

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS



Modelo de Gestión de Inventarios para Alimentos Esenciales Adquiridos por el Banco de Alimentos de Bogotá

Cristian Andrés Galindo Quica
Mayerly Melo Fernández
Cindy Tatiana Quintero Martínez

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento
Bogotá D.C., Colombia
mayo de 2026

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Modelo de Gestión de Inventarios para Alimentos Esenciales Adquiridos por el Banco de Alimentos de Bogotá

Cristian Andrés Galindo Quica
Mayerly Melo Fernández
Cindy Tatiana Quintero Martínez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Director:
Ing. Mauricio Bolívar Ramírez

Modalidad:
Trabajo Dirigido

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento
Bogotá D.C., Colombia
mayo de 2026

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, día/mes/año

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Resumen

Colombia enfrenta una inseguridad alimentaria que afecta al 25,5% de los hogares, así como un desperdicio anual cercano a 10 millones de toneladas de alimentos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025a). En este contexto, el Banco de Alimentos de Bogotá redistribuye alimentos hacia poblaciones vulnerables mediante un modelo híbrido de donaciones y compras directas. La proporción de compras creció del 32 al 35 % entre 2023 y 2024, generando presiones financieras y operativas ante la ausencia de un sistema estructurado de gestión de inventarios.

El presente estudio tiene como objetivo diseñar un modelo analítico de gestión de inventarios para los alimentos esenciales adquiridos por la organización, con el propósito de apoyar las decisiones de abastecimiento y fortalecer tanto la eficiencia logística como la sostenibilidad económica. La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cuantitativo, modalidad de estudio de caso, con la información operativa recopilada mediante el modelo analítico y una encuesta estructurada aplicada a 26 colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística.

El modelo desarrollado en Python integra clasificación ABC-XYZ, pronóstico por suavizamiento exponencial, cálculo de parámetros de reposición y generación automática de KPIs. Los resultados muestran un WAPE agregado de compras (Weighted Absolute Percentage Error) cercano al 6% y un incremento del fill rate del 36 al 71%. Se concluye que la adopción de herramientas analíticas reduce simultáneamente la ocurrencia de faltantes y sobrestock, mejora la planificación del abastecimiento y amplía el impacto social de la organización.

Palabras clave: gestión de inventarios, logística humanitaria, banco de alimentos, clasificación ABC-XYZ, pronóstico de demanda, seguridad alimentaria, analítica de datos.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Abstract

Colombia faces food insecurity affecting 25.5% of households, as well as an annual food waste of 10 million tons. In this context, the Bogotá Food Bank redistributes food to vulnerable populations through a hybrid model of donations and direct purchases. The proportion of purchases increased from 32 to 35% between 2023 and 2024, creating financial and operational pressures due to the absence of a structured inventory management system.

This study aims to design an analytical inventory management model for essential foods acquired by the organization, with the goal of supporting supply decisions and strengthening both logistical efficiency and economic sustainability. The research employed a mixed-methods approach with quantitative emphasis, using a case study methodology, historical data from 2022 to 2025, and a structured survey applied to twenty-six staff members from the Supply and Logistics departments.

The model, developed in Python, integrates ABC-XYZ classification, exponential smoothing forecasting, calculation of replenishment parameters, and automatic generation of KPIs. Results show an aggregate Weighted Absolute Percentage Error (WAPE) in purchases close to 6%, and an increase in the fill rate from 36% to 71%. The findings indicate that adopting analytical tools simultaneously reduces stockouts and overstock, improves supply planning, and expands the organization's social impact.

Keywords: inventory management, humanitarian logistics, food bank, ABC-XYZ classification, demand forecasting, food security, data analytics.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Contenido

<i>Lista de Figuras</i>	9
<i>Lista de Tablas</i>	10
<i>Introducción</i>	12
<i>Objetivos</i>	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
<i>Justificación</i>	15
<i>Marco Institucional</i>	17
Estructura Organizacional	17
Caracterización Operativa y Portafolio de Bienes Esenciales (Los 25 SKUs)	17
Posición en el Mercado y Análisis del Sector	18
Referentes Estratégicos	21
<i>Marco de Referencia</i>	23
La Cadena de Suministro en Contextos Tradicionales y Sociales	23
Logística Humanitaria y Bancos de Alimentos	23
Tecnología y Digitalización en Bancos de Alimentos	23
Gestión de Inventarios: Fundamentos y Modelos Clásicos	24
Clasificación ABC-XYZ: Priorización de Inventarios	25
Pronóstico de Demanda: Métodos y Aplicación	27
Indicadores de Desempeño Logístico (KPIs)	28
Sostenibilidad Económica e Inventarios	29
<i>Diseño Metodológico</i>	31
Enfoque Metodológico del Estudio	31
Metodología de Diagnóstico Organizacional	32

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Fases Metodológicas del Estudio	32
Fase 1. Fundamentación Teórico-Conceptual del Modelo	32
Fase 2. Diagnóstico Organizacional de la Gestión de Inventarios	33
Fase 3. Desarrollo y Validación del Modelo Analítico	33
Fase 4. Formulación de la Propuesta de Implementación	34
Fase 5. Validación Organizacional y Retroalimentación	34
Población y Muestra	35
Instrumentos y Validación	35
Procedimientos y Técnicas de Análisis de la Información	36
Metodología de la Propuesta de Intervención	36
<i>Diagnóstico Organizacional</i>	<i>37</i>
Procesamiento Estadístico de Datos	37
Resultado del Análisis Estratégico: Síntesis PESTEL y DOFA	37
Resultados de la Encuesta	38
Resultados del Análisis de Datos Históricos	39
Arquitectura del modelo	45
Resultados de la validación organizacional	45
Análisis de los Resultados	47
Situación Actual	47
Fortalezas	47
Oportunidades de Mejora	48
Validación de la Propuesta por los Actores Organizacionales	49
<i>Propuesta de Implementación</i>	<i>50</i>
Enfoque Estratégico	50
Objetivo de la Propuesta de Implementación	50
Estructura de la Propuesta de Implementación	50
Etapa 1: Preparación Organizacional	51
Etapa 2. Implementación Piloto	51

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Etapa 3: Escalamiento del Modelo	52
Etapa 4. Consolidación y Mejora Continua	53
Conclusiones y Recomendaciones	58
Conclusiones.....	58
Recomendaciones	59
Corto plazo (0 a 6 meses)	60
Mediano plazo (6 a 18 meses)	60
Recomendaciones para futuras investigaciones	61
Referencias.....	62
Anexos	67
Anexo A. Análisis Estratégico del Entorno: PESTEL y DOFA.....	67
Anexo B. Instrumento de medición: encuesta aplicada	74
Anexo C. Ficha Técnica de la Investigación	82
Anexo D. Arquitectura y Funcionamiento del Modelo Analítico.....	84
Bloques funcionales y flujo de información.....	84
Pasos del pipeline analítico	89
Lógica de integración	91
Simulación de escenarios de abastecimiento	92
Anexo E. Manual de Uso del Modelo.....	93
Anexo F. Documentación del código fuente.....	102
Estructura del código	102
Entregables generados por el código	103

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Lista de Figuras

Figura 1. Promedio por dimensión de la gestión de inventarios y nivel de desempeño	38
Figura 2. Comparación del error de pronóstico (WAPE)	41
Figura 3. Comparación mensual de demanda real y pronostico	42
Figura 4. Indicadores de desempeño del modelo analítico: BAB vs modelo integrado en Python	43
Figura 5. Arquitectura del modelo analítico de gestión de inventarios	45
Figura 6. Cronograma Gantt de ejecución por fases	55

Anexos

Figura D- 1. Pipeline Analítico del modelo.....	85
--	----

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Lista de Tablas

Tabla 1. Correspondencia entre fundamentos teóricos y componentes del modelo.....	29
Tabla 2. Volumen de datos antes y después de la preparación analítica.....	39
Tabla 3. Distribución de la clasificación ABC-XYZ y política sugerida de inventario	40
Tabla 4. Clasificación ABC-XYZ de productos.....	41
Tabla 5. Principales KPIs operativos del modelo actual vs. el propuesto.....	43
Tabla 6. Extracto plan de compras sugeridas y alertas de inventario (Trimestre 2026).....	44
Tabla 7. Resultados de la validación organizacional.....	46
Tabla 8. Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 1.....	51
Tabla 9. Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 2.....	52
Tabla 10. Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 3.....	52
Tabla 11. Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 4.....	53
Tabla 12. Línea base y metas de la propuesta	53
Tabla 13. Indicadores estratégicos de la propuesta.....	54

Tablas Anexos

Tabla A- 1. PESTEL	67
Tabla A- 2. Matriz DOFA Estratégica.....	71
Tabla A- 3. Análisis cruzado DOFA: estrategias para el modelo de inventarios.....	73
Tabla B- 1. Ficha técnica del instrumento de medición.....	75
Tabla B- 2. Escala de medición tipo Likert.....	76
Tabla B- 3. Estructura del instrumento por dimensiones.....	77
Tabla B- 4. Cuestionario aplicado.....	78
Tabla B- 5. Parámetros para el cálculo muestral	81
Tabla C- 1. Identificación general del estudio	82
Tabla C- 2. Componentes metodológicos del estudio	83
Tabla D- 1. Bloques funcionales del modelo: función, insumos y salidas.....	85
Tabla D- 2. Pipeline analítico: pasos, bloques y descripción funcional.....	89

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla E- 1. Estructura de carpetas del modelo	95
Tabla E- 2. Contenidos en la carpeta data	96
Tabla E- 3. Paso a paso de ejecución del modelo	99
Tabla E- 4. Descripción de errores	100
Tabla F- 1. Estructura del notebook: secciones y contenido	102
Tabla F- 2. Entregables generados por el código	103

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Introducción

La gestión eficiente de inventarios en organizaciones del sector social es un reto clave para la sostenibilidad y el impacto de sus operaciones, especialmente en contextos marcados por altos índices de inseguridad alimentaria. En Colombia, el 25,5 % de los hogares enfrenta inseguridad alimentaria, cifra que supera el 45 % en regiones como la Guajira (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025b). Además, el país registra un desperdicio anual cercano a los 10 millones de toneladas de alimentos, lo que revela importantes ineficiencias en la cadena de abastecimiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). En este escenario, los bancos de alimentos cumplen una función estratégica al redistribuir productos con criterios de eficiencia logística y sostenibilidad social.

A nivel internacional, se ha evidenciado que la incorporación de herramientas analíticas en la gestión de inventarios permite mejorar la eficiencia operativa y reducir el desperdicio alimentario en organizaciones sin ánimo de lucro. No obstante, en Colombia, la adopción de modelos analíticos estructurados en la gestión de inventarios y abastecimiento sigue siendo limitada, lo que genera brechas en eficiencia logística y sostenibilidad financiera (Akkerman, 2023).

El Banco de Alimentos de Bogotá, fundado en 2001, opera bajo un modelo híbrido que combina donaciones y compras directas. Mientras las donaciones representan entre el 65 y el 70 % del volumen total, las compras han incrementado su relevancia, pasando del 32 % en 2023 al 35 % en 2024 (Banco de Alimentos de Bogotá, 2025). Estas compras funcionan como un mecanismo de compensación ante la variabilidad de las donaciones y resultan fundamentales para la continuidad del servicio, aunque también generan presiones sobre el flujo de caja institucional.

En la actualidad, la planificación de compras en la organización se basa en proyecciones simples a partir de datos históricos del mismo periodo del año anterior, complementadas con cálculos manuales de puntos de reorden y estimaciones subjetivas de stock de seguridad. Este enfoque limita la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda y puede derivar tanto en desabastecimientos como en sobrestock, afectando la oportunidad en la entrega a las instituciones beneficiarias y la sostenibilidad económica (Chopra & Meindl, 2019; Torres Cardenas & Sanabria Ruiz, 2023).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

En este contexto, la pregunta de investigación que guía el presente estudio es: ¿Cómo diseñar un sistema de soporte a las decisiones para la gestión de inventarios de los alimentos esenciales del Banco de Alimentos de Bogotá, que automatice la estimación del Punto de Reorden (ROP) y las coberturas en tiempo real, contribuyendo a la eficiencia logística y la sostenibilidad económica de la organización?

Este informe de intervención empresarial se encuentra estructurado de manera secuencial para guiar al lector desde la delimitación del problema hasta la viabilidad de su resolución práctica. Tras esta introducción, el documento expone los objetivos y la justificación, donde se traza la ruta metodológica, el impacto gerencial esperado y la alineación con las líneas de investigación del programa. Posteriormente, el Marco Institucional contextualiza la operación y la posición en el mercado del Banco de Alimentos de Bogotá, seguido por el Marco de Referencia, espacio que consolida el estado del arte y los fundamentos teóricos sobre gestión de inventarios y logística humanitaria. A continuación, el Diseño Metodológico detalla el enfoque mixto y los instrumentos empleados para dar paso al Diagnóstico Organizacional, sección enfocada en el procesamiento estadístico y el análisis integrado de resultados mediante apartados de situación actual, fortalezas y oportunidades de mejora. Finalmente, el documento presenta el Plan de Intervención, en el que se expone la arquitectura del modelo analítico predictivo desarrollado en Python y su propuesta de adopción organizacional, concluyendo con recomendaciones y conclusiones estratégicas para su implementación a corto, mediano y largo plazo.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión de inventarios que brinde soporte cuantitativo para la toma de decisiones y la formulación de estrategias diferenciadas de reposición de los productos esenciales adquiridos por el Banco de Alimentos de Bogotá.

Objetivos Específicos

- OE1. Construir el marco teórico-conceptual a partir de perspectivas sobre logística humanitaria, gestión de inventarios, pronóstico de demanda y abastecimiento en organizaciones del sector social.
- OE2. Diagnosticar el estado actual de la gestión de inventarios de los alimentos esenciales adquiridos por el Banco de Alimentos de Bogotá, identificando brechas en eficiencia logística y sostenibilidad económica.
- OE3. Desarrollar y validar un modelo analítico de gestión de inventarios adaptado a las condiciones operativas del Banco de Alimentos de Bogotá, que genere recomendaciones de reposición diferenciadas por producto y permita simular escenarios de abastecimiento para apoyar la toma de decisiones.
- OE4. Formular una hoja de ruta para la implementación progresiva del modelo diseñado, definiendo etapas de ejecución, responsables e indicadores de seguimiento orientados al fortalecimiento de la eficiencia logística y la sostenibilidad económica del Banco de Alimentos de Bogotá.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Justificación

El estudio de la gestión de inventarios en el contexto de la logística humanitaria responde a dinámicas macroeconómicas y sociales críticas. Las organizaciones del tercer sector enfrentan una presión dual: un incremento sostenido en la demanda de asistencia y una alta variabilidad en el flujo de donaciones. Ante este panorama, la tendencia global en la administración de cadenas de suministro apunta hacia la transformación digital y la adopción de analítica de datos para optimizar los recursos. Desarrollar este proyecto es conveniente porque permite transitar de esquemas reactivos hacia herramientas técnicas capaces de gestionar la incertidumbre del abastecimiento y fortalecer la sostenibilidad operativa de los programas de asistencia en entornos de alta complejidad logística.

Para el BAB, la pertinencia de esta intervención radica en la oportunidad de evolucionar sus procesos tradicionales de toma de decisiones. El diagnóstico inicial evidenció la coexistencia de datos históricos subutilizados y una dependencia de criterios empíricos o de herramientas rígidas, que carecen de parámetros dinámicos de reposición y segmentación cruzada. Si bien el alcance del proyecto no incluye implementar de forma directa una solución en la operación, sí propone un modelo analítico que integra técnicas de clasificación de inventarios, pronóstico de demanda y políticas de reposición. Los resultados obtenidos permiten evidenciar su potencial como herramienta de apoyo para mejorar la planificación, la toma de decisiones y la reducción de errores de desabastecimiento o sobrestock. Desde una perspectiva gerencial, la propuesta contribuye a formalizar criterios de abastecimiento, fortalecer el control sobre los recursos destinados a compras y apoyar una gestión más eficiente y predecible del inventario, favoreciendo la reducción de decisiones reactivas y una mejor utilización de los recursos disponibles.

El valor académico no reside en la formulación de nuevas teorías, sino en la transferencia y adaptación de modelos clásicos de inventarios al ámbito de la logística humanitaria y de organizaciones sin ánimo de lucro. Prácticamente, la propuesta mitiga la brecha analítica en la gestión de los 25 SKUs esenciales de la organización. Desde una perspectiva social, el fortalecimiento de la eficiencia operativa del BAB impacta indirectamente en las metas del ODS 2 (Hambre Cero) y ODS 12 (Producción y consumo responsables) (Naciones Unidas, n.d.) al robustecer los mecanismos de control y gestión para la atención alimentaria de poblaciones vulnerables.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

La viabilidad del proyecto está respaldada por las condiciones del entorno de estudio. Se cuenta con acceso formal a la información histórica de rotación, precios y abastecimiento del banco, así como con el acompañamiento del personal de las áreas de Abastecimiento y Logística. Adicionalmente, el modelo fue desarrollado con herramientas de código abierto que no requieren inversiones adicionales en licenciamiento o infraestructura tecnológica. Su alcance se concentra en el diseño, validación y formulación de una ruta de implementación gradual con horizonte de doce meses, compatible con los recursos financieros, humanos y el cronograma establecido para el trabajo de grado.

Finalmente, esta investigación se desarrolla bajo la modalidad de Trabajo Dirigido con enfoque de intervención empresarial, al proponer una solución aplicada para una problemática real del Banco de Alimentos de Bogotá. El trabajo se enmarca en el campo de la gestión de la cadena de suministro y sostenibilidad, integrando herramientas de logística, gestión de inventarios y analítica aplicada para apoyar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia operativa de la organización.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Marco Institucional

El Banco de Alimentos de Bogotá, cuya denominación oficial es Fundación Banco Arquidiocesano de Alimentos de Bogotá, se ha consolidado como la plataforma de logística social más importante de la región capital en la lucha contra el hambre y la desnutrición. Fundado bajo principios de solidaridad y eficiencia eclesial y empresarial, su filosofía institucional (Misión y Visión) orienta todos sus esfuerzos hacia la dignificación humana mediante el rescate y la distribución responsable de bienes. (Banco Arquidiocesano de Alimentos, n.d.)

Estructura Organizacional

El BAB cuenta con una estructura organizacional orientada al cumplimiento de su misión social, conformada en 2024 por 156 colaboradores distribuidos en seis gerencias principales y liderados por la Dirección Ejecutiva, responsable de la orientación estratégica y el relacionamiento con aliados y donantes. Su estructura evidencia un marcado enfoque operativo, ya que aproximadamente el 57 % del personal se concentra en las áreas de operaciones y logística, encargadas de la recepción, almacenamiento, clasificación y distribución de alimentos y otros bienes destinados a organizaciones beneficiarias (Banco de Alimentos de Bogotá., 2025). Asimismo, el área de Abastecimiento, integrada por un equipo reducido, asume la responsabilidad de planificar y ejecutar las compras de alimentos esenciales, desempeñando un papel estratégico dentro de la cadena de suministro.

Para respaldar estas actividades, la organización dispone de infraestructura de almacenamiento, sistemas de estanterías industriales y recursos tecnológicos básicos que, aunque no alcanzan los niveles de automatización propios de grandes operadores logísticos, han sido aprovechados eficientemente por el talento humano para garantizar la continuidad de la operación. En este contexto, los principales desafíos de la organización se concentran en la gestión y optimización de los procesos de planificación, abastecimiento y toma de decisiones en un entorno caracterizado por la incertidumbre de las donaciones y la variabilidad de la demanda social.

Caracterización Operativa y Portafolio de Bienes Esenciales (Los 25 SKUs)

El modelo operativo del Banco de Alimentos de Bogotá se basa en un esquema de abastecimiento híbrido compuesto por dos fuentes principales: donaciones y compras directas. Las donaciones representan aproximadamente entre el 65 % y 70 % del volumen total movilizado y provienen de empresas del sector alimentos, supermercados, productores agrícolas y ciudadanos particulares. Debido a su naturaleza, estas donaciones presentan alta

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

variabilidad en cantidad, tipo de producto y frecuencia de recepción, por lo que su comportamiento no puede ser controlado directamente por la organización.

El portafolio de bienes que administra el Banco de Alimentos de Bogotá difiere sustancialmente de una cadena de suministro tradicional, lo que introduce la primera gran causa de variabilidad en su planeación. Mientras que las mercancías generales capturadas por donación directa del sector privado presentan una naturaleza altamente estocástica (impredecible en volumen, tipo de producto y fecha de vencimiento), la organización ha identificado un núcleo crítico e inamovible para su misión: 25 SKUs (Stock Keeping Units) estratégicos que constituyen la canasta básica de primera necesidad (tales como aceites, granos y carbohidratos esenciales). Al ser productos indispensables para garantizar un impacto nutricional real en las poblaciones vulnerables y atender de raíz los indicadores de pobreza, su disponibilidad no puede quedar sujeta al azar de la filantropía corporativa, ya que los privados raramente donan estos bienes en los volúmenes requeridos.

El desabastecimiento de estos códigos representa el riesgo más crítico para la fundación porque con o sin el ingreso de donaciones paralelas, el abastecimiento y la gestión de estos 25 SKUs es una actividad obligatoria, continua y prioritaria para salvaguardar la continuidad del servicio social. La literatura clásica de la logística humanitaria continua resalta que, en el tercer sector, el quiebre de stock no se traduce en pérdidas financieras o insatisfacción comercial, sino en la interrupción directa de la seguridad alimentaria de seres humanos en condiciones de extrema vulnerabilidad (Balcik et al., 2010; Tomasini & Van Wassenhove, 2009). Cabe anotar que la herramienta analítica propuesta en esta intervención no ignora las donaciones eventuales de estas referencias; al contrario, al nutrirse de forma dinámica con los registros históricos y en tiempo real de entradas, salidas y stock actual de estas unidades, el modelo absorbe la variabilidad del flujo sin perder de vista que la obligación de compra directa sobre este portafolio esencial es el motor que blinda la operación.

