



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DESARROLLO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO ORIENTADO A LA MEJORA
DE LA GESTIÓN DE COMPRAS Y VENTAS, INCORPORANDO UN MÉTODO
PREDICTIVO PARA EL PRONÓSTICO DE DEMANDA DE PRODUCTOS EN
TIEMPO REAL DENTRO DE UN NEGOCIO COMERCIAL.

AUTOR

Mence Figueroa, Michael Anthony

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del grado académico en
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TUTOR

Lsi. Del Pezo Izaguirre, Evelyn Jazmin. Mgtr.

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Sánchez A. Mgtr.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Lsi. Evelyn Del Pezo I. Mgtr,
TUTOR

Ing. Lidice Haz. Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Marjorie Coronel S. Mgtr.
DOCENTE GUÍA UIC



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Mence Figueroa Michael Anthony, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 14 días del mes de agosto del año 2025

TUTOR

Lsi. Evelyn Del Pezo Izaguirre. Mgtr



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MENCE FIGUEROA MICHAEL ANTHONY

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, (Desarrollo de un sistema informático orientado a la mejora de la gestión de compras y ventas, incorporando un método predictivo para el pronóstico de demanda de productos en tiempo real dentro de un negocio comercial) previo a la obtención del título en Ingeniero en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 14 días del mes de agosto del año 2025

EL AUTOR

Michael Mence Figueroa

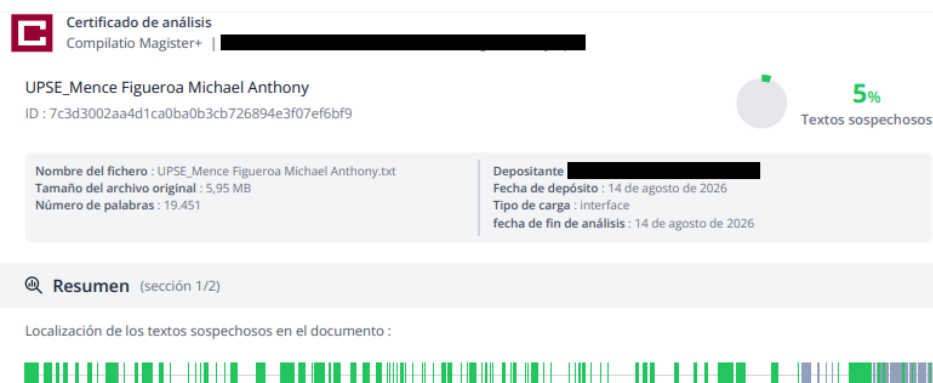


**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (Desarrollo de un sistema informático orientado a la mejora de la gestión de compras y ventas, incorporando un método predictivo para el pronóstico de demanda de productos en tiempo real dentro de un negocio comercial), presentado por el estudiante, Mence Figueroa Michael Anthony fue enviado al Sistema Antiplagio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR

Lsi. Evelyn Del Pezo Izaguirre. Mgtr.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, MENCE FIGUEROA MICHAEL ANTHONY

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente trabajo de titulación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 14 días del mes de agosto del año 2025

EL AUTOR

Michael Mence Figueroa

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme fortaleza, guiar mi camino con cada paso que doy y brindarme la fuerza para superar cada desafío que atravésé en este recorrido académico.

A mi familia, especialmente a mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental y mi apoyo, gracias por su amor y sacrificio. A mi novia Lady Rodriguez, por su paciencia, su amor y compañía, porque siempre estuvo a lo largo de este arduo proceso recordándome de lo que soy capaz. A mi hermano el ing. Ernesto Mence con su experiencia y sus observaciones que me ayudaron a enriquecer este trabajo.

A mi tutor, por su guía, orientación y dedicación durante el desarrollo de este proyecto, sin su ayuda no lo hubiera logrado.

Michael Anthony, Mence Figueroa

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo y por hacerme una mejor persona, han sido el pilar fundamental de mi vida.

A todo aquel que lea este documento, nunca se den por vencido, oren a Dios, todo sacrificio trae su recompensa, mejoren cada día por ser una mejor versión.

Este logro no solo me pertenece, sino a los que formaron parte de este proceso, que estuvieron a mi lado y me vieron esforzarme para poder lograrlo.

Michael Anthony, Mence Figueroa

ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Descripción del Proyecto	6
1.3. Objetivos del Proyecto	7
1.3.1. Objetivo general.	7
1.3.2. Objetivos específicos.	7
1.4. Justificación del Proyecto	8
1.5. Alcance del Proyecto	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO	14
2.1 Marco Conceptual	14

2.1.1	Angular	14
2.1.2	Bootstrap	14
2.1.3	Base de datos	14
2.1.4	Base de datos relacional	15
2.1.5	MySQL workbench	15
2.1.6	Node.js	15
2.1.7	Visual Studio Code	16
2.1.8	Python	16
2.1.9	Statsmodels	16
2.1.10	Api Rest	16
2.1.11	Promedio móvil (Moving Average – MA)	17
2.1.12	Suavizamiento exponencial (Exponential Smoothing)	17
2.1.13	Modelo ARIMA	17
2.1.14	Modelos basados en inteligencia artificial	18
2.2	Marco Teórico	19
2.2.1	Importancia del pronóstico de la demanda en las pymes.	19
2.2.2	Aplicación de métodos predictivos dentro de la gestión de inventario.	19
2.2.3	Modelos predictivos en el contexto empresarial	20
2.3	Metodología del Proyecto	20
2.3.1	Metodología de Investigación	20
2.3.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
2.3.3	Análisis de las técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
2.3.4	Metodología de desarrollo	22
2.4	Justificación de la metodología de desarrollo	23
2.5	Selección del modelo predictivo	23

2.6	Justificación de herramientas tecnológicas	24
CAPÍTULO 3. PROPUESTA		26
3.1.	Requerimientos	26
3.1.1.	Requerimientos Funcionales	26
3.1.2.	Requerimientos no Funcionales	27
3.2.	Metodología para el módulo de pronóstico de demanda	28
3.3.	Componentes de la Propuesta	30
3.3.1.	Arquitectura de la Propuesta	30
3.3.2.	Diagramas de casos de uso	30
3.3.3.	Modelado de datos.	49
3.4.	Validación del modelo predictivo	50
3.4.1.	Justificación de la selección del modelo ARIMA	50
3.4.2.	Generación del modelo ARIMA	52
3.4.3.	Indicadores de calidad del modelo	53
3.4.4.	Validación del pronóstico	55
3.4.5.	Comparación entre valores reales y pronosticados	56
3.4.6.	Integración del modelo en el dashboard	57
3.5.	Diseño de interfaces.	60
3.6.	Pruebas.	82
CONCLUSIONES.		91
RECOMENDACIONES.		92
ANEXOS.		99
Anexo 1: Ficha de observación.		99
Anexo 2: Categorización de los productos – clasificación abc.		100
Anexo 3: Documentación técnica del modelo predictivo ARIMA.		102

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA	18
TABLA 2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA	27
TABLA 3 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA	28
TABLA 4 CASO DE USO INICIO DE SESIÓN	31
TABLA 5 CASO DE USO CIERRE DE SESIÓN	31
TABLA 6 CASO DE USO GESTIÓN DE USUARIOS	33
TABLA 7 CASO DE USO GESTIÓN DE PERSONAS	34
TABLA 8 CASO DE USO GESTIÓN DE PRODUCTOS	35
TABLA 9 CASO DE USO CLASIFICAR PRODUCTOS ABC	36
TABLA 10 CASO DE USO REGISTRAR COMPRA	38
TABLA 11 CASO DE USO GENERAR REPORTE DE COMPRAS	39
TABLA 12 CASO DE USO REGISTRAR VENTA	40
TABLA 13 CASO DE USO GENERAR REPORTE DE VENTAS	42
TABLA 14 CASO DE USO CONSULTAR CAJA	43
TABLA 15 CASO DE USO ANULAR VENTA	44
TABLA 16 CASO DE USO GENERAR PRONÓSTICO DE DEMANDA	45
TABLA 17 CASO DE USO CONSULTAR DETALLE DE PRONÓSTICO	47
TABLA 18 CASO DE USO EXPORTAR PRONÓSTICO	48
TABLA 19 CONFIGURACIÓN GENERAL DEL MODELO PREDICTIVO	53
TABLA 20 INDICADORES UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DEL MODELO	54
TABLA 21 CLASIFICACIÓN REFERENCIAL DEL DESEMPEÑO DEL MODELO (BASADA EN LEWIS, 1982)	54
TABLA 22 RESULTADOS DE VALIDACIÓN OBTENIDOS	55
TABLA 23 COMPARACIÓN ENTRE VALORES REALES Y PRONOSTICADOS	56
TABLA 24 COMPONENTES DEL DASHBOARD	57
TABLA 25 INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO	58
TABLA 26 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - INICIO SESIÓN	83
TABLA 27 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - GESTIONAR USUARIOS	84
TABLA 28 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - GESTIONAR PERSONAS	84
TABLA 29 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - GESTIONAR PRODUCTOS	86
TABLA 30 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - CLASIFICAR PRODUCTOS ABC	86
TABLA 31 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - REGISTRAR VENTA	87
TABLA 32 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - CONSULTAR CAJA	88
TABLA 33 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - REPORTE DE VENTAS	89
TABLA 34 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - GENERAR PRONÓSTICO DE DEMANDA	90
TABLA 35 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD - CONSULTAR DETALLE DE PRONÓSTICO	90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1. CASO DE USO – INICIO DE SESIÓN.	31
FIGURA. 2. CASO DE USO – CIERRE DE SESIÓN.	32
FIGURA. 3. CASO DE USO – GESTIÓN DE USUARIOS.	33
FIGURA. 4. CASO DE USO – GESTIÓN DE PERSONAS.	34
FIGURA. 5. CASO DE USO – GESTIÓN DE PRODUCTOS.	36
FIGURA. 6. CASO DE USO - CLASIFICACIÓN ABC.	37
FIGURA. 7. CASO DE USO – REGISTRAR COMPRA.	38
FIGURA. 8. CASO DE USO - REPORTE DE COMPRAS.	39
FIGURA. 9. CASO DE USO - REGISTRAR VENTA..	41
FIGURA. 10. CASO DE USO - REPORTE DE VENTAS.	42
FIGURA. 11. CASO DE USO - CONSULTAR CAJA.	43
FIGURA. 12. CASO DE USO - ANULAR VENTA.	44
FIGURA. 13. CASO DE USO - PRONÓSTICO DE DEMANDA.	46
FIGURA. 14. CASO DE USO - DETALLE DE PRONÓSTICO.	47
FIGURA. 15. CASO DE USO - EXPORTAR PRONÓSTICO	48
FIGURA. 16. MODELADO DE DATOS.	49
FIGURA. 17. COMPARACIÓN ENTRE VENTAS REALES Y VENTAS PRONOSTICADAS.	56
FIGURA. 18. INDICADORES CLAVE (KPIS)	58
FIGURA. 19. VALIDACIÓN DEL MODELO	58
FIGURA. 20. PRONÓSTICO DE DEMANDA (3MESES).	59
FIGURA. 21. HISTORIAL DE VENTAS	59
FIGURA. 22. INTERFAZ DE PANTALLA DE INICIO SESIÓN.	60
FIGURA. 23. DASHBOARD PRINCIPAL – KPIS Y GRÁFICO DE PRONÓSTICO DE 5 PRODUCTOS TOP.	61
FIGURA. 24. DASHBOARD DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DE VENTAS E INVENTARIO	61
FIGURA. 25. INTERFAZ LISTADO DE USUARIOS.	63
FIGURA. 26. INTERFAZ NUEVO USUARIO.	64
FIGURA. 27. INTERFAZ EDICIÓN DE USUARIO.	65
FIGURA. 28. INTERFAZ LISTADO DE PRODUCTOS.	66
FIGURA. 29. INTERFAZ REGISTRO DE PRODUCTO.	67
FIGURA. 30. INTERFAZ EDICIÓN DE PRODUCTO.	68
FIGURA. 31. INTERFAZ CLASIFICACIÓN ABC.	69
FIGURA. 32. INTERFAZ PRONÓSTICO DE DEMANDA CLASE A.	70

FIGURA. 33. PRONÓSTICO DE DEMANDA Y VALIDACIÓN DEL MODELO MEDIANTE BACKTESTING.	71
FIGURA. 34.COMPORTAMIENTO HISTÓRICO Y PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.	71
FIGURA. 35. INTERFAZ NUEVA VENTA.	72
FIGURA. 36. INTERFAZ NUEVA VENTA – FACTURA.	72
FIGURA. 37. INTERFAZ CAJA.	73
FIGURA. 38. INTERFAZ DETALLE DE CAJA.	74
FIGURA. 39 INTERFAZ ANULACIÓN DE VENTA	74
FIGURA. 40 REIMPRESIÓN DE FACTURA	74
FIGURA. 41. INTERFAZ REPORTE DE VENTAS.	75
FIGURA. 42. REPORTE EN FORMATO PDF.	76
FIGURA. 43. INTERFAZ REGISTRO DE COMPRA.	77
FIGURA. 44. INTERFAZ REPORTE DE COMPRAS.	78
FIGURA. 45. INTERFAZ DE ESTABLECIMIENTO.	79
FIGURA. 46. INTERFAZ LISTADO DE PUNTOS DE EMISIÓN.	79
FIGURA. 47. INTERFAZ NUEVO PUNTO DE EMISIÓN.	80
FIGURA. 48. INTERFAZ EDICIÓN DE PUNTO DE EMISIÓN.	81
FIGURA. 49. INTERFAZ GESTIÓN DE PERMISOS POR PERFIL.	82

RESUMEN

Esta propuesta se centra en la creación de un sistema web de código abierto para la gestión de compras y ventas en un negocio comercial, incorporando un módulo de pronóstico de demanda basado en el modelo ARIMA, cuyo objetivo principal es optimizar el abastecimiento de inventario y mejorar los procesos de compras y ventas. La motivación de esta iniciativa surgió debido a que los procesos de gestión de inventario se realizaban de forma manual y subjetiva, lo que generaba desabastecimientos, excesos de stock y pérdidas económicas. En la actualidad no se contaba con herramientas tecnológicas que permitan anticipar la demanda de productos ni automatizar los procesos de compras y ventas. El objetivo central de esta iniciativa es abordar los problemas derivados de los procesos manuales de gestión, los cuales generan demoras, errores humanos y una toma de decisiones basada en intuición en lugar de datos objetivos. La ausencia de un sistema automatizado que integre pronósticos de demanda ha obligado a los responsables de inventario a realizar compras basadas en estimaciones subjetivas, lo que ha limitado considerablemente la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio.

Palabras claves: Pronóstico de demanda, ARIMA, gestión de inventario.

ABSTRACT

This proposal focuses on the creation of an open-source web-based system for managing purchases and sales in a retail business, incorporating a demand forecasting module based on the ARIMA model, whose main objective is to optimize inventory supply and improve purchasing and sales processes. The motivation for this initiative arose because inventory management processes were carried out manually and subjectively, leading to stockouts, excess inventory, and financial losses. Currently, there are no technological tools available to anticipate product demand or automate purchasing and sales processes. The central objective of this initiative is to address the problems arising from manual management processes, which cause delays, human errors, and decision-making based on intuition rather than objective data. The absence of an automated system that integrates demand forecasts has forced inventory managers to make purchases based on subjective estimates, which has significantly limited the business's operational efficiency and profitability.

Keywords: Demand Forecasting, ARIMA, Inventory Management.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual del comercio, la gestión eficiente de inventarios y procesos de compras y ventas se ha vuelto crucial para asegurar la rentabilidad y competitividad de los negocios comerciales. Una gestión inadecuada puede causar desabastecimientos, excesos de stock innecesarios, pérdidas económicas y una experiencia insatisfactoria para los clientes. Esto representa una barrera significativa para los negocios comerciales, donde persiste el problema de gestionar manualmente los procesos de compras y ventas, insatisfaciendo tanto a los propietarios como a los clientes.

Para abordar estas situaciones, se ha propuesto un proyecto que busca transformar radicalmente la gestión comercial en el negocio. El objetivo principal es implementar un sistema web de código abierto para gestionar las compras y ventas de productos, incorporando un método predictivo basado en el modelo ARIMA para el pronóstico de demanda en tiempo real. Esto permitirá a los responsables de inventario planificar sus compras con base en datos objetivos y tomar decisiones informadas para optimizar el abastecimiento.

El primer capítulo aborda la problemática de la gestión de compras y ventas en el negocio comercial, justificando la necesidad de un sistema web que facilite a los usuarios administrar el inventario, registrar ventas, gestionar compras y generar reportes de manera eficiente. También detalla los objetivos generales y específicos del proyecto, junto con su alcance y limitaciones, definiendo qué aspectos incluirá y hasta dónde llegará su implementación.

El segundo capítulo se enfoca en la exploración de diversas tecnologías y herramientas para el desarrollo del sistema web, así como en el marco teórico que destaca los beneficios de los modelos predictivos como ARIMA para la gestión de inventarios. Además, se define la metodología del proyecto, detallando las variables consideradas y las técnicas empleadas para recopilar y analizar las necesidades del negocio.

