La revisión de consumos históricos permitió identificar referencias con alta recurrencia y elevado peso económico, las cuales fueron consideradas como candidatas prioritarias para el arranque del conteo cíclico. Entre las más representativas se encuentra la referencia MPE10837 CAJA GRANDE ARA 1 SOLO CUERPO STROQUEL, con un valor acumulado de COP 518.721.360,20 durante el periodo analizado; la referencia MPE1001003106 BANDEJA AMARILLA 4 1, con COP 239.499.863,72; y la referencia 11006 INSPEXX PH B 20 KG, con consumos acumulados por COP 122.100.000 en una bodega y COP 64.460.000 en otra. De igual forma, sobresalen 10842 CLAREX 1004 UND con COP 105.962.955 en la bodega 50108 y COP 16.285.220 en la 50120, MPE40006 BANDEJAS DE ICOPOR 7.1 AMARILLA con COP 116.373.783,04, y MPE40881 LÁMINA PERNIL DE POLLO CON RABADILLA MAR con COP 110.864.867,96, referencias cuyo comportamiento justifica un seguimiento más estricto por su incidencia en la operación y en el costo del inventario.

7.3.4 Definición de frecuencias de conteo por nivel de criticidad.

Con base en la clasificación ABC y en el comportamiento real de consumo, se propuso establecer una frecuencia de conteo diferenciada, asignando a las referencias A de alta criticidad conteos semanales o, en casos de mayor rotación y mayor exposición a error, dos veces por semana; a las referencias B conteos quincenales o mensuales; y a las referencias C conteos trimestrales, dejando la frecuencia semestral únicamente para materiales de baja rotación y bajo

riesgo operativo. Esta decisión es coherente con la dinámica productiva de la empresa, considerando que la operación procesa alrededor de 60.000 aves por día y presenta consumos diarios elevados en materiales de empaque, tales como aproximadamente 21.000 bandejas por día y cerca de 3.810 bolsas por día. En este contexto, la frecuencia de conteo deja de responder a un criterio uniforme y pasa a obedecer a una lógica de criticidad económica, recurrencia operativa y riesgo de desabastecimiento.

7.3.5 Parámetros operativos para la ejecución del conteo cíclico.

La implementación del programa requiere que el conteo se desarrolle bajo criterios metodológicos que garanticen confiabilidad y trazabilidad en los resultados, entre ellos: conteo ciego, congelamiento temporal de movimientos durante la ventana de verificación, recuento obligatorio cuando se presenten diferencias, separación de funciones entre quien cuenta y quien ajusta en el sistema, y registro de causa raíz para cada desviación detectada. La necesidad de formalizar estos parámetros se encuentra directamente asociada a los hallazgos del diagnóstico, el cual evidenció ausencia de procedimientos estandarizados, fallas en la codificación de productos, desorden físico, baja señalización y deficiencias de rotulación en cerca del 72% de los insumos almacenados. A ello se suma que el almacén administra alrededor de 113 referencias SKU en un espacio aproximado de 135 m² con una ocupación cercana al 85%, además de operar con dos bodegas externas y traslados frecuentes, condiciones que incrementan la probabilidad de errores de registro, localización y custodia del inventario.

7.3.6 Resultados esperados de la implementación del programa.

Desde el punto de vista técnico, la implementación del programa de conteos cíclicos se proyecta como una medida de estabilización progresiva del proceso de control de inventarios, orientada a intervenir primero las referencias A, luego consolidar la disciplina operativa sobre las referencias B y, finalmente, sostener la trazabilidad sobre las referencias C. Su impacto debe evaluarse sobre los indicadores base levantados en el diagnóstico, particularmente la exactitud del inventario, el nivel de servicio interno, la frecuencia de roturas de stock y la confiabilidad del dato en el ERP, considerando que la línea base reportó una exactitud promedio de 55,9%, una exactitud puntual de 48% en auditoría física y un nivel de servicio interno de 87,8%. En enero de 2026, este nivel de servicio implicó el cumplimiento de 1.918.174 ítems frente a 2.183.934 requeridos, generando faltantes equivalentes a 26.100 ítems, por lo que un programa de conteos cíclicos

correctamente ejecutado debe contribuir a reducir esta brecha y a mejorar la capacidad de respuesta del almacén frente a los requerimientos internos.

7.3.7 Contribución esperada a la eficiencia logística y a la sincronización físico-digital.

La implementación del programa no debe entenderse únicamente como una actividad de auditoría de inventario, sino como una herramienta de control permanente orientada a fortalecer la sincronización entre las existencias físicas y el ERP Siesa Enterprise. Esta contribución resulta especialmente relevante en una operación donde el diagnóstico identificó reabastecimiento reactivo, variabilidad en tiempos de búsqueda, picking manual, falta de zonificación, traslados hacia bodegas externas con una frecuencia mínima de cuatro veces por semana y diferencias recurrentes entre el dato físico y el digital. En consecuencia, la aplicación disciplinada de conteos cíclicos debe reflejarse en una reducción de compras urgentes, menor ocurrencia de faltantes, mejor localización de referencias y mayor soporte cuantitativo para la toma de decisiones de abastecimiento.

7.3.8 Conclusión del apartado.

En síntesis, el programa de conteos cíclicos constituye una propuesta metodológicamente sólida y operacionalmente pertinente para Avícola El Madroño S.A., debido a que interviene de manera directa las principales causas identificadas en el diagnóstico: baja exactitud del inventario, ausencia de priorización por criticidad, deficiencias en señalización y codificación, dispersión de referencias y falta de control periódico sobre los materiales de mayor impacto. La evidencia cuantitativa confirma que una proporción reducida de referencias concentra la mayor parte del valor y del movimiento del inventario, razón por la cual la implementación de una política de conteo diferenciada por categorías ABC permite asignar mejor los recursos de control y aumentar la efectividad del proceso. Por tanto, este programa se consolida como una de las acciones con mayor potencial para elevar la confiabilidad del inventario, fortalecer la trazabilidad interna y contribuir al cumplimiento del objetivo general del proyecto de mejora logística.

7.4 Política de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación

Con el propósito de disminuir la dependencia de decisiones reactivas de traslado desde bodegas externas hacia la bodega principal, se formula a continuación una política de reabastecimiento interno para las referencias de bandejas de mayor impacto operativo. Esta

propuesta se sustenta en los consumos registrados en enero de 2026 para las referencias bandeja 4.1 amarilla, bandeja 4.1 Dry Fresh, bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, bandeja #3 amarilla y bandeja 7.1 amarilla, así como en la evidencia diagnóstica que describe un esquema de abastecimiento predominantemente reactivo, apoyado en dos bodegas externas y con sobrecostos recurrentes por traslados internos.

7.4.1. Parámetros de entrada del modelo

La siguiente tabla consolida los parámetros técnicos y operativos utilizados para estructurar la política propuesta. Para el análisis se consideraron las referencias de bandejas Bandeja 4.1 amarilla, Bandeja 4.1 Dry Fresh, Bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, Bandeja #3 amarilla y Bandeja 7.1 amarilla, seleccionadas por su representatividad dentro de la operación y por contar con información de consumo y parametrización en el ERP. Los consumos mensuales y los parámetros actualmente parametrizados en ERP fueron tomados del archivo de movimientos de inventario de enero de 2026, mientras que la ocupación superficial de la estiba se asume conforme a la medida estándar de 1,20 m x 1,00 m, equivalente a 1,2 m² por unidad de almacenamiento.