Posición en el Mercado y Análisis del Sector

El Banco de Alimentos de Bogotá pertenece al sector de las organizaciones sin ánimo de lucro (OSAL) orientadas a la seguridad alimentaria, un subsector específico dentro de la economía solidaria colombiana. A diferencia de los operadores comerciales o de las redes de distribución tradicionales con ánimo de lucro, su posición competitiva no se determina por la participación de mercado, sino por su alcance social, medido en la capacidad de atender a más instituciones aliadas, movilizar un mayor volumen de víveres y reducir el desperdicio alimentario. Dentro de la Red de Bancos de Alimentos de Colombia (ABACO), la organización

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

se consolida como la de mayor tamaño y volumen de operaciones en el país debido a que Bogotá concentra la mayor densidad de población vulnerable urbana nacional. Asimismo, su rol como miembro activo de la Red Global de Bancos de Alimentos (The Global FoodBanking Network, n.d.) le permite adoptar buenas prácticas globales e interactuar con entidades similares en más de 40 países, posicionándolo en el ecosistema de la logística humanitaria colombiana como un actor de referencia cuyo desempeño operativo impacta directamente en el bienestar nutricional de cientos de miles de personas en la región.

Desde la perspectiva económica, el sector solidario colombiano reporta un fortalecimiento estructural sostenido, registrando al cierre de 2024 activos consolidados por 60,3 billones de pesos (cifra que escaló a 63,09 billones de pesos en 2025) (Superintendencia de la Economía Solidaria., 2026), lo que representa un aporte estimado del 4 % al PIB nacional y el respaldo de más de 7,2 millones de asociados vinculados activamente (Superintendencia de la Economía Solidaria, n.d.). A pesar de esta robustez institucional, las organizaciones enfrentan presiones complejas derivadas de un entorno sectorial donde coexisten una demanda social en aumento y una marcada asimetría estructural de información. Esta distorsión de datos no responde a deficiencias administrativas, sino a la naturaleza estrictamente aleatoria de las donaciones, las cuales representan el flujo principal de entrada, pero resultan impredecibles en tiempo, volumen y tipología. Dicha aleatoriedad quiebra el supuesto fundamental de estabilidad sobre el cual se construyen los modelos tradicionales de planeación y las herramientas de oficina clásicas, diseñadas para cadenas de suministro comerciales rígidas y predecibles. Al verse obligado el personal a concentrar sus esfuerzos diarios en la inmediatez de la clasificación física y el desahogo operativo de la emergencia, el registro histórico se fragmenta, dificultando la consolidación de datos analíticos estandarizados.

Aunque la inflación alimentaria en Colombia se ha estabilizado en los últimos años, la incertidumbre inherente al comportamiento de la demanda y a las fluctuaciones de precios del mercado continúa representando un desafío para la planeación de compras de alimentos esenciales. En el caso del Banco de Alimentos de Bogotá, la obligación de garantizar la disponibilidad continua de los 25 SKUs prioritarios exige decisiones de abastecimiento en un entorno caracterizado por variaciones en el consumo de las organizaciones beneficiarias, cambios en la oferta disponible y oscilaciones en los costos de adquisición. Bajo estas condiciones, la utilización de métodos tradicionales basados en promedios históricos y coberturas fijas resulta insuficiente para capturar la naturaleza probabilística de la demanda. Como consecuencia, pueden generarse decisiones de compra subóptimas que incrementan el

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

riesgo de desabastecimiento o sobre inventario, impactando tanto la eficiencia logística como la sostenibilidad económica de la organización.

A nivel comparativo, diversos bancos de alimentos internacionales han logrado fortalecer su desempeño operativo mediante la incorporación de herramientas digitales orientadas a la gestión de inventarios, la trazabilidad y la planeación del abastecimiento. El Central Okanagan Food Bank (COFB) en Canadá, en alianza con la Universidad de British Columbia, implementó las plataformas Smart Donate y Smart Inventory, logrando automatizar procesos de recepción y control de donaciones, mejorar la visibilidad de los inventarios y reducir el desperdicio de alimentos entre un 10 % y un 20 % (University of British Columbia (UBC Okanagan News), 2021). De manera similar, Gleaners Food Bank of Indiana transformó su modelo de distribución mediante una plataforma digital de pedidos que permitió ajustar la oferta a la demanda real de las organizaciones beneficiarias, ampliando simultáneamente su capacidad de cobertura social (Food Bank News, 2019).

En el contexto nacional, el Banco de Alimentos de Bogotá se posiciona como el principal banco de alimentos del país por volumen de operación y alcance social dentro de la red ABACO; sin embargo, al igual que otras organizaciones del tercer sector colombiano, continúa enfrentando limitaciones asociadas a la variabilidad de las donaciones, la fragmentación de los registros históricos y la ausencia de herramientas analíticas avanzadas para la gestión de inventarios. Así, los antecedentes del Banco Arquidiocesano de Alimentos de Bogotá evidencian que sus limitaciones en la gestión de inventarios no son únicamente operativas, sino también estructurales, pues afectan tanto la eficiencia logística como la sostenibilidad financiera.

Al contrastar esta realidad con la gestión operativa de bancos de alimentos internacionales, resulta evidente que la adopción de soluciones digitales y modelos analíticos constituye una alternativa viable para superar las restricciones actuales, mejorar la visibilidad de la información, anticipar la demanda y optimizar el uso de los recursos financieros. En consecuencia, el caso colombiano refleja una oportunidad concreta para avanzar hacia modelos de gestión basados en datos que incrementen la resiliencia organizacional y fortalezcan el impacto social de las entidades dedicadas a la seguridad alimentaria.

Por consiguiente, el Banco de Alimentos de Bogotá se encuentra ante la necesidad crítica de profesionalizar su gestión de inventarios a través de herramientas adaptadas a la complejidad del tercer sector. Experiencias internacionales como la de Consentio en España, donde las empresas hortofrutícolas redujeron entre un 15 % y un 20 % el desperdicio de

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

alimentos mediante plataformas digitales de inventario (Europa Press., 2021) y el Banco de Alimentos Gleaners en Indiana, que amplió su cobertura con un sistema de distribución en línea (Food Bank News., 2025) demuestran que la transición hacia la analítica probabilística mitiga estas asimetrías sectoriales, optimizando la capacidad de respuesta y protegiendo el capital de trabajo de la organización sin comprometer su impacto social.

Referentes Estratégicos

A través de una perspectiva de posicionamiento estratégico, la integración de marcos globales y nacionales define los principios que guían a largo plazo el actuar del Banco de Alimentos de Bogotá, alineando sus decisiones con su propósito social. En este contexto, se identifican los siguientes referentes fundamentales:

- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU: Especialmente el ODS 2 (Hambre Cero), el ODS 12 (Producción y consumo responsables) y el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), los cuales orientan su impacto hacia metas globales de sostenibilidad (Naciones Unidas, n.d.).
- El derecho a la alimentación: Entendido como un derecho humano fundamental, lo que convierte la labor del banco en un puente entre el reconocimiento legal de este derecho y su cumplimiento práctico.
- Redes de Bancos de Alimentos: Tales como la Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia (ABACO) y la Red Global de Bancos de Alimentos (The Global FoodBanking Network, 2026), que sirven como marco de referencia para las buenas prácticas, la innovación social y la colaboración internacional.
- Enfoque sistémico de lucha contra el desperdicio alimentario: El cual le permite integrarse de manera eficiente a las cadenas de suministro, generar valor a partir de los excedentes y promover la conciencia social y empresarial.

Estos referentes operan como el estándar de comparación fundamental para evaluar el nivel de madurez organizacional del BAB. Al contrastar la operación actual con este ecosistema institucional, se evidencia que alcanzar los niveles de desempeño promovidos por la GFN y ABACO requiere fortalecer los procesos de planificación y abastecimiento mediante herramientas analíticas. Como referencia de desempeño institucional reciente, el análisis realizado sobre la operación del año 2025 evidenció un WAPE de pronóstico de 41,36 % bajo el método tradicional utilizado por la organización, así como un fill rate de 35,93 %, indicadores que reflejan oportunidades de mejora en la precisión de las decisiones de compra y en el nivel

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

de servicio. Los resultados obtenidos con el modelo propuesto muestran que estas brechas pueden reducirse mediante la incorporación de criterios cuantitativos para la gestión de inventarios. Por lo tanto, la pertinencia de la herramienta analítica desarrollada en esta investigación se valida estratégicamente como un mecanismo para disminuir la variabilidad en el abastecimiento, fortalecer la toma de decisiones y avanzar hacia estándares superiores de eficiencia y sostenibilidad dentro del ecosistema de cooperación alimentaria.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Marco de Referencia

La Cadena de Suministro en Contextos Tradicionales y Sociales

Según Chopra (2019), 'una cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer los requerimientos de un cliente, incluyendo no solo al fabricante y los proveedores, sino también a transportistas, almacenes, vendedores al detalle e incluso a los clientes mismos' (p. 17). Sin embargo, cuando se analizan cadenas de suministro con fines sociales, como en el caso de los bancos de alimentos, la lógica se amplía: más allá de la eficiencia económica, se busca la redistribución equitativa de excedentes y la reducción del desperdicio. En Colombia, se pierde el 34 % de los alimentos producidos, lo que equivale a casi 10 millones de toneladas cada año y genera el 8 % de las emisiones de gases de efecto invernadero del país (Ministerio de Ambiente, 2025). El desempeño de las cadenas de suministro humanitarias se evalúa en función de la velocidad, la equidad y la rendición de cuentas, mientras que el desempeño de las cadenas de suministro comerciales se mide desde la perspectiva de la reducción de costos (Kruger & Schutte, 2026).

Logística Humanitaria y Bancos de Alimentos

La logística humanitaria se define como el proceso de planificación, ejecución, control y almacenamiento de bienes materiales e información, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de suplir las necesidades de personas vulnerables (Arango, 2022). En este marco, los bancos de alimentos se consolidan como nodos estratégicos que conectan la oferta de alimentos recuperados con la demanda de comunidades vulnerables.

Los retos logísticos de los bancos de alimentos incluyen la incertidumbre en las donaciones -variable en cantidad, calidad y frecuencia-, la presión de la demanda social creciente y la limitada disponibilidad de recursos tecnológicos. Wassenhove (2006) identifica que la dependencia de registros manuales y la limitada visibilidad del inventario son obstáculos recurrentes en la logística humanitaria, y señala que su superación requiere la transición hacia esquemas analíticos estructurados. La implementación de modelos de gestión de inventarios no solo reduce riesgos y optimiza recursos, sino que favorece la sostenibilidad económica de los bancos de alimentos al minimizar desperdicios y evitar sobrestock, contribuyendo al ODS 2 (Hambre Cero) y al ODS 12, meta 12.3 (Naciones Unidas, n.d.).

Tecnología y Digitalización en Bancos de Alimentos

La transformación digital se presenta como una solución estratégica fundamental para los bancos de alimentos, dado que permite recolectar y transmitir información en tiempo real a lo largo de la cadena de suministro y, mediante la analítica de datos, facilita la toma de

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

decisiones simultaneas y mejora las predicciones de demanda (The Global FoodBanking Network, 2026). El Central Okanagan Food Bank (COFB) en Canadá desarrolló, en alianza con la Universidad de British Columbia, las plataformas Smart Donate y Smart Inventory, que automatizaron el proceso de donaciones, mejoraron la trazabilidad y redujeron el desperdicio entre un 10 y un 20 % (Li, 2021). El Banco de Alimentos Gleaners en Indiana transformó su modelo de distribución mediante una plataforma de comercio electrónico que ajusta la oferta a la demanda real y amplió su cobertura social (Food Bank News, 2019). Aunque en el contexto de la literatura local se evidencia una adopción limitada de estas soluciones integrales en el tercer sector, la existencia de información histórica operativa en el Banco de Alimentos de Bogotá permite implementar el modelo analítico propuesto sin requerir infraestructura tecnológica costosa.

Gestión de Inventarios: Fundamentos y Modelos Clásicos

La gestión de inventarios es el proceso mediante el cual una organización planifica, controla y optimiza los niveles de existencias para garantizar la disponibilidad de productos en el lugar y momento correctos, minimizando los costos asociados al almacenamiento y al desabastecimiento (Krajewski & Malhotra, 2021). En organizaciones sociales como los bancos de alimentos, esta tarea adquiere un valor adicional: la logística es un factor clave para la entrega oportuna de la ayuda y una pieza importante para garantizar el acceso humanitario (Iecah, 2023). Para organizaciones con abastecimiento híbrido, como el Banco de Alimentos de Bogotá, los enfoques más adecuados corresponden a cadenas de suministro humanitarias resilientes y colaborativas, caracterizadas por la diversificación de fuentes de abastecimiento, el mantenimiento de inventarios estratégicos, la cooperación con donantes y proveedores, y el desarrollo de capacidades dinámicas que permitan responder a la incertidumbre de la oferta y la demanda. Estas prácticas favorecen la continuidad operativa y la reducción del riesgo de desabastecimiento en contextos humanitarios (Stumpf et al., 2023).

El modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) es el punto de partida clásico: determina la cantidad optima a pedir en cada orden para minimizar la suma de los costos de pedido y los costos de almacenamiento, bajo supuestos de demanda constante y lead time estable (Espejo González, 2022). A partir del EOQ se derivan dos modelos fundamentales de control de inventarios. El modelo de revisión continua (Q) monitorea constantemente el nivel de inventario y emite un pedido de cantidad fija cuando el inventario llega al punto de reorden ($ROP = \text{demanda promedio durante el lead time} + \text{stock de seguridad}$). El modelo de revisión periódica (P) revisa el inventario en intervalos de tiempo fijos y pide la cantidad necesaria para

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

alcanzar un nivel objetivo predefinido (Chopra, 2019). Ambos modelos buscan garantizar la disponibilidad de productos minimizando el riesgo de desabastecimiento y controlando los costos de almacenamiento.

Aunque el EOQ constituye una referencia clásica para determinar cantidades óptimas de pedido, su aplicación aislada resulta limitada en organizaciones como el Banco de Alimentos de Bogotá, donde la demanda presenta variabilidad y el abastecimiento depende parcialmente de donaciones cuya cantidad y frecuencia no pueden predecirse con precisión. Los supuestos de demanda constante y lead time estable sobre los cuales se fundamenta el EOQ rara vez se cumplen en contextos humanitarios, por lo que su utilización requiere complementarse con mecanismos que incorporen incertidumbre y niveles de servicio.

En este contexto, el modelo de revisión continua (Q) ofrece ventajas para los productos de mayor criticidad, ya que permite monitorear permanentemente los niveles de inventario y reaccionar de manera inmediata cuando se alcanza el punto de reorden. Esta característica resulta especialmente relevante para los alimentos esenciales de alta rotación y alto impacto social, donde un quiebre de inventario puede afectar directamente la atención de las instituciones beneficiarias. Por su parte, el modelo de revisión periódica (P) presenta una implementación más sencilla y menores requerimientos de seguimiento, por lo que resulta adecuado para productos de menor criticidad o demanda más irregular, donde el costo de monitoreo continuo supera los beneficios operativos obtenidos.

Por estas razones, la presente investigación adopta un enfoque diferenciado basado en la clasificación ABC-XYZ. Los productos de mayor impacto y rotación se gestionan mediante políticas cercanas al modelo Q, mientras que los productos de menor criticidad utilizan esquemas de revisión periódica similares al modelo P. Esta combinación permite equilibrar nivel de servicio, disponibilidad de productos y eficiencia operativa, adaptando las políticas de inventario a las características reales del portafolio gestionado por el Banco de Alimentos de Bogotá.

Clasificación ABC-XYZ: Priorización de Inventarios

La clasificación ABC-XYZ es una herramienta de segmentación de inventarios que combina dos dimensiones de análisis. La dimensión ABC segmenta los productos según su participación acumulada en el valor o volumen total de salidas: los productos A representan aproximadamente el 70-80 % del impacto con el menor número de SKUs (10-20 %), los B corresponden al rango intermedio y los C son el mayor número de artículos con el menor impacto acumulado (Krajewski & Malhotra, 2021). La dimensión XYZ evalúa la variabilidad de

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

la demanda: los productos X presentan demanda estable y predecible (coeficiente de variación bajo, $CV < 0,5$), los Y tienen variabilidad moderada ($0,5 \leq CV < 1,0$) y los Z son altamente irregulares o estacionales ($CV \geq 1,0$).

La combinación de ambas clasificaciones permite diseñar políticas de inventario diferenciadas: los productos AX, de alto impacto y demanda predecible, son candidatos óptimos para el modelo de revisión continua (Q) con parámetros cuantitativos precisos; los productos BZ o CZ, de bajo impacto y alta variabilidad, pueden gestionarse mediante revisión periódica o stocks de seguridad amplios. En el contexto del Banco de Alimentos de Bogotá, esta clasificación permite concentrar los recursos de planificación en los alimentos esenciales de mayor impacto presupuestal y menor variabilidad, aplicando políticas más flexibles a los productos de menor rotación.

La selección de la clasificación ABC-XYZ se fundamenta en la necesidad de segmentar los productos del Banco de Alimentos de Bogotá según su importancia relativa y la variabilidad de su demanda. La literatura sobre gestión de inventarios humanitarios indica que las políticas homogéneas de inventario resultan ineficientes cuando existen múltiples categorías de productos con diferentes patrones de consumo. Asimismo, la clasificación XYZ permite incorporar el nivel de incertidumbre de la demanda, aspecto especialmente relevante en organizaciones humanitarias (Balcik et al., 2016).

La adopción de la clasificación ABC-XYZ resulta más adecuada que una clasificación ABC tradicional para el contexto del Banco de Alimentos de Bogotá, ya que no solo considera la importancia relativa de los productos dentro del portafolio, sino también la incertidumbre asociada a su comportamiento de demanda. Una clasificación basada exclusivamente en criterios ABC podría priorizar productos de alta rotación sin identificar aquellos que, aun teniendo menor participación en el volumen total, presentan patrones de consumo altamente variables y requieren políticas de abastecimiento diferenciadas. Este aspecto es particularmente relevante en organizaciones humanitarias, donde la demanda puede verse afectada por cambios en la población beneficiaria, variaciones en las donaciones y situaciones de emergencia. Diversos estudios en logística humanitaria han recomendado complementar los criterios tradicionales de clasificación con medidas de variabilidad para mejorar la asignación de recursos y reducir el riesgo de faltantes o sobreinventarios (Balcik et al., 2010; Tomasini & Van Wassenhove, 2009). En consecuencia, la clasificación ABC-XYZ proporciona una visión más integral del comportamiento de los inventarios y constituye una base más robusta para la

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

definición de políticas de reposición adaptadas a las características operativas del Banco de Alimentos de Bogotá.

Pronóstico de Demanda: Métodos y Aplicación

La planificación de la demanda es el proceso mediante el cual una organización estima las necesidades futuras de productos para orientar las decisiones de abastecimiento (Cruz, 2017). En el contexto de los bancos de alimentos, la planificación de la demanda enfrenta desafíos particulares: la variabilidad está influenciada por factores sociales como el número de instituciones beneficiarias activas, la ocurrencia de emergencias humanitarias y los cambios en la población atendida, mientras que la oferta está sujeta a la irregularidad de las donaciones (R. Akkerman et al., 2010). Por otra parte, la incorporación de métodos de pronóstico de demanda se justifica porque las operaciones de abastecimiento de largo plazo presentan patrones observables de consumo que pueden ser utilizados para mejorar las decisiones de compra, almacenamiento y distribución. Estudios empíricos en logística humanitaria han demostrado que los pronósticos constituyen un elemento clave para reducir faltantes, disminuir excedentes y mejorar la planificación del abastecimiento (van der Laan et al., 2016).

Los métodos de pronóstico aplicables al contexto del Banco incluyen: (a) la Media Móvil Simple (MMS), que promedia las observaciones de los n periodos más recientes y es útil para datos sin tendencia ni estacionalidad marcada; (b) la Media Móvil Ponderada (MMP), que asigna mayor peso a los periodos más recientes y es más sensible a cambios recientes en la demanda; y (c) el Suavizamiento Exponencial Simple (SES), que actualiza el pronóstico anterior con una fracción del error de pronóstico controlada por el parámetro alfa ($0 < \alpha < 1$), siendo más eficiente computacionalmente y adaptable a datos con alta variabilidad (Chopra, 2019). Para la implementación en Python, el SES es el método de base del pipeline dada su aplicabilidad con datos históricos semanales de salidas por SKU, su sencillez de actualización periódica y su capacidad de ajuste mediante la calibración del parámetro alfa.

Aunque la literatura presenta diversos métodos de pronóstico aplicables a la gestión de inventarios, la selección de una técnica depende de las características de la demanda y de la disponibilidad de información histórica. Las medias móviles constituyen herramientas simples y de fácil implementación; sin embargo, suelen presentar menor capacidad de adaptación frente a cambios recientes en el comportamiento de la demanda, especialmente en series con alta variabilidad. Por su parte, el suavizamiento exponencial simple (SES) ha sido ampliamente utilizado en entornos logísticos debido a su bajo requerimiento computacional, facilidad de actualización y capacidad para otorgar mayor relevancia a la información reciente. No obstante,

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

el SES también presenta limitaciones, ya que no modela explícitamente tendencias complejas, estacionalidades marcadas o relaciones no lineales como las que pueden capturar modelos ARIMA o enfoques de aprendizaje automático. Considerando estas características, la presente investigación no adopta un único método de pronóstico, sino una estrategia multimodelo que evalúa diferentes técnicas según el comportamiento de cada SKU y selecciona automáticamente la alternativa con mejor desempeño estadístico. Este enfoque permite equilibrar precisión, interpretabilidad y viabilidad operativa en el contexto del Banco de Alimentos de Bogotá.

Indicadores de Desempeño Logístico (KPIs)

Los indicadores clave de desempeño logístico permiten medir, monitorear y gestionar la eficiencia de los procesos de inventario. En el contexto del Banco de Alimentos de Bogotá, los KPIs más relevantes son: (a) exactitud del inventario: porcentaje de coincidencia entre registros del sistema y existencias físicas (meta: >95 %); (b) rotación de inventario: número de veces que el inventario promedio es consumido en un periodo dado, indicador de eficiencia del capital invertido; (c) días de inventario disponible: número de días de operación que el inventario actual puede cubrir sin nuevas compras; (d) nivel de servicio: porcentaje de pedidos de instituciones beneficiarias completados sin quiebres de stock; y (e) frecuencia de quiebres de stock: número de veces por periodo en que un producto llega a nivel cero antes de ser repuesto (R. Akkerman et al., 2010; Banco de Alimentos Bogotá, 2024). Estos indicadores son generados automáticamente por el módulo de KPIs del modelo y constituyen la base del seguimiento del Plan de Intervención.