El tercer capítulo presenta la propuesta del sistema, definiendo los requerimientos funcionales y no funcionales, así como la arquitectura utilizada, los casos de uso y

el modelo de datos. Se muestra el diseño de las interfaces de usuario, incluyendo los dashboards interactivos con KPIs, gráficos de pronóstico y tablas de validación, y las pruebas funcionales realizadas para validar la operatividad del sistema.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN

1.1. Antecedentes

La gestión de inventarios constituye un proceso fundamental dentro de las organizaciones comerciales, ya que implica la supervisión y control de los recursos materiales con el objetivo de garantizar su disponibilidad en el momento requerido, al mismo tiempo que se minimizan los costos asociados a almacenamiento y reposición [1]. Este proceso se apoya en políticas organizacionales que permiten determinar con precisión cuándo y cuánto reabastecer, contribuyendo así a la eficiencia operativa.

En el contexto actual, caracterizado por un acelerado avance tecnológico, la innovación se posiciona como un factor determinante para la competitividad y sostenibilidad empresarial. La incorporación de nuevas tecnologías no solo transforma los procesos internos, sino que también permite anticipar comportamientos mediante modelos que analizan patrones y tendencias, facilitando la toma de decisiones estratégicas [2]. En este sentido, la digitalización de procesos se vuelve una necesidad más que una opción.

El establecimiento comercial “Pinturas Más Colors”, ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, constituye un caso representativo de pequeñas empresas en crecimiento que enfrentan limitaciones en la gestión de su información. A través de la observación directa (ver Anexo 1), se evidenció que los procesos de compras, ventas e inventario se realizan de forma manual mediante registros en cuadernos físicos, lo que resulta ineficiente frente al incremento progresivo del volumen de datos generado por la actividad comercial.

Esta situación genera múltiples problemáticas, entre ellas: pérdida de información, registros inexactos, duplicidad de datos y retrasos en la toma de decisiones. Además, la falta de un sistema automatizado impide conocer con precisión indicadores clave como niveles de stock, productos de mayor rotación o comportamiento de ventas, lo que conlleva tanto a desabastecimientos como a sobreinventarios innecesarios.

Desde el punto de vista tecnológico, el uso de aplicaciones web representa una solución viable y eficiente para este tipo de problemáticas, ya que permite el acceso a sistemas desde cualquier ubicación mediante un navegador, eliminando la necesidad de instalaciones complejas y facilitando la actualización constante del software [3]. Estas características optimizan el tiempo de operación y mejoran la accesibilidad a la información, aspectos críticos en entornos comerciales dinámicos.

Diversos estudios respaldan la implementación de sistemas informáticos en la gestión empresarial. Por ejemplo, Velásquez Salguero destaca que los sistemas web permiten mejorar la organización de la información y optimizar procesos operativos, contribuyendo a una mayor eficiencia en el control de inventarios y ventas [3]. De manera similar, Perea evidenció que la implementación de un sistema integrado de ventas, producción y almacén reduce significativamente los tiempos de gestión y mejora la calidad del servicio ofrecido [4].

Por otro lado, el uso de métodos predictivos ha cobrado relevancia en la gestión moderna de inventarios. Vidaurre demostró que la aplicación de redes neuronales artificiales permite mejorar la precisión en el pronóstico de la demanda, lo cual resulta esencial para optimizar los niveles de stock y evitar pérdidas asociadas a una planificación inadecuada [5]. Asimismo, investigaciones recientes destacan que la analítica predictiva permite anticipar comportamientos del mercado, facilitando decisiones más informadas y estratégicas en el entorno empresarial [6].

En esta misma línea, Albuja y Zapata evidencian que la correcta clasificación y gestión de inventarios mediante modelos como el ABC permite identificar los productos de mayor relevancia, contribuyendo a una mejor planificación y control [7]. Sin embargo, estos enfoques requieren del soporte de sistemas informáticos que permitan procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente.

En consecuencia, se evidencia la necesidad de desarrollar un sistema informático que integre la gestión de compras, ventas e inventario, incorporando además un modelo predictivo que permita estimar la demanda en tiempo real. Este tipo de solución no solo permitirá optimizar los procesos operativos del negocio, sino también mejorar la toma de decisiones, reducir pérdidas y fortalecer la competitividad en el mercado.

1.2. Descripción del Proyecto

Debido a la inadecuada gestión del negocio dedicado a la venta de productos relacionados con la pintura, se han identificado diversas dificultades en el control de inventario, abastecimiento y gestión de ventas, lo que genera errores frecuentes, pérdida de información, limitaciones en la generación de reportes precisos y una toma de decisiones poco oportuna. Frente a esta problemática, se propone el diseño de un sistema web que permita optimizar la gestión del tiempo destinado al abastecimiento de inventario y al registro de las ventas diarias.

El sistema será desarrollado utilizando tecnologías de software de código abierto, incorporando además medidas de seguridad que garanticen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, especialmente en lo referente al acceso de los usuarios. Asimismo, contará con una interfaz amigable que permitirá visualizar reportes de ventas en tiempo real, facilitando el análisis de la información.

Entre las funcionalidades principales, el sistema permitirá registrar nuevas entradas de productos, gestionar el inventario existente y controlar las compras realizadas. De igual manera, se incorporará un módulo especializado en el pronóstico de la demanda futura, el cual permitirá anticipar el abastecimiento de productos, contribuyendo a una mejor planificación y a la reducción de pérdidas asociadas al sobreinventario o desabastecimiento.

El sistema estará estructurado en módulos que gestionarán los procesos esenciales del negocio. Entre ellos se destacan:

- **Módulo de seguridad y gestión de usuarios:** Permitirá la autenticación de los usuarios mediante credenciales de acceso. Este módulo garantizará que cada usuario pueda acceder únicamente a las funcionalidades autorizadas según sus responsabilidades dentro del negocio.
- **Módulo de compras:** Donde se registrarán las adquisiciones realizadas de los proveedores, almacenar la información de la factura de la compra, controlar cantidades ingresadas al inventario y mantener un historial de compras para consultas posteriores.

- **Módulo de venta:** Permitirá registrar las transacciones de ventas realizadas a los clientes, generando la actualización del inventario y almacenando información relevante para el seguimiento de las operaciones comerciales.
- **Módulo de inventario:** Para el seguimiento de productos disponibles, monitorear niveles de stock e identificar productos con bajo inventario.
- **Módulo de pronóstico de demanda:** Permitirá analizar los datos históricos de ventas para estimar el comportamiento futuro de la demanda de productos. Esta funcionalidad contribuirá a mejorar la planificación del abastecimiento, reducir riesgos de desabastecimiento y minimizar costos asociados al sobreinventario.
- **Módulo de reportes y dashboard:** Permitirá generar reportes estadísticos y visualizaciones gráficas sobre el comportamiento de las ventas, compras e inventario. Los dashboards proporcionarán indicadores clave que facilitarán el análisis de la información y la toma de decisiones.
- **Módulo de backend:** Será el encargado de gestionar la lógica de negocio, procesar las solicitudes de los usuarios, garantizar la integridad de los datos y mantener la comunicación entre la interfaz web y la base de datos.

Este proyecto de investigación contribuye a la línea de investigación denominado Desarrollo de software (DSS), en la sub línea de Desarrollo de algoritmos y visión artificial toma de decisiones, en concordancia con el enfoque de formación de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena [8].

1.3. Objetivos del Proyecto

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar un sistema web de código abierto que permita gestionar las compras y ventas de productos, incorporando un método de pronóstico que optimice el abastecimiento de inventario.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Digitalizar los procesos manuales de compras y ventas con el fin de reducir tiempos de gestión y minimizar errores humanos.

- Configurar niveles de acceso y roles de usuario que garanticen la seguridad y control de la información.
- Implementar un módulo de pronóstico que permita anticipar la demanda de productos a partir de datos históricos.
- Diseñar dashboards interactivos que faciliten la visualización de reportes y resultados del modelo predictivo de manera clara y dinámica.

1.4. Justificación del Proyecto

En el ámbito empresarial, la correcta gestión del inventario es un factor clave para garantizar la disponibilidad de productos y evitar pérdidas económicas derivadas de un manejo inadecuado. Un control deficiente puede generar desabastecimientos o acumulación excesiva de productos, afectando directamente la rentabilidad de las organizaciones [9]. Por ello, resulta imprescindible implementar mecanismos que permitan monitorear y regular eficientemente el flujo de mercancías.

De igual manera, la gestión de ventas constituye un elemento esencial en las empresas comerciales, ya que no solo implica la comercialización de productos, sino también el seguimiento de procesos que permitan optimizar el cierre de ventas y detectar posibles inefficiencias en la operación [10]. Una gestión adecuada permite identificar cuellos de botella y mejorar el desempeño general del negocio.

En este contexto, el desarrollo de un sistema informático que integre la gestión de inventarios, compras y ventas, junto con un módulo de pronóstico de demanda, permitirá mejorar significativamente la toma de decisiones respecto al abastecimiento. La incorporación de modelos predictivos facilita determinar con mayor precisión cuándo y cuánto reponer inventario, lo que contribuye a la reducción de costos operativos y a la optimización de recursos.

Asimismo, la automatización de procesos y la generación de reportes en tiempo real proporcionan un mayor control sobre las operaciones diarias del negocio, mejorando la eficiencia y reduciendo el tiempo destinado a tareas manuales. El acceso a información confiable y actualizada fortalece la capacidad de análisis y planificación, lo que representa una ventaja competitiva en el mercado.

En la actualidad, los datos se han convertido en un recurso estratégico para las organizaciones, ya que influyen directamente en la toma de decisiones y en la planificación empresarial [11]. El aprovechamiento adecuado de la información permite a las empresas anticiparse a cambios en el mercado y mejorar su competitividad. En sectores donde los productos pueden deteriorarse o perder valor con el tiempo, una gestión ineficiente puede traducirse en pérdidas significativas.

Por otro lado, la implementación de métodos predictivos basados en inteligencia computacional permite optimizar la gestión de inventarios, reduciendo costos y desperdicios. Un sistema que incorpore estas técnicas puede mejorar la precisión en la estimación de la demanda, lo que se traduce en una maximización de beneficios y una mayor eficiencia operativa [12].

En consecuencia, el desarrollo de este sistema no solo responde a las necesidades actuales del negocio, sino que también representa una solución tecnológica que fortalece la toma de decisiones, mejora la gestión de recursos y aporta valor estratégico a la organización.

El tema propuesto está alineado a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2029 “Ecuador No Se Detiene” [13], específicamente en los siguientes ejes:

Eje económico, productivo y empleo.

Objetivo 5: Fortalecer la producción nacional y la inversión extranjera en los sectores clave de la economía con innovación tecnológica y prácticas sostenibles [13].

Política 5.3: Implementar un modelo productivo eficiente, innovador y sostenible, basado en tecnologías limpias y el desarrollo circular, con articulación entre sector público, privado, academia y ciudadanía [13].

Política 5.8: Impulsar la inclusión económica y social, con énfasis en la economía popular y solidaria con un marco regulatorio participativo y corresponsable entre sus actores [13].

Eje institucional,

Objetivo 8: Fortalecer la institucionalidad pública de forma eficiente, transparente y participativa [13].

Política 8.2: Consolidar la gobernabilidad democrática y la cohesión territorial, con la provisión de servicios públicos de calidad y la gestión pública articulada en el territorio [13].

1.5. Alcance del Proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el desarrollo de un sistema web orientado a la gestión de compras de materia prima, control de inventario y registro de ventas dentro de un negocio comercial dedicado a la venta de productos de pintura. El sistema permitirá centralizar y administrar la información relacionada con los procesos comerciales, facilitando el control de existencias, el registro de transacciones, la generación de reportes y el análisis de la demanda mediante técnicas de pronóstico, con el propósito de optimizar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia operativa.

Asimismo, el sistema permitirá gestionar el proceso de ventas mediante el registro de transacciones, incluyendo la selección de clientes registrados o consumidores finales. Cuando el cliente no se encuentre registrado, el sistema permitirá incorporarlo durante el proceso de venta sin interrumpir la operación. Como mecanismo de control, únicamente los usuarios que tengan una caja asignada podrán registrar ventas; en caso contrario, el sistema impedirá realizar la transacción.

El sistema estará compuesto por una arquitectura web estructurada en módulos funcionales, los cuales se detallan a continuación:

Módulo de Usuarios y Seguridad

- Registro de usuarios con datos básicos (nombre, usuario y contraseña).
- Asignación de roles y permisos según el perfil (administrador, vendedor, bodega).
- Gestión de inicio y cierre de sesión de forma segura.

- Control de acceso restringido a los diferentes módulos del sistema según el rol asignado.

Módulo de Compras

- Registro detallado de compras, incluyendo fecha, proveedor, productos, cantidades, precios, número de factura y el comprobante de la compra (imagen o PDF).
- Registro y gestión de proveedores con información básica (nombre, RUC, dirección, correo electrónico y teléfono).
- Actualización automática del inventario al registrar nuevas compras.
- Consulta del historial completo de compras realizadas.

Módulo de Ventas

- Registro detallado de cada venta, incluyendo fecha, cliente, productos, método de pago y total de la transacción.
- Registro de clientes con datos básicos (nombre o razón social, contacto y dirección).
- Actualización automática del inventario al concretar una venta.
- Generación automática de comprobantes de venta con el detalle de productos, precios e impuestos.
- Consulta del historial completo de ventas realizadas.

Módulo de Inventario

- Registro y administración de productos con atributos básicos (código, nombre, descripción, unidad de medida y precio).
- Monitoreo en tiempo real de las existencias disponibles.
- Configuración de niveles mínimos de stock con generación de alertas automáticas ante posibles desabastecimientos.
- Interfaz amigable que facilite la gestión y seguimiento de productos almacenados.

Módulo de Pronóstico

- Implementación del modelo ARIMA para el análisis de la demanda a partir de datos históricos de ventas.
- Generación de pronósticos individuales para los productos de mayor rotación.
- Proyección de la demanda en horizontes temporales mensuales para apoyar la planificación del abastecimiento.
- Visualización gráfica de los resultados del pronóstico y comparación con las ventas históricas.

Módulo Backend

- Uso de una base de datos relacional para el almacenamiento estructurado de la información.
- Implementación de APIs RESTful para la comunicación entre frontend y backend.
- Gestión de autenticación y autorización mediante tokens o control de roles.
- Automatización de procesos como actualización de inventarios, generación de reportes y ejecución de pronósticos.
- Actualización en tiempo real del inventario tras cada operación de compra o venta.

Módulo de Informes

- Generación de reportes de compras con información detallada de transacciones realizadas.
- Generación de reportes de ventas con análisis de productos, ingresos y comportamiento comercial.
- Elaboración de reportes de inventario con información de stock disponible, productos agotados y alertas.
- Visualización de resultados obtenidos por el módulo de pronóstico.

- Presentación de dashboards interactivos mediante gráficos (barras, líneas, pastel, entre otros).
- Exportación de informes en formato PDF para su consulta y análisis.

Limitaciones del Sistema

Es fundamental establecer claramente las funcionalidades que no forman parte del alcance del sistema, con el fin de evitar interpretaciones erróneas o expectativas no contempladas dentro del proyecto.

En este sentido, se definen las siguientes limitaciones:

- El sistema no contará con integración directa con el Servicio de Rentas Internas (SRI) ni con otras entidades gubernamentales para la emisión de comprobantes electrónicos o gestión tributaria.
- No incluirá funcionalidades avanzadas de contabilidad, tales como generación de balances financieros, estados de resultados o cálculo de impuestos.
- El acceso al sistema se realizará únicamente mediante un navegador web; por lo tanto, no se desarrollarán aplicaciones móviles para dispositivos Android o iOS.
- El módulo de pronóstico utilizará únicamente la información histórica de ventas almacenada en el sistema y no considerará factores externos como promociones, cambios económicos o variables climáticas.
- El sistema no realizará pedidos automáticos a proveedores ni integraciones con sistemas ERP u otras plataformas externas.

En síntesis, el proyecto contempla el desarrollo de un sistema web que cubrirá los principales procesos operativos relacionados con la gestión de compras, ventas, inventario, usuarios e informes, incorporando además un módulo de pronóstico de demanda basado en el modelo ARIMA. El alcance definido establece los límites funcionales del sistema, garantizando que el desarrollo se enfoque en satisfacer los requerimientos planteados para el negocio, sin considerar funcionalidades ajenas a los objetivos del proyecto.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Angular

Angular es un framework de código abierto desarrollado por Google, diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones web de una sola página (SPA). Basado en TypeScript, ofrece una estructura sólida para la construcción de interfaces de usuario dinámicas y escalables mediante el uso de componentes reutilizables. Además, incorpora funcionalidades como la inyección de dependencias, el sistema de enrutamiento y el enlace bidireccional de datos, herramientas que contribuyen a mejorar la organización, el mantenimiento y la interacción dentro de las aplicaciones web modernas [14].

2.1.2 Bootstrap

Bootstrap es un framework de desarrollo front-end orientado a la creación de interfaces web responsivas y compatibles con distintos tipos de dispositivos. Proporciona un conjunto de componentes prediseñados, un sistema de cuadrículas (Grid System) y diversas utilidades basadas en CSS y JavaScript que facilitan el diseño y la implementación de aplicaciones web [15].