Tabla 7

Parámetros de entrada para la elaboración del modelo

Parámetro	Valor utilizado
Consumo enero 2026, bandeja 4.1 amarilla	206.000 unidades
Consumo enero 2026, bandeja 4.1 Dry Fresh	11.000 unidades
Consumo enero 2026, bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla	29.000 unidades
Consumo enero 2026, bandeja #3 amarilla	255.000 unidades
Consumo enero 2026, bandeja 7.1 amarilla	82.500 unidades
Consumo total enero 2026	583.500 unidades
Horizonte mensual de cálculo	30 días operativos del periodo enero 2026
Capacidad del camión por viaje	60 paquetes x 500 bandejas = 30.000 unidades
Capacidad por estiba, bandeja 4.1	10.500 unidades
Capacidad por estiba, bandeja 4.1 Dry Fresh	10.500 unidades
Capacidad por estiba, bandeja 7.1	10.500 unidades
Capacidad por estiba, bandeja #3	16.000 unidades
Capacidad por estiba, bandeja 8.1 Dry Fresh	10.500 unidades (supuesto de homologación operativa con la línea Dry Fresh; validar físicamente)
Área ocupada por una estiba	1,20 m x 1,00 m = 1,2 m ²
Parámetros actuales en ERP, bandeja 4.1	Stock mín. 50.000; stock máx. 240.000; stock de seguridad 55.000; lead time 5 días
Parámetros actuales en ERP, bandeja 4.1 Dry Fresh	Stock mín. 25.000; stock máx. 50.000; stock de seguridad 27.500; lead time 5 días
Parámetros actuales en ERP, bandeja 8.1 Dry Fresh	Stock mín. 70.000; stock máx. 150.000; stock de seguridad 77.000; lead time 5 días
Parámetros actuales en ERP, bandeja #3	Stock mín. 50.000; stock máx. 240.000; stock de seguridad 55.000; lead time 5 días
Parámetros actuales en ERP, bandeja 7.1	Stock mín. 50.000; stock máx. 150.000; stock de seguridad 55.000; lead time 5 días

7.4.1.1 Fundamentación. Durante enero de 2026, las cinco referencias analizadas registraron un consumo total de 583.500 unidades, distribuido en 206.000 unidades para bandeja 4.1 amarilla, 11.000 para bandeja 4.1 Dry Fresh, 29.000 para bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, 255.000 para bandeja #3 amarilla y 82.500 para bandeja 7.1 amarilla. Esta estructura evidencia que la mayor presión de consumo se concentra en las referencias #3 y 4.1 amarilla, mientras que las referencias 4.1 Dry Fresh y 8.1 Dry Fresh, aunque de menor rotación relativa, igualmente exigen posición física dedicada porque no resulta conveniente mezclarlas dentro de una misma estiba para efectos de control y despacho.

El diagnóstico institucional señala, además, que el proceso de reabastecimiento interno se ejecuta de manera principalmente reactiva, con uso de dos bodegas externas y con sobrecostos derivados de los traslados frecuentes, estimados en aproximadamente 289.000 COP por movimiento en 2025. En consecuencia, la problemática no radica únicamente en la cantidad total disponible, sino en la ausencia de una regla formal que indique cuándo trasladar, cuánto trasladar y cuántas posiciones asignar a cada referencia dentro del espacio principal.

7.4.1.2 Formulación matemática. La demanda diaria por referencia se estimó a partir del consumo mensual observado en enero de 2026, dividiendo el total mensual entre 30 días operativos del periodo analizado.

$$d_i = \frac{C_{m,i}}{30}$$

Donde d_i representa la demanda diaria de la referencia i y $C_{m,i}$ corresponde al consumo mensual registrado para dicha referencia. A partir de esta expresión, la demanda promedio diaria queda en 6.866,7 unidades para la bandeja 4.1 amarilla, 366,7 unidades para la bandeja 4.1 Dry Fresh, 966,7 unidades para la bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, 8.500 unidades para la bandeja #3 amarilla y 2.750 unidades para la bandeja 7.1 amarilla, para un total agregado de 19.450 unidades por día.

La frecuencia teórica de viajes semanales se calcula mediante la siguiente relación:

$$N_v = \frac{D_d \times n}{Q_c}$$

Donde D_d es la demanda diaria total, n es el número de días de operación semanal y Q_c es la capacidad efectiva del camión por viaje. Sustituyendo $D_d = 19.450$ unidades/día, $n = 6$ días y $Q_c = 30.000$ unidades/viaje, se obtiene un requerimiento de 3,89 viajes por semana, lo cual equivale, en términos operativos, a 4 viajes semanales.

La cobertura de cada viaje se obtiene con la expresión:

$$Cob = \frac{Q_c}{D_d}$$

Con los parámetros definidos, cada viaje cubre aproximadamente 1,54 días de consumo promedio, dado que $30.000/19.450 \approx 1,54$. Esta relación muestra una mejora respecto de un esquema de menor capacidad de transporte, ya que incrementa el volumen por viaje y reduce la necesidad de traslados semanales.

Desde la teoría de inventarios, el punto de reorden puede expresarse como:

$$ROP = \mu L + z\sigma\sqrt{L}$$

En esta formulación, μ representa la demanda promedio, L el tiempo de reposición, z el factor asociado al nivel de servicio y σ la desviación estándar de la demanda. No obstante, dado que para el presente inciso se trabaja con información agregada mensual y el problema a resolver es de traslado interno de muy corto plazo, se adopta una versión operativa simplificada, equivalente a dos días de cobertura promedio como criterio de activación del traslado.

Así, el punto de pedido práctico queda definido como:

$$ROP_p = 2 \times D_d$$

Sustituyendo la demanda diaria agregada, se obtiene $ROP_p = 2 \times 19.450 = 38.900$ unidades, valor que se aproxima operativamente a 40.000 bandejas. En consecuencia, se propone activar el traslado desde bodega externa cuando el inventario proyectado de cierre del día sea igual o inferior a 40.000 unidades para el conjunto de las cinco referencias estudiadas.

Por su parte, la cantidad de estibas requeridas por referencia puede expresarse como:

$$e_i = \left\lceil \frac{d_i \times c + SS_i}{cap_i} \right\rceil$$

Donde e_i es el número de estibas requeridas para la referencia i , c es la cobertura deseada en días, SS_i es el stock de seguridad operativo y cap_i es la capacidad de una estiba. Esta formulación resulta especialmente útil en el caso analizado, ya que la restricción espacial y la no mezcla de referencias obligan a traducir la demanda en posiciones físicas concretas dentro del almacén principal.

7.4.2 Política propuesta

A partir de los resultados anteriores, se propone una política de reabastecimiento por punto de pedido agregado y lote fijo de traslado. En términos operativos, la regla consiste en trasladar un camión completo de 30.000 unidades cada vez que el inventario consolidado proyectado para el cierre del día alcance o descienda por debajo de 40.000 unidades, con lo cual el inventario objetivo posterior al traslado se ubicaría alrededor de 70.000 unidades.