La selección de los indicadores de desempeño responde a los objetivos estratégicos de las organizaciones humanitarias, donde la efectividad se mide por la capacidad de garantizar la disponibilidad de productos para los beneficiarios y la eficiencia en el uso de recursos limitados (Beamon & Balcik, 2008). En este contexto, la exactitud del inventario permite evaluar la calidad de la información utilizada para la toma de decisiones de reposición; la rotación de inventario y los días de inventario disponible permiten medir la eficiencia logística y la sostenibilidad económica; mientras que el nivel de servicio y la frecuencia de quiebres de stock reflejan directamente la capacidad del Banco de Alimentos de Bogotá para satisfacer oportunamente la demanda de las instituciones beneficiarias. En consecuencia, estos indicadores constituyen métricas adecuadas para evaluar el cumplimiento de los objetivos de diagnóstico (OE2), validación del modelo de gestión de inventarios (OE3) y seguimiento de la hoja de ruta de implementación (OE4).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Sostenibilidad Económica e Inventarios

La gestión financiera en los bancos de alimentos implica planificar, organizar y controlar los recursos económicos con el fin de garantizar la adquisición de productos cuando las donaciones en especie resultan insuficientes y optimizar la asignación de fondos. El inventario es una parte fundamental del activo corriente y tiene un impacto directo en el capital de trabajo: puede liberar el flujo de efectivo atrapado en el inventario y crear una posición financiera más sólida (Badenhorst, 2025), permitiendo invertir en ampliar la cobertura social, mientras que un inventario excesivo ata el capital y reduce la liquidez y flexibilidad financiera (Cruz, 2017). Los costos derivados de la mala gestión de inventarios -almacenamiento, caducidad, compras de emergencia- impactan negativamente la sostenibilidad; de ahí la importancia de implementar sistemas de control que ofrezcan información oportuna y veraz para la toma de decisiones (Element Logic, s. f.; Rolón Ramírez, 2024).

En el contexto específico del Banco de Alimentos de Bogotá, esta relación entre la gestión de inventarios y la sostenibilidad económica adquiere especial relevancia debido a su modelo de abastecimiento híbrido. La necesidad de complementar el flujo variable de donaciones mediante compras directas de productos esenciales implica que las decisiones de inventario tengan efectos sobre la utilización de los recursos financieros disponibles. En este escenario, la ausencia de parámetros formalizados de reposición puede generar tanto acumulaciones excesivas de inventario, que inmovilizan recursos que podrían destinarse a ampliar la cobertura social, como niveles insuficientes de existencias, que incrementan el riesgo de faltantes y la necesidad de realizar compras no planificadas. Por tanto, la sostenibilidad económica de la organización depende, en parte, de la capacidad para equilibrar la disponibilidad de productos con el uso eficiente de los recursos destinados al abastecimiento.

Tabla 1.

Correspondencia entre fundamentos teóricos y componentes del modelo

Fundamento teórico	Modulo del pipeline	Datos de entrada
Calidad de datos (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)	Preparación y limpieza de registros históricos	df.xlsx / inventario_actual.xlsx
Clasificación ABC-XYZ (Krajewski & Malhotra, 2021)	Segmentación de productos por valor de salidas y CV de la demanda	df.xlsx / sku_modelo.xlsx

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Pronostico SES (Chopra, 2019)	Generación de pronósticos semanales por SKU	df.xlsx / parametros_modelo.xlsx
Modelos Q y P, EOQ (Chopra, 2019)	Cálculo de punto de reorden, stock de seguridad y política de reposición	lead_time.xlsx / costos.xlsx
KPIs logísticos (R. Akkerman et al., 2010)	Generación de indicadores y reportes de inventario	outputs/ (automático)
Sostenibilidad económica (Badenhorst, 2025)	Análisis del impacto económico de escenarios de reposición	costos.xlsx / outputs/

Nota. Elaboración propia con base en Krajewski & Malhotra (2021), Chopra (2019), R. Akkerman et al. (2010) y Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018).

La Tabla 1 presenta la integración de los principales fundamentos teóricos que sustentan el modelo propuesto. Entre ellos destacan la gestión de inventarios, los métodos de pronóstico de demanda, la clasificación ABC-XYZ y los enfoques de logística humanitaria, debido a su capacidad para abordar problemas de abastecimiento en entornos caracterizados por incertidumbre, restricciones de recursos y alta variabilidad operativa. A partir de estos referentes, la investigación adopta un modelo conceptual de gestión de inventarios basado en datos, en el que la información histórica de demanda, compras e inventarios constituye el insumo para la generación de parámetros objetivos de planificación y control.

La relación entre las variables del estudio se desarrolla de manera secuencial: el comportamiento y la variabilidad de la demanda permiten clasificar los productos según su criticidad, los pronósticos estiman las necesidades futuras de abastecimiento y, con base en estos resultados, se calculan parámetros como el stock de seguridad y el punto de reorden. Estos elementos inciden directamente en indicadores de desempeño como el nivel de servicio, la frecuencia de faltantes y la eficiencia del inventario. En consecuencia, el modelo responde al problema identificado en el diagnóstico organizacional, al proporcionar una metodología estructurada para apoyar las decisiones de abastecimiento y complementar los criterios empíricos actualmente utilizados en la organización.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Diseño Metodológico

El presente capítulo expone el diseño metodológico de la intervención empresarial, orientado al diagnóstico de la gestión de inventarios y al desarrollo de un modelo analítico de apoyo a las decisiones de abastecimiento en el Banco de Alimentos de Bogotá (BAB). A diferencia de los proyectos de investigación científica pura, este estudio se estructura como una consultoría aplicada orientada al fortalecimiento de la gestión de inventarios. El diseño integra una ruta sistemática de diagnóstico corporativo, modelado y validación organizacional que permite articular de manera coherente los objetivos de mejora, las fuentes de información internas y externas, y las técnicas de análisis de operaciones.

La información cuantitativa que sustenta esta intervención proviene de los registros históricos de compras, demanda y niveles de existencias suministrados formalmente por las áreas de Abastecimiento y Logística del banco. Estos datos fueron extraídos de sus sistemas de información en formatos estructurados sin alteración de las bases originales. Por su parte, la información cualitativa se obtuvo mediante la aplicación de instrumentos estructurados dirigidos al personal operativo y táctico (Anexo B), permitiendo capturar las percepciones organizacionales, restricciones físicas de bodega y criterios empíricos actuales que rigen la toma de decisiones.

Enfoque Metodológico del Estudio

El estudio adopta un enfoque analítico de gestión de operaciones con un diseño mixto de predominio cuantitativo. El componente cuantitativo principal consiste en el procesamiento analítico de datos históricos mediante el modelo desarrollado, orientado a la generación de pronósticos de demanda, la simulación de escenarios de abastecimiento y el cálculo de indicadores clave de desempeño como el error de pronóstico (WAPE), el nivel de servicio (fill rate) y la frecuencia de faltantes y sobrestock. El componente cualitativo complementa el análisis mediante la aplicación de un instrumento de medición estructurado y la integración de las metodologías PESTEL y DOFA, seleccionadas por su capacidad para analizar de forma complementaria los factores externos e internos que influyen sobre la gestión de inventarios, permitiendo identificar brechas operativas y percepciones organizacionales que los datos históricos no capturan de forma directa.

La investigación se clasifica como aplicada, con alcance descriptivo-diagnóstico y propositivo, bajo la modalidad de estudio de caso (Yin, 2018). Esta clasificación responde a la intención de comprender una problemática específica en un contexto organizacional real, la

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

gestión de inventarios del Banco de Alimentos de Bogotá y formular una propuesta de solución basada en evidencia cuantitativa y cualitativa.

Metodología de Diagnóstico Organizacional

El propósito fundamental de este modelo de diagnóstico es identificar las brechas de eficiencia y las causas raíz de las distorsiones en la planificación del abastecimiento del banco. Para ello, los métodos y procedimientos se dividieron en dos dimensiones analíticas interconectadas:

Análisis del Entorno Externo: Se implementó la metodología PESTEL para mapear de manera sistemática las variables macroeconómicas exógenas que condicionan la operación. Este procedimiento se enfocó prioritariamente en los factores económicos (como la inflación alimentaria en Colombia) y socioculturales (como el incremento de la demanda de asistencia humanitaria), los cuales alteran la predictibilidad de la cadena de suministro. Asimismo, se analizó el comportamiento aleatorio e incontrolable del flujo de donaciones como la principal fuerza disruptiva del entorno.

Análisis Operativo Interno: Consistió en una revisión a los procesos internos de planificación de compras directas, almacenamiento y políticas de reposición de los 25 SKUs esenciales del portafolio híbrido. Este método permitió contrastar la práctica empírica actual del banco caracterizada por el uso de herramientas rígidas con parámetros estáticos frente a las capacidades analíticas que ofrecen los datos históricos subutilizados de la organización.

Los hallazgos derivados de ambas dimensiones fueron cruzados y priorizados en una Matriz DOFA Estratégica de Operaciones. Este procedimiento facilitó la formulación de estrategias de mitigación cuantitativa, sirviendo como el puente conceptual que justifica la estructura y pertinencia del modelo analítico propuesto en Python. La combinación de estos elementos permite que el diagnóstico organizacional esté respaldado tanto por la percepción del factor humano como por la evidencia numérica de las bases de datos

Fases Metodológicas del Estudio

El trabajo se estructuró en cinco fases, cada una alineada con un objetivo específico o un propósito metodológico definido.

Fase 1. Fundamentación Teórico-Conceptual del Modelo

Esta fase responde al objetivo específico OE1. Su propósito fue construir la base conceptual que sustenta el diseño del modelo, mediante una revisión sistemática de literatura académica y técnica sobre logística humanitaria, gestión de inventarios, métodos de pronóstico de demanda, clasificación ABC-XYZ y analítica aplicada al abastecimiento en organizaciones

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

del sector social. La revisión permitió identificar las principales herramientas teóricas utilizadas en contextos de alta incertidumbre y oferta híbrida, como el de los bancos de alimentos, y definir los componentes conceptuales del modelo: clasificación de productos, estimación de demanda, políticas de reposición y medición del desempeño.

Fase 2. Diagnóstico Organizacional de la Gestión de Inventarios

Esta fase responde al objetivo específico OE2. Su propósito fue caracterizar el estado actual del sistema de inventarios del Banco de Alimentos de Bogotá, identificando brechas en eficiencia logística y sostenibilidad económica. Para ello se integraron tres fuentes de información: el análisis estratégico PESTEL-DOFA, el procesamiento de los datos del período analizado y la encuesta estructurada aplicada a colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística. La triangulación de estas fuentes permitió construir un diagnóstico robusto que, evidencia debilidades en los procesos de planificación y toma de decisiones de abastecimiento a pesar de, las fortalezas operativas en el control del inventario.

Fase 3. Desarrollo y Validación del Modelo Analítico

Esta fase responde al objetivo específico OE3 y constituye el núcleo técnico del trabajo. Su propósito fue desarrollar y validar un modelo de gestión de inventarios adaptado a las condiciones operativas del Banco, capaz de transformar información histórica en recomendaciones estructuradas para la toma de decisiones de abastecimiento.

El modelo se estructuró como un pipeline analítico de múltiples etapas que integra la preparación y depuración de datos, la construcción de series de demanda semanal, la clasificación de productos mediante la metodología ABC-XYZ, la generación de pronósticos de demanda mediante múltiples métodos y la selección automática del mejor modelo para cada SKU. Esta selección se realizó utilizando un indicador compuesto definido como $SCORE = WAPE + 0,2 \times |BIAS|$, donde el WAPE representa la precisión global del pronóstico y el BIAS la tendencia sistemática a sobreestimar o subestimar la demanda. El ponderador 0,2 se definió como un criterio heurístico para incorporar el sesgo como factor de penalización secundaria, manteniendo al WAPE como principal criterio de selección. Posteriormente, el modelo calcula parámetros de reposición, stock de seguridad, punto de reorden y cobertura, incorporando además restricciones logísticas como la capacidad de almacenamiento. La arquitectura completa del modelo se presenta en el Anexo D.

Para la validación se utilizó un esquema de entrenamiento con datos del período 2022–2024 y un conjunto de evaluación correspondiente al año 2025, lo que permitió contrastar el

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

desempeño del modelo frente al método de planeación vigente en la organización. Los resultados de esta validación se presentan en el capítulo de Diagnóstico Organizacional.

Además de generar una proyección base de abastecimiento, el modelo fue diseñado para evaluar escenarios operativos alternativos mediante la modificación controlada de parámetros de entrada, tales como tiempos de reposición, niveles de servicio, costos asociados al inventario o variaciones esperadas en la demanda. Bajo este enfoque, la simulación se desarrolla de manera determinística, permitiendo comparar los efectos de diferentes supuestos sobre las compras sugeridas, los niveles de inventario y los indicadores de desempeño logístico. Esta capacidad amplía el uso del modelo como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en contextos caracterizados por incertidumbre y variabilidad operativa.

Fase 4. Formulación de la Propuesta de Implementación

Esta fase responde al objetivo específico OE4. Su propósito fue traducir el modelo analítico en una propuesta de implementación aplicable dentro del Banco de Alimentos de Bogotá. Se diseñó una hoja de ruta estructurada en cuatro etapas secuenciales: preparación organizacional, implementación piloto, escalamiento del modelo y consolidación con responsables, recursos e indicadores de seguimiento definidos para cada una. Adicionalmente, se desarrolló un manual de uso dirigido a usuarios no especializados, con el fin de garantizar la sostenibilidad del modelo más allá del período de investigación (ver Anexo E).

Fase 5. Validación Organizacional y Retroalimentación

Esta fase complementa el trabajo desde una perspectiva de validación práctica. Dado que el alcance del estudio llega hasta el diseño y la propuesta del modelo y no hasta su implementación operativa, esta fase tuvo como propósito verificar la pertinencia, comprensibilidad y viabilidad percibida de la solución desde la perspectiva de los actores de la organización.

Para ello, se diseñó y ejecutó un protocolo de entrega que incluyó sesiones de socialización con personal de las áreas de Abastecimiento y Logística del Banco de Alimentos de Bogotá. En estos espacios se presentó el funcionamiento del modelo, los resultados de las simulaciones y los escenarios de abastecimiento proyectados para 2026. Al finalizar cada sesión se aplicó un instrumento de retroalimentación estructurado; una prueba de usabilidad, mediante el cual los participantes evaluaron tres dimensiones: claridad en la interpretación de los resultados, facilidad de uso percibida y viabilidad de implementación en sus procesos actuales.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Los conceptos emitidos por los colaboradores fueron sistematizados y constituyen evidencia de validación organizacional que se presenta en el capítulo de Diagnóstico Organizacional. Esta fase fortalece la validez práctica del estudio y asegura que la propuesta formulada responde a una necesidad real reconocida por sus propios destinatarios.

Población y Muestra

La población objetivo está conformada por 47 colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística del Banco de Alimentos de Bogotá, quienes participan directamente en los procesos de planificación de compras, recepción, almacenamiento, control de inventarios y despacho de productos. Se seleccionó una muestra mediante muestreo no probabilístico intencional, validada con la fórmula para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95 %, lo que arrojó un tamaño mínimo de 23 participantes. Durante la aplicación se obtuvieron 26 respuestas válidas, lo que representa el 55,3 % de la población total y fortalece la representatividad del análisis. El detalle del cálculo muestral se presenta en el Anexo B.

Instrumentos y Validación

Para la recolección de información primaria se utilizó un cuestionario estructurado tipo Likert, compuesto por 20 ítems distribuidos en cuatro dimensiones: planificación y gestión de inventarios, control y registro de inventarios, eficiencia logística y sostenibilidad económica. Las respuestas se midieron en una escala de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo).

El instrumento fue aplicado de forma digital, garantizando la confidencialidad de las respuestas. Su validación se realizó mediante juicio de expertos, con la participación del director del trabajo de grado y del gerente financiero del Banco de Alimentos de Bogotá, así como mediante validación de contenido, verificando la coherencia entre los ítems, las dimensiones y los objetivos del estudio. La información recolectada fue analizada mediante estadística descriptiva, utilizando medias, frecuencias y desviaciones estándar por ítem y por dimensión. El instrumento completo y su ficha técnica se presentan en el Anexo B y el Anexo C, respectivamente.

Adicionalmente, para la Fase 5 se diseñó un instrumento de retroalimentación de la prueba de usabilidad, estructurado en torno a las tres dimensiones de evaluación descritas anteriormente. Este instrumento fue aplicado al finalizar las sesiones de socialización con el Banco de Alimentos de Bogotá y sus resultados se integran en el análisis del Diagnóstico Organizacional.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Procedimientos y Técnicas de Análisis de la Información

El análisis de la información se desarrolló mediante la integración de técnicas cuantitativas y cualitativas, en coherencia con el enfoque mixto del estudio. En el componente cuantitativo, los datos históricos fueron procesados mediante el modelo analítico, que incluyó la depuración y estandarización de registros, la construcción de series de demanda semanal por producto, la clasificación ABC-XYZ, la generación de pronósticos mediante múltiples métodos con selección por criterio de mínimo error, y el cálculo de parámetros de reposición. Sobre esta base, se realizaron simulaciones operativas que permitieron comparar el método de planeación vigente frente al modelo propuesto, utilizando indicadores como el WAPE de pronóstico, el WAPE agregado de compras, el fill rate, la frecuencia de faltantes, el sobrestock y el costo del error de compra. La validación del modelo se realizó utilizando los datos históricos de 2022–2024 como base de entrenamiento y el año 2025 como período de evaluación.

En el componente cualitativo, la encuesta fue analizada mediante estadística descriptiva. Los resultados se contrastaron con los hallazgos cuantitativos del modelo mediante triangulación interpretativa. Los conceptos recibidos durante la prueba de usabilidad con el Banco fueron sistematizados y analizados como evidencia de validación organizacional.

Metodología de la Propuesta de Intervención

La propuesta de implementación se fundamenta en un enfoque de toma de decisiones basado en datos, orientado a cerrar las brechas identificadas en el diagnóstico en particular, la ausencia de parámetros formalizados de reposición y la dependencia de criterios empíricos mediante la adopción progresiva del modelo en los procesos de abastecimiento del Banco. La estructura de la propuesta, su desarrollo completo, los responsables definidos, los recursos requeridos y los indicadores de seguimiento se presentan en el capítulo Propuesta de Implementación.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Diagnóstico Organizacional

El diagnóstico organizacional se desarrolló en cinco etapas: revisión documental y contextualización del problema; análisis estratégico mediante las metodologías PESTEL y DOFA; recolección de información primaria a través de una encuesta aplicada a colaboradores de Abastecimiento y Logística; procesamiento estadístico de datos históricos de demanda, compras e inventarios mediante el modelo analítico en Python; e integración de hallazgos para interpretar la situación actual, fortalezas y oportunidades de mejora del sistema de abastecimiento.

Procesamiento Estadístico de Datos

Resultado del Análisis Estratégico: Síntesis PESTEL y DOFA

El análisis PESTEL identificó cuatro factores de alto impacto sobre el sistema de inventarios. En la dimensión económica, la inflación alimentaria sostenida que alcanzó el 27,81 % anual en 2022 y se mantiene con alzas mensuales cercanas al 1,62 % en 2025 erosiona el poder adquisitivo del presupuesto de compras y hace crítica la optimización de cada orden de abastecimiento. En la dimensión tecnológica, la disponibilidad de herramientas de código abierto constituye un factor habilitador que permite implementar el modelo propuesto sin inversión en infraestructura adicional. En la dimensión sociocultural, el crecimiento de la población atendida 562.000 personas en 2024, incrementa la variabilidad y complejidad de la demanda. En la dimensión legal, las exigencias de trazabilidad y condiciones de almacenamiento impuestas por la normativa sanitaria (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2013) condicionan los registros que el modelo requiere como insumo.

La matriz DOFA consolidó como principal debilidad la ausencia de parámetros formalizados de reposición, reflejada en una media de 2,41 sobre 5 en la encuesta aplicada. Como fortaleza central, se identificó la disponibilidad de la serie histórica disponible, que constituyen el insumo principal del modelo. La amenaza más relevante es la volatilidad de las donaciones, cuya correlación negativa con las compras ($r = -0,71$) genera presiones recurrentes sobre el flujo de caja. La oportunidad estratégica principal es el aprovechamiento de los datos históricos subutilizados mediante analítica aplicada, sin requerir inversión tecnológica adicional. El detalle completo del PESTEL y el análisis cruzado DOFA se presentan en el Anexo A.

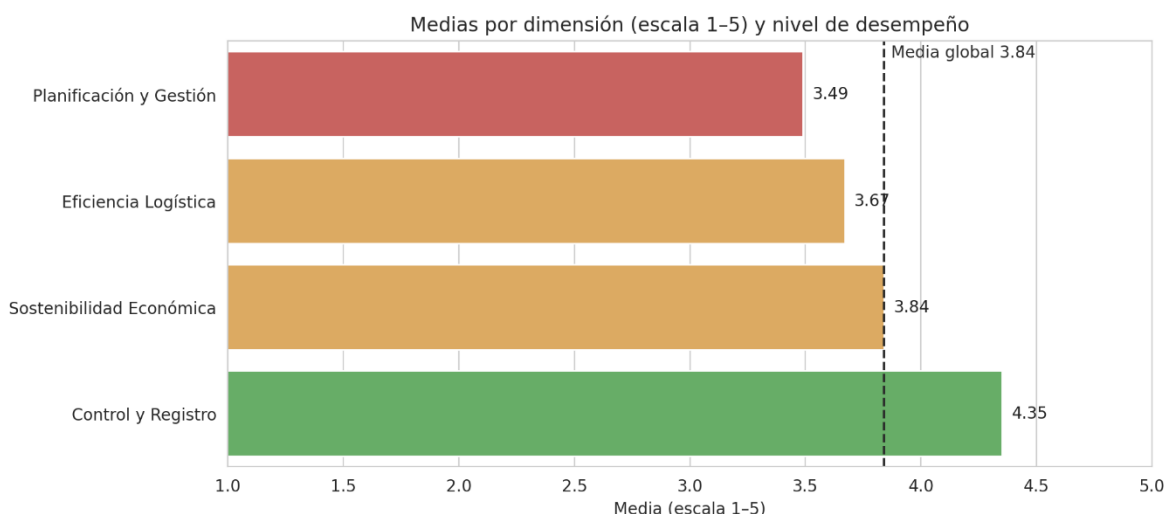
ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Resultados de la Encuesta

Se analizaron 26 encuestas válidas mediante estadística descriptiva, con medias y frecuencias por ítem y por dimensión. La Figura 1 presenta los promedios por dimensión.