Según los desarrolladores del proyecto, Bootstrap contribuye a agilizar el proceso de desarrollo al ofrecer estilos visuales consistentes y componentes reutilizables, lo que favorece la uniformidad de la interfaz y reduce el tiempo requerido para su implementación.

2.1.3 Base de datos

Una base de datos es un conjunto organizado de información relacionada que se almacena de manera estructurada para facilitar su acceso, gestión y actualización mediante un sistema gestor de bases de datos (DBMS) [16]. Su propósito principal es permitir el almacenamiento y la recuperación eficiente de los datos, apoyando el funcionamiento de diferentes aplicaciones y sistemas de información.

De acuerdo con Silberschatz, Korth y Sudarshan (2020), una base de datos facilita el intercambio de información entre múltiples usuarios, garantizando aspectos

fundamentales como la integridad, la seguridad y la consistencia de los datos, lo que contribuye a una administración confiable y eficiente de la información [16].

2.1.4 Base de datos relacional

Una base de datos relacional es un modelo de almacenamiento de información que organiza los datos en tablas interrelacionadas mediante el uso de claves primarias y claves foráneas [17]. Este modelo, propuesto por Edgar F. Codd, constituye la base de la mayoría de los sistemas modernos de gestión de bases de datos debido a su eficiencia y facilidad para estructurar la información.

El modelo relacional favorece la integridad y consistencia de los datos, minimiza la redundancia de la información y permite realizar consultas de manera eficiente a través del lenguaje SQL [17]. Estas características lo convierten en una de las opciones más utilizadas para el desarrollo de aplicaciones que requieren un manejo confiable y organizado de grandes volúmenes de información.

2.1.5 MySQL workbench

MySQL Workbench es la herramienta gráfica oficial desarrollada por Oracle para el diseño, la administración y el mantenimiento de bases de datos MySQL. Su entorno integrado permite realizar diversas tareas relacionadas con la gestión de bases de datos, como el modelado de datos, la ejecución de consultas SQL, la administración de usuarios y el monitoreo del rendimiento del servidor [18].

Gracias a estas funcionalidades, MySQL Workbench facilita la administración de bases de datos al ofrecer una interfaz intuitiva que optimiza las tareas de diseño, configuración y mantenimiento, contribuyendo a una gestión más eficiente y organizada de la información [18].

2.1.6 Node.js

Node.js es un entorno de ejecución de JavaScript basado en el motor V8 de Google Chrome, diseñado para ejecutar aplicaciones en el lado del servidor. Su arquitectura utiliza un modelo de entrada y salida no bloqueante y orientado a eventos, lo que permite gestionar múltiples solicitudes de manera eficiente y optimizar el uso de los recursos del sistema [19].

Gracias a estas características, Node.js se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada para el desarrollo de aplicaciones web modernas, especialmente aquellas que requieren un alto rendimiento, escalabilidad y una respuesta rápida ante múltiples conexiones simultáneas [19].

2.1.7 Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft que se ha consolidado como una de las herramientas más utilizadas para el desarrollo de software. Su compatibilidad con una amplia variedad de lenguajes de programación, junto con funcionalidades como la depuración de código, la integración con sistemas de control de versiones como Git, el autocompletado inteligente y la posibilidad de incorporar extensiones, lo convierten en un entorno versátil y adaptable a las necesidades de diferentes proyectos de desarrollo [20].

2.1.8 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y de propósito general, reconocido por su sintaxis clara y fácil de comprender, lo que facilita el desarrollo y mantenimiento del código. Además, cuenta con una amplia biblioteca estándar que proporciona herramientas para una gran variedad de aplicaciones. Gracias a estas características, Python se ha convertido en uno de los lenguajes más utilizados en áreas como el desarrollo web, la automatización de procesos, la inteligencia artificial, el análisis de datos y la computación científica [21].

2.1.9 Statsmodels

Statsmodels constituye una biblioteca especializada para Python que integra métodos estadísticos y econométricos destinados al análisis de datos. Su implementación permite ajustar diversos modelos estadísticos, efectuar inferencias mediante pruebas de hipótesis y generar diagnósticos que apoyan la evaluación de los modelos, convirtiéndose en una herramienta de utilidad para la investigación cuantitativa y el análisis de información [22].

2.1.10 Api Rest

Una API REST (Representational State Transfer) constituye un estilo de arquitectura empleado en el desarrollo de servicios web que utiliza el protocolo

HTTP como medio de comunicación entre aplicaciones. Su funcionamiento se basa en la gestión de recursos identificados mediante URL, los cuales pueden ser consultados, creados, modificados o eliminados a través de métodos HTTP como GET, POST, PUT y DELETE [23]. Este enfoque facilita la interoperabilidad entre diferentes sistemas, favoreciendo el intercambio de información de manera eficiente y estandarizada.

Según Fielding (2000), REST es un estilo arquitectónico diseñado para el desarrollo de sistemas distribuidos que promueve la escalabilidad, el desacoplamiento entre sus componentes y un uso eficiente de los recursos, lo que ha contribuido a su amplia adopción en el desarrollo de aplicaciones y servicios web modernos [23].

2.1.11 Promedio móvil (Moving Average – MA)

El promedio móvil es un método de pronóstico que calcula la media de un conjunto de datos en un periodo determinado, con el objetivo de suavizar las fluctuaciones y detectar tendencias generales [24]. Su simplicidad lo convierte en una herramienta útil en entornos donde la demanda es relativamente estable.

Sin embargo, presenta limitaciones importantes, ya que responde lentamente a cambios bruscos en el comportamiento de la demanda, lo que reduce su precisión en entornos dinámicos [25].

2.1.12 Suavizamiento exponencial (Exponential Smoothing)

El suavizamiento exponencial es una técnica que asigna mayor peso a los datos más recientes, permitiendo adaptarse con mayor rapidez a cambios en la demanda [26]. Este modelo es ampliamente utilizado en la gestión de inventarios debido a su bajo costo computacional y facilidad de implementación.

Su principal ventaja radica en su capacidad de generar pronósticos más sensibles a las variaciones recientes, lo que lo hace adecuado para entornos comerciales con cambios moderados.

2.1.13 Modelo ARIMA

El modelo ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) es una técnica avanzada de series temporales que permite modelar patrones complejos en los

datos, incluyendo tendencias y estacionalidad [24]. Este modelo combina componentes autorregresivos, de diferenciación y de media móvil, lo que le otorga una mayor capacidad de adaptación frente a variaciones en la demanda.

A diferencia de modelos más simples, ARIMA permite capturar estructuras más complejas en los datos históricos, proporcionando pronósticos más precisos en entornos donde existen patrones no completamente estables.

2.1.14 Modelos basados en inteligencia artificial

Los modelos basados en inteligencia artificial, como las redes neuronales, ofrecen una alta capacidad de predicción al capturar relaciones no lineales en los datos. Sin embargo, su implementación requiere grandes volúmenes de información, mayor capacidad computacional y conocimientos especializados [27].

En el contexto de las PYMES, estas limitaciones dificultan su aplicación, especialmente cuando los datos disponibles son limitados o presentan inconsistencias.

En la tabla 1 se resumen los diferentes modelos considerados en este proyecto de titulación.

Modelo	Ventajas	Desventajas	Complejidad	Adecuación
Promedio móvil	Simple, fácil	Poco adaptable	Baja	Baja
Suavizamiento exponencial	Se adapta a cambios	No modela patrones complejos	Media	Alta
ARIMA	Alta precisión, modela patrones	Requiere ajuste	Media	Muy alta
Redes neuronales	Muy preciso	Mucha data requerida	Alta	Baja

Tabla 1. Comparación de Modelos de Pronóstico de Demanda

NOTA. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA REVISIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA [24], [25].

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Importancia del pronóstico de la demanda en las pymes.

El uso de métodos de pronóstico en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) se ha convertido en una herramienta fundamental para anticipar la demanda del mercado y optimizar la gestión de compras y ventas. Estas técnicas permiten alinear las decisiones operativas con el comportamiento real del consumo, reduciendo la incertidumbre en la planificación [28].

En entornos comerciales, donde los márgenes de ganancia suelen ser limitados, la capacidad de prever la demanda contribuye significativamente a mejorar la eficiencia operativa, evitando tanto la escasez de productos como el exceso de inventario [28]. Asimismo, el uso de técnicas de previsión permite a las empresas adaptarse con mayor rapidez a las fluctuaciones del mercado, fortaleciendo su competitividad y capacidad de respuesta [29].

En el caso específico del presente proyecto, el estudio se centra en una ferretería, la cual se clasifica como una pequeña empresa (PYME). Este tipo de negocio se caracteriza por manejar un volumen de datos limitado, una alta variedad de productos y un comportamiento de demanda variable, influenciado por factores como la estacionalidad, promociones y necesidades del cliente.

Estas características condicionan la selección de los modelos predictivos, ya que requieren soluciones que sean eficientes, de fácil implementación y que no dependan de grandes volúmenes de datos. En este sentido, los modelos estadísticos tradicionales resultan más adecuados que enfoques complejos basados en inteligencia artificial.

2.2.2 Aplicación de métodos predictivos dentro de la gestión de inventario.

La gestión de inventarios constituye un elemento clave dentro de las operaciones empresariales, ya que influye directamente en la disponibilidad de productos, la satisfacción del cliente y la rentabilidad del negocio [30]. En muchas PYMES, este proceso se realiza de manera empírica, lo que genera ineficiencias y riesgos asociados a la falta de información precisa.

La incorporación de modelos predictivos permite transformar la gestión de inventarios en un proceso basado en datos, facilitando la planificación del abastecimiento y la toma de decisiones estratégicas [31]. De esta manera, se logra una mejor sincronización entre la oferta y la demanda, reduciendo costos y mejorando el desempeño organizacional.

2.2.3 Modelos predictivos en el contexto empresarial

Los modelos predictivos son técnicas estadísticas y de aprendizaje computacional que permiten estimar valores futuros a partir de datos históricos, identificando patrones y tendencias relevantes [32]. En el ámbito empresarial, su aplicación resulta clave para la toma de decisiones en áreas como ventas, producción e inventarios.

En el caso de las PYMES, estos modelos adquieren especial relevancia debido a la necesidad de optimizar recursos limitados. Su implementación permite anticipar la demanda de productos, reduciendo errores asociados al sobreinventario o la falta de stock [33].

2.3 Metodología del Proyecto

2.3.1 Metodología de Investigación

El presente proyecto se desarrolla bajo un enfoque de investigación de tipo exploratorio, el cual permite analizar y comprender problemáticas que no han sido previamente estructuradas o sistematizadas en profundidad. Este enfoque facilita la identificación de variables relevantes y la comprensión del contexto en el que se presenta el problema, constituyendo una base adecuada para el diseño de soluciones tecnológicas [34].

En este sentido, se realizó una revisión bibliográfica orientada al análisis de sistemas de gestión de inventarios, aplicaciones web y modelos predictivos aplicados a la demanda. Este proceso permitió identificar enfoques metodológicos, herramientas tecnológicas y buenas prácticas utilizadas en proyectos similares.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis del entorno del negocio mediante observación directa, con el propósito de comprender sus necesidades operativas, identificar limitaciones en los procesos actuales y definir los requerimientos del

sistema propuesto. Este análisis permitió alinear la solución tecnológica con la realidad de una pequeña empresa del sector comercial.

2.3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de información se empleó la técnica de la observación directa, la cual permite analizar de manera objetiva los procesos que se desarrollan dentro del entorno real de trabajo, sin intervenir en su ejecución. Esta técnica resulta especialmente útil en proyectos aplicados, donde se busca comprender el funcionamiento cotidiano de una organización.

Como instrumento se utilizó una guía de observación estructurada (ver Anexo 1), diseñada para analizar los procesos relacionados con la gestión de ventas, control de inventario y registro de productos.

La aplicación de esta técnica en el establecimiento comercial “Pinturas Más Colors” permitió identificar que el negocio opera mediante registros manuales en cuadernos físicos, lo cual genera diversas limitaciones operativas, entre las que se destacan:

- **Gestión ineficiente del inventario:** No existe control automatizado que permita conocer en tiempo real los niveles de stock, lo que ocasiona desabastecimiento o acumulación innecesaria de productos.
- **Pérdida de información en ventas:** La falta de registro completo de las transacciones genera inconsistencias en la información y dificulta el cálculo real de ingresos.
- **Limitaciones en la toma de decisiones:** La ausencia de datos organizados impide identificar tendencias de venta y dificulta la planificación del abastecimiento.

Estos resultados evidencian la necesidad de implementar un sistema informático que permita mejorar la gestión de la información y optimizar los procesos del negocio.

2.3.3 Análisis de las técnicas e instrumentos de recolección de datos

La aplicación de la técnica de observación directa, mediante la guía de observación estructurada, permitió obtener información precisa sobre el funcionamiento de los

procesos administrativos y operativos del establecimiento comercial "Pinturas Más Colors". La información recopilada evidenció que las actividades relacionadas con el registro de ventas, el control de inventario y la gestión de productos se realizan de forma manual, lo que incrementa el riesgo de errores, pérdida de información y retrasos en las operaciones.

Asimismo, se identificó la ausencia de un mecanismo que permita conocer en tiempo real la disponibilidad de productos, dificultando el control del inventario y la planificación de compras. De igual manera, el registro manual de las ventas limita la generación de reportes confiables y afecta la toma de decisiones basada en información actualizada.

El análisis de la información obtenida mediante la técnica e instrumento de recolección de datos permitió determinar que los procesos actuales presentan deficiencias que afectan la eficiencia operativa del negocio. Estos resultados constituyen la base para justificar el desarrollo e implementación de un sistema informático que automatice la gestión de ventas e inventario, optimizando el manejo de la información y apoyando la toma de decisiones.

2.3.4 Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del sistema se adopta el modelo incremental, el cual consiste en dividir el proceso de desarrollo en etapas o iteraciones, incorporando progresivamente nuevas funcionalidades en cada fase [39]. Este enfoque permite validar el sistema de manera continua y adaptarlo a los requerimientos del usuario durante su construcción.

El modelo incremental resulta adecuado para el presente proyecto, ya que permite desarrollar soluciones funcionales de forma progresiva, facilitando la retroalimentación del usuario y la mejora continua del sistema.

Las fases del modelo incremental se describen a continuación:

- **Fase de análisis:** En esta fase se recopilan y analizan los requerimientos funcionales y no funcionales, se identifican los procesos actuales del negocio y se define el alcance del sistema.

- **Fase de diseño:** Se establece la arquitectura del sistema, se definen los módulos y la estructura de la base de datos, así como los lineamientos de seguridad.
- **Fase de codificación:** Se implementan las funcionalidades definidas en la fase de diseño, aplicando buenas prácticas de programación y realizando pruebas unitarias para asegurar el correcto funcionamiento de cada componente.
- **Fase de pruebas:** Se realizan pruebas funcionales e integrales para verificar que el sistema cumple con los requisitos establecidos, identificando y corrigiendo posibles errores.

2.4 Justificación de la metodología de desarrollo

La elección del modelo incremental frente a metodologías tradicionales como el modelo en cascada se fundamenta en su capacidad para generar entregables funcionales en cada etapa del desarrollo. A diferencia del modelo en cascada, donde el producto final se obtiene al término del proceso, el enfoque incremental permite validar avances de manera progresiva, reduciendo riesgos y mejorando la calidad del sistema [35].

Además, este modelo proporciona un equilibrio entre flexibilidad y control, lo cual resulta adecuado en el contexto de proyectos académicos y en el desarrollo de sistemas orientados a pequeñas empresas, donde los requerimientos pueden ajustarse durante el proceso.

2.5 Selección del modelo predictivo

A partir del análisis realizado, se determina que el modelo ARIMA constituye la alternativa más adecuada para el presente proyecto. Esta selección se fundamenta en las características del negocio, el cual presenta un volumen de datos moderado y un comportamiento de demanda con variaciones que pueden modelarse mediante series temporales.

Los modelos simples, como el promedio móvil y el suavizamiento exponencial, presentan limitaciones para capturar patrones más complejos en los datos históricos, mientras que los modelos basados en inteligencia artificial requieren mayores

volúmenes de información y recursos computacionales. En este contexto, ARIMA ofrece un equilibrio adecuado entre precisión, facilidad de implementación y viabilidad para una PYME ferretera, permitiendo generar pronósticos confiables que apoyen la gestión del inventario y la toma de decisiones.

2.6 Justificación de herramientas tecnológicas

El sistema propuesto se implementa como una aplicación web debido a la necesidad de contar con una solución accesible, flexible y de fácil uso dentro del contexto de una pequeña empresa. Este enfoque permite que los usuarios puedan gestionar la información del negocio desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin requerir instalaciones adicionales, lo cual resulta adecuado para entornos con recursos tecnológicos limitados [36].

La selección de tecnologías como Angular para el desarrollo del frontend se fundamenta en su capacidad para construir interfaces dinámicas y modulares, lo que facilita la visualización de información en tiempo real [14]. Por su parte, Node.js se emplea en el backend debido a su eficiencia en el manejo de múltiples solicitudes simultáneas, lo que resulta adecuado para sistemas que requieren procesamiento continuo de datos [37]. Asimismo, el uso de MySQL como sistema gestor de bases de datos permite almacenar la información de forma estructurada, garantizando integridad, consistencia y acceso eficiente a los datos [38].