Esta decisión mejora la racionalidad del abastecimiento interno por dos razones. En primer lugar, el tamaño del viaje pasa a representar 1,54 días de cobertura promedio, y en segundo lugar, la frecuencia teórica desciende a 4 viajes semanales, lo que introduce una operación más estable que la lógica actual de reposición reactiva descrita en el diagnóstico.

Desde una perspectiva de planeación, la política propuesta no busca eliminar totalmente los traslados desde bodega externa, sino programarlos con anticipación y con criterio cuantitativo. De este modo, el abastecimiento deja de depender de la percepción inmediata de escasez y pasa a descansar en un umbral técnico derivado del consumo real de las referencias críticas.

7.4.3 Asignación de estibas

Con base en la participación de cada referencia dentro del consumo mensual total, se recomienda asignar de manera fija ocho estibas en bodega principal para estas cinco referencias. La distribución sugerida es la siguiente: dos estibas para bandeja 4.1 amarilla, una estiba para bandeja 4.1 Dry Fresh, una estiba para bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, tres estibas para bandeja #3 amarilla y una estiba para bandeja 7.1 amarilla.

Esta configuración otorga una capacidad teórica de 100.500 unidades en almacenamiento principal, considerando 21.000 unidades para la bandeja 4.1 amarilla, 10.500 para la bandeja 4.1 Dry Fresh, 10.500 para la bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, 48.000 para la bandeja #3 amarilla y 10.500 para la bandeja 7.1 amarilla. Dicha distribución resulta coherente con la estructura de consumo observada, en la cual las referencias #3 y 4.1 amarilla concentran la mayor demanda, mientras que las referencias Dry Fresh requieren menos volumen, pero sí ubicación exclusiva para evitar errores de control y despacho.

En términos de ocupación superficial, ocho estibas demandan 9,6 m² de área útil, dado que cada estiba estándar ocupa 1,2 m². Este resultado aporta un criterio espacial claro para el rediseño

del layout y permite vincular la política de inventario con la capacidad física real del almacén, aspecto que el diagnóstico identifica como una de las debilidades centrales del sistema actual.

7.4.4 Conclusiones de la implementación

En síntesis, la política propuesta sustituye el reabastecimiento reactivo por una regla cuantitativa basada en demanda observada, capacidad de transporte y asignación física de posiciones. A partir del consumo consolidado de 583.500 bandejas durante enero de 2026, se establece un punto de pedido práctico de 40.000 unidades, un lote fijo de traslado de 30.000 unidades por viaje y una frecuencia esperada de 4 viajes semanales, complementados con una asignación fija de ocho estibas para las cinco referencias analizadas.

Esta formulación presenta dos ventajas relevantes para la operación. Por un lado, mejora la probabilidad de disponibilidad oportuna para el despacho diario y del día siguiente; por otro, permite articular la gestión de inventarios con el uso racional del espacio, reduciendo la improvisación operativa que el diagnóstico asocia con traslados frecuentes, reprocesos y sobre costos logísticos.

7.5 Implementación Formal de Optimización del Espacio de Almacenamiento, Balance Volumétrico e Indicadores de Gestión Logística

7.5.1 Recopilación de información

A diferencia de un rediseño de planta arquitectónico enfocado en la modificación de la obra civil, la presente propuesta de almacenamiento se estructuró e implementó como una estrategia formal de redistribución espacial, control volumétrico riguroso y asignación paramétrica de ubicaciones para los inventarios críticos. A partir de los datos técnicos y el levantamiento dimensional consolidado en el Apéndice F, el diagnóstico inicial evidenció que la saturación de la bodega principal no respondía a una carencia estructural de metros cuadrados en la instalación. Por el contrario, la causa raíz radicaba en una dispersión caótica de las ubicaciones, la inexistencia de políticas de consolidación de carga y el desaprovechamiento sistemático de la altura útil de la estantería instalada.

Para resolver esta deficiencia operativa de manera técnica y sustentable, se ejecutó una intervención cuantitativa integral que vincula el aprovechamiento del espacio tridimensional del

almacén con la eficiencia en los movimientos del personal, impactando directamente los tiempos operativos y los sobrecostos logísticos de la organización.

7.5.2 Definición del layout funcional

Con base en la distribución intervenida, se definió un layout funcional aplicable a los cuatro estantes largos del área de almacenamiento en estantería, excluyendo las referencias manejadas en estiba. La organización de las referencias se orientó principalmente hacia materiales tipo bolsa y se apoyó en la capacidad máxima por posición definida en la hoja de optimización de espacio, con el fin de ordenar el almacenamiento y facilitar el acceso operativo a los materiales de mayor uso. Además, varias de estas referencias correspondían a categorías A y B dentro del análisis ABC, lo que justificó priorizar su ubicación bajo criterios de accesibilidad, control y seguimiento.

7.5.3 Validación de la capacidad útil de la estantería

El primer paso de la propuesta consistió en un levantamiento volumétrico de las 46 referencias críticas almacenadas. Los cálculos determinaron que el volumen bruto total instalado en los estantes ascendía a 67.50 m³. Sin embargo, para validar técnicamente los indicadores de capacidad, se establece que proyectar una ocupación del 100% resulta operativamente inviable. Por ello, se definió un factor de utilización máxima del 75%, lo que ajusta el espacio a un volumen útil real de almacenamiento de 50.62 m³.

La justificación técnica de este factor del 75% radica en dos restricciones físicas y operativas. Primero, los insumos almacenados (bolsones, cajas y rollos) poseen geometrías fijas e irregulares que no permiten un acoplamiento perfecto, lo que genera inevitablemente "espacios muertos" o vacíos intersticiales. Segundo, dado que las estanterías alojan múltiples referencias en un mismo nivel, es un requerimiento técnico indispensable dejar holguras y separaciones físicas entre los distintos grupos de materiales. Estas barreras visuales vacías permiten al operario diferenciar las referencias a simple vista, agilizando el *picking* y mitigando el riesgo de errores.

Esta parametrización demostró cuantitativamente que el problema central de la avícola no era la falta de área física, sino una configuración volumétrica deficiente que superaba los umbrales de densidad permitidos. Esta congestión obligaba a la administración logística a desbordar inventarios críticos hacia ubicaciones externas, incurriendo en los sobrecostos por fletes.

Tabla 8

Capacidad útil y utilización de estantería intervenida

Concepto	Valor
Volumen de presentación bolsones	0,084 m3
Volumen de presentación rollos	0,018849 m3
Volumen total de estantes	67,5 m3
Factor de utilización práctica	75%
Volumen utilizable	50,625 m3
Volumen total ocupado por referencias asignadas	40,69911 m3
Porcentaje total utilizado	80,39%

A partir de esta validación, la propuesta dejó de limitarse a una asignación visual de referencias y pasó a incorporar un criterio cuantitativo de ocupación del espacio. De esta manera, cada ubicación propuesta dentro de la estantería quedó asociada no solo a una referencia específica, sino también a una capacidad estimada de almacenamiento, fortaleciendo la coherencia entre layout, volumen y control operativo.

7.5.4 Definición del sistema de nomenclatura

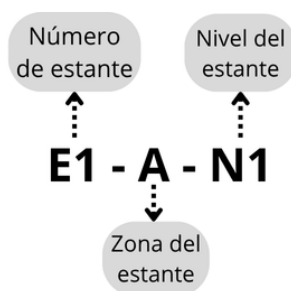
Una vez definida la lógica de distribución física, se estructuró un sistema de nomenclatura alfanumérico compuesto por número de estante, nivel y posición. Este esquema se planteó con el propósito de establecer una forma única, clara y replicable de identificar cada ubicación dentro de la estantería y facilitar las actividades de almacenamiento, búsqueda, alistamiento y control del inventario.