Figura 1.

Promedio por dimensión de la gestión de inventarios y nivel de desempeño



Nota. Elaboración propia con base en resultados de la encuesta aplicada (2026).

La media global fue de 3,84 sobre 5, lo que corresponde a un nivel de desempeño moderado. La dimensión de control y registro de inventarios obtuvo la valoración más alta (4,35), mientras que planificación y gestión de inventarios registró la más baja (3,49). Eficiencia logística (3,67) y sostenibilidad económica (3,84) se ubicaron en niveles intermedios.

Que la dimensión de planificación y gestión de inventarios tenga la menor valoración (3,49) indica debilidades en la capacidad de anticipar la demanda y programar adecuadamente la reposición, lo que lleva a una gestión más reactiva que preventiva. Esto genera riesgos estratégicos como desabastecimiento de productos críticos, acumulación de inventarios no prioritarios y decisiones poco oportunas frente a la variabilidad de la oferta y la demanda. En términos de costos, estas fallas incrementan el gasto por compras urgentes, almacenamiento ineficiente y posibles pérdidas por vencimiento. Finalmente, impacta directamente la misión social del Banco de Alimentos al aumentar la probabilidad de quiebres de stock, reduciendo la continuidad del suministro a las organizaciones beneficiarias.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

A nivel de ítems, los puntos de reorden y stock de seguridad (ítem 2: 2,41), la consideración sistemática del lead time (ítem 3: 2,58) y la anticipación de necesidades de compra (ítem 17: 2,73) presentaron las valoraciones más bajas. Por su parte, la integridad de los alimentos en almacenamiento (ítem 9: 4,62), la realización de conteos físicos periódicos (ítem 7: 4,54) y la exactitud de registros (ítem 6: 4,46) obtuvieron las valoraciones más altas.

El análisis por área mostró que Abastecimiento valora mejor el desempeño que Logística, especialmente en planificación (diferencia de 0,67 puntos en la media de la dimensión). Los cargos de coordinación identificaron con mayor claridad las fricciones estructurales que los cargos operativos.

Resultados del Análisis de Datos Históricos

El procesamiento histórico permitió consolidar y analizar la información operativa asociada al comportamiento de la demanda, las compras y los inventarios de alimentos esenciales del Banco de Alimentos de Bogotá.

- **Volumen de datos: antes y después de la limpieza**

Se consolidaron 292.988 registros históricos provenientes de las bases de demanda, compras e inventarios del sistema ERP institucional. Durante el procesamiento se realizaron transformaciones orientadas a la estructuración analítica de la información, incluyendo homologación de variables, validación de formatos de fecha, agregación temporal por semanas y construcción de series continuas de demanda mediante la incorporación de períodos sin movimiento con valores iguales a cero, manteniendo base final de 292.987 registros válidos para el análisis estadístico y la ejecución del modelo. La Tabla 2 presenta el resumen del volumen de datos procesado.

Tabla 2.

Volumen de datos antes y después de la preparación analítica.

Fuente de información	Registros originales	Registros procesados
Demanda y salidas	291.076	291.076
Compras	1.887	1.886
Inventario actual	25	25
Total	292.988	292.987

Nota. Elaboración propia con base en datos del ERP institucional (2026).

- **Distribución de la clasificación ABC-XYZ**

Con el fin de priorizar los productos y definir políticas diferenciadas de abastecimiento, se aplicó la clasificación ABC-XYZ al portafolio analizado. La clasificación ABC se basó en la

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

participación acumulada de la demanda histórica por SKU, mientras que la clasificación XYZ se determinó mediante el coeficiente de variación y el intervalo promedio de demanda (ADI), permitiendo identificar productos con comportamiento estable, variable o intermitente.

Los resultados evidenciaron una alta concentración de la demanda en un grupo reducido de productos. Las categorías AX y AY concentraron el mayor impacto operativo y económico, requiriendo políticas de revisión continua y mayores niveles de protección de inventario. En contraste, las categorías CY y CZ agrupan productos de baja rotación y menor criticidad operativa.

La Tabla 3 presenta la distribución consolidada de las categorías ABC-XYZ y las políticas de abastecimiento sugeridas, mientras que la Tabla 4 muestra la clasificación individual de los 25 SKU analizados con sus principales indicadores estadísticos.

Tabla 3.

Distribución de la clasificación ABC-XYZ y política sugerida de inventario

Categoría	N.º de SKUs	% del total de SKUs	% de la demanda acumulada	Política sugerida
AX	4	16%	49%	Revisión continua (Q) con parámetros precisos
AY	4	16%	17%	Revisión continua con stock de seguridad ampliado
AZ	4	16%	14%	Revisión periódica con buffer alto
BX	2	8%	6%	Revisión continua con parámetros moderados
BY	3	12%	8%	Revisión periódica
BZ	1	4%	2%	Revisión periódica con stock amplio
CX	1	4%	1%	Pedido bajo demanda
CY	3	12%	2%	Pedido bajo demanda
CZ	3	12%	1%	Sin política activa
Total	25	100%	100%	—

Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla 4.

Clasificación ABC-XYZ de productos

SKU	Descripción	Demanda_total	Participacion	Participacion_acum	ABC	media_52s	std_52s	cv	ADI	semanas_con_de_manda	pct_semanas_con_demanda	total_52s	XYZ	Matriz
AB2896	ARROZ X 500 G	9.840.211	30%	30%	A	52.301	22.139	0,42	1,0	52	100%	2.719.672	X	AX
LC0296	LECHE X 1100 ML ALQUERIA	4.381.001	13%	43%	A	26.031	6.998	0,27	1,0	52	100%	1.353.586	X	AX
AB0621	HARINA DE MAIZ BLANCO X 500 G	1.983.515	6%	49%	A	11.901	5.229	0,44	1,0	52	100%	618.872	X	AX
AB2298	PASTA X 250 G	1.336.485	4%	53%	A	3.537	5.349	1,51	1,7	31	60%	183.900	Z	AZ
AB0660	LENTEJA X 500 G	1.318.411	4%	57%	A	7.998	4.024	0,50	1,0	52	100%	415.873	Y	AY
AB2231	PANELA X 450 G - COMPRA	1.277.729	4%	61%	A	3.991	2.045	0,51	1,0	50	96%	207.511	Y	AY
AB0925	SPAGHETTI X 250 G	1.198.224	4%	64%	A	3.269	4.776	1,46	1,9	28	54%	170.002	Z	AZ
AB0624	HARINA DE TRIGO X 500 G	1.186.840	4%	68%	A	6.470	3.790	0,59	1,0	52	100%	336.442	Y	AY
AB0092	AZUCAR X 500 G	1.162.107	4%	71%	A	8.476	4.726	0,56	1,0	51	98%	440.764	Y	AY
AB0465	FRIJOL X 500 G	1.009.300	3%	74%	A	5.235	2.878	0,55	1,0	52	100%	272.245	Y	AY
AB0080	ARVEJA X 500 G	1.002.384	3%	78%	A	4.498	1.951	0,43	1,0	52	100%	233.892	X	AX
AB0870	SAL X 500 GR	970.169	3%	80%	B	6.471	4.104	0,63	1,0	51	98%	336.474	Y	BY
AB0015	ACEITE X 500 ML	961.464	3%	83%	B	5.011	2.698	0,54	1,0	52	100%	260.552	Y	BY
AB2933	PASTILLA DE COCOA X 500 G	881.562	3%	86%	B	5.467	2.371	0,43	1,0	52	100%	284.263	X	BX
AB3743	SAL X 1000 G	773.390	2%	88%	B	2.736	2.238	0,82	1,1	46	88%	142.265	Y	BY
AB4061	ATUN LOMITOS EN ACEITE X 175 G	714.326	2%	90%	B	3.761	1.498	0,40	1,0	52	100%	195.558	X	BX
AB4930	ACEITE X LITRO	702.315	2%	93%	B	4.143	3.335	0,81	1,0	52	100%	215.446	Y	BY
AB4343	AVENA HOJUELAS X 200 G	646.488	2%	95%	B	4.370	3.027	0,69	1,0	52	100%	227.264	Y	BY
AB2891	SARDINAS X 425 G	449.006	1%	96%	C	2.795	2.134	0,76	1,0	52	100%	145.361	Y	CY
AB0671	MAIZ PETO X 500 GR	378.492	1%	97%	C	1.033	1.070	1,04	1,3	39	75%	53.709	Z	CZ
AB3015	AZUCAR X 1000 G	375.791	1%	98%	C	1.601	1.704	1,06	1,6	33	63%	83.256	Z	CZ
AB2034	AVENA MOLIDADA X 250G	256.469	1%	99%	C	1.186	1.573	1,33	1,1	48	92%	61.668	Z	CZ
AB0129	CAFE X 500 G	203.132	1%	100%	C	1.217	625	0,51	1,0	51	98%	63.274	Y	CY
AB9440	HUEVO AVINSA CUBETA X 30 UND	78.562	0%	100%	C	1.511	808	0,53	1,2	44	85%	78.562	Y	CY
AB0014	ACEITE X 3000 ML	63.885	0%	100%	C	397	165	0,42	1,0	51	98%	20.667	X	CX

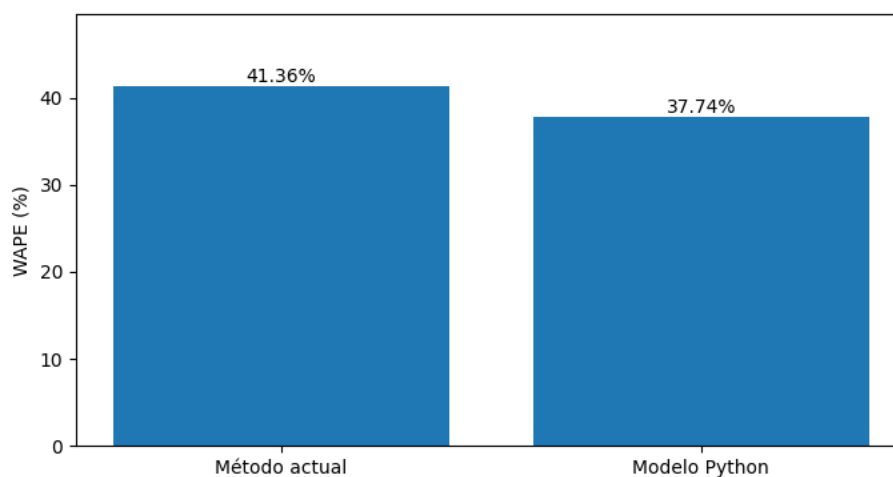
Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026).

● Resultados del pronóstico de la demanda

Los resultados del modelo de pronóstico evidenciaron una mejora en la precisión de la estimación de demanda frente al método utilizado históricamente por la organización. Como se observa en la Figura 2, el WAPE se redujo de 41,36 % a 37,74 %, reflejando una menor desviación entre la demanda real y el pronóstico generado.

Figura 2.

Comparación del error de pronóstico (WAPE)



Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

La Figura 3 muestra que el modelo propuesto mantiene un comportamiento más cercano a la demanda observada, especialmente en períodos de mayor variabilidad, fortaleciendo la capacidad de anticipación para la planificación de compras.

Figura 3.

Comparación mensual de demanda real y pronóstico



Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026).

• Resultados de la aplicación del modelo

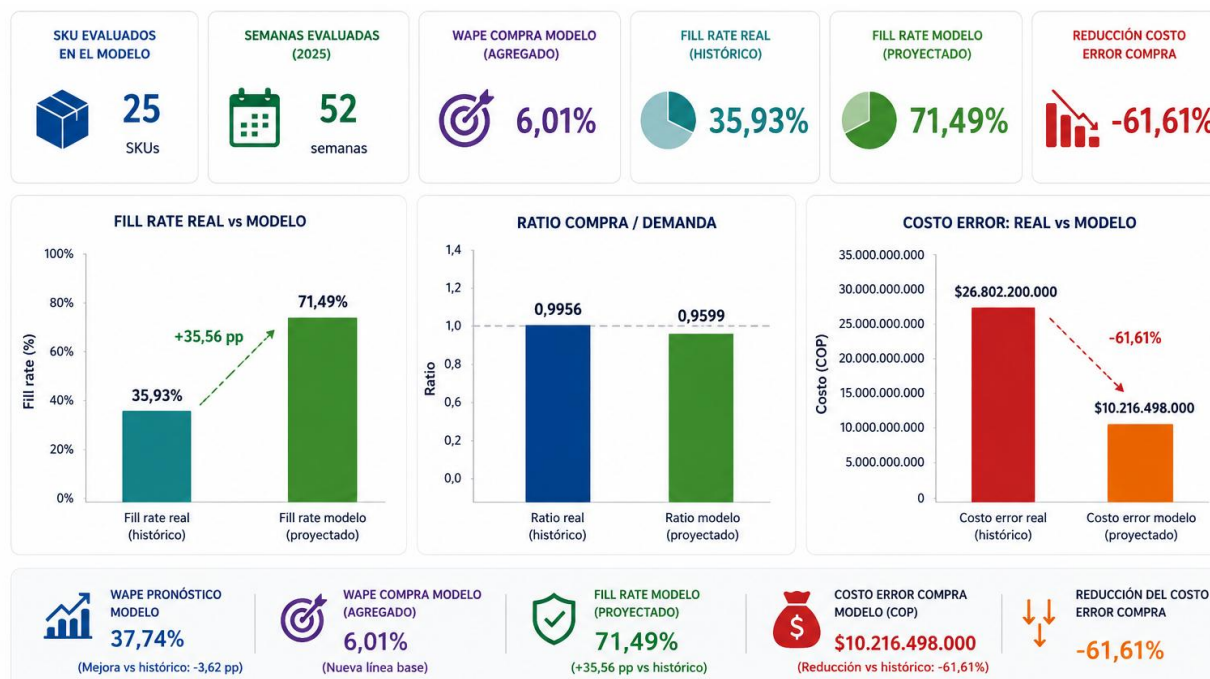
La simulación del modelo de abastecimiento permitió evaluar el desempeño de las políticas propuestas sobre 25 SKU críticos del BAB durante un horizonte de 52 semanas. Los resultados evidencian mejoras en precisión de compra, nivel de servicio y reducción del costo asociado al error de abastecimiento.

Como se presenta en la Figura 4 y la Tabla 4, el modelo propuesto alcanzó un fill rate de 71,49 %, superior al 35,93 % registrado en el método histórico, equivalente a una mejora de 35,56 puntos porcentuales. Asimismo, el WAPE agregado de compras se ubicó en 6,01 %, reflejando una mayor precisión entre el volumen comprado y la demanda real observada. En términos económicos, el costo asociado al error de compra presentó una reducción de 61,61 %, pasando de aproximadamente COP \$26,8 mil millones bajo el esquema histórico a COP \$10,2 mil millones con el modelo analítico. Adicionalmente, la simulación estimó una utilización operativa de almacenamiento del 51,89 % de la capacidad disponible, manteniendo un margen suficiente para responder a variaciones de demanda sin comprometer la operación logística.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Figura 4.

Indicadores de desempeño del modelo analítico: BAB vs modelo integrado en Python



Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026) con horizonte de 52 semanas (año 2025). El modelo mejora el nivel de servicio, la precisión de compra y reduce significativamente el costo asociado al error de abastecimiento. El WAPE de compras corresponde a la métrica agregada que evalúa la precisión del volumen total comprado frente a la demanda.

Tabla 5.

Principales KPIs operativos del modelo actual vs. el propuesto

Indicador	Método histórico	Modelo propuesto	Variación
WAPE de pronóstico	41,36%	37,74%	-3,62 pp
WAPE agregado de compras	No medido	6,01%	Nueva línea base
Fill rate	35,93%	71,49%	+35,56 pp
Ratio compra/demanda	0,9956	0,9599	Ajuste controlado
Costo error de compra	COP \$26,8 mil millones	COP \$10,2 mil millones	-61,61 %
Utilización del almacenamiento	No medido	51,89%	Referencia logística

Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

A continuación, se presenta un extracto heterogéneo y balanceado de la programación de compras sugeridas generada por el modelo para el primer trimestre de 2026. Este extracto expone intencionalmente la bidireccionalidad del algoritmo analítico, mostrando tanto SKUs que requieren compras urgentes por riesgo de desabastecimiento, como aquellos donde el modelo restringe la compra para mitigar sobrecostos de almacenamiento:

Tabla 6.

Extracto plan de compras sugeridas y alertas de inventario (Trimestre 2026)

SKU	Descripción	Mes	Forecast Modelo (Mes)	Compra Sugerida (Mes)	Cobertura Promedio (Semanas)	Estado del Inventario	Riesgo	Prioridad
LC0296	LECHE X 1100 ML	2026-01	78.671	67.432	0,85	Riesgo de quiebre	Quiebre	Alta
AB0015	ACEITE X 500 ML	2026-02	21.503	20.075	4,15	Normal	Controlado	Media
AB2896	ARROZ X 500 G	2026-01	147.153	0	19,46	Riesgo de sobrestock	Sobrestock	Baja

Nota. Elaboración propia con base en resultados del modelo analítico (2026). Los resultados completos y detallados para la totalidad de los 25 SKUs mapeados por el algoritmo se consolidan en el archivo digital operativo parametrizado denominado entregable_profesional_compras_final.xlsx, disponible en el repositorio de código y documentación adjunto al presente proyecto de grado.

Como se observa en la Tabla 6, la herramienta analítica asigna de forma automática una Prioridad Alta de compra sugerida para salvaguardar el fill rate institucional en casos críticos de alta volatilidad social y operacional como la leche (LC0296), donde la cobertura cae por debajo de una semana (\$0.85\$), mientras que, para bienes con sobrestocks heredados o sobrecoberturas físicas severas como el arroz (AB2896), el modelo calcula de forma exacta una compra sugerida de cero unidades, actuando como un regulador financiero y logístico para el Banco de Alimentos.

Para la gestión del Banco de Alimentos de Bogotá, estos resultados implican un cambio de una lógica reactiva hacia una planificación basada en datos. El modelo permite anticipar riesgos de desabastecimiento antes de que afecten la atención a las instituciones beneficiarias y, al mismo tiempo, identificar inventarios excedentes que generan costos innecesarios. De esta forma, la herramienta contribuye a priorizar las compras realmente necesarias, optimizar el uso del presupuesto destinado al abastecimiento y mejorar el equilibrio entre disponibilidad de productos y sostenibilidad financiera. Más que un generador de órdenes de compra, el modelo

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

actúa como un mecanismo de apoyo a la decisión que fortalece la capacidad de planeación y control de la organización.

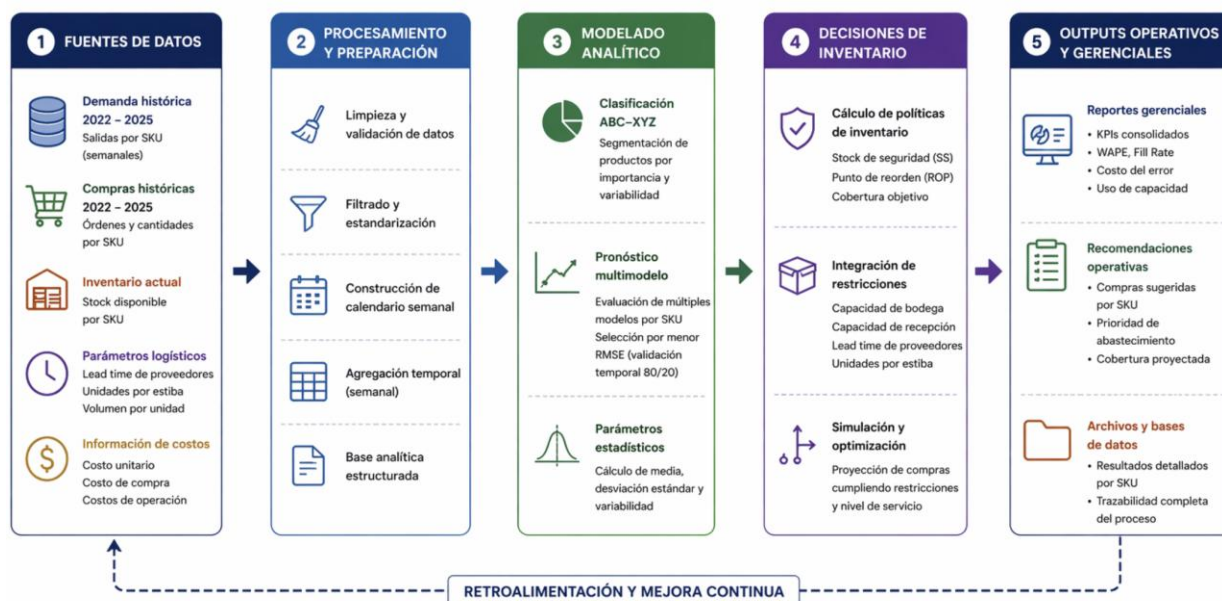
Arquitectura del modelo

La Figura 5 presenta la arquitectura integrada del modelo analítico desarrollado para la gestión de inventarios y abastecimiento. El modelo se compone de cinco bloques funcionales: consolidación de datos, preparación de información, modelado analítico, cálculo de políticas de inventario y generación de reportes operativos y gerenciales.

A partir de datos históricos de demanda, compras e inventarios, el sistema ejecuta procesos de limpieza, clasificación ABC-XYZ, pronóstico de demanda y simulación de políticas de abastecimiento, generando indicadores y recomendaciones de compra para apoyar la toma de decisiones basada en datos en el Banco de Alimentos de Bogotá.

Figura 5.

Arquitectura del modelo analítico de gestión de inventarios



Nota. Elaboración propia (2026).

Resultados de la validación organizacional

La validación organizacional se realizó mediante una sesión virtual en Microsoft Teams con el profesional de compras del área de Abastecimiento del Banco de Alimentos de Bogotá. Durante la sesión se presentó el funcionamiento del modelo, los resultados de simulación y los

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

escenarios proyectados de abastecimiento para 2026 utilizando datos reales de la organización.

La percepción frente a la propuesta fue favorable, destacando su utilidad para fortalecer la planeación de compras y apoyar la toma de decisiones basada en datos. Los participantes consideraron viable su implementación; sin embargo, se identificó la necesidad de fortalecer procesos de capacitación y gestión del cambio debido a la limitada familiaridad inicial con herramientas desarrolladas en Python (ver Tabla 7).

Tabla 7.