Es importante destacar que la elección de estas tecnologías no constituye el eje central del proyecto, sino que actúa como soporte para la implementación del sistema de gestión y del modelo predictivo. En este sentido, la arquitectura tecnológica seleccionada proporciona una base sólida que permite integrar de manera eficiente los procesos de compras, ventas e inventario, así como el módulo de pronóstico de demanda, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Angular

Angular se selecciona como framework frontend debido a su arquitectura modular basada en componentes, lo que permite desarrollar interfaces escalables y de fácil

mantenimiento. Además, facilita la creación de aplicaciones dinámicas que requieren interacción en tiempo real con los datos [14].

Node.js

Node.js se utiliza como entorno backend por su capacidad para manejar múltiples conexiones simultáneas mediante programación asíncrona, lo que lo hace ideal para aplicaciones web que requieren procesamiento eficiente de datos en tiempo real [37].

MySQL

MySQL se selecciona como sistema gestor de bases de datos debido a su estabilidad, facilidad de uso y capacidad para manejar grandes volúmenes de información de manera eficiente, siendo una opción adecuada para aplicaciones empresariales [38].

CAPÍTULO 3. PROPUESTA

3.1. Requerimientos

A continuación, se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema propuesto.

3.1.1. Requerimientos Funcionales

N°	Requerimiento	Descripción del requerimiento	Criterio de aceptación
RF-01	Gestión de perfiles	El sistema contará con tres perfiles de usuario diferenciados, cada uno con niveles de acceso y permisos específicos según su rol dentro del sistema.	El sistema debe permitir la creación y gestión de los perfiles: Administrador, Vendedor y Bodeguero, asignando permisos restringidos según corresponda.
RF-02	Rol Administrador	El sistema incluirá un rol de Administrador con acceso completo a todas las funcionalidades y configuraciones del sistema.	El sistema debe permitir que el Administrador acceda sin restricciones a todos los módulos, incluyendo usuarios, compras, ventas, inventario, reportes y configuración.
RF-03	Rol Vendedor	El sistema contará con un rol de Vendedor con acceso a funcionalidades relacionadas con el proceso de ventas y consulta de inventario.	El Vendedor debe poder registrar ventas, consultar el inventario en tiempo real y acceder a la información básica de los clientes.
RF-04	Rol Bodeguero	El sistema incluirá un rol de Bodeguero orientado a la gestión de inventario y abastecimiento de productos.	El Bodeguero debe poder registrar compras, actualizar existencias y consultar el estado del inventario en tiempo real.
RF-05	Autenticación de usuario	El sistema permitirá a los usuarios autenticarse mediante credenciales personales (usuario y contraseña) garantizar el acceso seguro.	El sistema debe validar las credenciales y permitir el acceso según el rol asignado; en caso contrario, debe denegar el acceso.
RF-06	Restablecimiento de contraseña	El sistema permitirá a los usuarios restablecer su contraseña en caso de olvido.	El sistema debe garantizar un proceso seguro de recuperación, asegurando que solo el usuario autorizado pueda modificar su contraseña.
RF-07	Gestión de usuarios	El sistema permitirá registrar, modificar, consultar, listar y desactivar usuarios del sistema.	Solo el Administrador debe tener acceso a esta funcionalidad, además sistema debe guardar correctamente la información del usuario y reflejar los cambios realizados.
RF-08	Gestión de personas	El sistema permitirá registrar y administrar información de personas ya sea Cliente o	El sistema debe permitir crear, editar, consultar, listar

		Proveedor, almacenando su información básica y de contacto.	y desactivar clientes y proveedores.
RF-09	Gestión de productos	El sistema permitirá registrar, consultar, listar, modificar y desactivar productos, almacenando categoría, unidad de medida, IVA, precio, stock actual y stock mínimo, administrando la información necesaria para su comercialización e inventario.	El sistema debe permitir crear, visualizar, buscar, editar y desactivar productos, mostrando la información actualizada en el listado de productos.
RF-10	Registro de compras	El sistema permitirá registrar las compras realizadas a proveedores para el abastecimiento de productos dentro del sistema	El sistema debe registrar la compra junto con su detalle, archivo adjunto de la compra y actualizar automáticamente el inventario.
RF-11	Registro de venta	El sistema permitirá registrar ventas de productos realizadas a los clientes	El sistema debe registrar la venta, generar el comprobante correspondiente y descontar automáticamente el stock vendido.
RF-12	Gestión de caja	El sistema permitirá controlar la creación de cajas y asignarla a un vendedor.	El sistema debe impedir registrar ventas cuando el usuario (vendedor) no tenga una caja asignada.
RF-13	Control de inventario	El sistema actualizará automáticamente las existencias de los productos después de cada compra o venta.	El stock debe incrementarse al registrar compras y disminuir al registrar ventas.
RF-14	Reportes	El sistema permitirá generar reportes de compras, ventas, inventario y productos más vendidos.	El sistema debe generar reportes filtrados por fechas y mostrar la información correctamente.
RF-15	Pronóstico de demanda	El sistema implementará un modelo predictivo ARIMA para estimar la demanda futura de los productos.	El sistema debe generar el pronóstico utilizando el historial de ventas almacenado entre 12 y 24 meses y mostrar la demanda estimada por producto.
RF-16	Recomendación de abastecimiento	El sistema calculará una cantidad sugerida de compra basada en el pronóstico y el stock disponible.	El sistema debe mostrar la cantidad recomendada para reabastecer cada producto cuando el pronóstico supere el inventario disponible.
RF-17	Visualización de pronóstico	El sistema permitirá consultar el historial de ventas y el resultado del pronóstico mediante tablas y gráficos.	El sistema debe presentar la información histórica y el pronóstico de forma gráfica y tabular para facilitar su análisis.

Tabla 2 Requerimientos Funcionales del Sistema

3.1.2. Requerimientos no Funcionales

Nº	Requerimiento	Descripción del requerimiento	Criterio de aceptación
----	---------------	-------------------------------	------------------------

RNF-01	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible al menos el 95 % del tiempo durante la jornada laboral (08h00 a 18h00, de lunes a sábado).	El sistema no deberá presentar interrupciones superiores a 1,5 horas semanales por mantenimiento o fallas.
RNF-02	Almacenamiento	El sistema almacenará la información del negocio en una base de datos relacional que garantice integridad y consistencia de los datos.	La base de datos deberá ser de tipo relacional (MySQL) y permitir operaciones seguras de inserción, consulta, actualización y eliminación.
RNF-03	Seguridad de contraseñas	El sistema debe almacenar las contraseñas en formato encriptado mediante algoritmos de hash seguros.	Ninguna contraseña podrá visualizarse en texto plano en la base de datos.
RNF-04	Control de acceso	El sistema debe restringir el acceso a funcionalidades según el rol del usuario.	Cada usuario solo podrá acceder a las funciones autorizadas de acuerdo con su perfil (Administrador, Vendedor, Bodeguero).
RNF-05	Rendimiento	El sistema debe responder de manera rápida ante las solicitudes del usuario.	El tiempo de respuesta no debe superar los 3 segundos en operaciones comunes (consultas, registros, reportes).
RNF-06	Usabilidad	El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar para los usuarios del negocio.	Los usuarios deben poder realizar tareas básicas sin necesidad de capacitación técnica avanzada.
RNF-07	Integridad de datos	El sistema debe garantizar que la información almacenada sea consistente y confiable.	No se deben permitir registros duplicados ni inconsistencias en los datos críticos (productos, ventas, inventario).
RNF-08	Escalabilidad	El sistema debe permitir la incorporación futura de nuevas funcionalidades sin afectar su funcionamiento actual.	La arquitectura debe permitir agregar módulos sin modificar la estructura base del sistema.
RNF-09	Mantenibilidad	El sistema debe ser fácil de mantener y actualizar.	El código debe estar organizado y documentado, permitiendo realizar modificaciones sin afectar otros módulos.
RNF-10	Respaldo de información	El sistema debe garantizar la protección de los datos mediante mecanismos de respaldo.	Se debe permitir la generación de copias de seguridad periódicas de la base de datos.

Tabla 3 Requerimientos No Funcionales del Sistema

Nota: Se enlista los requerimientos no funcionales dentro del sistema.

3.2. Metodología para el módulo de pronóstico de demanda

Con el propósito de mejorar la gestión de inventarios y apoyar la toma de decisiones de abastecimiento, se implementará un módulo de pronóstico de demanda basado en la clasificación ABC y el modelo ARIMA.

En una primera etapa, se realizará una clasificación ABC utilizando el historial de ventas disponible, comprendido entre 12 y 24 meses, según la disponibilidad y consistencia de los datos registrados en la empresa. Esta clasificación permitirá identificar los productos de mayor relevancia en función de su nivel de rotación y participación en las ventas.

Posteriormente, se seleccionarán únicamente los productos clasificados en la categoría A, debido a que representan el mayor volumen de ventas y tienen un impacto significativo en la gestión del inventario. Esta estrategia permite enfocar el proceso de pronóstico en los productos críticos para el negocio y reducir la complejidad computacional del sistema.

Para cada producto seleccionado se construirá una serie temporal mensual a partir del historial de ventas. Estas series temporales serán utilizadas como entrada para el modelo ARIMA, el cual generará pronósticos de demanda para los tres meses siguientes.

Los resultados obtenidos serán integrados en el sistema mediante dashboards interactivos que permitirán visualizar la clasificación ABC, los productos con mayor rotación, los pronósticos de demanda y las recomendaciones de reabastecimiento. De esta manera, el usuario podrá identificar oportunamente posibles faltantes de inventario y planificar las compras de manera más eficiente.

La metodología propuesta se resume en las siguientes etapas:

- Obtención y depuración del historial de ventas de los últimos 24 meses.
- Clasificación ABC de productos según su participación en las ventas.
- Selección de productos que pertenecen a la categoría A.
- Construcción de series temporales mensuales.
- Aplicación del modelo ARIMA.
- Generación de pronósticos para los tres meses siguientes.
- Visualización de resultados mediante dashboards.
- Generación de recomendaciones de reabastecimiento.

3.3. Componentes de la Propuesta

3.3.1. Arquitectura de la Propuesta

Para la estructuración del sistema se adopta el patrón de arquitectura Modelo–Vista–Controlador (MVC), el cual permite separar de manera clara la lógica del negocio, la interfaz de usuario y el control de las operaciones. Esta separación facilita el mantenimiento, la escalabilidad y la organización del sistema, aspectos fundamentales en el desarrollo de soluciones que deben adaptarse al crecimiento progresivo del negocio [39].

En este contexto, el componente Modelo gestiona la información relacionada con el inventario, las compras, las ventas y el módulo de pronóstico de demanda, constituyendo el núcleo lógico del sistema. La Vista corresponde a la interfaz de usuario, permitiendo la interacción con los datos de manera intuitiva, mientras que el Controlador actúa como intermediario entre ambos, procesando las solicitudes del usuario y ejecutando las operaciones correspondientes.

3.3.2. Diagramas de casos de uso

Elemento	Descripción
Código	CU01
Nombre	Inicio de sesión
Actor principal	Usuario (Administrador, Vendedor, Bodeguero)
Descripción	Permite al usuario acceder al sistema mediante la validación de sus credenciales, asignando el acceso según el rol correspondiente.
Precondición	El usuario debe estar previamente registrado en el sistema.
Flujo básico	1. El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña. 2. El sistema valida las credenciales. 3. El sistema identifica el rol del usuario. 4. El sistema redirige al panel correspondiente.
Flujos alternativos	2a. Credenciales incorrectas: - El sistema muestra un mensaje de error. - El usuario puede intentar nuevamente.
Entradas	Nombre de usuario, contraseña
Salidas	Acceso al sistema con menú según rol o mensaje de error

Postcondición	El usuario accede con sesión activa y permisos cargados según su rol.
Prioridad	Alta

Tabla 4 Caso de Uso Inicio de Sesión

Nota: Se describe el inicio de sesión.

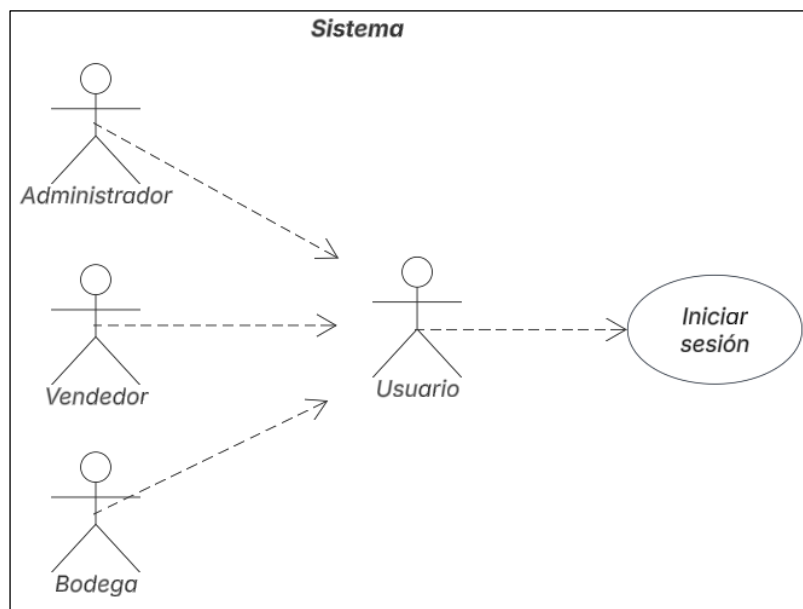


Figura. 1. Caso de uso – Inicio de sesión.

Elemento	Descripción
Código	CU02
Nombre	Cierre de sesión
Actor principal	Usuario (Administrador, Vendedor, Bodeguero)
Descripción	Permite al usuario finalizar su sesión activa en el sistema.
Precondición	El usuario debe haber iniciado sesión previamente.
Flujo básico	1. El usuario selecciona la opción “Cerrar sesión”. 2. El sistema finaliza la sesión activa. 3. El sistema redirige a la pantalla de inicio de sesión.
Entradas	Opción de cerrar sesión
Salidas	Redirección a la pantalla de inicio
Postcondición	Sesión finalizada correctamente
Prioridad	Alta

Tabla 5 Caso de Uso Cierre de Sesión

Nota: Se describe el cierre de una sesión del usuario

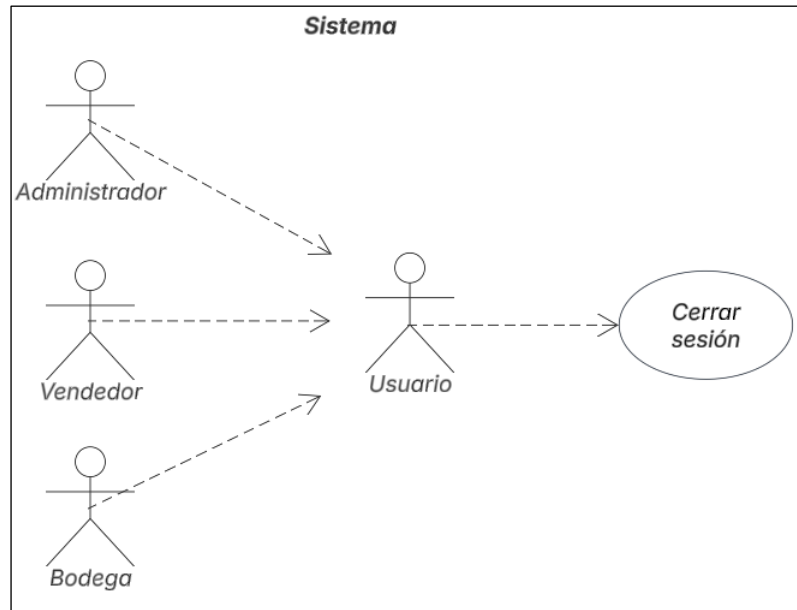


Figura. 2. Caso de uso – Cierre de sesión.

Elemento	Descripción
Código	CU03
Nombre	Gestión de usuarios
Actor principal	Usuario (Administrador)
Descripción	Permite al administrador gestionar los usuarios del sistema mediante el registro, consulta, modificación y cambio de estado. Durante el registro, el usuario debe guardad información de la persona y también asignarle un rol.
Precondición	El administrador debe haber iniciado sesión y contar con permisos para gestionar usuarios. Los roles deben estar registrados en el sistema.
Flujo básico	1. El administrador accede al módulo de gestión de usuarios. 2. El sistema muestra el listado de usuarios registrados. 3. El administrador selecciona la operación a realizar (registrar, modificar o cambiar estado). 4. Si la operación es registrar, el sistema solicita la identificación de la persona. 5. El sistema verifica si la persona ya existe. 6. Si la persona no existe, el administrador registra sus datos personales y el sistema crea el registro correspondiente. 7. El administrador ingresa la información del usuario (nombre de usuario, contraseña y rol). 8. El sistema valida la información ingresada.