7.5.5 Presentación de la estructura del código

Con el propósito de estandarizar la identificación de las ubicaciones dentro de la estantería, se definió una nomenclatura integrada por tres elementos: número de estante, nivel y posición dentro del módulo. En la siguiente figura se presenta la estructura general utilizada para la construcción del código de ubicación propuesto. (Ver Apéndice H)

Figura 19

Estructura de la nomenclatura propuesta para ubicaciones en estantería.



7.5.6 Reubicación Operativa y Trazabilidad Espacial de los Inventarios

Con el espacio útil debidamente cuantificado y mapeado, la reconfiguración operativa eliminó por completo la asignación aleatoria de espacios que imperaba en el escenario inicial. Se procedió a reubicar formalmente los materiales según su grado de criticidad, fusionando la gestión del espacio con la clasificación ABC-XYZ.

Las referencias de alto impacto y rotación acelerada (Categoría A), como es el caso de la *Bolsa Alas BBQ Brasset* (MPE13270) —cuyo volumen de presentación consolidado equivale a 0.84 m^3 — y la *Bolsa Avic Pollo Entero* (MPE13103) —la cual posee un volumen estimado de ocupación de 2.35 m^3 para soportar un consumo masivo que alcanza las 112.000 unidades— fueron trasladadas estratégicamente. Estas referencias pasaron de estar alojadas en ubicaciones inadecuadas, oscuras o de difícil acceso (como la posición E3-B-N1), hacia estanterías frontales altamente optimizadas (E1-B-N1 y E1-A-N2).

De manera paralela, se llevó a cabo una consolidación de materiales fragmentados. Insumos como la *Lámina Pernil de Pollo* (MPE40881), que anteriormente se encontraban dispersos en múltiples posiciones aleatorias (2-A-2, 2-B-2, 2-C-2), fueron consolidados de forma estricta en la ubicación central E3-B-N1. Esta acción específica liberó pasillos enteros y eliminó las interferencias de tránsito para los montacargas y operarios manuales.

Todo este rediseño micro-espacial se apoyó en la delimitación estricta y estandarización del uso de estantes de solo dos niveles de altura. Esta restricción arquitectónica interna fue diseñada específicamente para garantizar el acopio eficiente y seguro de las familias de bolsas y rollos,

evitando la inestabilidad de las cargas, el almacenamiento desordenado de cajas mixtas y la indeseable práctica de colocar estibas directamente en los pasillos de tránsito.

7.5.7 Impacto Directo en la Productividad y Validación mediante el Estudio de Tiempos

Es fundamental destacar que el rediseño físico del espacio, la consolidación volumétrica y la restricción a estantes de dos niveles no tuvieron un fin meramente estético o de organización visual; su objetivo primordial y estratégico fue la reducción sistemática de los desplazamientos innecesarios y los prolongados tiempos muertos de búsqueda. Estos factores, catalogados como desperdicios en la filosofía de manufactura esbelta, penalizaban severamente la productividad del personal del almacén. Es en este punto donde la optimización espacial se conecta directamente y rinde frutos en el Estudio de Tiempos (Apéndice I).

Al establecer ubicaciones fijas, frontales, estandarizadas y visualmente despejadas para las referencias de mayor rotación, se eliminó casi en su totalidad la deambulación del operario en la zona caliente de picking. Los registros consolidados y cronometrados del estudio de métodos y tiempos demuestran de manera irrefutable que el tiempo estándar requerido para el alistamiento y despacho de una Requisición Interna (RQI) compleja experimentó una mejora sustancial. El indicador descendió de un valor inicial de 102.53 minutos (bajo el Escenario AS-IS de desorden y dispersión) a una marca optimizada de 86.12 minutos (bajo el Escenario TO-BE propuesto).

Esta diferencia paramétrica representa un ahorro exacto de 16.41 minutos por cada ciclo de RQI atendido. Al proyectar esta eficiencia técnica sobre una demanda operativa promedio de 120 RQIs mensuales requeridas por la planta de beneficio, la redistribución espacial permite recuperar y liberar un total de 32.81 horas-hombre al mes. Si se considera la tarifa de mano de obra operativa establecida por la compañía en \$8.750 COP por hora, la propuesta formal de rediseño de almacenamiento genera un impacto financiero directo por eficiencia interna equivalente a un ahorro de \$287.089 COP mensuales, lo que se traduce en \$3.445.071 COP anualizados. Estos datos validan, desde la ingeniería industrial, que la proximidad, el orden volumétrico y la correcta asignación de los materiales se traducen invariablemente en agilidad operativa y reducción del costo de nómina por tarea.

Finalmente, para subsanar y dar respuesta a los vacíos de evaluación de impacto logístico requeridos en las secciones de diagnóstico y resultados (5.3.2 y 5.3.5), se documenta que la

recuperación del 75% del volumen útil del almacén principal logró un objetivo colateral de alto valor financiero: la eliminación casi total de la necesidad de realizar despachos de emergencia.

Este saneamiento logístico, impulsado por el rediseño espacial y soportado por el modelo de Punto de Reorden (ROP), logró reducir la frecuencia de traslados físicos hacia las bodegas externas de 16 a 14 viajes mensuales. Esta disminución de 2 fletes representa una reducción porcentual exacta del 12.5% en la frecuencia de movimientos innecesarios. Al evitar estos dos fletes, a un costo unitario estandarizado, se suma un ahorro directo de \$578.000 COP al mes. Cuando este ahorro logístico se consolida con la optimización de la mano de obra derivada del estudio de tiempos, el proyecto en su conjunto proyecta y sustenta un impacto combinado de rentabilidad que asciende a \$10.38 millones de pesos anuales a favor de Avícola El Madroño.

7.6. Creación de indicadores de evaluación y control de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno

Los indicadores presentados en este numeral dan cumplimiento al objetivo específico orientado al diseño e implementación de un sistema de medición para el área de Almacén y Compras, con el propósito de evaluar y controlar el desempeño de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios, abastecimiento interno y atención de requerimientos operativos. Su formulación se sustenta en la lógica metodológica, donde los indicadores fueron definidos a partir del diagnóstico, del análisis de los problemas del área y de las necesidades expresadas por el líder del proceso, pero en el presente caso se ajustan a la realidad operativa de Avícola El Madroño S.A., caracterizada por diferencias físico-sistema, limitaciones de espacio, uso de bodegas externas y alta rotación de materiales de empaque e insumos críticos.

La necesidad de este sistema de indicadores se justifica porque en el diagnóstico del proyecto se evidenciaron una exactitud del inventario cercana al 55 por ciento, roturas de stock del orden del 10 por ciento, reabastecimiento predominantemente reactivo, ausencia de un tablero integral de control logístico y frecuentes traslados desde bodegas externas, todo lo cual afecta la continuidad operativa y la calidad de la toma de decisiones. En consecuencia, se propone un sistema de indicadores que permita monitorear el estado del inventario, la confiabilidad de la información, la eficiencia del uso del espacio, el cumplimiento del abastecimiento interno y la capacidad de respuesta del almacén frente a los requerimientos diarios de la operación.