Resultados de la validación organizacional

Dimensión evaluada	Resultado	Observación principal
Claridad de los resultados	Alta	Los indicadores y gráficos facilitaron la interpretación
Facilidad de uso percibida	Media	Requiere capacitación básica en Python y analítica
Viabilidad de implementación	Alta	Se considera aplicable al proceso actual de abastecimiento
Utilidad para la toma de decisiones	Alta	Mejora la planeación y seguimiento de compras
Necesidad de gestión del cambio	Media-Alta	Se requiere acompañamiento en adopción tecnológica

Nota. Elaboración propia (2026).

Los resultados de la validación sugieren condiciones favorables para la adopción del modelo, principalmente por la percepción positiva de su utilidad para mejorar la planeación de compras y la toma de decisiones. Asimismo, la claridad de los indicadores y la posibilidad de trabajar con información real de la organización favorecen su aceptación por parte de los usuarios. No obstante, se identifican posibles resistencias asociadas al cambio de prácticas basadas en la experiencia hacia esquemas apoyados en analítica de datos, así como a la limitada familiaridad inicial con herramientas desarrolladas en Python. En este contexto, la implementación requiere estrategias de gestión del cambio orientadas a la capacitación, el acompañamiento a los usuarios y la apropiación gradual de la herramienta. Los principales riesgos de implementación se relacionan con una adopción insuficiente por parte de los responsables del proceso, la dependencia de la calidad de los datos de entrada y la falta de actualización periódica de los parámetros del modelo. Sin embargo, estos riesgos pueden mitigarse mediante la ejecución gradual propuesta en la hoja de ruta de implementación y el seguimiento continuo de los indicadores de desempeño.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Análisis de los Resultados

Situación Actual

La integración de los resultados evidencia que el Banco de Alimentos de Bogotá enfrenta principalmente una brecha de carácter decisional más que operativa o estructural. Aunque la organización dispone de capacidad de almacenamiento, registros históricos confiables y adecuados procesos de control, las decisiones de abastecimiento continúan basándose en criterios poco estandarizados y comparaciones con períodos anteriores.

Esta situación se refleja en la diferencia entre el WAPE del método actual (41,36 %) y el WAPE agregado de compras obtenido con el modelo propuesto (6 %), indicando que la principal limitación no radica en la disponibilidad de información, sino en la forma en que esta se transforma en decisiones de compra. Asimismo, la ocupación promedio de la bodega (51,89 %) y la valoración positiva del control de inventarios (4,35/5) confirman que las restricciones físicas no constituyen el problema central.

En consecuencia, las ineficiencias observadas, como la coexistencia de faltantes y sobrestock, se relacionan principalmente con la ausencia de políticas de reposición formalizadas y la limitada incorporación del lead time en la planificación. Este diagnóstico coincide con la literatura sobre logística humanitaria, donde la falta de herramientas analíticas y de visibilidad estructurada del inventario conduce a esquemas de gestión predominantemente reactivos (Wassenhove, 2006).

Fortalezas

Las fortalezas identificadas evidencian que el Banco de Alimentos de Bogotá cuenta con condiciones favorables para implementar herramientas analíticas de apoyo al abastecimiento. La principal corresponde a la calidad del control y registro de inventarios, reflejada en la consistencia de los datos históricos y la trazabilidad operativa, condición clave para garantizar la confiabilidad de los pronósticos y políticas de reposición.

Asimismo, la organización dispone de información histórica estructurada para el período 2022–2025, con registros de demanda, compras e inventarios desagregados por SKU. Esta base permitió desarrollar análisis estadísticos, clasificación ABC-XYZ y modelos de pronóstico, evidenciando el potencial de avanzar hacia una gestión basada en analítica predictiva.

Adicionalmente, la utilización promedio del almacenamiento (51,89 %) demuestra capacidad operativa disponible para implementar ajustes en las políticas de abastecimiento sin restricciones inmediatas de espacio. Finalmente, la validación organizacional mostró una

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

percepción favorable frente al modelo y su utilidad para fortalecer la planeación de compras, aunque se identificó la necesidad de acompañar su adopción con procesos de capacitación y gestión del cambio.

Oportunidades de Mejora

Otra oportunidad se relaciona con la incorporación sistemática del lead time en la planificación. Actualmente, los tiempos de reposición no se integran de forma estructurada en las decisiones de compra, favoreciendo la aparición simultánea de faltantes y sobrestock. El modelo incorpora esta variable en el cálculo de inventarios y cobertura objetivo.

Asimismo, se identificó un aprovechamiento limitado de la información histórica disponible, utilizada principalmente para comparaciones con períodos anteriores. La propuesta permite evolucionar hacia una gestión predictiva ajustada al comportamiento real de cada SKU. Finalmente, las diferencias observadas entre las áreas de Abastecimiento y Logística evidencian la necesidad de fortalecer criterios compartidos para la toma de decisiones, aspecto que el modelo puede apoyar mediante indicadores y parámetros comunes.

Síntesis de Convergencia Diagnóstica

Al triangular las herramientas diagnósticas, se evidencia que la encrucijada del BAB no está en una carencia de infraestructura física, ya que, la organización cuenta con el espacio, la estantería básica (racks) y el ingenio operativo del personal para sostener la logística del día a día, sino en la alta vulnerabilidad de sus procesos decisionales. La realidad macroeconómica, marcada por una inflación alimentaria acumulada del 27,81% (Anexo A: PESTEL), actúa como un detonante externo que desestabiliza los presupuestos y deteriora la percepción de sostenibilidad económica, calificada con un crítico 2.73/5 (Anexo A: DOFA, D5). Esta presión estratégica se traslada inevitablemente al terreno operativo, reflejándose de forma idéntica en la encuesta aplicada (Anexo B), donde la anticipación y oportunidad en la planeación de compras obtuvo una de las puntuaciones más bajas del estudio (2.73/5).

Así podríamos decir que, el personal del BAB no falla por falta de compromiso o por no tener una infraestructura monumental, sino porque se encuentra desarmado analíticamente frente a la volatilidad del mercado, lo que obliga al departamento de adquisiciones a operar de manera reactiva e intuitiva. Esta desconexión justifica plenamente el desarrollo del modelo predictivo en Python propuesto en este trabajo. Su propósito no es transformar de golpe la capacidad física instalada, sino dotar a la organización de un "cerebro analítico" que optimice la toma de decisiones con los recursos existentes. Al planificar el abastecimiento con base en

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

datos, se reduce la frustración del equipo humano, se maximiza la eficiencia operativa y, fundamentalmente, se blinda el servicio nutricional de miles de personas vulnerables frente a las inclemencias de la economía.

Validación de la Propuesta por los Actores Organizacionales

La retroalimentación obtenida durante las sesiones de validación permitió confirmar la pertinencia y aplicabilidad de la propuesta en el contexto operativo del Banco de Alimentos de Bogotá. Los participantes valoraron positivamente la claridad de los resultados, la utilidad de los indicadores y la viabilidad de incorporar el modelo como apoyo al proceso de abastecimiento.

Aunque se identificó la necesidad de fortalecer procesos de capacitación y gestión del cambio debido a la limitada familiaridad inicial con herramientas desarrolladas en Python, los colaboradores consideraron viable su implementación progresiva después de las pruebas realizadas con datos reales.

Los ajustes efectuados a partir de la retroalimentación fortalecieron la usabilidad del entregable operativo y son coherentes con las recomendaciones sobre adopción de modelos analíticos en organizaciones con recursos limitados (R. Akkerman et al., 2010). En este sentido, la validación organizacional complementa la validación técnica y estadística del modelo y respalda su potencial de aplicación en el proceso de planificación de compras del Banco de Alimentos de Bogotá.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Propuesta de Implementación

Enfoque Estratégico

La propuesta de intervención orienta la adopción progresiva del modelo de gestión de inventarios dentro del Banco de Alimentos de Bogotá, facilitando la transición desde una operatividad reactiva basada en comparaciones históricas simples hacia una planeación predictiva sustentada en evidencia cuantitativa y políticas de reposición diferenciadas. Dentro de las barreras de adopción podríamos encontrarnos con que, el personal que actualmente opera la matriz en Excel puede experimentar un sesgo de resistencia cultural ante el temor de perder la tangibilidad y el control sobre los datos al migrar a un entorno basado en código como Python. Sin embargo, la realidad metodológica demuestra que es la herramienta tradicional clásica la que introduce una complejidad y un alto riesgo de error humano, evidenciado en la inconsistencia matemática de su matriz vigente, donde se aplican promedios lineales dividiendo de forma arbitraria entre tres o cuatro meses según la fila. La propuesta desmitifica esta percepción técnica al entregar un modelo completamente parametrizado y blindado, donde el usuario final no debe codificar ni estructurar fórmulas adicionales, sino limitarse a alimentar el sistema con los datos de entrada, salidas y stocks para obtener políticas de pedido óptimas y estandarizadas.

Bajo esta lógica, el enfoque se articula en tres principios fundamentales: la toma de decisiones basada en datos para reducir progresivamente la dependencia del criterio empírico; la implementación escalonada que prioriza los 25 SKUs de mayor criticidad para mitigar el riesgo operativo; y la sostenibilidad organizacional mediante un manual de uso parametrizado (Anexo E) que no requiere conocimientos especializados en programación.

Objetivo de la Propuesta de Implementación

Con base en lo anterior, el Objetivo de la Propuesta de Implementación se define como el diseño y estructuración de una ruta metodológica por etapas que permita viabilizar la adopción progresiva del modelo en las condiciones reales del Banco de Alimentos de Bogotá, validando sus parámetros operativos y sentando las bases técnicas para consolidar su uso como una herramienta permanente y accesible de apoyo a la toma de decisiones estratégicas.

Estructura de la Propuesta de Implementación

La propuesta se organiza en cuatro etapas secuenciales:

- Etapa 1: Preparación Organizacional
- Etapa 2: Implementación Piloto
- Etapa 3: Escalamiento del Modelo

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

- Etapa 4: Consolidación y Mejora Continua

Cada etapa integra actividades, responsables, recursos e indicadores de seguimiento.

Etapa 1: Preparación Organizacional

Esta etapa tiene como objetivo generar las condiciones organizacionales, técnicas y operativas necesarias para la adopción del modelo. En coherencia con el diagnóstico, que evidenció una limitada estructuración en la planificación del abastecimiento, esta etapa busca alinear a los equipos, estandarizar los archivos de entrada y asegurar que los colaboradores comprendan el modelo como una herramienta de apoyo a sus decisiones, no como un reemplazo de su criterio.

Dado que el Banco ya cuenta con información histórica estructurada y capacidades operativas consolidadas, el énfasis no está en la creación de infraestructura tecnológica, sino en la habilitación organizacional para el uso efectivo de la analítica. (Ver Tabla 8).

Tabla 8.

Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 1

Actividades principales	Responsables	Recursos requeridos	Indicadores de seguimiento
Socialización del modelo y sus beneficios	Abastecimiento / Dirección	Presentación, documento del modelo	Nivel de entendimiento del equipo
Capacitación en uso del modelo (Python/Excel)	Investigador / Analista	Computador, entorno Python	% personal capacitado (>80 %)
Estandarización de archivos de entrada	Abastecimiento / Logística	Bases de datos históricas	% completitud de datos (>95 %)
Validación de calidad de datos	Analista	Archivos históricos	Número de errores detectados
Definición de roles operativos	Dirección / Abastecimiento	Manual del modelo	Roles formalizados

Nota. Elaboración propia (2026)

Etapa 2. Implementación Piloto

El objetivo de esta etapa es validar el funcionamiento del modelo en condiciones reales mediante su aplicación controlada sobre un conjunto de productos críticos, seleccionados a partir de la clasificación ABC-XYZ. Esta etapa permite contrastar las recomendaciones del modelo con el esquema actual de decisiones, reduciendo el riesgo operativo y generando aprendizaje institucional antes de la adopción general.

El piloto se centra en los productos de la categoría AX: alto impacto y demanda estable, donde las consecuencias del desabastecimiento son más severas y donde el modelo ofrece

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

mayor precisión en el pronóstico. La ejecución se realiza en paralelo al proceso actual, lo que permite comparar directamente los resultados sin interrumpir la operación. (Ver Tabla 9).

Tabla 9.

Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 2

Actividades principales	Responsables	Recursos requeridos	Indicadores de seguimiento
Selección de SKU críticos	Abastecimiento	Clasificación ABC-XYZ	SKU priorizados
Ejecución del modelo	Analista	Modelo en Python	Ejecuciones realizadas
Generación de compras sugeridas	Abastecimiento	Output del modelo	Consistencia decisiones
Comparación vs esquema actual	Analista	Datos históricos	Diferencias identificadas
Ajuste de parámetros	Analista	Resultados piloto	Mejora en WAPE y fill rate

Nota. Elaboración propia (2026)

Etapa 3: Escalamiento del Modelo

Esta etapa busca integrar el modelo en el proceso formal de abastecimiento, extendiendo su aplicación a todo el portafolio de SKUs. A partir de los resultados y ajustes del piloto, el modelo se convierte en una herramienta operativa que incorpora políticas diferenciadas según la criticidad y el comportamiento de cada producto.

El objetivo es lograr coherencia entre compras y demanda en el conjunto completo del inventario, reduciendo la variabilidad en las decisiones y consolidando el uso de los indicadores generados como base de reporte periódico. (Ver Tabla 10).

Tabla 10.

Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 3

Actividades principales	Responsables	Recursos requeridos	Indicadores de seguimiento
Extensión a todos los SKU	Abastecimiento	Modelo ajustado	% cobertura
Definición de políticas	Abastecimiento / Logística	Clasificación ABC-XYZ	Políticas implementadas
Integración en compras semanales	Abastecimiento	Rutinas operativas	Uso del modelo

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Generación de reportes	Analista	Outputs	Reportes generados
Seguimiento a decisiones	Dirección	Indicadores	Consistencia compras

Nota. Elaboración propia (2026)

Etapas 4. Consolidación y Mejora Continua

El objetivo de esta etapa es garantizar la sostenibilidad del modelo como herramienta permanente de gestión. Se establecen mecanismos de monitoreo continuo, actualización periódica de parámetros y revisión de los indicadores de desempeño, con el fin de preservar la vigencia del modelo ante cambios en la demanda, el portafolio de productos o las condiciones del proveedor. (Ver Tabla 11).

Tabla 11.

Actividades, responsables, recursos e indicadores – Etapa 4

Actividades principales	Responsables	Recursos requeridos	Indicadores de seguimiento
Monitoreo de indicadores	Dirección / Abastecimiento	Tablero de KPIs	Fill rate, WAPE
Ajuste de parámetros	Analista	Resultados históricos	Mejora continua
Evaluación mensual	Dirección	Reportes	Cumplimiento metas
Integración financiera	Dirección	Información presupuestal	Optimización gasto
Actualización del modelo	Equipo técnico	Manual actualizado	Versiones del modelo

Nota. Elaboración propia (2026)

La Tabla 12 presenta la línea base de los principales indicadores operativos identificados durante el diagnóstico y las metas esperadas con la implementación de la propuesta, permitiendo establecer criterios de seguimiento y evaluación del desempeño del modelo en el proceso de abastecimiento.

Tabla 12.

Línea base y metas de la propuesta

Indicador	Línea base (situación actual)	Meta de la propuesta
Fill rate	36%	> 70 %
WAPE agregado de compras	41,36 % (pronóstico)	< 8 %
Quiebres de stock cat. A	[n] episodios/mes	Reducción > 50 %
Utilización almacenamiento	51,89%	Dentro del 85 %
Productos con política formal	0%	100 % del portafolio

Nota. Elaboración propia (2026)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla 13.

Indicadores estratégicos de la propuesta

Indicador	Descripción	Meta
Fill rate	Proporción de la demanda satisfecha sin faltantes	> 70–75 %
WAPE agregado de compras	Precisión del volumen total comprado frente a la demanda	< 8 %
Quiebres de stock	Frecuencia de episodios de desabastecimiento por período	Reducción significativa frente a la línea base
Sobre inventario	Exceso de stock acumulado en productos de baja rotación	Reducción controlada
Rotación de inventario	Número de veces que el inventario promedio es consumido por período	Incremento progresivo
Costo del error de compra	Impacto económico de las desviaciones entre compras y demanda	Reducción frente a la línea base

Nota. Elaboración propia (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Figura 6.

Cronograma Gantt de ejecución por fases



Nota. Elaboración propia con apoyo de inteligencia artificial generativa (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Direccionamiento Estratégico e Implicaciones Gerenciales

La implementación del modelo analítico de gestión de inventarios trasciende la incorporación de una herramienta tecnológica, al constituirse como un mecanismo de fortalecimiento de las capacidades de planeación y toma de decisiones del Banco de Alimentos de Bogotá. Desde una perspectiva gerencial, la propuesta contribuye a la evolución del proceso de abastecimiento desde un enfoque predominantemente reactivo hacia uno basado en información, análisis y seguimiento de indicadores de desempeño.

A nivel operativo, la utilización de parámetros de reposición soportados en pronósticos y políticas diferenciadas permite mejorar la coordinación entre los niveles de inventario y las necesidades de abastecimiento, favoreciendo una utilización más eficiente de la capacidad de almacenamiento disponible y una mejor preparación frente a variaciones en el flujo de donaciones. Mientras que, a nivel estratégico, la incorporación de herramientas analíticas permite disponer de información más estructurada para la planificación de compras, el seguimiento de indicadores y la asignación de recursos. Esto puede contribuir a una gestión más eficiente del presupuesto destinado al abastecimiento y apoyar el cumplimiento de la misión institucional, al favorecer una mayor disponibilidad de productos esenciales para la población beneficiaria. En este sentido, la propuesta se alinea con los principios de sostenibilidad operativa y generación de valor social que orientan la gestión del Banco de Alimentos de Bogotá.

Gobernanza Tecnológica y Sostenibilidad de la Propuesta

La sostenibilidad de la propuesta se fundamenta en principios de eficiencia en costos, gestión del conocimiento y apropiación organizacional. Debido a que el modelo fue desarrollado en Python utilizando librerías de código abierto, no se requieren inversiones asociadas a licenciamiento de software ni a infraestructura tecnológica adicional, permitiendo su operación sobre los equipos de cómputo actualmente disponibles en la organización.

Con el propósito de mitigar riesgos asociados a la dependencia técnica del desarrollador, la propuesta contempla mecanismos de transferencia de conocimiento soportados en el manual de usuario (Anexo E), la documentación de parámetros y la capacitación de los colaboradores responsables de su operación. Estos elementos facilitan la continuidad del modelo ante cambios en el personal y promueven la estandarización de las actividades de abastecimiento.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Asimismo, la implementación gradual planteada en las diferentes etapas favorece la gestión del cambio organizacional, permitiendo que los usuarios validen progresivamente la utilidad de la herramienta y desarrollen capacidades analíticas para la interpretación de resultados. De esta manera, la propuesta no solo incorpora un instrumento de apoyo a la toma de decisiones, sino que contribuye al fortalecimiento de una cultura organizacional orientada al uso de datos para la gestión de inventarios y el abastecimiento.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la intervención desarrollada en la empresa, así como las recomendaciones para la implementación del plan de intervención propuesto.

Conclusiones

- La revisión de literatura permitió construir un marco conceptual que integra la gestión de inventarios con la logística humanitaria, adaptando herramientas clásicas como clasificación ABC-XYZ, modelos de revisión continua y periódica, y pronóstico por suavizamiento exponencial a un entorno de oferta híbrida e incierta. Esta integración teórica demuestra que los modelos cuantitativos de gestión de inventarios, desarrollados principalmente para entornos comerciales, son aplicables en organizaciones del sector social cuando se adaptan a su estructura de abastecimiento mixto y a la variabilidad de su demanda. El marco construido constituye un aporte metodológico transferible a otras organizaciones del sector solidario que enfrentan condiciones operativas similares.
- El diagnóstico evidenció que el Banco de Alimentos de Bogotá enfrenta una brecha de naturaleza decisional, no estructural ni operativa. La organización dispone de capacidad de almacenamiento utilizada al 51,89 % de su capacidad disponible, de registros históricos confiables y de procesos operativos sólidos, reflejados en una valoración de 4,35 sobre 5 en control y registro de inventarios. La debilidad se concentra en la planificación del abastecimiento: la ausencia de parámetros formalizados de reposición con una media de 2,41 sobre 5 en el ítem correspondiente y la no incorporación sistemática del lead time generan simultáneamente faltantes y sobrestock. Este diagnóstico confirma que la solución no requería inversión en infraestructura ni en personal adicional, sino en criterios y herramientas que convirtieran la información disponible en decisiones de compra estructuradas.
- El modelo analítico desarrollado demostró mejoras cuantificables y significativas frente al método de planeación vigente. La validación con datos reales del año 2025 arrojó una reducción del WAPE de pronóstico del 41,36 % al 37,74 %, un WAPE agregado de compras del 6,01 % frente a un método anterior sin medición formal y un incremento del fill rate del 35,93 % al 71,49 %, equivalente a una mejora de 35,56 puntos porcentuales en el nivel de servicio. En términos económicos, el costo del error de compra se redujo un 61,61 %, pasando de COP \$26,8 mil millones a COP \$10,2 mil millones. Estos resultados confirman que la brecha identificada en el diagnóstico era de naturaleza decisional: con los mismos datos disponibles en

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

la organización, un enfoque analítico estructurado produce resultados sustancialmente superiores en precisión, servicio y sostenibilidad económica.