	9. El sistema registra o actualiza la información del usuario. 10. El sistema muestra un mensaje confirmando que la operación se realizó correctamente.
Flujos alternativos	8a. El nombre de usuario ya está registrado. - El sistema informa que el nombre de usuario ya existe. - El administrador debe ingresar uno diferente. 8b. Existen campos obligatorios sin completar. - Si existen datos inválidos o faltantes, el sistema muestra un mensaje de error y solicita la corrección.
Entradas	Identificación, nombres, apellidos (si la persona no existe), nombre de usuario, contraseña, rol y estado.
Salidas	Listado actualizado de usuarios y mensaje de confirmación de la operación realizada.
Postcondición	El usuario queda registrado o modificado en la base de datos
Prioridad	Alta

Tabla 6 Caso de Uso Gestión de Usuarios

Nota: Se describe la gestión de usuarios dentro del sistema.

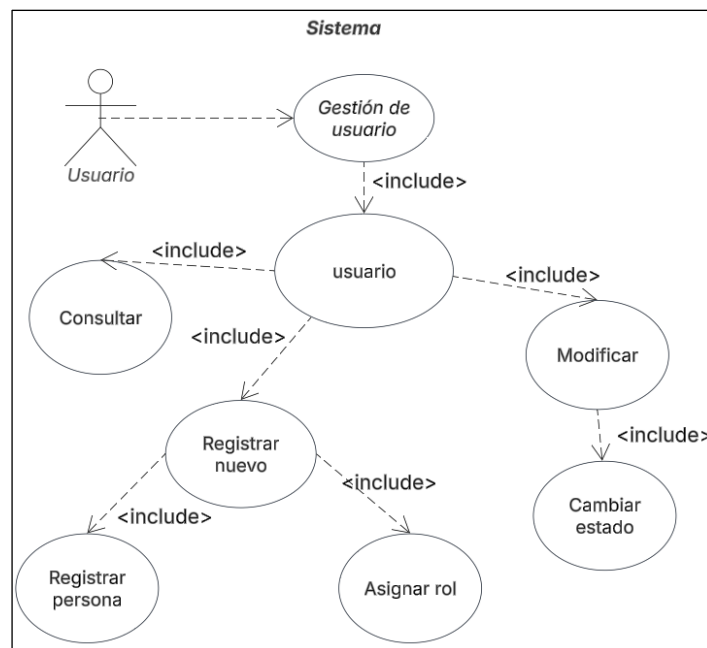


Figura. 3. Caso de uso – Gestión de usuarios.

Elemento	Descripción
Código	CU04
Nombre	Gestión de personas

Actor principal	Usuario (Administrador, vendedor)
Descripción	Permite registrar, consultar, modificar y desactivar personas.
Precondición	El usuario debe tener los permisos necesarios y, cuando corresponda, una sesión iniciada.
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo. 2. Consulta el listado. 3. Registra, modifica o desactiva una persona. 4. El sistema valida los datos. 5. El sistema procesa la información. 6. El sistema almacena la información.
Flujos alternativos	4a. Si existen datos inválidos o faltantes. - El sistema muestra un mensaje de error y solicita la corrección.
Entradas	Información requerida según el proceso.
Salidas	Persona registrada o actualizada.
Postcondición	Información disponible para compras y ventas.
Prioridad	Alta

Tabla 7 Caso de Uso Gestión de Personas

Nota: Se describe la gestión de personas dentro del sistema.

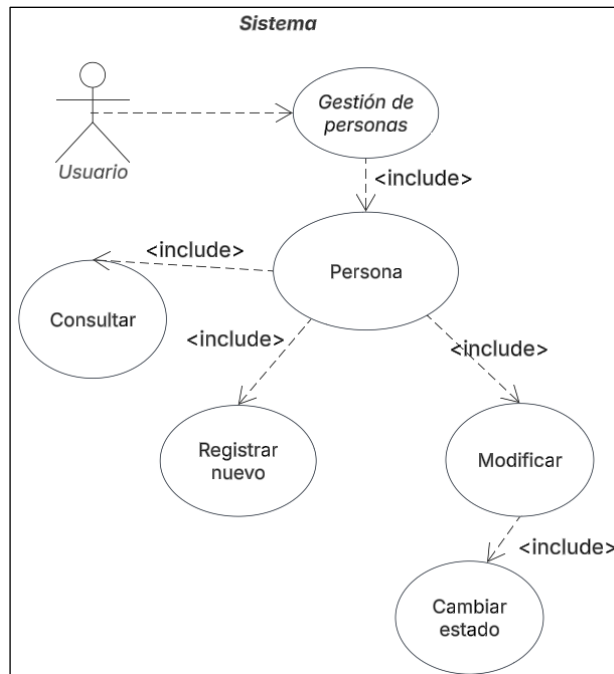


Figura. 4. Caso de uso – Gestión de personas.

Elemento	Descripción
Código	CU05
Nombre	Gestión de productos
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Permite al administrador y al bodeguero gestionar la información de los artículos del sistema, incluyendo el registro, consulta, modificación y cambio de estado de los productos disponibles para los procesos de compras, ventas e inventario.
Precondición	El usuario debe haber iniciado sesión y contar con permisos para gestionar productos.
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de productos. 2. El sistema muestra el listado de productos registrados. 3. El usuario selecciona la operación a realizar (registrar, consultar, modificar o cambiar estado). 4. El sistema muestra el formulario correspondiente. 5. El usuario ingresa o modifica la información de los productos. 6. El sistema valida la información ingresada. 7. El sistema registra o actualiza la información de los productos. 8. El sistema muestra un mensaje confirmando que la operación se realizó correctamente.
Flujos alternativos	6a. El código del producto ya existe. - El sistema informa que el código ya se encuentra registrado. - El usuario debe ingresar un código diferente. 6b. Existen campos obligatorios sin completar. - El sistema solicita completar la información faltante. 3a. Se produce un error al guardar la información. - El sistema informa el error y no registra los cambios.
Entradas	Código, nombre, categoría, unidad de medida, precio de venta, IVA, stock mínimo, stock actual y estado.
Salidas	Listado actualizado de productos y mensaje de confirmación de la operación realizada.
Postcondición	La información del producto queda registrada o actualizada correctamente y está disponible para los procesos de compras, ventas e inventario.
Prioridad	Alta

Tabla 8 Caso de Uso Gestión de Productos

Nota: Se describe la gestión de productos.

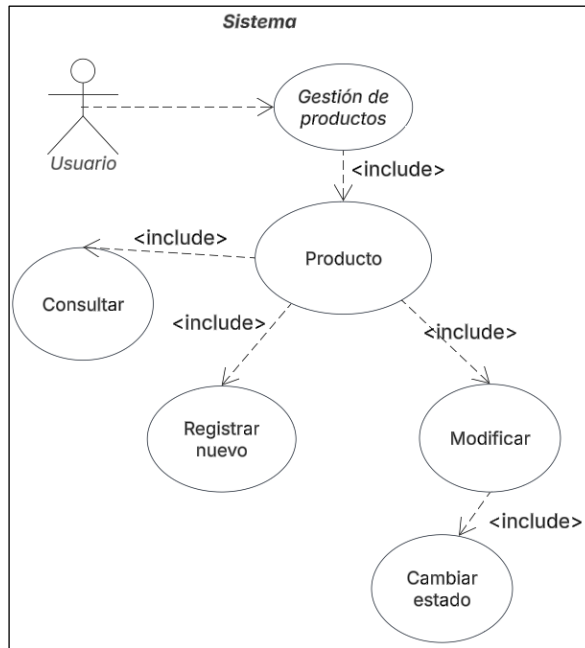


Figura. 5. Caso de uso – Gestión de productos.

Elemento	Descripción
Código	CU06
Nombre	Clasificar productos ABC
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Clasifica automáticamente los productos en categorías A, B y C según su rotación y valor de ventas en los últimos 24 meses.
Precondición	Productos con historial de ventas de 24 meses
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de inventario. 2. El usuario selecciona “Inventario ABC”. 3. El sistema calcula el valor total de ventas por producto 4. El sistema ordena los productos por valor descendente 5. El sistema clasifica: - Clase A: 20% superior (80% del valor) - Clase B: 30% siguiente (15% del valor) - Clase C: 50% restante (5% del valor) 6. El sistema muestra los productos clasificados
Entradas	Historial de ventas (24 meses)
Salidas	Lista de productos con clasificación A, B, C
Postcondición	Productos con ventas realizadas
Prioridad	Alta

Tabla 9 Caso de Uso Clasificar Productos ABC

Nota: Se describe como se clasifica los productos en categoria ABC

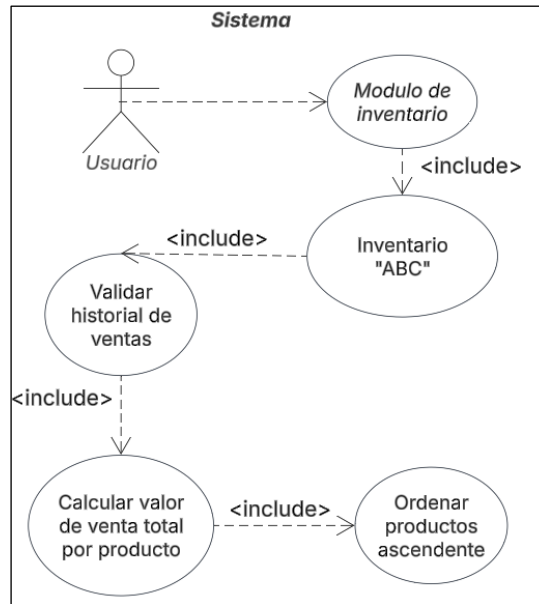


Figura. 6. Caso de uso - clasificación ABC.

Elemento	Descripción
Código	CU07
Nombre	Registrar compra
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Permite registrar una compra de productos, ingresando las cantidades y subiendo la factura (imagen/PDF) como evidencia.
Precondición	Debe existir la persona y los productos en el sistema.
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de compras 2. El usuario selecciona "Nueva compra" 3. El usuario agrega productos y cantidades 4. El usuario sube la factura (imagen/PDF) 5. El usuario confirma la compra 6. El sistema registra la compra 7. El sistema incrementa el stock de los productos
Flujos alternativos	5a. Existen campos obligatorios sin completar. - El sistema solicita completar la información faltante. 5b. Se produce un error al guardar la información. - El sistema informa el error y no registra los cambios.
Entradas	Proveedor, productos, cantidades, costos, factura.
Salidas	Compra registrada

Postcondición	- Compra registrada - Stock incrementado - Factura guardada
Prioridad	Alta

Tabla 10 Caso de Uso Registrar Compra

Nota: Se describe como hacer el registro de una compra en el sistema.

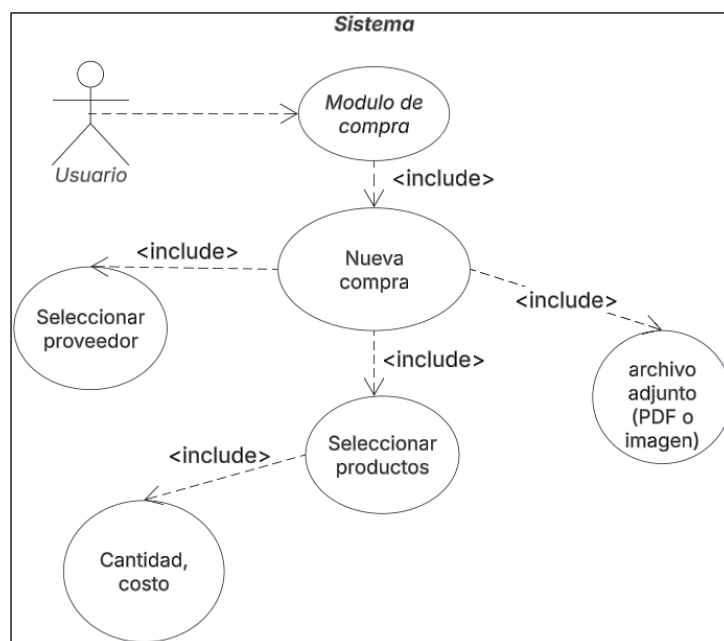


Figura. 7. Caso de uso – Registrar compra.

Elemento	Descripción
Código	CU08
Nombre	Generar reporte de compras
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Permite generar un reporte de compras filtrado por rango de fechas, con opción de exportar a PDF.
Precondición	- Usuario autenticado.
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de compras 2. El usuario selecciona "Reporte" 3. El usuario selecciona rango de fechas 4. El sistema consulta las compras en el rango 5. El sistema muestra la lista de compras 6. El usuario puede hacer clic en "Exportar PDF"

Flujos alternativos	4a. No existen compras realizadas en ese rango de fecha. - El sistema informa que no existen compras realizadas en ese rango de fechas.
Entradas	- Fecha de inicio - Fecha de fin
Salidas	- Lista de compras - Archivo PDF (opcional)
Postcondición	- Reporte generado
Prioridad	Alta

Tabla 11 Caso de Uso Generar Reporte de Compras

Nota: Se describe como visualizar el reporte de las compras.

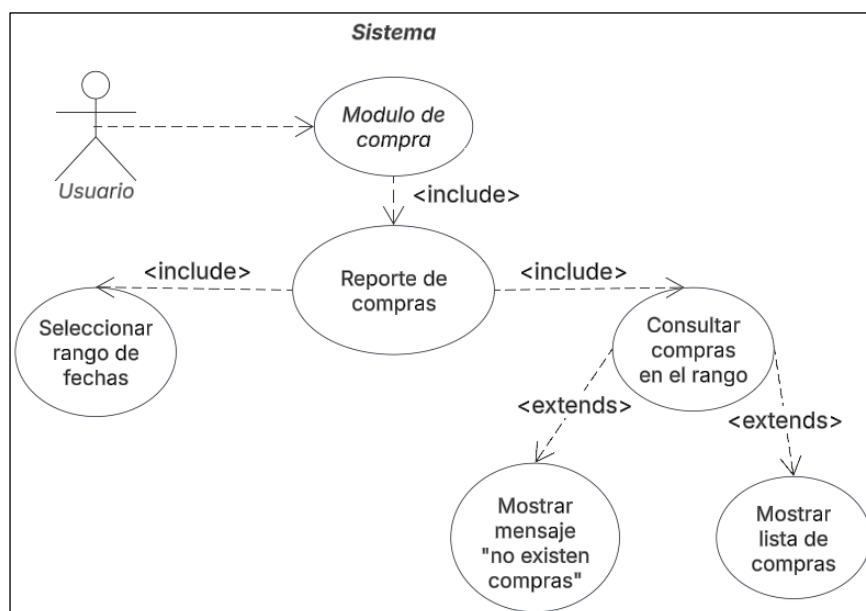


Figura. 8. Caso de uso - Reporte de compras.

Elemento	Descripción
Código	CU09
Nombre	Registrar venta
Actor principal	Usuario (Vendedor)
Descripción	Permite registrar una venta, generando automáticamente el número de factura, calculando el IVA, aplicando descuentos y descontando el stock de los productos vendidos.
Precondición	- Usuario autenticado como Vendedor - Usuario con punto de emisión asignado

	- Productos con stock suficiente - Productos activos
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de ventas 2. El usuario selecciona "Nueva venta" 3. El usuario selecciona un cliente (persona) 4. El usuario agrega productos (ID, cantidad) 5. El sistema valida stock de cada producto 6. El sistema calcula subtotal, IVA y total 7. El usuario selecciona método de pago 8. El usuario confirma la venta 9. El sistema genera número de factura (Establecimiento-Punto-Secuencia) 10. El sistema registra la transacción y detalles 11. El sistema descuenta el stock de productos 12. El sistema registra el pago 13. El sistema actualiza la secuencia del punto de emisión.
Flujos alternativos	8a. El vendedor no tiene caja asignada. - El sistema no deja realizar la venta. - El vendedor debe tener una caja asignada, 8b. Existen campos obligatorios sin completar. - El sistema solicita completar la información faltante. 8c. Stock insuficiente. - El sistema muestra mensaje de error - Indica el producto y cantidad disponible - El usuario debe ajustar la cantidad - No deja realizar la venta 10a. Se produce un error al guardar la información. - El sistema informa el error y no registra los cambios.
Entradas	cliente, productos, cantidades, pagos.
Salidas	- Número de factura - Comprobante de venta
Postcondición	- Venta registrada en transacción y transaccion_detalle - Stock actualizado - Secuencia del punto de emisión incrementada - Pago registrado en transaccion_pago
Prioridad	Alta

Tabla 12 Caso de Uso Registrar Venta

Nota: Se describe como realizar una venta dentro del sistema.