7.6.1. Estructura del sistema de indicadores

El sistema se diseña a partir de fichas técnicas individuales, en las cuales se definen el objetivo del indicador, la fórmula de cálculo, la periodicidad, la unidad de medida, el responsable, los criterios de interpretación y la información necesaria para su medición. Para Avícola El Madroño S.A. se propone un sistema compuesto por seis indicadores prioritarios, seleccionados por su pertinencia frente a las problemáticas diagnosticadas y por su capacidad para traducir la operación del almacén en variables medibles y controlables

indicadores seleccionados son los siguientes: exactitud del inventario, nivel de servicio interno, utilización del espacio, cumplimiento del plan de traslados desde bodega externa, cobertura de inventario de referencias críticas y cumplimiento del punto de reorden para bandejas de alta rotación. En conjunto, estos indicadores permiten evaluar no solo la condición del inventario registrado en el sistema, sino también la disciplina operativa del proceso de reabastecimiento, la presión sobre la capacidad física y la disponibilidad efectiva de materiales para la operación diaria.

7.6.2 Fichas técnicas de los indicadores propuestos

7.6.2.1 Exactitud del inventario. A partir del diagnóstico realizado en Avícola El Madroño S.A., se identificó que una de las principales debilidades del proceso corresponde a la desincronización entre el inventario físico y el inventario registrado en el ERP Siesa Enterprise, razón por la cual este indicador se plantea como eje central del sistema de control. Su objetivo consiste en medir el grado de concordancia entre las existencias físicas verificadas en bodega y los registros del sistema, de manera que se cuente con una medida objetiva de la confiabilidad de la información para reabastecimiento, control y toma de decisiones.

La expresión matemática propuesta es la siguiente:

$$EI = \frac{N_{coincidentes}}{N_{verificadas}} \times 100$$

Donde EI corresponde a la exactitud del inventario, $N_{coincidentes}$ representa el número de referencias cuya existencia física coincide con el sistema, y $N_{verificadas}$ corresponde al total de referencias auditadas. La periodicidad recomendada es mensual para conteos cíclicos y trimestral para consolidado gerencial; su unidad de medida es el porcentaje, el responsable es el líder de

almacén y su interpretación sugerida es: excelente si es mayor o igual al 95 por ciento, aceptable entre 90 y 94 por ciento, y deficiente si es inferior al 90 por ciento.

7.6.2.2 Nivel de servicio interno. El diagnóstico del proyecto ya reconoció la importancia de medir la capacidad del área para responder a los requerimientos internos, puesto que las roturas de stock y las diferencias físico-sistema afectan directamente la atención de solicitudes y la continuidad del proceso productivo. En consecuencia, se propone un indicador de nivel de servicio interno orientado a medir el porcentaje de solicitudes internas atendidas completas y oportunamente por el almacén.

La fórmula correspondiente es:

$$NSI = \frac{S_{completas}}{S_{totales}} \times 100$$

Donde NSI es el nivel de servicio interno, $S_{completas}$ es el número de solicitudes atendidas completas y sin novedad, y $S_{totales}$ es el total de solicitudes emitidas en el periodo. La medición debe realizarse de forma mensual, en porcentaje, bajo responsabilidad del líder de almacén o del analista del ERP, y su interpretación puede establecerse así: excelente cuando sea mayor o igual al 98 por ciento, aceptable entre 95 y 97 por ciento, y deficiente cuando sea menor al 95 por ciento.

7.6.2.3 Utilización del espacio de almacenamiento. El proyecto ha documentado que una de las restricciones críticas del área corresponde a la insuficiencia de espacio físico, situación que obliga a operar con bodegas externas y genera recorridos, traslados y complejidad adicional de control. Por esta razón, resulta necesario incorporar un indicador que permita evaluar la presión real sobre la capacidad instalada y dar seguimiento a la eficiencia del uso del espacio disponible.

La formulación propuesta es:

$$UE = \frac{A_{ocupada}}{A_{Total}} \times 100$$

Donde UE es la utilización del espacio, $A_{ocupada}$ corresponde al área efectivamente usada para almacenamiento y A_{total} , al área total habilitada para dicha actividad. Se recomienda medirlo mensualmente, expresado en porcentaje, y clasificar su resultado así: adecuado entre 80 y 90 por

ciento, en alerta por encima del 90 por ciento y crítico cuando supere el 95 por ciento, dado que en esos niveles se incrementa la probabilidad de congestión, desorden y necesidad de almacenamiento externo.

7.6.2.4 Cumplimiento del plan de traslados desde bodega externa. El contexto de Avícola El Madroño S.A. exige un indicador específico para controlar la ejecución de los traslados internos desde bodegas externas, debido a que el diagnóstico identificó que dichos movimientos se realizan con alta frecuencia y bajo una lógica mayoritariamente reactiva. Este indicador busca medir en qué grado los traslados ejecutados responden a una planificación previa y no exclusivamente a urgencias operativas.

La expresión matemática planteada es:

$$CTE = \frac{T_{programados\ y\ cumplidos}}{T_{programados}} \times 100$$

Donde *CTE* representa el cumplimiento de traslados externos, *T_{programados y cumplidos}* es el número de traslados ejecutados conforme al plan semanal, y *T_{programados}* es el total de traslados definidos en dicho plan. La periodicidad recomendada es semanal con consolidado mensual, su unidad de medida es porcentaje y su interpretación puede definirse así: excelente por encima del 95 por ciento, aceptable entre 85 y 94 por ciento, y deficiente por debajo del 85 por ciento, ya que un valor bajo sugeriría predominio de movimientos extraordinarios, improvisación operativa o fallas de planeación.

7.6.2.5 Cobertura de inventario de referencias críticas. Dado que el proyecto se concentra en materias primas e insumos de alta rotación, especialmente materiales de empaque y referencias críticas para la operación, se considera indispensable medir cuántos días de consumo puede cubrir el inventario disponible en cada momento. Este indicador permite anticipar situaciones de riesgo, fortalecer la planeación del abastecimiento y complementar la decisión sobre cuándo realizar traslados desde bodegas externas.

La fórmula propuesta es la siguiente:

$$CI = \frac{I_{disponible}}{D_{promedio}}$$

Donde CI corresponde a la cobertura de inventario expresada en días, $I_{disponible}$ es el inventario disponible de la referencia o grupo crítico, y $D_{promedio}$ es el consumo promedio diario de dicha referencia o grupo. Su medición debe ser diaria para referencias críticas y semanal para consolidado de control, siendo recomendable interpretar el resultado en tres rangos: crítico si es menor a un día, alerta entre uno y dos días, y adecuado si supera dos días de cobertura.

7.6.2.6 Cumplimiento del punto de reorden para bandejas de alta rotación. En el contexto particular del proyecto, se ha trabajado ya sobre una política de reabastecimiento para referencias de bandejas de alta rotación, entre ellas bandeja 4.1 amarilla, bandeja 4.1 Dry Fresh, bandeja 8.1 Dry Fresh amarilla, bandeja #3 amarilla y bandeja 7.1 amarilla, cuyos consumos de enero de 2026 sumaron 583.500 unidades. Por ello, se propone un indicador específico que evalúe el grado de cumplimiento de la regla de reabastecimiento definida para estas referencias, evitando que los traslados se sigan ejecutando únicamente por percepción de escasez.