- La propuesta de implementación traduce el modelo analítico en una hoja de ruta operativa estructurada en cuatro etapas progresivas: preparación organizacional, implementación piloto, escalamiento y consolidación, con responsables, recursos e indicadores de seguimiento definidos para cada una. Este diseño garantiza una adopción controlada que minimiza el riesgo operativo, permite ajustes iterativos con base en resultados observados y asegura la continuidad del modelo más allá del período de investigación mediante un manual de uso orientado a usuarios no especializados.
- La validación con actores reales del Banco de Alimentos de Bogotá confirmó la pertinencia práctica del modelo más allá de su desempeño técnico. Los colaboradores del área de Abastecimiento valoraron positivamente la claridad de los resultados y la utilidad de los indicadores para fortalecer la planeación de compras, y consideraron viable su implementación progresiva. La identificación de la necesidad de fortalecer la capacitación y la gestión del cambio frente al uso de herramientas analíticas es un hallazgo relevante: demuestra que la adopción de modelos de este tipo en organizaciones del sector social no depende únicamente de su validez técnica, sino también de procesos de acompañamiento que reduzcan las barreras de familiaridad tecnológica.
- La intervención desarrollada genera valor empresarial al transformar un proceso de abastecimiento basado principalmente en criterios empíricos en un sistema de soporte para la toma de decisiones sustentado en evidencia cuantitativa. Desde la perspectiva académica y aplicada, el estudio se alinea con la línea de investigación en gestión organizacional y analítica para la toma de decisiones, demostrando que la integración de herramientas de ciencia de datos, gestión de inventarios y logística humanitaria puede contribuir al fortalecimiento de organizaciones del sector social. Asimismo, la metodología y la arquitectura del modelo constituyen una solución replicable y adaptable a otras entidades que operan bajo esquemas de abastecimiento híbrido y enfrentan retos similares de planificación e incertidumbre.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico organizacional, el desarrollo del modelo analítico de gestión de inventarios y su validación con colaboradores del Banco de Alimentos de Bogotá, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas a facilitar la implementación, sostenibilidad y evolución de la propuesta. Estas recomendaciones se

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

presentan según su horizonte temporal de ejecución y su potencial de impacto sobre la gestión del abastecimiento, con el propósito de contribuir a la mejora continua de los procesos logísticos y al fortalecimiento de la capacidad institucional para responder a las necesidades de seguridad alimentaria de la población beneficiaria.

Corto plazo (0 a 6 meses)

La principal recomendación consiste en implementar de manera gradual el modelo analítico desarrollado en esta investigación dentro de los procesos de abastecimiento de los 25 SKUs estratégicos analizados. Para ello, se sugiere utilizar los parámetros de reposición generados por la herramienta: puntos de reorden, stocks de seguridad y coberturas objetivo, como apoyo a las decisiones de compra durante una fase piloto monitoreada. Esto permitiría contrastar los resultados proyectados por el modelo con el comportamiento real de la operación y generar evidencia para su posterior adopción institucional.

De manera complementaria, se recomienda incorporar los indicadores de desempeño generados por la herramienta, particularmente el WAPE agregado y el fill rate, dentro de los espacios periódicos de seguimiento de las áreas de Abastecimiento y Logística. El monitoreo de estos indicadores facilitaría evaluar el impacto de las decisiones tomadas, identificar desviaciones oportunamente y fortalecer una cultura organizacional basada en el uso de datos para la toma de decisiones.

Mediano plazo (6 a 18 meses)

Una vez superada la etapa inicial de implementación, se recomienda formalizar el uso del modelo como parte de los procedimientos habituales de abastecimiento de la organización. Esto implica documentar responsabilidades, establecer protocolos de ejecución y definir mecanismos de actualización periódica de los parámetros utilizados por la herramienta.

Asimismo, se considera importante establecer un ciclo semestral de revisión y actualización de la clasificación ABC-XYZ, los pronósticos de demanda y los parámetros de reposición. Dado que el comportamiento de la demanda y las condiciones operativas del Banco pueden variar con el tiempo, la vigencia de los resultados depende de la actualización permanente de la información utilizada por el modelo.

Adicionalmente, se recomienda fortalecer las capacidades del personal involucrado en los procesos de abastecimiento mediante actividades de formación y transferencia de conocimiento. Los resultados de la validación organizacional evidenciaron una alta aceptación de la herramienta; sin embargo, su sostenibilidad dependerá de que los colaboradores

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

desarrollen las competencias necesarias para interpretar adecuadamente los resultados y utilizar la información como soporte de sus decisiones.

Largo plazo (18 meses en adelante)

Una vez consolidada la utilización del modelo y generada una base histórica más robusta de información, se recomienda evaluar la incorporación de técnicas analíticas de mayor complejidad, quizá con componentes estacionales o herramientas de aprendizaje automático. Esta evolución permitiría analizar patrones de demanda más complejos y aumentar progresivamente la precisión de los procesos de planeación.

Igualmente, se recomienda explorar la adaptación y transferencia de la metodología desarrollada hacia otras organizaciones de la red ABACO o entidades del sector solidario con características operativas similares. La experiencia obtenida en este estudio sugiere que el uso de herramientas analíticas desarrolladas con tecnologías de código abierto puede constituir una alternativa viable para fortalecer la gestión logística y la sostenibilidad económica de organizaciones que operan en contextos de alta incertidumbre y recursos limitados.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Desde una perspectiva académica, se recomienda ampliar el análisis de la gestión de inventarios en contextos de logística humanitaria continua, un campo que aún presenta oportunidades significativas de desarrollo en Colombia y América Latina. En particular, sería pertinente realizar estudios comparativos entre diferentes bancos de alimentos y organizaciones del tercer sector para evaluar la transferibilidad de los modelos analíticos y los factores que condicionan su desempeño.

Asimismo, futuras investigaciones podrían evaluar el comportamiento de métodos de pronóstico más avanzados sobre series históricas de mayor longitud, con el fin de determinar en qué condiciones los incrementos en precisión justifican la complejidad adicional de implementación y mantenimiento.

Finalmente, se considera relevante profundizar en aspectos organizacionales asociados a la transformación digital en entidades sin ánimo de lucro, especialmente en temas relacionados con gestión del cambio, apropiación tecnológica, alfabetización analítica y desarrollo de capacidades para la toma de decisiones basada en datos. Los hallazgos de este estudio sugieren que el éxito de este tipo de herramientas depende no solo de su solidez técnica, sino también de la capacidad de las organizaciones para incorporarlas efectivamente en su cultura y procesos de trabajo.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Referencias

- Akkerman, R., Buisman, M., Cruijssen, F., de Leeuw, S., & Haijema, R. (2023). Dealing with donations: Supply chain management challenges for food donations. *International Journal of Production Economics*, 262. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108926>
- Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010). Quality, safety and sustainability in food distribution: A review of quantitative operations management approaches. *Ministerio de Ambiente*. and challenges. *OR Spectrum*, 32(4), 863-904. <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0223-2>
- Arango, C. (2022). Análisis bibliométrico y temático en investigaciones sobre logística humanitaria. <https://doi.org/10.14482/index.41.01.618.123>
- Badenhorst, F. (2025, enero 7). How Inventory Management Can Improve Working Capital for Small Businesses. <https://www.iwoca.co.uk/working-capital/inventory-management-and-working-capital?utm>
- Balcik, B., Beamon, B. M., Krejci, C. C., Muramatsu, K. M., & Ramirez, M. (2010). Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.09.008>
- Balcik, B., Bozkitir, C. D. C., & Kundakcioglu, O. E. (2016). A literature review on inventory management in humanitarian supply chains. *Surveys in Operations Research and Management Science*, 21(2), 101-116. <https://doi.org/10.1016/J.SORMS.2016.10.002>
- Banco Arquidiocesano de Alimentos. (s. f.). Nuestros valores: misión y visión. 2026. Recuperado 18 de junio de 2026, de <https://www.bancodealimentos.org.co/nosotros/nuestros-valores/>
- Banco de Alimentos Bogotá. (2024). Informe de gestión 2023. www.ispaeducacion.edu.co
- Banco de Alimentos de Bogotá. (2025). Informe de gestión 2024 Banco de Alimentos de Bogotá. <https://www.bancodealimentos.org.co/wp-content/uploads/2020/12/Informe-de-Gestion-2024-Hori-1.pdf>
- Beamon, B. M., & Balcik, B. (2008). Performance measurement in humanitarian relief chains. *International Journal of Public Sector Management*, 21(1), 4-25. <https://doi.org/10.1108/09513550810846087>
- Chopra S & Meindl P. (2019). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations (Pearson., Ed.; 7th ed.).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

- Cruz, A. (2017). Gestión de inventarios. UF0476 (1.^a ed.). IC Editorial. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/59186>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025a). Boletín técnico. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IPC/ene2025/bol-IPC-ene2025.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025b). En enero de 2025 la variación mensual del IPC fue 0,94%. [https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IPC/ene2025/cp-IPC-ene2025.pdf#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Precios%20al%20Consumidor%20\(IPC\)&text=El%20comportamiento%20mensual%20del%20IPC%20total%20en,Restaurantes%20y%20hoteles%20\(1%2C90%25\)%20y%20Transporte%20\(1%2C71%25\).](https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IPC/ene2025/cp-IPC-ene2025.pdf#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Precios%20al%20Consumidor%20(IPC)&text=El%20comportamiento%20mensual%20del%20IPC%20total%20en,Restaurantes%20y%20hoteles%20(1%2C90%25)%20y%20Transporte%20(1%2C71%25).)
- Element Logic. (s. f.). High-throughput. Recuperado 17 de abril de 2026, de <https://www.elementlogic.net/uk/cases/category/high-throughput/>
- Espejo González, M. (2022). Gestión de inventarios: métodos cuantitativos (1.^a ed.). <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/217920>
- Europa Press. (2021). Las empresas hortofructícolas consiguen desperdiciar un 20% menos gracias a la digitalización, según Consentio. <https://www.europapress.es/economia/noticia-empresas-hortofructicolas-consiguen-desperdiciar-20-menos-gracias-digitalizacion-consentio-20210713113947.html>
- Food Bank News. (2019, noviembre 4). Plan de acción para los recolectores: Más del doble de comida a dos tercios del costo. <https://foodbanknews.org/game-plan-for-gleaners-more-than-twice-the-food-at-two-thirds-the-cost/#:~:text=CEO%20Interviews-,Game%20Plan%20for%20Gleaners:%20More%20than%20Twice%20the%20Food%20at,gap%20with%20healthier%2C%20fresher%20food.>
- Food Bank News. (2025). Why Gleaners is leaning into drive-through distributions. Food Bank News. <https://foodbanknews.org/why-gleaners-is-leaning-into-drive-through-distributions/>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Iecah. (2023). La acción humanitaria en 2021-2022: más allá de la guerra de Ucrania. <https://log.logcluster.org/>.
- Krajewski, L., & Malhotra, M. (2021). Operations Management: Processes and Supply Chains (13.^a ed.). Pearson.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

- Kruger, S., & Schutte, C. (2026). Strategic considerations for digitalising humanitarian supply chains for resilience: A bibliometric analysis. *Journal of Management and Organization*.
<https://doi.org/10.1017/jmo.2025.10079>
- Li, E. (2021, mayo 11). Making Dreams Come True. <https://news.ok.ubc.ca/2021/05/11/making-dreams-come-true/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025, septiembre 10). Minambiente lanza estrategia para frenar desperdicio de 10 millones de toneladas de alimentos. Minambiente.
<https://www.minambiente.gov.co/minambiente-lanza-estrategia-para-frenar-desperdicio-de-10-millones-de-toneladas-de-alimentos/#:~:text=septiembre%2010%2C%202025-,Minambiente%20lanza%20estrategia%20para%20frenar%20desperdicio%20de%2010%20millones%20de,efecto%20invernadero%20en%20el%20pa%C3%ADs.>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2013). Resolución 2674 de 2013.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- Naciones Unidas. (s. f.). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Recuperado 15 de abril de 2026, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Rolón Ramírez, D. A. (2024). Transformación Tecnológica en el Modelo de Gestión de Inventarios en las Mipymes, *Revisión Bibliográfica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 3551-3566. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9701
- Stumpf, J., Besiou, M., & Wakolbinger, T. (2023). Supply chain preparedness: How operational settings, product and disaster characteristics affect humanitarian responses. *Production and Operations Management*, 32(8), 2491-2509. <https://doi.org/10.1111/poms.13988>
- Superintendencia de la Economía Solidaria. (s. f.). Economía solidaria en cifras: Caracterización socioeconómica de un sector que transforma a Colombia. Recuperado <https://www.supersolidaria.gov.co>
- Superintendencia de la Economía Solidaria. (2026). Supersolidaria fija en 8,01 % crecimiento de activos del sector solidario para 2026.
<https://www.ambitojuridico.com/noticias/comercial/supersolidaria-fija-en-801-crecimiento-de-activos-del-sector-solidario-para-2026>
- The Global FoodBanking Network. (s. f.). Promueven la Seguridad Alimentaria. Recuperado 26 de septiembre de 2025, de <https://www.foodbanking.org/es/promoting-food-security/#:~:text=El%20modelo%20de%20banco%20de,programa%20y%20el%20Acelera dor%20programa.>

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

- The Global FoodBanking Network. (2026, enero 20). ¿Cómo está transformando la inteligencia artificial el sistema alimentario y qué papel desempeñan los bancos de alimentos?
<https://www.foodbanking.org/blogs/how-is-artificial-intelligence-transforming-the-food-system-and-where-do-food-banks-fit-in/#:~:text=Artificial%20intelligence%20is%20bringing%20in,waste%20across%20the%20supply%20chain>.
- Tomasini, R., & Van Wassenhove, L. (2009). Humanitarian Logistics.
- Torres Cardenas, F. A., & Sanabria Ruiz, V. A. (2023). Modelo de gestión de inventarios en logística humanitaria para la respuesta óptima ante un posible desastre natural en el distrito de Barrancabermeja. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 17(33).
<https://doi.org/10.31908/19098367.2801>
- van der Laan, E., van Dalen, J., Rohmoser, M., & Simpson, R. (2016). Demand forecasting and order planning for humanitarian logistics: An empirical assessment. *Journal of Operations Management*, 45, 114-122. <https://doi.org/10.1016/J.JOM.2016.05.004>
- Wassenhove, L. (2006). Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear. *The Journal of the Operational Research Society*. <https://www.jstor.org/stable/4102445>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6.a ed). SAGE Publications.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Anexos

Anexo A.

Análisis Estratégico del Entorno: PESTEL y DOFA

Tabla A- 1.
PESTEL

Factor	Hallazgos clave	Impacto sobre la gestión de inventarios
Político	• Ley 1355/2009 y Política Nacional de Seguridad Alimentaria fomentan alianzas público-privadas para bancos de alimentos. • Incentivos tributarios a donaciones (descuento del 25 % en renta — Estatuto Tributario, art. 125) estimulan el flujo de donaciones corporativas. • El Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 incluye metas de reducción del hambre y desperdicio, lo que puede aumentar el presupuesto disponible para compras.	La volatilidad de las donaciones corporativas responde parcialmente a decisiones de política tributaria. Cambios en los incentivos pueden incrementar o reducir el volumen de donaciones, afectando la proporción de compras necesarias y la presión sobre el flujo de caja. Nivel de impacto: Moderado-Alto
Económico	• Inflación de alimentos: 27,81 % anual en 2022; alzas mensuales ~1,62 % en 2025 (DANE, 2025). • Las compras directas crecieron del 32 % al 35 % del abastecimiento total entre 2023 y 2024 (Banco de Alimentos de Bogotá, 2025).	La inflación alimentaria sostenida es la principal presión económica sobre el sistema de inventarios: reduce la cantidad de producto adquirible con el mismo presupuesto y hace crítica la optimización de cada orden de compra. El modelo analítico incluye los costos

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Factor	Hallazgos clave	Impacto sobre la gestión de inventarios
	• El sector solidario colombiano registró ingresos del 2,2 % del PIB en 2022 (Supersolidaria, 2024), evidenciando crecimiento, pero también mayor exigencia de profesionalización.	como variable de parametrización para que las políticas de reposición reflejen las condiciones reales del mercado. Nivel de impacto: Alto
Socio-cultural	• El 25,5 % de los hogares colombianos enfrenta inseguridad alimentaria; en departamentos como La Guajira supera el 45 % (DANE, 2025). • La FAO (2023) reporta que el 40,6 % de la población latinoamericana enfrenta inseguridad alimentaria moderada o grave. • El crecimiento de la población atendida por el Banco (562.000 personas en 2024) genera mayor variabilidad y complejidad en la demanda de alimentos esenciales. • Los cambios en el perfil de las instituciones beneficiarias modifican la composición de la canasta requerida.	La variabilidad social de la demanda es una fuente de incertidumbre que el modelo aborda mediante el pronóstico por suavizamiento exponencial, que adapta las estimaciones al comportamiento histórico reciente. La clasificación ABC-XYZ permite identificar los productos más críticos para garantizar disponibilidad ante picos de demanda. Nivel de impacto: Moderado-Alto
Tecnológico	• Bancos de alimentos internacionales como COFB (Canadá) y Gleaners (EE.UU.) han reducido el	Factor habilitador clave. La disponibilidad de Python como plataforma de implementación elimina la barrera

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Factor	Hallazgos clave	Impacto sobre la gestión de inventarios
	desperdicio entre un 10 % y un 20 % mediante plataformas digitales de inventario. • En Colombia, iniciativas como EatCloud marcan el inicio de la digitalización sectorial. • Python es una herramienta de código abierto, sin costo de licencia, con librerías especializadas (pandas, numpy, matplotlib) ampliamente documentadas. • El Banco opera actualmente con hojas de cálculo y monitoreo manual, sin sistemas estructurados de pronóstico ni alertas automáticas de reposición.	de costo tecnológico y hace viable el modelo propuesto sin inversión adicional en infraestructura. La brecha tecnológica actual (hojas de cálculo vs. modelo analítico) es precisamente el espacio de intervención del presente estudio. Nivel de impacto: Alto — Oportunidad
Ambiental	• En Colombia se desperdicia el 34 % de los alimentos producidos — cerca de 10 millones de toneladas anuales —, generando el 8 % de las emisiones de GEI del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). • La meta 12.3 del ODS 12 busca reducir a la mitad el desperdicio de alimentos para 2030 (Naciones Unidas, s.f.).	La perecibilidad de los alimentos es un factor que el modelo contempla al establecer horizontes de pronóstico semanales y al priorizar la rotación de inventario como KPI de seguimiento. La reducción del desperdicio es un resultado indirecto de la optimización: un modelo preciso reduce tanto el sobrestock (que genera caducidad) como el desabastecimiento.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Factor	Hallazgos clave	Impacto sobre la gestión de inventarios
	• Las exigencias de inocuidad y vida útil condicionan los horizontes de planificación del inventario. • El PREA vincula producción agropecuaria excedente con el sistema de abastecimiento del Banco.	Nivel de impacto: Moderado
Legal	• Resolución 2674/2013 del INVIMA regula las condiciones sanitarias para el manejo, almacenamiento y distribución de alimentos. • Decreto 2150/1995 y normas complementarias regulan las donaciones en especie y su tratamiento tributario. • Las entidades sin ánimo de lucro están sujetas a régimen especial de tributación y requerimientos de transparencia. • Normativas de trazabilidad exigen registros de lote, fecha de vencimiento y condiciones de almacenamiento.	El cumplimiento normativo impone condiciones mínimas al sistema de inventarios —trazabilidad, condiciones de almacenamiento, registros de lote— que el modelo considera al estructurar los archivos de datos de entrada. La formalización de registros que exige el modelo es, a su vez, una condición de cumplimiento normativo. Nivel de impacto: Moderado

Nota. Elaboración propia con base en Whittington et al. (2020), DANE (2025), FAO (2023), Banco de Alimentos de Bogotá (2025), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2025) y Naciones Unidas (2015)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla A- 2.

Matriz DOFA Estratégica

Factores Internos	Factores Externos
Fortalezas F1. Registros históricos 2022-2025 disponibles (compras, inventarios, despachos) — base de datos suficiente para alimentar el modelo analítico F2. Equipo operativo con experiencia consolidada en la recepción, almacenamiento y despacho de alimentos esenciales F3. Eficiencia logística operativa aceptable (promedio 3,12/5 en encuesta) — procesos funcionales en condiciones normales F4. Alianzas con proveedores de alimentos esenciales con lead times relativamente estables (3-7 días) F5. Acceso autorizado de los investigadores a los registros operativos — viabilidad técnica del diagnóstico confirmada F6. Autorización institucional y apertura organizacional para la adopción del modelo analítico	Oportunidades O1. Python como plataforma de código abierto: implementación del modelo sin costo de licencia ni infraestructura especializada O2. Datos históricos subutilizados con alto potencial analítico para pronóstico y clasificación ABC-XYZ O3. Tendencia sectorial hacia la digitalización logística (experiencias COFB, Gleaners, EatCloud) O4. Incentivos tributarios a las donaciones corporativas pueden incrementar el volumen de donaciones y reducir la presión de compras O5. Interés institucional de la Universidad EAN en investigación aplicada a organizaciones sociales — apoyo académico disponible O6. Creciente oferta de literatura académica (Scopus/WOS) sobre logística humanitaria aplicable al contexto colombiano
Debilidades D1. Ausencia de parámetros formalizados de reposición (puntos de reorden, stock de seguridad): planificación basada en criterio empírico — promedio 2,41/5 en encuesta	Amenazas A1. Inflación alimentaria sostenida (27,81 % anual en 2022; ~1,62 % mensual en 2025): erosión del poder adquisitivo del presupuesto de compras

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

D2. Herramientas tecnológicas insuficientes para gestión de inventarios (promedio 2,58/5): dependencia de hojas de cálculo con monitoreo manual D3. Alta variabilidad de días de inventario disponible (rango 3-41 días para productos A): ausencia de control estructurado D4. Frecuencia de quiebres de stock en categoría A: 2,3 episodios promedio/mes; mayor concentración en Q1 de cada año D5. Control de costos de almacenamiento limitado: coordinación insuficiente entre compras planificadas y disponibilidad de flujo de caja D6. Sostenibilidad económica percibida con brecha moderada (promedio 2,73/5): impacto de compras de emergencia sobre presupuesto	A2. Volatilidad de donaciones corporativas: correlación negativa con compras ($r = -0,71$) — mayor volatilidad implica mayor presión sobre planificación A3. Crecimiento de la proporción de compras en el abastecimiento total (32 % → 35 % entre 2023-2024): presión creciente sobre el flujo de caja A4. Inseguridad alimentaria creciente en Colombia (25,5 % de hogares): aumento de la demanda social que puede superar la capacidad de respuesta A5. Cambios normativos en incentivos tributarios a donaciones o en regulaciones de inocuidad que modifiquen las condiciones operativas A6. Dependencia de proveedores específicos para alimentos esenciales de categoría A: riesgo de desabastecimiento ante problemas de suministro
Estrategias FO — Potenciar • F1 + O1: Usar los datos históricos disponibles como base del modelo Python para generar pronósticos reproducibles y políticas de reposición estandarizadas • F3 + O3: Aprovechar la eficiencia operativa existente como plataforma para incorporar el modelo analítico como capa	Estrategias DA — Mitigar • D1 + A1: Formalizar parámetros de reposición mediante el modelo Python para reducir la exposición a compras de emergencia en contexto de inflación persistente • D3 + A2: Implementar la clasificación ABC-XYZ y el pronóstico SES para reducir la variabilidad de días de

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

de apoyo a las decisiones, sin disrumpir los procesos funcionales • F6 + O5: Capitalizar la apertura institucional y el apoyo académico para una implementación piloto controlada que valide el modelo antes de su adopción plena	inventario y anticipar necesidades de compra ante caídas en donaciones • D4 + A3: Establecer alertas de punto de reorden para productos A con el modelo, reduciendo la frecuencia de quiebres de stock sin incrementar el presupuesto de compras
--	---

Nota. Tabla A-2. Matriz DOFA estratégica del Banco de Alimentos de Bogotá en relación con la gestión de inventarios de alimentos esenciales. Elaboración propia (2025). Resultados de la encuesta Likert (enero-marzo 2026) y hallazgos del modelo analítico en Python.