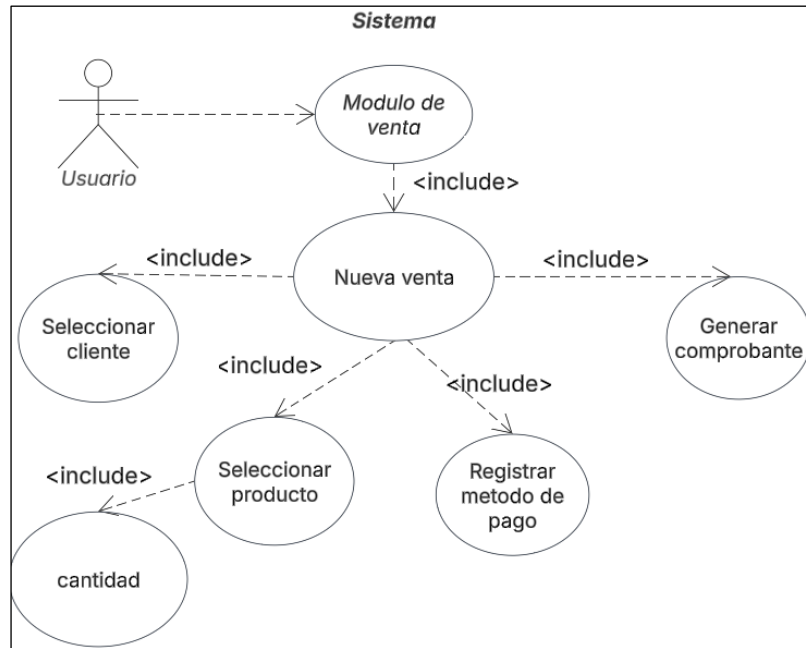


Figura. 9. Caso de uso - Registrar venta..

Elemento	Descripción
Código	CU10
Nombre	Generar reporte de ventas
Actor principal	Usuario (Administrador)
Descripción	Permite generar un reporte de ventas filtrado por rango de fechas, con opción de exportar a PDF.
Precondición	- Usuario autenticado.
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de ventas 2. El usuario selecciona "Reporte" 3. El usuario selecciona rango de fechas 4. El sistema consulta las ventas en el rango 5. El sistema muestra la lista de ventas 6. El usuario puede hacer clic en "Exportar PDF" 7. El sistema genera y descarga el PDF
Flujos alternativos	3a. No existen ventas realizadas en ese rango de fecha. - El sistema informa que no existen ventas realizadas en ese rango de fechas.
Entradas	- Fecha de inicio - Fecha de fin
Salidas	- Lista de ventas en el rango - Archivo PDF (opcional)

Postcondición	- Reporte generado y visualizado
Prioridad	Media.

Tabla 13 Caso de Uso Generar Reporte de Ventas

Nota: Se describe como realizar el reporte de las ventas dentro del sistema.

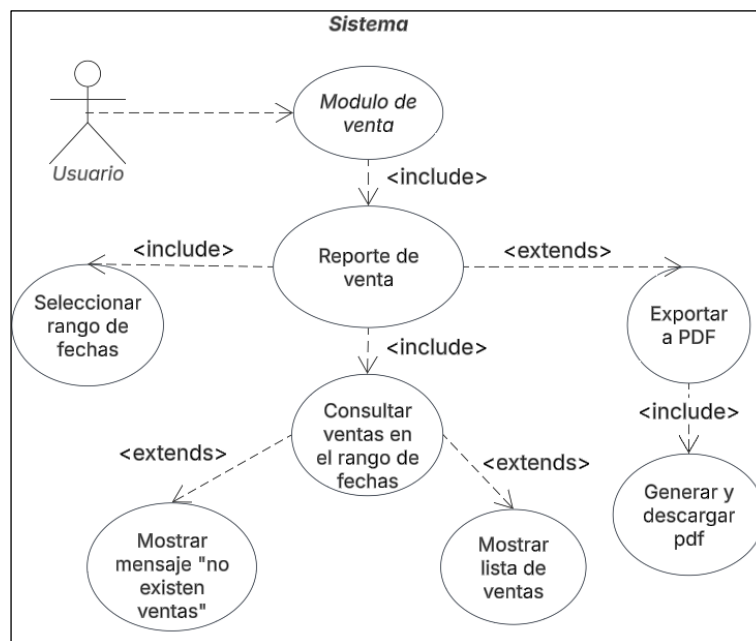


Figura. 10. Caso de uso - Reporte de ventas.

Elemento	Descripción
Código	CU11
Nombre	Consultar caja
Actor principal	Usuario (Administrador, Vendedor)
Descripción	Permite visualizar las ventas del día por punto de emisión (caja). El Administrador puede ver todas las cajas, mientras que el Vendedor solo puede ver su propia caja.
Precondición	- Usuario autenticado - Punto de emisión activo
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de ventas 2. El usuario selecciona "Caja" 3. El sistema identifica el rol del usuario 4. Si es Administrador: muestra todos los puntos de emisión 5. Si es Vendedor: muestra solo su punto de emisión asignado 6. El sistema muestra las ventas del día por punto de emisión

Flujo	5a. Vendedor sin punto de emisión:
alternativo	- El sistema muestra mensaje "No tiene caja asignada"
Entradas	-ID usuario
Salidas	- Lista de puntos de emisión (cajas) - Ventas del día por caja
Postcondición	- El usuario visualiza las ventas del día
Prioridad	Alta

Tabla 14 Caso de Uso Consultar Caja

Nota: Se describe como visualizar las ventas por caja en el sistema.

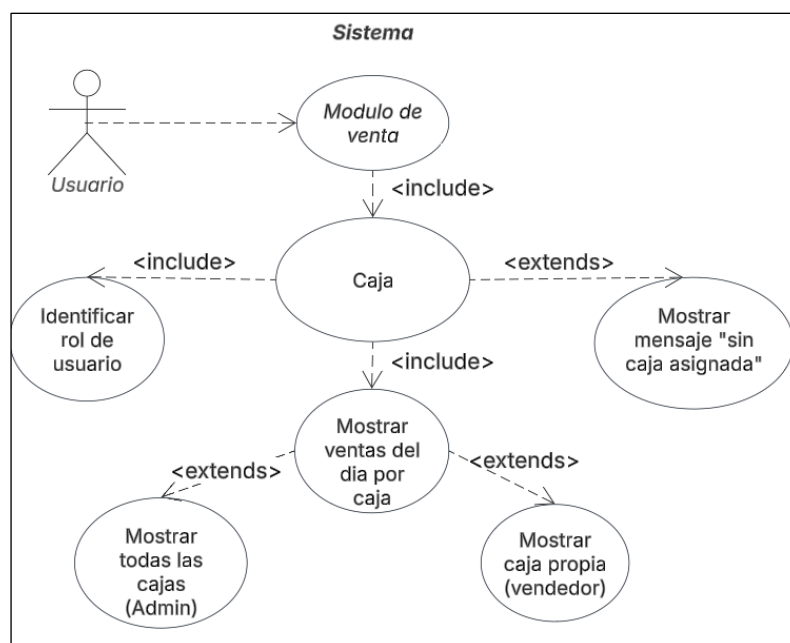


Figura. 11. Caso de uso - Consultar caja.

Elemento	Descripción
Código	CU12
Nombre	Anular venta
Actor principal	Usuario (Administrador, Vendedor)
Descripción	Permite anular una venta registrada, restaurando el stock de los productos y registrando la anulación.
Precondición	- Venta existente - Usuario autenticado - Venta no anulada previamente

Flujo básico	1. El usuario accede a la caja 2. El usuario selecciona una venta 3. El usuario hace clic en "Anular" 4. El sistema solicita confirmación 5. El usuario confirma la anulación 6. El sistema cambia estado de la transacción a 0 (anulada) 7. El sistema restaura el stock de los productos 8. El sistema registra la anulación
Entradas	-ID transacción
Salidas	- Confirmación de anulación - Stock restaurado
Postcondición	- Venta anulada - Stock restaurado
Prioridad	Media

Tabla 15 Caso de Uso Anular Venta

Nota: Se describe como hacer la anulación de una venta en una caja.

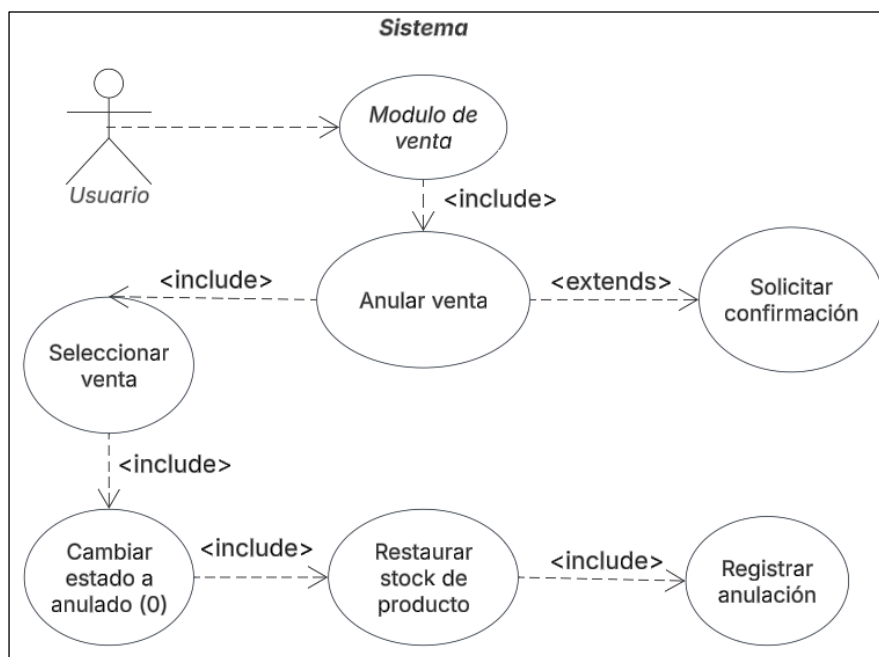


Figura. 12. Caso de uso - Anular venta.

Elemento	Descripción
Código	CU13
Nombre	Generar pronóstico de demanda

Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Permite generar automáticamente el pronóstico de demanda para productos Clase A utilizando el modelo ARIMA, calculando la demanda estimada para los próximos 3 meses y la sugerencia de compra basada en el stock actual.
Precondición	- Productos clasificados como Clase A - Existencia de al menos 24 meses de datos históricos de ventas - Sistema conectado a la base de datos
Flujo básico	1. El usuario accede al módulo de inventario 2. El usuario selecciona "Inventario ABC" 3. El usuario hace clic en "Generar pronóstico" 4. El sistema consulta los productos Clase A 5. El sistema recupera 24 meses de historial de ventas 6. El sistema ejecuta el modelo ARIMA para cada producto 7. El sistema calcula la demanda para 3 meses 8. El sistema calcula la sugerencia de compra (Demanda - Stock) 9. El sistema muestra la lista de productos con pronóstico
Flujo alternativo	8b. Stock suficiente ($\text{Stock} \geq \text{Demanda}$): - El sistema muestra sugerencia de compra 0 - Indica que no es necesario reponer
Entradas	- ID de productos Clase A - Frecuencia de cálculo (30 días) - Parámetros ARIMA: max_p=3, max_q=3
Salidas	- Lista de productos con: - Stock actual - Demanda 3 meses - Sugerencia de compra
Postcondición	- Datos de pronóstico almacenados en caché - Dashboard actualizado con nuevos resultados
Prioridad	Alta

Tabla 16 Caso de Uso Generar Pronóstico de Demanda

Nota: Se describe como realizar el pronóstico de la demanda en el sistema.

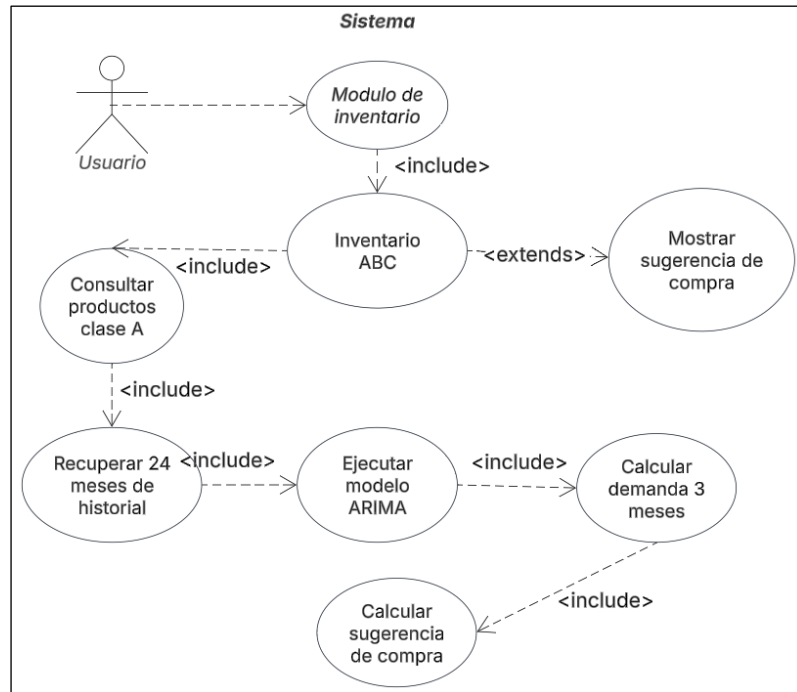


Figura. 13. Caso de uso - Pronóstico de demanda.

Elemento	Descripción
Código	CU14
Nombre	Consultar detalle de pronóstico
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)
Descripción	Permite visualizar el pronóstico detallado de un producto específico, incluyendo KPIs, tabla de validación (backtesting), gráficos y resumen del producto.
Precondición	- El pronóstico debe haber sido generado previamente - El producto debe existir en el sistema - El producto debe ser Clase A
Flujo básico	1. El usuario accede al listado de pronósticos 2. El usuario selecciona un producto y hace clic en "Ver detalle" 3. El sistema carga los datos del producto y su pronóstico 4. El sistema muestra los KPIs: - Stock actual - Demanda 3 meses - Compra sugerida - MAPE (Error porcentual) - Modelo ARIMA utilizado

	5. El sistema muestra la tabla de validación (Real vs Pronosticado)
	6. El sistema muestra el gráfico de pronóstico 3 meses
	7. El sistema muestra el gráfico de historial 24 meses
	8. El sistema muestra el resumen del producto
Entradas	- ID de productos Clase A
Salidas	- KPIs del producto - Tabla de validación - Gráfico de pronóstico (línea) - Gráfico de historial (barras) - Resumen del producto
Postcondición	- El usuario visualiza toda la información del pronóstico
Prioridad	Alta

Tabla 17 Caso de Uso Consultar Detalle de Pronóstico

Nota: Se describe como ver el detalle del pronóstico de un producto.

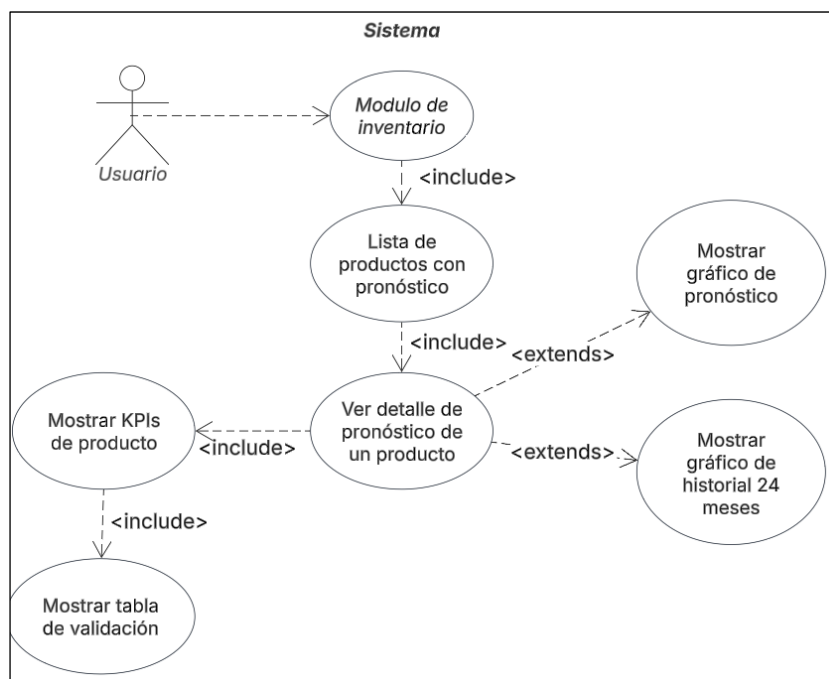


Figura. 14. Caso de uso - Detalle de pronóstico.

Elemento	Descripción
Código	CU15
Nombre	Exportar pronóstico
Actor principal	Usuario (Administrador, Bodeguero)

Descripción	Permite descargar los datos del pronóstico en formato PDF para análisis externo o reportes.
Precondición	- El pronóstico debe estar generado
Flujo básico	1. El usuario hace clic en "Exportar" 2. El sistema genera archivo con datos del producto y pronóstico 3. El sistema descarga el archivo automáticamente
Flujo alternativo	1a. El pronóstico no está generado. El sistema no genera el archivo PDF para exportar.
Entradas	- Datos del producto - Datos del pronóstico
Salidas	- Archivo PDF con: producto, código, stock, sugerencia, pronóstico mensual.
Postcondición	- Archivo descargado en el equipo del usuario
Prioridad	Media

Tabla 18 Caso de Uso Exportar Pronóstico

Nota: Se describe como realizar la exportación en formato PDF del listado de productos con su pronóstico.