La fórmula sugerida es:

$$CPR = \frac{N_{eventos\ atendidos\ en\ ROP}}{N_{eventos\ totales\ de\ reabastecimiento}} \times 100$$

Donde CPR es el cumplimiento del punto de reorden, $N_{eventos\ atendidos\ en\ ROP}$ corresponde al número de reabastecimientos ejecutados cuando el inventario alcanzó el nivel establecido como punto de reorden, y $N_{eventos\ totales\ de\ reabastecimiento}$ es el total de eventos de traslado o reposición realizados en el periodo. Este indicador debe medirse semanalmente y consolidarse mensualmente; su interpretación puede ser: excelente por encima del 95 por ciento, aceptable entre 85 y 94 por ciento y deficiente por debajo del 85 por ciento, en tanto un bajo resultado evidenciaría que la política aún no se encuentra apropiada por la operación.

7.6.3. Síntesis del sistema propuesto

Con el fin de facilitar su implementación, la Tabla 8.5 resume la estructura básica del sistema de indicadores propuesto para Avícola El Madroño S.A.

7.6.4. Análisis del aporte del sistema de indicadores

La implementación de este sistema de indicadores permitiría a la empresa pasar de una gestión basada en la experiencia y la reacción inmediata a un esquema de control sustentado en

información cuantitativa y seguimiento periódico. Donde la formulación de indicadores se constituyó en una herramienta para evaluar y controlar almacenamiento, inventarios y alistamiento, en Avícola El Madroño S.A. este sistema serviría para consolidar una base objetiva de medición del desempeño logístico interno.

Adicionalmente, el sistema propuesto responde de manera directa a los hallazgos centrales del diagnóstico del proyecto, ya que vincula los principales focos de mejora identificados: exactitud del inventario, servicio interno, presión sobre la capacidad física, dependencia de bodegas externas y disciplina de reabastecimiento para referencias críticas. En este sentido, su adopción no solo fortalecería el seguimiento operativo diario, sino que también proporcionaría criterios formales para la toma de decisiones tácticas y para la evaluación futura del impacto de las propuestas de mejoramiento implementadas en el área.

7.7 Elaboración de un manual operativo para la gestión del almacén

La elaboración del manual operativo permitió dar cumplimiento a la necesidad de documentar y estandarizar las actividades del área de almacén para formalizar su operación y adaptar las condiciones propias de la organización.

El documento fue orientado a establecer lineamientos claros para la recepción de materiales e insumos, el almacenamiento, la preservación, el control de inventarios, la identificación y trazabilidad, y la responsabilidad operativa del personal encargado del almacén.

7.7.1 Identificación de la necesidad y análisis del área

A partir de la revisión de la operación y del contenido del manual, se evidenció la necesidad de consolidar en un solo documento los lineamientos operativos del almacén, ya que el documento base contenía elementos de política, atribuciones y responsabilidades, pero requería mayor desarrollo en los procedimientos del proceso diario. Este análisis permitió establecer que el manual debía funcionar como una herramienta de consulta, control y estandarización, capaz de orientar al personal en actividades como la recepción, el registro, la ubicación física, la custodia y la trazabilidad de los inventarios.

7.7.2 Estructura del manual

Con base en lo anterior, se definió una estructura compuesta por los capítulos de política de inventarios, roles y responsabilidades, alcance, definiciones, atribuciones y desarrollo del

manual, además del apartado de control y monitoreo. Dentro del desarrollo del manual se incluyeron los numerales de recepción de materiales e insumos, almacenamiento, infraestructura y condiciones de almacenamiento, preservación, control de inventarios, identificación y trazabilidad, y responsabilidad operativa del almacenamiento.

1. POLÍTICA DE INVENTARIOS
2. ROLES Y RESPONSABILIDADES
3. ALCANCE
4. DEFINICIONES
5. ATRIBUCIONES
 - 5.1. Ajuste de inventario
 - 5.2. Merma autorizada
6. Desarrollo del manual
 - 6.1. Recepción de materiales e insumos
 - 6.2. Almacenamiento
 - 6.3. Infraestructura y condiciones de almacenamiento
 - 6.4. Preservación
 - 6.5. Control de inventarios
 - 6.6. Identificación y trazabilidad
 - 6.7. Responsabilidad operativa del almacenamiento
7. CONTROL Y MONITOREO

7.7.3 Redacción del manual

La redacción del documento se realizó a partir de la consolidación de los criterios operativos del almacén y de los lineamientos definidos para el manejo de inventarios dentro de la

organización. En esta etapa se incorporaron aspectos como la verificación del material frente a la orden de compra, el registro de entradas en Siesa Enterprise, la clasificación de materiales por naturaleza y la asignación de bodegas según el tipo de insumo.

Asimismo, se documentó la organización del inventario en categorías como empaques, adobos, químicos, insumos de granja e insumos en custodia, junto con su distribución en bodega principal, bodega de químicos y bodega de granja.

De igual manera, se establecieron lineamientos relacionados con preservación, condiciones de almacenamiento, control de movimientos, identificación física y trazabilidad mediante etiquetas y registro en el sistema. (Ver Figura)

Figura 20

Encabezado Manual Operativo Área de Almacén

	MANUAL OPERATIVO ÁREA DE ALMACÉN	Código: MA-ALM&C
		Versión: 01
		Fecha de Emisión: Marzo 2026

7.7.4 Finalización y aprobación del manual

Una vez estructurado y redactado el documento, se llevó a cabo una revisión integral para verificar la coherencia entre los lineamientos generales, las responsabilidades definidas y las actividades operativas descritas en cada numeral. Esta etapa permitió consolidar un manual con enfoque operativo, orientado a fortalecer el orden, la disponibilidad, el control y la trazabilidad de los materiales bajo custodia del almacén. (Ver Apéndice E)

7.7.5 Resultados y análisis

Como resultado de esta propuesta, la organización cuenta con un documento que estandariza el proceso de recepción, almacenamiento, preservación, control e identificación del inventario, reduciendo la variabilidad en la ejecución de las actividades del área. Adicionalmente, el manual formaliza la clasificación de los insumos por naturaleza y su ubicación por bodegas, lo que fortalece la segregación física, mejora la localización de materiales y aporta mayor claridad al control del inventario registrado en Siesa Enterprise. Del mismo modo, la definición de responsabilidades operativas y de lineamientos de trazabilidad

convierte el manual en una herramienta de apoyo para la consulta, la capacitación del personal y el seguimiento de la operación, contribuyendo a una gestión más organizada del almacén.

7.8 Socialización y apropiación de las propuestas de mejora

7.8.1 Objetivo de la socialización

El desarrollo de un plan de mejoramiento logístico trasciende la formulación técnica de propuestas; requiere la integración y aceptación del personal operativo para garantizar su viabilidad y sostenibilidad en el tiempo. Por ello, el objetivo de esta etapa fue comunicar de manera estructurada los hallazgos del diagnóstico y las soluciones implementadas al equipo del Departamento de Almacén y Compras de Avícola El Madroño S.A., asegurando que comprendieran el impacto de los cambios, los nuevos procedimientos y las herramientas introducidas para la gestión de inventarios y el reabastecimiento interno.