Tabla A- 3.

Análisis cruzado DOFA: estrategias para el modelo de inventarios

	Estrategia	Relación DOFA	Vínculo con el modelo Python
FO — Potenciar (Fortalezas + Oportunidades)	Convertir los datos históricos subutilizados en el insumo central del modelo analítico	F1 + O1 + O2	Módulo 1 del pipeline: preparación y depuración de df.xlsx e inventario_actual.xlsx como base para la clasificación y el pronóstico
FA — Proteger (Fortalezas + Amenazas)	Usar las alianzas con proveedores estables para parametrizar lead times confiables que reduzcan el riesgo de desabastecimiento ante volatilidad de donaciones	F4 + A2 + A3	Módulo 4: lead_time.xlsx como parámetro de cálculo del punto de reorden, diferenciado por proveedor y categoría ABC
DO — Superar (Debilidades + Oportunidades)	Implementar el modelo Python para formalizar los parámetros de reposición y reducir la dependencia del criterio empírico	D1 + D2 + O1	Módulos 2, 3 y 4: clasificación ABC-XYZ + pronóstico SES + cálculo de punto de reorden y stock de seguridad
DA — Reducir (Debilidades + Amenazas)	Establecer alertas automáticas de reposición para productos A que anticipen la necesidad de compra antes del quiebre de stock, especialmente en Q1	D3 + D4 + A1 + A2	Módulo 5: KPIs semanales de días de inventario y nivel de servicio; simulación de escenarios ante caída de donaciones

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Nota. Elaboración propia (2026).

Anexo B.

Instrumento de medición: encuesta aplicada

El presente anexo contiene el instrumento de medición utilizado para el diagnóstico organizacional de la gestión de inventarios en el Banco de Alimentos de Bogotá, así como la información técnica asociada a su diseño, aplicación y validación.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

El instrumento corresponde a un cuestionario estructurado tipo Likert, cuyo propósito fue recopilar información sobre las prácticas actuales relacionadas con la planificación de compras, el control de inventarios, la eficiencia logística y la sostenibilidad económica en la organización. Su aplicación permitió obtener evidencia empírica complementaria al análisis cuantitativo de datos históricos, contribuyendo a la construcción de un diagnóstico integral.

La encuesta fue dirigida a colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística, quienes participan directamente en los procesos de recepción, almacenamiento, control de inventarios, planificación de compras y despacho de productos. La información recolectada fue utilizada exclusivamente con fines académicos en el marco del presente trabajo de grado, garantizando la confidencialidad y el tratamiento agregado de las respuestas.

Este anexo incluye la ficha técnica del instrumento, la escala de medición, la estructura por dimensiones, el cuestionario completo aplicado y el procedimiento de cálculo del tamaño muestral. Su propósito es asegurar la trazabilidad metodológica del estudio y facilitar la replicabilidad del instrumento en contextos similares.

Tabla B- 1.

Ficha técnica del instrumento de medición

Elemento	Descripción
Nombre del instrumento	Encuesta de diagnóstico organizacional: gestión de inventarios, eficiencia logística y sostenibilidad económica
Tipo de instrumento	Cuestionario estructurado con escala tipo Likert de cinco puntos
Número de ítems	20 afirmaciones
Dimensiones	(i) Planificación y gestión de inventarios (ii) Control y registro de inventarios (iii) Eficiencia logística (iv) Sostenibilidad económica
Población objetivo	Colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística del Banco de Alimentos de Bogotá
Tamaño de la población	47 colaboradores
Tipo de muestreo	No probabilístico por criterios (intencional)
Tamaño de la muestra	23 colaboradores (mínimo requerido)
Muestra efectiva	26 respuestas válidas

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Modo de aplicación	Formulario digital (Google Forms), diligenciamiento autónomo y confidencial
Periodo de recolección	Enero – marzo de 2026
Tiempo estimado de respuesta	10 a 15 minutos
Responsables de aplicación	Investigadores del trabajo de grado
Escala de medición	Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo)
Validación del instrumento	Juicio de expertos, con la participación del director del trabajo de grado y del gerente financiero del Banco de Alimentos de Bogotá
Análisis de la información	Estadística descriptiva (promedios, frecuencias y desviaciones estándar por ítem y dimensión)

Nota. Elaboración propia (2026).

- **Escala de medición**

El instrumento utilizó una escala tipo Likert de cinco puntos para medir el nivel de acuerdo de los participantes frente a cada afirmación planteada. Esta escala permite cuantificar percepciones organizacionales de manera estructurada y comparable.

Tabla B- 2.

Escala de medición tipo Likert

Valor	Nivel de acuerdo
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Nota. Elaboración propia (2026).

- **Estructura del instrumento por dimensiones**

El instrumento de medición fue diseñado a partir de las variables centrales del estudio, estructurándose en cuatro dimensiones que permiten evaluar de manera integral la gestión de inventarios en el Banco de Alimentos de Bogotá. Cada dimensión agrupa un conjunto de ítems

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

orientados a medir aspectos específicos del proceso logístico y su impacto en la eficiencia operativa y la sostenibilidad económica.

La Tabla B-3 presenta la estructura del instrumento, indicando la relación entre dimensiones, rango de ítems y variable evaluada.

Tabla B- 3.

Estructura del instrumento por dimensiones

Dimensión	Ítems	Variable evaluada
Planificación y gestión de inventarios	1–5	Uso de datos históricos, definición de parámetros de reposición (punto de reorden, stock de seguridad), consideración del lead time, existencia de procedimientos y planificación en función de la capacidad de almacenamiento
Control y registro de inventarios	6–10	Exactitud de registros, realización de conteos físicos, uso de herramientas tecnológicas, trazabilidad de productos y condiciones de almacenamiento
Eficiencia logística	11–15	Cumplimiento de tiempos de despacho, coordinación interáreas, uso del espacio, frecuencia de quiebres de stock y priorización de productos de alta rotación
Sostenibilidad económica	16–20	Control de costos de almacenamiento, anticipación de compras, gestión del flujo de caja, alineación entre inventarios y demanda social e impacto de la variabilidad de donaciones

Nota. Elaboración propia (2026).

- **Cuestionario aplicado**

El siguiente instrumento fue aplicado a los colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística del Banco de Alimentos de Bogotá durante el período enero–marzo de 2026. Su propósito fue evaluar las prácticas actuales relacionadas con la gestión de inventarios, la eficiencia logística y la sostenibilidad económica de la organización.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

La participación fue voluntaria y confidencial, y las respuestas fueron analizadas de manera agregada con fines exclusivamente académicos.

Instrucciones

A continuación, encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con los procesos de gestión de inventarios. Por favor, indique su nivel de acuerdo con cada afirmación de acuerdo con su experiencia.

Seleccione una sola opción por cada afirmación, utilizando la siguiente escala:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Tabla B- 4.

Cuestionario aplicado

I. Planificación y gestión de inventarios						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	En mi área se utilizan registros históricos y datos de consumo para planificar las compras de productos esenciales.	☐	☐	☐	☐	☐
2	En mi área están formalmente definidos y documentados los puntos de reorden, las cantidades de pedido y los niveles de stock de seguridad, y se aplican en la gestión del inventario.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Los tiempos de entrega reales (lead time) de los proveedores son considerados en la planificación de compras.	☐	☐	☐	☐	☐
4	La organización cuenta con procedimientos documentados y estandarizados que guían la planificación y gestión de inventarios.	☐	☐	☐	☐	☐
5	La planificación de compras considera la capacidad instalada de almacenamiento disponible, evitando	☐	☐	☐	☐	☐

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

	recibir volúmenes que superen la capacidad operativa de bodega.					
II. Control y registro de inventarios						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
6	Los registros de inventario en el sistema presentan una exactitud superior al 95 % respecto a las existencias físicas.	☐	☐	☐	☐	☐
7	Se realizan conteos físicos periódicos (cíclicos o totales) para verificar la exactitud de los registros de inventario.	☐	☐	☐	☐	☐
8	Se dispone de herramientas digitales o sistemas para el control y la trazabilidad de los productos.	☐	☐	☐	☐	☐
9	El proceso de almacenamiento permite mantener la integridad y calidad de los alimentos recibidos.	☐	☐	☐	☐	☐
10	Las herramientas tecnológicas disponibles para la gestión de inventarios son suficientes y se utilizan de manera efectiva en las operaciones diarias del área.	☐	☐	☐	☐	☐
III. Eficiencia logística						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
11	Los pedidos a las instituciones sociales se despachan dentro de los tiempos establecidos.	☐	☐	☐	☐	☐
12	Existe una comunicación fluida entre las áreas de abastecimiento y logística.	☐	☐	☐	☐	☐
13	En el área de almacenamiento se percibe un uso ordenado del espacio disponible, sin congestión evidente ni zonas subutilizadas de forma permanente.	☐	☐	☐	☐	☐
14	En mi área se presentan con poca frecuencia situaciones en las que no hay producto disponible para completar un pedido a una institución beneficiaria.	☐	☐	☐	☐	☐
15	Los productos alimenticios de mayor salida (los que más se entregan a las instituciones) reciben mayor	☐	☐	☐	☐	☐

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

	atención y prioridad en el proceso de reposición y compra.					
IV. Sostenibilidad económica						
Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
16	La organización controla de manera efectiva los costos asociados al almacenamiento, evitando la inmovilización innecesaria de recursos financieros por exceso de inventario.	☐	☐	☐	☐	☐
17	La planificación de inventarios permite anticipar las necesidades de compra, evitando adquisiciones de emergencia que generen sobrecostos operativos.	☐	☐	☐	☐	☐
18	La gestión actual de inventarios contribuye a mantener una disponibilidad adecuada de flujo de caja para el desarrollo de las actividades sociales de la organización.	☐	☐	☐	☐	☐
19	Los niveles de inventario de productos comprados son acordes con las necesidades de atención a las instituciones beneficiarias, sin comprometer la capacidad de la organización para ampliar su cobertura social.	☐	☐	☐	☐	☐
20	La variabilidad en las donaciones (fluctuación en cantidades y frecuencia de alimentos donados) influye en la planificación de compras de productos esenciales.	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Elaboración propia (2026).

- **Cálculo del tamaño muestral**

El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula para poblaciones finitas, con el fin de asegurar un nivel adecuado de representatividad en la recolección de información primaria.

La expresión utilizada es la siguiente:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot P \cdot (1 - P)}$$

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población
- z = valor correspondiente al nivel de confianza
- p = proporción esperada
- e = error máximo admisible

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes parámetros:

Tabla B- 5.

Parámetros para el cálculo muestral

Parámetro	Símbolo	Valor	Justificación
Tamaño de la población	N	47	Total, de colaboradores en Abastecimiento y Logística
Nivel de confianza	z	1,96	Nivel de confianza del 95 %
Proporción esperada	p	0,5	Valor conservador ante desconocimiento de la proporción real
Error máximo admisible	e	0,109	Nivel de precisión definido para el estudio

Nota. Elaboración propia con base en Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018)

Sustituyendo estos valores en la fórmula, se obtiene un tamaño muestral mínimo de: $n = 23$ participantes. Este valor representa aproximadamente el 48,9 % de la población total, lo cual garantiza un nivel adecuado de representatividad para el análisis.

Durante la aplicación del instrumento se obtuvieron 26 respuestas válidas, superando el tamaño mínimo requerido. Esto fortalece la confiabilidad de los resultados y mejora la capacidad de análisis del diagnóstico organizacional.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Anexo C.

Ficha Técnica de la Investigación

Tabla C- 1.

Identificación general del estudio

Elemento	Descripción
Título del estudio	Modelo de Gestión de Inventarios para Alimentos Esenciales Adquiridos por el Banco de Alimentos de Bogotá
Institución analizada	Fundación Banco Arquidiocesano de Alimentos de Bogotá
Lugar de aplicación	Sede operativa del Banco de Alimentos de Bogotá — Paloquemao, Bogotá D.C., Colombia
Tipo de estudio	Investigación aplicada — intervención empresarial
Enfoque metodológico	Mixto con predominio cuantitativo
Alcance	Descriptivo-diagnóstico y propositivo
Modalidad	Intervención Empresarial
Período de ejecución	Octubre de 2025 – mayo de 2026
Período de datos históricos analizados	2022 – 2025 (registros de compras, inventarios y despachos)
Período de recolección de información primaria (encuesta)	Enero – marzo de 2026
Investigadores	Cristian Andrés Galindo Quica · Mayerly Melo Fernández · Cindy Tatiana Quintero Martínez
Director del proyecto	Ing. Mauricio Bolívar Ramírez
Programa académico	Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento
Universidad	Universidad EAN — Facultad de Ingeniería

Nota. Elaboración propia (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla C- 2.

Componentes metodológicos del estudio

Componente	Descripción
Componente cuantitativo principal	Procesamiento analítico de datos históricos de compras, inventarios y despachos (2022–2025) mediante un modelo implementado en Python. El modelo integra clasificación ABC-XYZ, pronóstico de demanda mediante suavizamiento exponencial simple (SES), cálculo de políticas de reposición (punto de reorden, stock de seguridad y cobertura), así como la generación de indicadores logísticos (WAPE agregado de compras, fill rate, costo del error, entre otros) y simulación de escenarios de abastecimiento.
Componente cuantitativo complementario	Encuesta estructurada tipo Likert de cinco puntos aplicada a 26 colaboradores de las áreas de Abastecimiento y Logística. Instrumento compuesto por 20 ítems agrupados en cuatro dimensiones: planificación y gestión de inventarios, control y registro, eficiencia logística y sostenibilidad económica. Procesamiento mediante estadística descriptiva (medias, frecuencias y desviación estándar por dimensión).
Componente cualitativo	Análisis interpretativo de los procesos organizacionales, revisión documental de información operativa e institucional, y diagnóstico estratégico mediante los modelos PESTEL (análisis del entorno externo) y DOFA (integración de hallazgos internos y externos).
Entregable técnico principal	Modelo analítico de gestión de inventarios implementado en Python, estructurado en cinco módulos secuenciales: preparación de datos, clasificación ABC-XYZ, pronóstico de demanda, definición de políticas de inventario y generación de indicadores con simulación de escenarios. Documentado en el Anexo E: Manual de uso del modelo.
Metodología de diagnóstico	Aplicación del modelo PESTEL para el análisis del entorno externo y del modelo DOFA para la integración estratégica de los hallazgos internos y externos.

Nota. Elaboración propia (2026).

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Anexo D.

Arquitectura y Funcionamiento del Modelo Analítico

El modelo de gestión de inventarios desarrollado en este trabajo se implementa como un notebook de Python (Jupyter Notebook) estructurado en nueve secciones ejecutables de forma secuencial. Su arquitectura responde a cinco bloques funcionales diferenciados, cada uno con una función específica dentro del flujo de análisis: preparación de datos (B1), clasificación de productos (B2), pronóstico de demanda (B3), cálculo de parámetros de reposición (B4) y generación de indicadores y entregables (B5).

El modelo opera a partir de seis archivos de entrada en formato Excel suministrados por las áreas de Abastecimiento y Logística del BAB y genera dos tipos de salidas: un entregable operativo con las recomendaciones de compra para las próximas 12 semanas, y un entregable técnico con los indicadores de desempeño del sistema.

La arquitectura está diseñada para ser ejecutada por un usuario no especializado siguiendo el manual de uso (Anexo E): el notebook se ejecuta de principio a fin con una sola instrucción (Run All), sin necesidad de intervenir en el código, siempre que los archivos de entrada estén ubicados en la carpeta /data con los nombres establecidos.

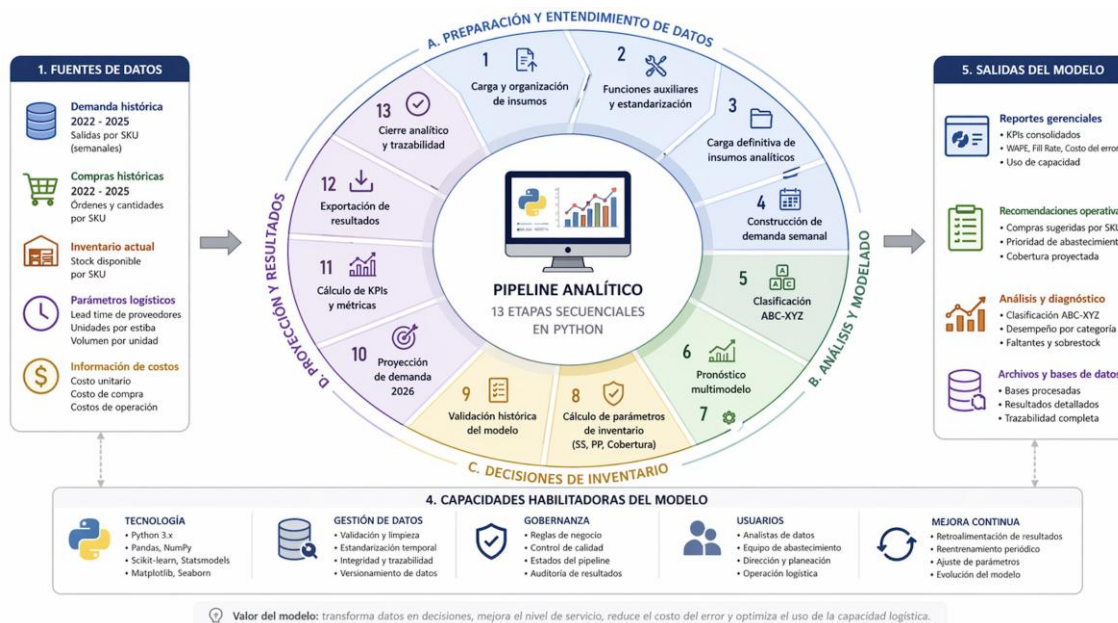
Bloques funcionales y flujo de información

La Figura D1 presenta el diagrama de arquitectura del modelo. La Tabla D1 describe la función, los insumos y las salidas de cada bloque funcional.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Figura D- 1.

Pipeline Analítico del modelo



Nota. Elaboración propia (2026)

Tabla D- 1.

Bloques funcionales del modelo: función, insumos y salidas

Bloque funcional	Función principal	Insumos de información	Salidas generadas
B1 Preparación de datos	Consolida, limpia y estandariza los registros históricos de salidas de producto, compras, inventario actual, lead time por proveedor y costos operativos. Garantiza la consistencia y trazabilidad de la información antes de cualquier cálculo.	Registros históricos de salidas por producto (2022–2025) Historial de compras por fecha de facturación Inventario actual Lead time por proveedor Costos unitarios	Base de datos depurada y unificada Series de demanda semanal por SKU Control de calidad de registros (log de registros eliminados)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

B2 Clasificación ABC-XYZ	Clasifica el portafolio de SKUs en función de su importancia relativa sobre la demanda total (dimensión ABC) y la variabilidad reciente de sus salidas (dimensión XYZ), combinando el coeficiente de variación (CV) y el intervalo promedio de demanda (ADI). El resultado determina la estrategia de pronóstico y la política de reposición diferenciada de cada producto.	Series de demanda semanal (histórico completo para ABC; últimas 52 semanas para XYZ) Umbral ABC: $A \leq 80 \%$; $B \leq 95 \%$; $C > 95 \%$ Umbral XYZ: $ADI > 1,32 \rightarrow Z$; $CV \leq 0,5 \rightarrow X$; $CV \leq 1,0 \rightarrow Y$; $CV > 1,0 \rightarrow Z$	Matriz ABC-XYZ por SKU Indicadores: CV, ADI, participación acumulada en demanda Grupos de estrategia diferenciada (9 celdas de la matriz)
B3 Pronóstico de demanda	Evalúa múltiples métodos de pronóstico para cada SKU y selecciona el de mejor desempeño mediante ($SCORE = WAPE + 0,2 \times BIAS$), que combina precisión global y penalización por sesgo sistemático utilizando una partición temporal entrenamiento-prueba 80/20. El conjunto de métodos evaluados varía según la categoría XYZ del producto:	Series de demanda semanal por SKU Clasificación XYZ (determina el conjunto de modelos a evaluar) Horizonte de pronóstico: 12 semanas	Pronóstico semanal por SKU (12 semanas) Modelo seleccionado por SKU y métricas de validación (WAPE, RMSE, MAPE, BIAS) Comparación de desempeño vs. método histórico del Banco

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

	• X: Media Móvil 3 y 6 períodos, Suavizamiento de Holt, SES • Y: Holt, Holt-Winters Aditivo, Media Móvil 6 y 3 períodos • Z: Croston, SBA, TSB, Media Móvil 3 períodos Una vez elegido el mejor método, genera el pronóstico para 12 semanas (horizonte operativo) con corrección de sesgo (bias adjustment).		
B4 Parámetros de reposición	Calcula, para cada SKU, los parámetros que definen cuándo y cuánto comprar, incorporando restricciones logísticas reales de la organización: • Stock de seguridad (SS): basado en la variabilidad de la demanda y el nivel de servicio objetivo por categoría ABC. • Punto de reorden (ROP): demanda esperada durante el lead time + SS. • Cobertura objetivo: horizonte de aprovisionamiento	Pronóstico semanal por SKU (B3) Lead time por proveedor Inventario actual por SKU Costos unitarios Capacidad de almacenamiento disponible Nivel de servicio objetivo por categoría ABC	Stock de seguridad por SKU Punto de reorden por SKU Cobertura objetivo por categoría Comparación uso estimado vs. capacidad disponible (fill rate de bodega)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

	diferenciado por categoría. Validación de capacidad de almacenamiento: las compras sugeridas se contrastan contra la capacidad disponible (635 posiciones de estiba).		
B5 Indicadores y entregables	Consolida los resultados de los cuatro bloques anteriores en dos tipos de entregables: - Entregable técnico (archivo de análisis): contiene los indicadores de desempeño del modelo, los resultados de la clasificación, las métricas de pronóstico por SKU y la comparación con el método vigente. - Entregable operativo (archivo de compras): contiene las recomendaciones de compra por SKU para las próximas 12 semanas, con priorización según la criticidad de cada producto y el estado actual del inventario (riesgo de quiebre, riesgo de sobrestock, normal).	Todos los outputs de los bloques B1 a B4 Datos históricos de compras del Banco (para cálculo de WAPE de compras) Inventario actual	Archivo técnico con KPIs comparativos (WAPE, fill rate, costo del error) Archivo operativo con compras sugeridas por SKU y semana Gráficos de pronóstico por SKU PDF de reportes

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Nota. Elaboración propia (2026). Cada bloque corresponde a un conjunto de secciones del notebook. La secuencia de ejecución es estrictamente lineal: B1 → B2 → B3 → B4 → B5.