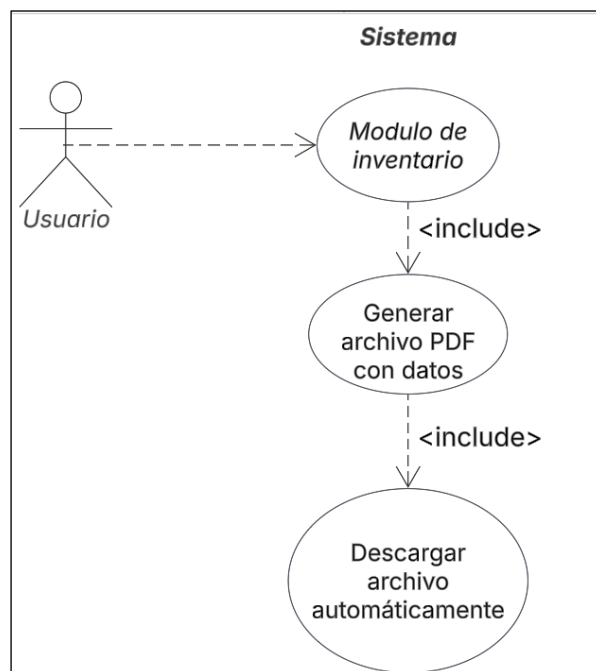


Figura. 15. Caso de uso - Exportar pronóstico

3.3.3. Modelado de datos.

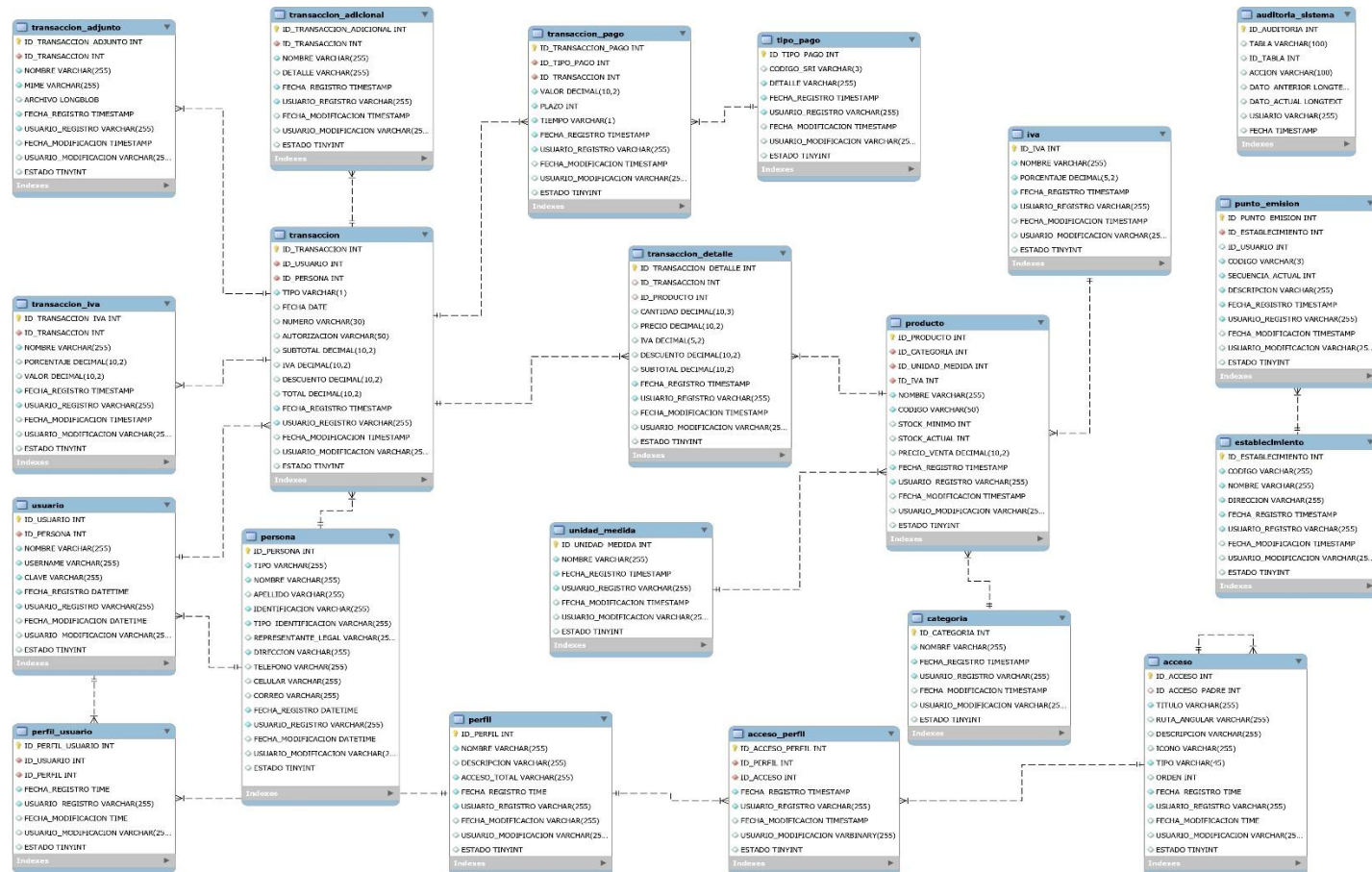


Figura. 16. Modelado de datos.

3.4. Validación del modelo predictivo

La validación del modelo predictivo tiene como finalidad evaluar la capacidad del modelo para estimar la demanda futura de los productos clasificados en la categoría A del análisis ABC. Para ello, se implementó un proceso de validación basado en técnicas de backtesting, el cual consiste en entrenar el modelo utilizando una parte del historial de ventas y posteriormente comparar los valores pronosticados con los datos reales registrados durante un período previamente reservado para la evaluación.

Este procedimiento permitió medir el desempeño del modelo mediante indicadores estadísticos ampliamente utilizados en el análisis de series temporales, tales como el Error Absoluto Medio (MAE), la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE), y el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE).

Los resultados obtenidos sirvieron para determinar la magnitud del error del modelo antes de su integración dentro del sistema web. La implementación de este modelo busca proporcionar información que facilite la toma de decisiones relacionadas con la reposición de inventario, reduciendo riesgos asociados al desabastecimiento o al exceso de stock.

3.4.1. Justificación de la selección del modelo ARIMA

La elección del modelo ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) como modelo predictivo para el pronóstico de la demanda de productos categoría "A" respondió a un análisis multidimensional que consideró tanto las características técnicas de los datos como los requisitos operativos del sistema. A continuación, se presentan los criterios que fundamentaron esta decisión, contrastando ARIMA con otras metodologías disponibles en el estado del arte.

a) Comportamiento de la serie temporal

Las series de ventas mensuales (24 meses por producto) presentan estacionalidad anual moderada, tendencia lineal gradual y autocorrelación significativa, características que ARIMA captura eficientemente mediante sus componentes autorregresivos (AR), de medias móviles (MA) e integrados (I). Frente a este escenario, modelos más complejos como LSTM

o Prophet resultan sobredimensionados, ya que requieren cientos de puntos para generalizar adecuadamente sin sobreajustarse [40].

b) Tamaño del conjunto de datos

Con solo 24 observaciones mensuales por producto, los modelos de deep learning son inviables por insuficiencia de datos. ARIMA, en cambio, es un modelo estadístico paramétrico que funciona de manera óptima con series de longitud corta a media (20-100 puntos). La implementación del sistema refuerza esta ventaja al evaluar 8 configuraciones predefinidas mediante el criterio AIC [41], permitiendo encontrar un modelo parsimonioso sin requerir grandes volúmenes de datos.

c) Necesidad de interpretación

En un entorno de toma de decisiones de inventario, el equipo de logística necesita comprender las recomendaciones del sistema. ARIMA ofrece interpretabilidad intrínseca: sus coeficientes AR y MA son directamente explicables, el AIC permite comparar modelos de forma transparente, y las métricas de validación (MAE, RMSE, MAPE) se presentan en niveles comprensibles ("Excelente", "Bueno", etc.). En contraste, modelos como Random Forest o Redes Neuronales son "cajas negras" que dificultan la explicación de las predicciones, generando potencial desconfianza en decisiones críticas de compra [42].

d) Facilidad de integración con Python

El ecosistema Python ofrece soporte maduro para ARIMA mediante la librería statsmodels, con sintaxis concisa (`ARIMA(serie, order=order).fit()`) y compatibilidad nativa con Pandas y NumPy. El tiempo de entrenamiento por producto es del orden de milisegundos (limitando iteraciones a `maxiter=30-50`), permitiendo procesar múltiples productos en lote sin degradar el rendimiento de la aplicación web. Otras alternativas como Prophet requieren dependencias más pesadas, y TensorFlow/PyTorch implican una sobrecarga injustificada para los datos disponibles.

ARIMA fue seleccionado por constituir el punto de equilibrio ideal entre capacidad de ajuste (cuantificada mediante métricas de error como MAE, RMSE, MAPE), interpretabilidad (coeficientes explicables y métricas comprensibles), eficiencia

computacional (milisegundos por producto) y madurez del ecosistema Python (statsmodels). Esta decisión se alinea con las buenas prácticas documentadas para pronóstico de demanda en retail, donde se recomienda privilegiar la simplicidad cuando los datos y requisitos operativos no justifican métodos más complejos.

3.4.2. Generación del modelo ARIMA

Como fuente de información se utilizaron las ventas mensuales correspondientes a los productos clasificados dentro de la categoría A del análisis ABC. El historial utilizado comprendió los últimos veinticuatro meses de información disponibles, organizados cronológicamente para conformar una serie temporal continua.

Con el propósito de obtener un modelo adecuado para cada producto, el sistema evaluó automáticamente un conjunto de 8 configuraciones predefinidas del modelo ARIMA, las cuales corresponden a las combinaciones más comunes y eficientes en la práctica: (1,1,1), (2,1,2), (1,1,2), (2,1,1), (2,1,0), (0,1,2), (1,1,0) y (0,1,1). La selección del modelo óptimo se realizó mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), el cual permite identificar la configuración que presenta el mejor equilibrio entre calidad del ajuste y complejidad del modelo [43].

Este enfoque reducido permite mantener un rendimiento computacional óptimo, especialmente al procesar múltiples productos, ya que las combinaciones evaluadas cubren la mayoría de los patrones estacionales y tendenciales presentes en series de tiempo comerciales.

Posteriormente, el modelo seleccionado fue ajustado utilizando la serie histórica correspondiente y se generó un pronóstico para los tres meses siguientes. Finalmente, el sistema comparó la demanda estimada con el stock disponible para determinar la cantidad sugerida de reabastecimiento.

La Tabla XIX resume la configuración general utilizada durante el proceso de generación del modelo.

Parámetro	Descripción
Fuente de datos	Historial mensual de ventas
Periodo analizado	Últimos 24 meses
Productos analizados	Categoría A (clasificación ABC)

Selección del modelo	Búsqueda optimizada en 8 configuraciones predefinidas mediante AIC
Parámetros evaluados	(1,1,1), (2,1,2), (1,1,2), (2,1,1), (2,1,0), (0,1,2), (1,1,0), (0,1,1)
Horizonte de pronóstico	3 meses
Lenguaje de implementación	Python
Biblioteca utilizada	Statsmodels

Tabla 19 Configuración General del Modelo Predictivo

Nota: Descripción de los parámetros utilizado para el pronóstico.

A partir de este procedimiento se obtuvo un modelo específico para cada producto, permitiendo adaptar el proceso de pronóstico a las características particulares de cada serie temporal.

3.4.3. Indicadores de calidad del modelo

Para evaluar el desempeño del modelo ARIMA implementado, se utilizaron cuatro indicadores estadísticos reconocidos en la literatura científica. Estos indicadores permiten medir el error residual del pronóstico y su distribución, proporcionando elementos para juzgar si las desviaciones son compatibles con los márgenes de tolerancia operativos en la gestión de inventarios.

La Tabla XX describe los indicadores utilizados en el modelo aplicado.

Indicador	Fórmula	Descripción	Interpretación
MAE (Error Absoluto Medio)	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t - \bar{Y}_t $	Es el cálculo de la diferencia absoluta promedio entre los valores esperados y reales [44].	Mide el error promedio en las mismas unidades que la variable. Valores bajos indican mejor ajuste.
RMSE (Raíz del Error Cuadrático Medio)	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2}$	Mide la raíz cuadrada de los errores cuadráticos promedio entre los valores predichos y reales. Penaliza los errores mayores con mayor severidad, lo que lo hace sensible a los valores atípicos [45].	Penaliza errores grandes, útil para detectar pronósticos extremos
MAPE (Error Medio)	$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{Y_t - \bar{Y}_t}{Y_t} \right $	Expresa el error de predicción como un porcentaje, lo que facilita las	Expresa el error promedio en porcentaje. Valores

Porcentual	comparaciones entre modelos y inferiores al 15 % indican
Absoluto	conjuntos de datos [46]. Es intuitivo un buen desempeño.
Medio)	para comunicar la precisión del modelo en términos operativos

Tabla 20 Indicadores Utilizados para la Evaluación del Modelo

Nota: Descripción de los indicadores utilizados para la evaluación del modelo.

Donde:

- Y_t = Valor real en el tiempo t
- $\bar{Y}_t$ = Valor pronosticado en el tiempo t
- n = Número de observaciones

Con el fin de establecer un criterio objetivo para interpretar los valores obtenidos, se adoptó la clasificación referencial propuesta por Lewis (1982), ampliamente utilizada en la literatura de pronóstico de demanda para evaluar el desempeño de modelos de series temporales. La Tabla XXa presenta los umbrales de referencia para el MAPE, mientras que para el MAE y el RMSE se utiliza el principio de proximidad a cero, donde valores más bajos indican una menor magnitud y dispersión de los errores.

Métrica	Clasificación referencial del desempeño	Interpretación
MAPE	< 10 %	Error porcentual muy bajo; modelo altamente confiable para decisiones operativas.
MAPE	10-20 %	Error aceptable; modelo adecuado para apoyar decisiones de inventario
MAPE	20-30 %	Error moderado; útil como referencia, pero se recomienda supervisión
MAPE	>30 %	Error elevado; se requiere revisión del modelo o de los datos
MAE	Lo más cercano a 0	Menor error absoluto promedio entre valores reales y pronosticados
RMSE	Lo más cercano a 0	Pocos errores de gran magnitud; mayor consistencia en los pronósticos

Tabla 21 Clasificación referencial del desempeño del modelo (basada en Lewis, 1982)

Nota: Los umbrales del MAPE se basan en la clasificación propuesta por Lewis (1982) para la evaluación de modelos de pronóstico. Para MAE y RMSE, al ser métricas dependientes de la escala de los datos, se interpretan en términos relativos: valores más bajos indican un mejor desempeño.

3.4.4. Validación del pronóstico

Para validar la capacidad predictiva del modelo, se utilizó la técnica de backtesting con ventana móvil:

- Entrenamiento: Se utilizaron 21 meses de datos (2024-09 a 2026-05)
- Predicción: Se generó pronóstico para 3 meses (2026-06 a 2026-08)
- Comparación: Se contrastaron los valores pronosticados vs reales
- Evaluación: Se calcularon los indicadores de calidad

Para cada producto se obtuvieron los indicadores correspondientes. La Tabla XXI presenta algunos de los resultados obtenidos durante la validación del modelo.

Producto	Modelo	MAE	RMSE	MAPE	Nivel
Lijadora orbital	ARIMA (0, 1, 2)	3,67	4,80	10,08%	Excelente
Pintura roja látex	ARIMA (0,1,1)	4,67	5,72	12,72%	Excelente
Pistola pintura 650ml	ARIMA (0,1,1)	4,67	5,10	16,06%	Bueno
Trampa grasa plástica	ARIMA (0,1,1)	7,00	9,47	16,31%	Bueno
Sierra circular 7"	ARIMA (2, 1, 2)	8,67	9,56	21,59%	Regular

Tabla 22 Resultados de Validación Obtenidos

Nota: Resultados obtenidos durante la validación del modelo predictivo aplicado a productos con ventas históricas de 24 meses.

Los resultados muestran que el desempeño del modelo varía de acuerdo con el comportamiento histórico de cada producto. En aquellos productos cuya demanda presenta un patrón más estable, el modelo alcanza menores valores de error, lo que evidencia un mejor ajuste de las predicciones a la dinámica observada de la serie.

En el caso del producto Pintura Roja Látex, el modelo obtuvo un MAPE de 12.72 %, valor que indica un nivel de error compatible con la toma de decisiones relacionadas con el abastecimiento del inventario, al situarse dentro del rango aceptable para contextos de demanda estable.

El modelo ARIMA obtuvo un MAPE promedio global de 25.18%, lo que se clasifica como un desempeño regular según la referencia de Lewis (1982),

atribuible a la alta variabilidad de demanda en algunos productos que incrementan el error promedio.

3.4.5. Comparación entre valores reales y pronosticados

Como parte del proceso de validación, se compararon los valores reales registrados durante el período de evaluación con las predicciones generadas por el modelo ARIMA. A continuación, la Tabla XXII presenta la comparación correspondiente al producto **pintura roja látex**.

Mes	Venta real	Pronóstico	Error absoluto	Error porcentual
Junio 2026	42	33	9	21,43%
Julio 2026	29	33	4	13,79%
Agosto 2026	34	33	1	2,94%

Tabla 23 Comparación entre valores reales y pronosticados

Nota: Comparación realizada entre los valores obtenidos de las ventas reales y el pronóstico.