7.8.2 Alcance y población objetivo

La socialización se dirigió al personal directamente involucrado en la ejecución diaria de las actividades del almacén. Esto incluyó a la Jefatura de Almacén y Compras, a los analistas encargados del registro y parametrización en el ERP Siesa Enterprise, y a los almacenistas y operarios responsables de la recepción, ubicación física, preparación (picking) y despacho de los materiales. La delimitación de esta población garantizó que la transferencia de conocimiento se realizara de manera focalizada y adaptada al nivel de responsabilidad de cada rol dentro del proceso logístico.

7.8.3 Metodología de transferencia y divulgación

Para garantizar la efectiva apropiación de las propuestas, se estructuró una metodología de transferencia basada en sesiones de divulgación teórico-prácticas.

En primera instancia, se realizó una sesión de contexto general donde se presentaron los indicadores críticos identificados en el diagnóstico (como la exactitud del inventario del 55,9% y el nivel de servicio del 87,8%). El objetivo de esta fase fue concientizar al equipo sobre la necesidad imperativa del cambio, evidenciando cómo las ineficiencias en la localización y los traslados no programados afectaban su propio desempeño diario y la continuidad operativa de la planta productiva.

Posteriormente, se realizaron socializaciones específicas por propuesta:

- **Clasificación ABC y Zonificación:** Se instruyó al personal operativo sobre la nueva distribución del layout. Se explicó visual y físicamente dónde debían reubicarse los insumos de alta rotación (Categoría A), haciendo énfasis en la reducción de tiempos de búsqueda y la importancia de no mezclar referencias críticas, como las bandejas 4.1 y Dry Fresh.
- **Nomenclatura y Estandarización:** Se presentó el nuevo sistema alfanumérico (E-A-N), realizando ejercicios prácticos de localización en la estantería para asegurar que el personal comprendiera la lógica de codificación y su correspondencia con el ERP.
- **Programa de Conteos Cíclicos:** Se capacitó al equipo sobre la diferencia entre un inventario general y un conteo cíclico priorizado. Se definieron las reglas de conteo ciego, la necesidad de congelar movimientos temporales y el procedimiento para reportar diferencias antes de ajustar el sistema.
- **Política de Reabastecimiento:** Se socializó con el personal encargado del traslado desde las bodegas externas el nuevo criterio cuantitativo basado en el punto de pedido (ROP) y el lote fijo de 30.000 unidades. Se hizo hincapié en abandonar el traslado reactivo y adoptar esta regla para estabilizar la disponibilidad de las cinco referencias de bandejas prioritarias.
- **Manual Operativo y Sistema de Indicadores:** Se entregó formalmente el manual operativo redactado y se explicaron los seis indicadores del tablero de control, enfatizando que estas métricas no tienen un fin punitivo, sino que son herramientas de seguimiento para evaluar el nivel de servicio, la exactitud del inventario y la ocupación del área.

7.8.4 Resultados de la apropiación

La ejecución de esta etapa de socialización permitió mitigar la resistencia natural al cambio organizacional. El personal operativo demostró comprensión sobre la importancia de abandonar el conocimiento exclusivamente empírico y adoptar las nuevas prácticas documentadas. A su vez, el equipo administrativo asimiló el funcionamiento de las herramientas cuantitativas introducidas, como el modelo de suavización exponencial para el pronóstico de demanda, reconociendo su utilidad para la toma de decisiones informadas. Finalmente, la entrega del manual operativo

formalizó la estandarización del área, dejando una base documental clara que facilita la inducción de nuevos colaboradores y asegura la continuidad de las mejoras implementadas.

8. Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió identificar de manera integral las principales problemáticas que afectaban el desempeño del área de Almacén y Compras de Avícola El Madroño S.A., especialmente en los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y abastecimiento interno. El diagnóstico evidenció que la operación presentaba una desarticulación importante entre el inventario físico y el registrado en el ERP Siesa Enterprise, así como deficiencias en trazabilidad, control, rotulación, capacidad física y organización del espacio, condiciones que afectaban directamente la continuidad operativa de la empresa.

A partir del análisis realizado, se comprobó que la baja confiabilidad del inventario constituía una de las principales brechas del proceso, debido a que la exactitud promedio reportada se encontraba alrededor del 55,9 por ciento y la auditoría física realizada mostró una exactitud del 48 por ciento, valores considerablemente inferiores al estándar esperado por la organización. Esta situación limitaba la capacidad de tomar decisiones oportunas y confiables sobre abastecimiento, generaba faltantes, compras urgentes, sobrecostos y reducía la capacidad del almacén para responder de forma adecuada a los requerimientos internos.

De igual forma, el estudio permitió establecer que la distribución física del almacén y las condiciones actuales de almacenamiento incidían negativamente en la eficiencia operativa del área. La ocupación cercana al 85 por ciento, la deficiencia de rotulación en aproximadamente el 72 por ciento de los insumos, la dispersión de referencias de una misma categoría y la dependencia de dos bodegas externas configuraban un entorno de trabajo con alta probabilidad de reprocesos, mayores tiempos de búsqueda y dificultades para el alistamiento y abastecimiento oportuno de materiales.

El análisis de los indicadores operativos mostró además que el desempeño del servicio interno presentaba oportunidades claras de mejora, dado que el nivel de servicio se situó en 87,8 por ciento durante el periodo evaluado, reflejando una brecha frente a lo esperado para una operación que abastece de manera directa a la planta productiva. Del mismo modo, los tiempos de alistamiento, la frecuencia de reprocesos por localización y los traslados recurrentes desde bodegas

externas evidenciaron que la falta de organización física y de criterios formales de control repercutía de forma directa sobre la eficiencia del proceso logístico interno.

La aplicación de herramientas de análisis como la clasificación ABC permitió demostrar que el comportamiento del inventario no era homogéneo y que una fracción reducida de referencias concentraba la mayor parte del valor y del impacto operativo del almacén. En la muestra analizada, 21 referencias de categoría A concentraban aproximadamente el 80 por ciento del valor, lo cual justificó técnicamente la necesidad de implementar criterios de priorización, control y seguimiento diferenciados para los materiales de mayor relevancia dentro de la operación.

Con base en los hallazgos del diagnóstico, la formulación del plan de mejoramiento resultó coherente con las necesidades reales del proceso, al enfocarse en la clasificación de referencias críticas, el diseño de un programa de conteos cíclicos, la definición de una política de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación y la creación de un sistema de indicadores de seguimiento y control. Estas propuestas respondieron de manera directa a las causas estructurales identificadas en el área y proporcionaron una base técnica para intervenir tanto la dimensión física como la dimensión digital del proceso logístico.

La implementación de la clasificación ABC aportó un criterio objetivo para orientar la gestión del inventario y reducir la dependencia exclusiva del conocimiento empírico del personal en la toma de decisiones. Esta herramienta permitió priorizar las referencias de mayor impacto económico y operativo, y se consolidó como un insumo fundamental para apoyar otras acciones del proyecto, tales como la reorganización del control del inventario, la definición de frecuencias de conteo y la estructuración de políticas de abastecimiento interno.

Por su parte, el programa de conteos cíclicos se consolidó como una propuesta metodológicamente sólida para intervenir la baja exactitud del inventario, al introducir una lógica permanente de verificación física, análisis de diferencias, validación de causas y ajuste controlado de los registros en el sistema. Su diseño, basado en priorización ABC, conteo ciego, recuento y separación de funciones, permitió establecer condiciones técnicas adecuadas para fortalecer la confiabilidad del dato y mejorar progresivamente la sincronización entre el inventario físico y el digital.