En el bloque B3, la selección del método de pronóstico se realiza mediante un indicador compuesto definido como $SCORE = WAPE + 0,2 \times |BIAS|$. Este criterio combina una medida de precisión global (WAPE) con una penalización asociada al sesgo sistemático del pronóstico (BIAS). El ponderador 0,2 fue definido como un criterio heurístico para incorporar el efecto del sesgo sin desplazar al WAPE como principal métrica de evaluación. De esta manera, el modelo prioriza métodos con menor error agregado, pero evita seleccionar alternativas que presenten tendencias persistentes de sobreestimación o subestimación de la demanda.

Pasos del pipeline analítico

La Tabla D2 describe los trece pasos del pipeline analítico, organizados por bloque funcional y en orden de ejecución. Cada paso corresponde a una sección numerada del notebook.

Tabla D- 2.

Pipeline analítico: pasos, bloques y descripción funcional

Paso	Bloque	Nombre del paso	Descripción
1	B1	Configuración de rutas	Define las rutas base del sistema de carpetas (datos, outputs técnicos, operativo). Valida la existencia de los archivos de entrada antes de iniciar el procesamiento.
2	B1	Funciones auxiliares	Declara las funciones transversales del modelo: normalización de columnas, limpieza de datos numéricos, detección flexible de columnas por nombre, construcción de series de tiempo semanales y métricas de error (WAPE, RMSE, MAPE, BIAS).
3	B1	Carga de insumos	Lee los seis archivos fuente en Excel: salidas históricas, compras, inventario actual, lead time por proveedor, costos unitarios y lista de SKUs del modelo. Reporta rutas, rangos de fecha y volumen de registros.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

4	B1	Preparación de demanda	Estandariza el archivo de salidas: normaliza columnas, convierte fechas, limpia cantidades, filtra el universo de SKUs válidos. Construye las series de demanda semanal por SKU con fechas de inicio de semana (lunes).
5	B1	Preparación de compras	Estandariza el archivo de compras usando la fecha de facturación como referencia operativa. Filtra el universo de SKUs válidos y construye las series de compras semanales.
6	B2	Clasificación ABC	Calcula la demanda total por SKU sobre el período completo 2022–2025, ordena de mayor a menor, calcula participación acumulada y asigna categoría A ($\leq 80\%$), B ($\leq 95\%$) o C ($> 95\%$).
7	B2	Clasificación XYZ	Construye la base de demanda semanal completa para las últimas 52 semanas (incluyendo semanas con cero salidas). Calcula CV y ADI por SKU. Aplica la regla de clasificación: $ADI > 1,32 \rightarrow Z$; $CV \leq 0,5 \rightarrow X$; $CV \leq 1,0 \rightarrow Y$; $CV > 1,0 \rightarrow Z$.
8	B2	Matriz ABC-XYZ	Combina las dos dimensiones en una matriz de 9 celdas. Cada celda define el conjunto de métodos de pronóstico elegibles y la política de reposición aplicable.
9	B3	Selección del mejor modelo de pronóstico	Para cada SKU, evalúa los métodos elegibles (según categoría XYZ) mediante una partición temporal entrenamiento-prueba 80/20. Selecciona el modelo de mejor desempeño utilizando el indicador $SCORE = WAPE + 0,2 \times BIAS $, que combina precisión global y penalización por sesgo sistemático.
10	B3	Generación del pronóstico	Entrena el modelo seleccionado con la serie histórica completa y genera el pronóstico para 12 semanas con corrección de sesgo. Registra las métricas de validación por SKU.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

11	B4	Cálculo de parámetros de reposición	Calcula stock de seguridad, punto de reorden y cobertura objetivo por SKU, incorporando el lead time del proveedor y el nivel de servicio objetivo por categoría ABC. Valida el uso proyectado del almacenamiento contra la capacidad disponible.
12	B5	Generación del entregable operativo	Consolida el plan de compras sugeridas para las próximas 12 semanas por SKU: cantidad recomendada, semana de compra, prioridad (Alta/Media/Baja) y estado del inventario (Riesgo de quiebre / Riesgo de sobrestock / Normal).
13	B5	Generación del entregable técnico y reportes	Calcula los indicadores de desempeño comparativos (WAPE de pronóstico, WAPE de compras, fill rate, costo del error). Exporta el archivo técnico en Excel y genera los gráficos de pronóstico en PDF.

Nota. Elaboración propia (2026). B1: preparación de datos; B2: clasificación ABC-XYZ; B3: pronóstico de demanda; B4: parámetros de reposición; B5: indicadores y entregables. El código fuente completo se presenta en el Anexo F.

Lógica de integración

La integración de los cinco bloques sigue una lógica estrictamente secuencial: cada bloque recibe como insumo los resultados del bloque anterior, por lo que la calidad de los datos de entrada (B1) condiciona directamente la validez de la clasificación (B2), el pronóstico (B3) y los parámetros de reposición (B4).

El elemento articulador del modelo es la clasificación ABC-XYZ (B2): determina qué métodos de pronóstico se evalúan para cada SKU (B3) y qué política de reposición se aplica en el cálculo de los parámetros (B4). De este modo, la diferenciación de estrategias no es una decisión manual, sino el resultado automático de la clasificación cuantitativa de cada producto.

Dentro del bloque de pronóstico, la selección automática del método utiliza un criterio combinado de precisión (WAPE) y estabilidad (BIAS), buscando reducir tanto el error agregado como las desviaciones sistemáticas de las estimaciones.

El bloque B5 cierra el ciclo al consolidar los resultados en formato operativo accesible para el equipo de Abastecimiento sin conocimiento técnico y en formato analítico con los

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

indicadores que permiten evaluar el desempeño del modelo y compararlo con el método vigente.

Simulación de escenarios de abastecimiento

El modelo opera inicialmente bajo un escenario base construido a partir de la información histórica de demanda, inventario, compras y parámetros de reposición definidos para cada SKU. Sin embargo, su estructura modular permite desarrollar análisis de sensibilidad y escenarios alternativos mediante la modificación de variables de entrada sin alterar la lógica de cálculo.

Entre los parámetros susceptibles de evaluación se encuentran:

- Lead time de proveedores.
- Nivel de servicio objetivo por categoría ABC-XYZ.
- Costos de mantenimiento y abastecimiento.
- Factores de incremento o disminución de la demanda proyectada.
- Inventario inicial disponible.

A partir de estos ajustes, el modelo recalcula automáticamente los pronósticos, puntos de reorden, stock de seguridad, compras sugeridas e indicadores de desempeño, generando una nueva proyección de abastecimiento bajo los supuestos definidos por el usuario.

Por ejemplo, es posible evaluar el impacto de un aumento en los tiempos de reposición de un proveedor estratégico, una reducción en la disponibilidad de productos provenientes de donaciones o un incremento de la demanda asociado a un mayor número de beneficiarios. De esta manera, el modelo permite comparar escenarios determinísticos y analizar su efecto sobre el nivel de servicio, el riesgo de quiebre de inventario y la utilización de recursos de abastecimiento.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Anexo E.

Manual de Uso del Modelo

El presente manual describe el procedimiento para la ejecución del modelo analítico de gestión de inventarios desarrollado en Python para el Banco de Alimentos de Bogotá. El modelo tiene como propósito apoyar la toma de decisiones de abastecimiento mediante el procesamiento estructurado de información histórica de demanda, compras, inventarios, lead times y costos, permitiendo generar recomendaciones de compra alineadas con la demanda real y las restricciones operativas del sistema. A diferencia del esquema tradicional, basado en criterios empíricos, el modelo incorpora analítica avanzada para:

- Estimar la demanda mediante pronósticos
- Calcular políticas de reposición (stock de seguridad, punto de reorden)
- Evaluar desempeño con indicadores como WAPE agregado y fill rate
- Simular escenarios de abastecimiento

El sistema está diseñado para ser ejecutado por usuarios operativos o analistas, sin necesidad de conocimientos avanzados en programación.

Arquitectura funcional del modelo

El modelo se estructura en cinco módulos:

1. Fuentes de datos
2. Procesamiento y preparación
3. Modelado analítico
4. Decisiones de inventario
5. Outputs y visualización

Este enfoque modular permite trazabilidad completa del proceso y facilita su mantenimiento y mejora continua.

Requisitos del sistema

Para ejecutar el modelo se requiere:

- Computador con Windows, MacOS o Linux
- Memoria RAM mínima: 8 GB
- Espacio en disco: 1 GB
- Microsoft Excel o equivalente
- Conexión a internet (instalación inicial)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Instalación del entorno

- Instalación de Python
 1. Ingresar a: <https://www.python.org/downloads/>
 2. Descargar versión Python 3.x
 3. Activar: “Add Python to PATH”
 4. Instalar
- Instalación de Anaconda
 1. Descargar desde: <https://www.anaconda.com>
 2. Instalar con configuración por defecto
 3. Abrir Anaconda Navigator

Estructura de la carpeta

El modelo se entrega en una carpeta que contiene todos los archivos necesarios para su ejecución.

- Paso 1: Guardar la carpeta completa en el computador. Se recomienda guardarla en una ruta fácil de encontrar, por ejemplo:
Escritorio/Modelo_Inventarios_Banco_Alimentos/
- Importante: No modificar la estructura de carpetas del modelo. La estructura del proyecto debe mantenerse de la siguiente forma y la descripción de cada carpeta se evidencia en la Tabla E1:

Modelo_Inventarios_Banco_Alimentos

- *data*
- *docs.*
- *notebooks*
- *outputs*
- *scripts*

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla E- 1.

Estructura de carpetas del modelo

Carpeta	Descripción
data	Contiene los archivos de entrada del modelo, es decir, la información necesaria para ejecutar el análisis. Estos archivos pueden y deben actualizarse periódicamente.
docs.	Contiene documentación del modelo y manuales de uso.
notebooks	Contiene los notebooks de Python donde se ejecuta el modelo. Cada notebook realiza una parte específica del proceso analítico.
outputs	Contiene los resultados generados por el modelo, incluyendo tablas, análisis y visualizaciones.
scripts	Contiene funciones auxiliares utilizadas por los notebooks.

Nota. Elaboración propia (2026)

Archivos contenidos en la carpeta data

La carpeta data contiene los archivos de información necesarios para ejecutar el modelo. Cada archivo cumple una función específica dentro del sistema ver Tabla E2

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Tabla E- 2.

Contenidos en la carpeta data

Archivo	Descripción	Frecuencia de actualización	Observaciones
df.xlsx	Contiene el histórico de salidas de productos que sirve como base para calcular la demanda y generar el pronóstico utilizado por el modelo. Incluye información de ventas o entregas realizadas a los clientes o instituciones beneficiarias.	Debe actualizarse periódicamente incorporando nuevos registros históricos de salidas.	Es el archivo más importante para el modelo porque alimenta el cálculo del pronóstico de demanda. No se deben modificar los nombres ni el orden de las columnas, ya que el modelo lee los datos con esta estructura específica.
inventario_actual.xlsx	Contiene la información del inventario disponible en el almacén al momento de ejecutar el modelo. Este archivo permite conocer la disponibilidad actual de cada producto y es utilizado para calcular las necesidades de reposición.	Actualización semanal.	El modelo trabaja con pronósticos semanales porque el Banco de Alimentos recibe inventario de forma periódica. Por esta razón es necesario actualizar este archivo cada semana antes de ejecutar el modelo.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

costos.xlsx	Contiene los parámetros de costos utilizados por el modelo para calcular políticas de inventario y análisis de reposición. Estos costos permiten evaluar el impacto económico de las decisiones de abastecimiento.	Solo debe modificarse cuando cambien los costos asociados a los productos o las condiciones de abastecimiento.	Estos parámetros se utilizan en los cálculos del modelo de inventarios, por lo que deben mantenerse consistentes con la realidad operativa del Banco de Alimentos.
lead_time.xlsx	Contiene los tiempos de reposición de los proveedores para cada producto analizado por el modelo. Esta información es utilizada para calcular los puntos de reorden y planificar las compras.	Se actualiza únicamente cuando cambien los tiempos de entrega de los proveedores.	El lead time representa el tiempo que tarda un proveedor en entregar un producto desde que se realiza el pedido. Este parámetro es fundamental para el cálculo de las políticas de reposición.
parámetros_modelo.xlsx	Contiene los parámetros generales que controlan el funcionamiento del modelo de inventarios. Permite ajustar variables estratégicas del sistema sin modificar el código del modelo.	Solo se modifica cuando se requiera ajustar la configuración del modelo.	Este archivo permite cambiar configuraciones del modelo de forma sencilla, como horizontes de análisis, niveles de servicio u otros parámetros del sistema.
sku_modelo.xlsx	Contiene el listado de productos (SKUs) que serán incluidos en el análisis del modelo de inventarios. Permite definir qué productos	Se actualiza cuando se agreguen o eliminen productos del modelo.	Este archivo permite controlar qué productos participan en el análisis sin necesidad de modificar el código del modelo.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

	serán analizados en cada ejecución.		
Compras.xlsx	Contiene el histórico de compras realizadas por el Banco de Alimentos, incluyendo fechas de facturación, cantidades adquiridas y referencias de productos. Este archivo permite analizar el comportamiento del abastecimiento y es utilizado para comparar las decisiones reales de compra frente a la demanda estimada por el modelo.	Debe actualizarse periódicamente incorporando los nuevos registros de compras realizadas.	Es un archivo fundamental para la validación del modelo, ya que permite calcular indicadores como el WAPE de compras y evaluar la precisión del abastecimiento. Se recomienda utilizar la fecha de facturación como referencia principal. No se deben modificar los nombres ni el orden de las columnas, ya que el modelo depende de esta estructura para su procesamiento.

Nota. Elaboración propia (2026)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

La correcta actualización de los archivos contenidos en la carpeta data es fundamental para garantizar el funcionamiento adecuado del modelo de inventarios. En particular, el archivo df.xlsx constituye la base para el cálculo del pronóstico de demanda, mientras que los archivos inventario_actual.xlsx, lead_time.xlsx y costos.xlsx permiten ajustar el modelo a las condiciones operativas actuales del Banco de Alimentos de Bogotá. Por esta razón, es importante mantener la estructura original de cada archivo y actualizar la información con la periodicidad indicada antes de ejecutar el modelo.

Procedimiento detallado de ejecución

La Tabla E3 presenta el procedimiento detallado para la ejecución del modelo analítico, describiendo de manera secuencial las acciones que el usuario debe realizar desde la apertura del entorno de trabajo hasta la obtención de resultados. Este paso a paso facilita la correcta operación del sistema, asegurando que el proceso de análisis se ejecute de forma estandarizada y sin errores, incluso para usuarios sin experiencia previa en Python. Asimismo, garantiza la trazabilidad del proceso y la correcta generación de outputs para la toma de decisiones de abastecimiento.

Tabla E- 3.

Paso a paso de ejecución del modelo

Paso	Acción	Descripción
1	Abrir Anaconda Navigator	Iniciar el programa Anaconda Navigator instalado en el computador.
2	Abrir Jupyter Notebook	Dentro de Anaconda seleccionar la opción Launch en Jupyter Notebook.
3	Ubicar la carpeta del modelo	Navegar hasta la carpeta donde se guardó el modelo. Ejemplo: Escritorio → Modelo_Inventarios_Banco_Alimentos → notebooks.
4	Abrir el Notebook	Seleccionar el primer archivo. ipynb correspondiente al modelo.
5	Ejecutar el Notebook	En el menú superior seleccionar Run → Run All Cells para ejecutar todas las celdas del modelo.
6	Esperar finalización	Esperar a que el proceso termine antes de continuar.
7	Revisar resultados	Los resultados generados por el modelo se guardarán automáticamente en la carpeta outputs.

Nota. Elaboración propia (2026)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Visualización de resultados

Una vez ejecutados los notebooks, los resultados del modelo se guardarán automáticamente en la carpeta *Outputs*. En esta carpeta se pueden encontrar:

- Tablas de resultados
- Archivos Excel con recomendaciones de inventario
- Análisis de inventarios

Estos archivos pueden abrirse directamente con Excel.

Interpretación básica de resultados

Los resultados del modelo permiten identificar:

- Productos con mayor demanda
- Niveles recomendados de reposición
- Comportamiento del inventario
- Posibles riesgos de desabastecimiento
- Productos críticos dentro del inventario

Esta información sirve como apoyo para la toma de decisiones en la planificación de compras.

Errores comunes y soluciones

La Tabla E4 sintetiza los principales errores que pueden presentarse durante la ejecución del modelo, junto con sus causas más probables y las acciones recomendadas para su solución. Este apartado busca facilitar la operación del sistema, permitiendo al usuario identificar y corregir de manera ágil inconvenientes técnicos comunes, garantizando así la continuidad del proceso y la correcta generación de resultados.

Tabla E- 4.

Descripción de errores

Error	Posible causa	Solución
Archivo no encontrado	El archivo de datos fue movido o renombrado.	Verificar que los archivos se encuentren en la carpeta data.
columnas incorrectas	Se modificó la estructura de algún archivo Excel.	Restaurar los nombres originales de las columnas.
notebook no ejecuta	Alguna librería no está instalada.	Ejecutar en la consola: <code>pip install pandas numpy matplotlib openpyxl</code>

Nota. Elaboración propia (2026)

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Recomendaciones finales

- No modificar la estructura de carpetas del modelo.
- Actualizar periódicamente la información de la carpeta data.
- Ejecutar siempre los notebooks completos.
- Verificar que los resultados se generen correctamente en la carpeta outputs.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

Anexo F.

Documentación del código fuente

El modelo analítico de gestión de inventarios se implementa en un único código completo, organizado en nueve secciones ejecutables de forma secuencial (Run All), con comentarios explicativos en cada paso.

El código fuente completo está disponible en el repositorio del proyecto. Para acceder, contactar al equipo de investigación o al área de Abastecimiento del BAB, que conserva una copia operativa del archivo.

El modelo admite la evaluación de escenarios alternativos mediante la actualización de los archivos de parametrización (lead_time.xlsx, costos.xlsx e inventario_actual.xlsx), permitiendo recalcular automáticamente los resultados bajo diferentes supuestos operativos.

[Anexo F_Codigo tesis.docx](#)

Estructura del código

La Tabla F-1 describe las nueve secciones del notebook, su contenido y las funciones principales que contiene cada una. La numeración corresponde directamente a los comentarios de encabezado del código (# === 1. CONFIGURACIÓN DE RUTAS ===, etc.).

Tabla F- 1.

Estructura del notebook: secciones y contenido

#	Sección del código	Contenido y funciones principales
1	Configuración de rutas	Define BASE_DIR, DATA_DIR, OUTPUT_TECNICO, OUTPUT_OPERATIVO con detección automática del entorno de ejecución.
2	Funciones auxiliares	buscar_archivo (), normalizar_columnas (), limpiar_numero_serie (), norm_text (), encontrar_columna (), semana_lunes (), asignar_cuatrimestre (). Métricas: rmse (), wape (), mape (), bias_pct ().
3	Carga de insumos	Lectura de los seis archivos Excel con detección flexible de nombres de columna. Reporte de control de fuentes.

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

4	Preparación de datos	Limpieza de demanda (4.1), filtro de SKUs válidos (4.2), preparación de compras con fecha de facturación (4.3), construcción de demanda semanal (4.5).
5	Clasificación ABC-XYZ	ABC sobre historial completo (5.1). XYZ con CV + ADI sobre últimas 52 semanas con base completa de ceros (5.2-5.4). Matriz consolidada (5.5).
6	Pronósticos multimodelo	Funciones base de pronóstico (6.1). Modelos permitidos por XYZ (6.2). Corrección de bias (6.3). Evaluación comparativa (6.4). Selección del mejor modelo por SCORE (6.5). Generación del pronóstico final (6.6).
7	Evaluación vs. método actual	Reconstrucción semanal de las compras históricas del Banco. Cálculo del WAPE de compras del método actual y del modelo. Cálculo del fill rate antes y después.
8	Parámetros de reposición	Cálculo de stock de seguridad, punto de reorden y cobertura objetivo por SKU. Validación de capacidad de almacenamiento. Cálculo del costo del error de compra.
9	Entregables y reportes	Exportación del entregable operativo (compras sugeridas) y el entregable técnico (KPIs comparativos) en Excel. Generación de gráficos de pronóstico en PDF.

Nota. Elaboración propia (2026). El notebook se ejecuta en su totalidad con el comando Run All de Jupyter. La ejecución completa con el conjunto de datos del Banco de Alimentos de Bogotá (25 SKUs, período 2022–2025) toma aproximadamente 3-5 minutos dependiendo de las capacidades del equipo.

Entregables generados por el código

Al finalizar la ejecución completa del notebook, el modelo genera automáticamente los siguientes archivos en las carpetas de salida:

Tabla F- 2.

Entregables generados por el código

Tipo	Archivo generado	Contenido
Operativo	compras_sugeridas.xlsx	Plan de compras para las 12 semanas siguientes por SKU: cantidad recomendada, semana de

ABASTECIMIENTO E INVENTARIOS EN BANCO DE ALIMENTOS

		compra, prioridad (Alta/Media/Baja) y estado del inventario.
Operativo	reporte_pronósticos.pdf	Gráficos de demanda histórica y pronóstico para cada SKU del modelo, organizados por categoría ABC-XYZ.
Técnico	resultado_técnico.xlsx	Indicadores de desempeño: WAPE de pronóstico y de compras, fill rate, costo del error antes y después del modelo, clasificación ABC-XYZ completa y métricas por SKU.

Nota. Elaboración propia (2026). Los archivos técnicos se guardan en /outputs/técnico y los operativos en /outputs/operativo. La estructura de carpetas se crea automáticamente si no existe.