De igual forma, la política de reabastecimiento interno para bandejas de alta rotación representó un avance importante en la transición desde una lógica reactiva hacia una lógica más planificada del abastecimiento. La propuesta se sustentó en datos reales de consumo y permitió estructurar criterios de punto de pedido y lote de traslado para referencias críticas que registraron un consumo conjunto de 583.500 unidades en enero de 2026, generando así una base técnica para reducir improvisaciones, estabilizar los traslados y mejorar la disponibilidad de insumos indispensables para la operación.

La formulación del sistema de indicadores de evaluación y control constituyó otro de los aportes relevantes del proyecto, al transformar los principales problemas del área en variables medibles y comparables en el tiempo. La definición de indicadores asociados a exactitud del inventario, nivel de servicio interno, utilización del espacio, cobertura de referencias críticas, cumplimiento del punto de reorden y cumplimiento del plan de traslados desde bodega externa permitió estructurar una herramienta de seguimiento transversal para evaluar la evolución del proceso y apoyar la toma de decisiones con base en información cuantitativa.

De manera complementaria, la elaboración del manual operativo fortaleció la estandarización de las actividades del área, al documentar lineamientos relacionados con recepción, almacenamiento, control, preservación, identificación y trazabilidad de materiales. Este instrumento aportó claridad sobre responsabilidades, secuencia de actividades y criterios operativos, convirtiéndose en una base documental útil para la consulta, la capacitación del personal y la sostenibilidad de las mejoras implementadas en el almacén.

En términos generales, el proyecto permitió cumplir con el propósito de diagnosticar el estado actual de los procesos intervenidos, formular propuestas de mejora alineadas con la realidad operativa de la empresa y dejar herramientas técnicas y documentales orientadas al fortalecimiento del control logístico interno. Aunque algunas oportunidades de mejora requieren continuidad y profundización en el tiempo, el trabajo desarrollado dejó una base metodológica y operativa importante para avanzar hacia un sistema de almacenamiento e inventarios más ordenado, trazable, eficiente y coherente con las necesidades de crecimiento y continuidad operativa de Avícola El Madroño S.A.

9. Recomendaciones

Bajo una perspectiva de control operativo, se recomienda consolidar la clasificación ABC como herramienta permanente de priorización para la gestión del inventario, orientando los esfuerzos de seguimiento hacia aquellas referencias con mayor criticidad económica y funcional. Esta segmentación permitiría focalizar la supervisión sobre los ítems de mayor impacto en el abastecimiento interno, mejorar la asignación de espacios dentro del almacén y reducir la dispersión de recursos en materiales de menor incidencia operativa.

En esa misma línea, resulta técnicamente conveniente formalizar el programa de conteos cíclicos como un procedimiento sistemático de aseguramiento de la exactitud del inventario. Su aplicación periódica, apoyada en prácticas como conteo ciego, recuento de diferencias, conciliación físico-sistema y análisis de causa raíz, contribuiría a disminuir las desviaciones entre existencias físicas y registros en el ERP Siesa Enterprise, fortaleciendo así la confiabilidad de la información utilizada para la toma de decisiones.

Desde el enfoque de abastecimiento, es pertinente estructurar una política de reabastecimiento interno sustentada en parámetros cuantitativos de consumo, cobertura y punto de reorden, especialmente para materiales de alta rotación como las bandejas. La adopción de este criterio permitiría sustituir la reposición reactiva por un esquema más previsible y estable, con capacidad para reducir quiebres de stock, mejorar la sincronización entre consumo real y disponibilidad, y atenuar la presión operativa generada por traslados no planificados.

De manera complementaria, se sugiere profundizar en la estandarización física del almacén mediante zonificación por familias, codificación de ubicaciones, señalización visual y criterios uniformes de almacenamiento.

Bajo criterios de capacidad instalada, también se recomienda monitorear de forma continua la utilización del espacio y la distribución de inventario entre bodegas internas y externas. Esta revisión permitiría identificar oportunidades de reorganización física, reducir saturaciones en la bodega principal y establecer decisiones más racionales sobre frecuencias de traslado, niveles de almacenamiento y aprovechamiento del área disponible.

En materia de seguimiento, conviene implementar de manera rigurosa el sistema de indicadores formulado en el proyecto, definiendo responsables, frecuencias de medición y rutinas

formales de análisis. El uso disciplinado de métricas como exactitud del inventario, nivel de servicio interno, utilización del espacio, cobertura de referencias críticas y cumplimiento del punto de reorden facilitaría el monitoreo del desempeño logístico y permitiría orientar acciones correctivas con base en evidencia objetiva.

A nivel organizacional, resulta necesario fortalecer la estandarización documental del proceso mediante la apropiación continua del manual operativo y de los lineamientos asociados a recepción, almacenamiento, control y trazabilidad. La interiorización de estos instrumentos por parte del personal contribuiría a disminuir la dependencia del conocimiento empírico, elevar la uniformidad en la ejecución de tareas y sostener en el tiempo las mejoras derivadas del proyecto.

Por último, se considera recomendable mantener una lógica de mejora continua sobre el área de Almacén y Compras, incorporando revisiones periódicas del comportamiento de inventario, la rotación de referencias, la obsolescencia y la dependencia de bodegas externas. Esta orientación permitiría evolucionar desde un esquema de gestión predominantemente reactivo hacia un modelo logístico más preventivo, trazable y técnicamente controlado.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Bracamonte, I., & Sarmiento Lopez, M. J. (2018). *Plan de mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y alistamiento para la compañía Pesquera del Mar S.A.S. Universidad Industrial de Santander.*
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación (5ª ed.) [PDF]. PEARSON EDUCACIÓN.*
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24567w/Sunil_Chopral.pdf
- INEGI México. (2013). *Guía técnica para elaborar manuales operativos. Ecoe Ediciones.*
www.inegi.org.mx
- Jefferson, C. R. (2015). *Mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y planeación de requerimiento de materias primas para la empresa calzado Tiger pathfinder, con base en el software erp accasoft.* <https://noesis.uis.edu.co/items/17fc7221-2825-486a-a4d6-e881449dce87>
- Lilibeth, C. C. (2018). *Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Inversiones Zuluaga Rueda S.A.S carnes y carnes.* <https://noesis.uis.edu.co/items/46c70935-2c4e-49a7-887d-1c141b90443a>
- Mauricio, S. B. F. (2017). *Plan de mejoramiento en los procesos de almacenamiento y despacho de la empresa Distribuciones Eléctricas JE S.A.S.*
<https://noesis.uis.edu.co/items/c9634a3e-ad05-4fc9-8db4-3bbb4a7516c0>
- Pilar, R. R. S. (2023, November 14). *Plan de mejoramiento de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y alistamiento de la empresa Tienda Maxprinter S.A.S.*
<https://noesis.uis.edu.co/items/5d0b5ced-10cd-4b5d-9557-70150e27e6d2>

Solari, M. (s.f.). Características y Tipología de los Indicadores. Obtenido de Características y

Tipología de los Indicadores:

http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Ses2_Gestion_por_Indicadores.pdf