El MAPE obtenido para este período de validación fue del 12,72%, este resultado indica una capacidad predictiva aceptable para este producto. Posteriormente se elaboró una representación gráfica con el fin de analizar visualmente el comportamiento del modelo.

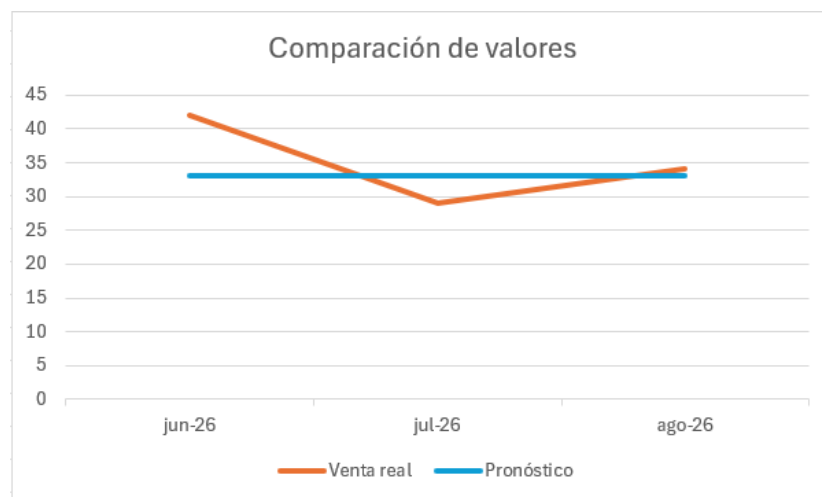


Figura. 17. Comparación entre ventas reales y ventas pronosticadas.

En la Figura 17 se evidencia que el modelo mantiene una tendencia similar a la serie histórica observada, presentando diferencias moderadas entre los valores reales y pronosticados. Aunque existen variaciones puntuales en algunos períodos, el comportamiento general confirma que el algoritmo es capaz de estimar adecuadamente la demanda futura y constituye una herramienta de apoyo para la planificación del abastecimiento.

3.4.6. Integración del modelo en el dashboard

3.4.6.1. Estructura del Dashboard de pronóstico

El dashboard de pronóstico de demanda está compuesto por un módulo que permite visualizar de manera integral el pronóstico de un producto en específico. Esta interfaz fue diseñada con el fin de mantener una presentación clara de información para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.

La Tabla XXIII describe las partes del componente que contiene el módulo.

Componente	Descripción	Ubicación
Encabezado	Muestra el nombre del producto, código y botones de acción	Parte superior
KPIs	6 indicadores clave del rendimiento	Sección principal
Tabla de validación	Comparación ventas reales vs pronóstico	Sección de validación
Gráficos	Pronóstico 3 meses e historial de 24 meses	Sección de visualización

Tabla 24 Componentes del Dashboard

Nota: Descripción de los componentes que contiene el dashboard del pronóstico.

3.4.6.2. Indicadores clave de desempeño (KPIs)

El sistema presenta 6 KPIs que permiten evaluar rápidamente la situación del producto, dentro de listado de los productos con el pronóstico realizado, se tomó como muestra el producto **pintura roja látex**. A modo de ejemplo, se presenta el caso del producto Pintura Roja Látex

KPIs	Descripción	Fórmula	Valor
Stock actual	Inventario disponible en el sistema	Valor directo de BD	10 unidades
Demanda 3 meses	Valor total de unidades estimadas	$\sum_{i=1}^3 \hat{Y}_{t+i}$	99 unidades
Compra sugerida	Unidades para reponer	$Demanda - Stock$	89 unidades
MAPE	Error porcentual	$= \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{Y_t - \bar{Y}_t}{Y_t} \right $	12,72%
Modelo ARIMA	Modelo utilizado	Mejor AIC	ARIMA (0,1,1)

Tabla 25 Indicadores Clave de Desempeño

Nota: Descripción de los indicadores clave para el producto **pintura roja látex**.

3.4.6.3. Visualización de resultados

a) KPIs

En la Figura 18 se muestran los 6 indicadores claves que se utilizaron dentro del sistema, para presentar de manera clara dentro del módulo la información requerida para la toma de decisiones en la gestión de inventario.

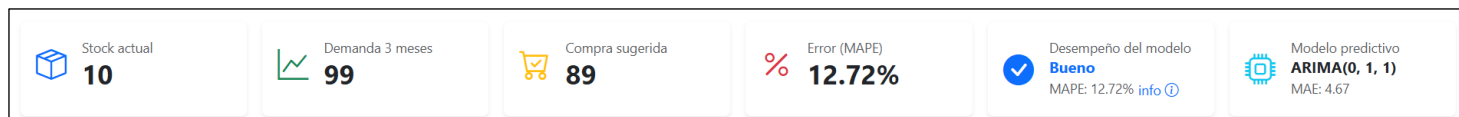


Figura. 18. Indicadores clave (KPIs)

b) Tabla de validación

La Figura 19 presenta la tabla de validación que compara los valores reales con los valores pronosticados correspondientes a los últimos tres meses. Esta comparación permite evaluar el margen de error del modelo y verificar su desempeño en datos recientes.

Validación del modelo (Backtesting) Últimos 3 meses				
Mes	Real	Pronosticado	Error absoluto	Error porcentual
junio de 2026	42	33	9	21.43%
julio de 2026	29	33	4	13.79%
agosto de 2026	34	33	1	2.94%
Promedio			4.67 (MAE)	12.72% (MAPE)

Figura. 19. Validación del modelo

c) Gráfico de pronóstico (3 meses)

La Figura 20 muestra la tendencia de la demanda pronosticada estimada para los próximos 3 meses, permitiendo visualizar el comportamiento esperado.

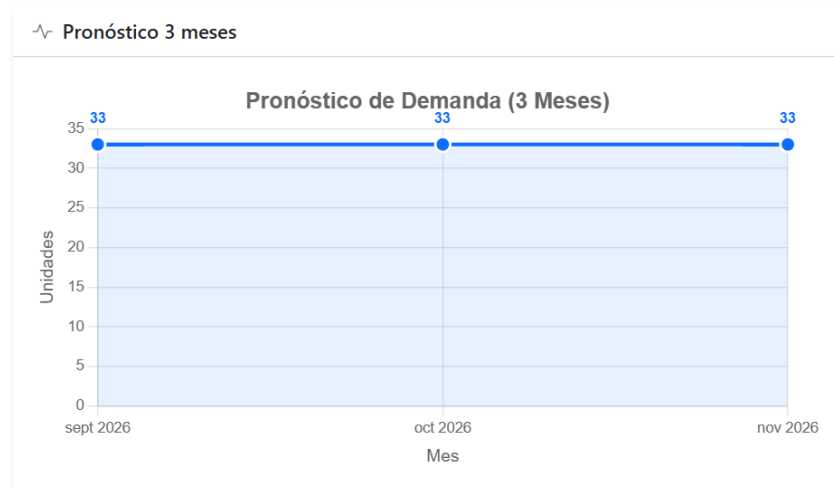


Figura. 20. Pronóstico de demanda (3meses).

d) Gráfico de historial de ventas (24 meses)

Este gráfico muestra el comportamiento histórico de las ventas en los últimos 24 meses, permitiendo identificar patrones estacionales y tendencias, tal y como se muestra en la Figura 21.

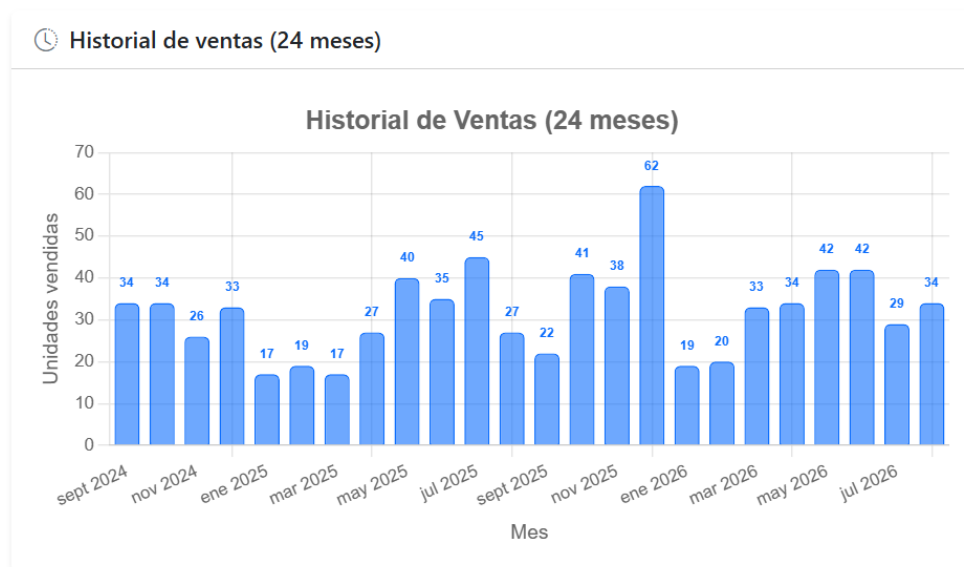


Figura. 21. Historial de ventas

La validación del pronóstico de demanda, basada en la comparación entre ventas reales y valores pronosticados, se sustenta en indicadores de error (MAE, RMSE, MAPE) que permiten cuantificar la discrepancia del modelo durante el período de backtesting (3 meses). Los resultados obtenidos evidencian que, para productos con demanda estable, los errores se mantienen dentro de umbrales operativos aceptables según la clasificación de Lewis (1982), lo que respalda su uso como herramienta de apoyo para la planificación de compras y la gestión de inventarios de los productos Clase A.

3.5. Diseño de interfaces.

Inicio de sesión.

El sistema web presenta la pantalla de inicio de sesión, mediante la cual los usuarios ingresan sus credenciales, como nombre de usuario y contraseña, para acceder de forma segura a las funcionalidades del sistema. La pantalla permite validar las credenciales y controlar el acceso únicamente a usuarios autenticados.

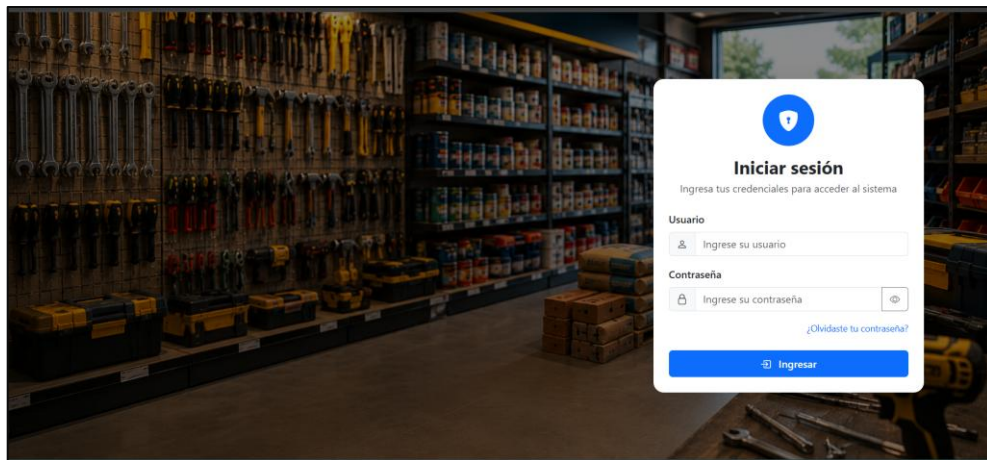


Figura. 22. Interfaz de pantalla de Inicio Sesión.

La Figura 22 presenta la interfaz principal de inicio de sesión del sistema web. Desde esta pantalla, los usuarios registrados pueden acceder al sistema mediante el ingreso de sus credenciales, correspondientes al nombre de usuario y contraseña. La interfaz permite validar la identidad del usuario antes de otorgarle acceso a las funcionalidades internas de la plataforma, garantizando que únicamente el personal

autenticado pueda acceder a la información y funcionalidades disponibles según sus permisos.

Dashboard.

La pantalla Dashboard presenta una vista general de los principales indicadores del negocio, permitiendo consultar de manera rápida información relacionada con las ventas, compras e inventario. En ella se muestran métricas generales y diferentes gráficos y reportes, como los productos más vendidos, ventas por categoría, comportamiento mensual de las ventas, clasificación ABC y productos con bajo stock, facilitando el análisis de la información y la toma de decisiones para la gestión comercial y del inventario.

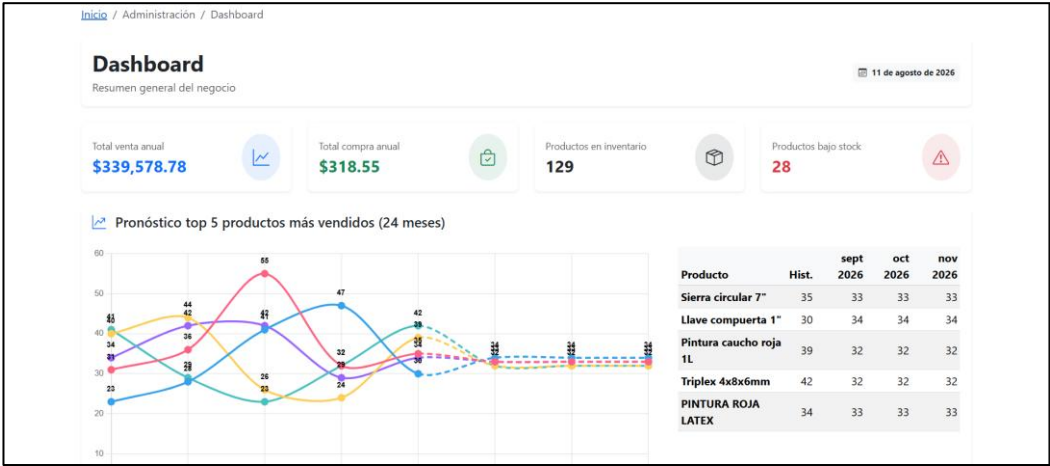


Figura. 23. Dashboard principal – KPIs y gráfico de pronóstico de 5 productos top.



Figura. 24. Dashboard de Análisis y Gestión de Ventas e Inventario

La Figura 23 presenta la vista general del dashboard principal, diseñado para la alta gerencia, administradores y encargados de inventario. En esta pantalla, los usuarios visualizan de forma organizada los indicadores clave del negocio, distribuidos en módulos estratégicos: KPI de ventas y compras anuales, total de productos en inventario y alerta de productos con stock bajo. Detalla los módulos de análisis y pronóstico del dashboard. Incluye el panel de pronóstico de demanda (top 5 productos más vendidos con proyección a 3 meses),

La Figura 24 presenta el top de los productos más vendidos en el mes, las ventas mensuales por categoría, el comportamiento de ventas del mes, la clasificación ABC de productos (segmentación según su impacto en ventas) y la tabla de productos bajo stock con sugerencias automáticas de compra. Estos módulos permiten anticipar tendencias de consumo, detectar desviaciones entre la demanda estimada y las ventas reales, y optimizar decisiones como ajustes de reabastecimiento, negociación con proveedores y planificación de promociones, fortaleciendo así la gestión estratégica del inventario y la toma de decisiones gerenciales.

Listado de usuarios.

La interfaz de listado de usuarios permite al administrador consultar y gestionar las cuentas registradas en el sistema mediante una tabla organizada que muestra información como nombre, identificación, correo electrónico y estado de cada usuario. La pantalla también proporciona opciones para editar los datos de los usuarios existentes y agregar nuevas cuentas, facilitando la administración y actualización de la información de los usuarios del sistema.

SISTEMA DE GESTIÓN					
Inicio / Usuarios / Ver usuarios					
USUARIOS DEL SISTEMA					+ Agregar nuevo/a
Nombre	Usuario	Identificación	Correo	Estado	Acciones
MICHAELMENCE	michael13	0928210268	michaelmense3@gmail.com	Activo	i
LADY RODRIGUEZ	lady01	0928014843	lsrt@gmail.com	Activo	i
GEOMENC	geomen	09876544221	geomen@gmail.com	Activo	i
VENDEDOR PRUEBA	vendedor1	0987364758	vendedorprueba@gmail.com	Activo	i
BODEGA PRUEBA1	bodega1	0987654321	bodegaprueba1@gmail.com	Activo	i
VENDEDOR2	vendedor2	098764536212	-	Activo	i
MICHAEL ANTHONY MENCE ...	michaelm1	0928210250	michaelmense3@gmail.com	Activo	i

Figura. 25. Interfaz listado de usuarios.

La Figura 25 presenta la interfaz de listado de usuarios del sistema. Desde esta pantalla, el administrador puede consultar y gestionar las cuentas registradas mediante una tabla que muestra información como nombre, identificación, correo electrónico y estado. Además, la interfaz permite editar los datos de los usuarios existentes y agregar nuevas cuentas, facilitando la administración y actualización de la información de los usuarios del sistema.

Registro de usuarios.

La interfaz de registro de usuarios permite al administrador crear nuevas cuentas mediante un formulario que solicita información como tipo de persona, tipo de identificación, nombres, apellidos, identificación, correo electrónico, usuario, contraseña y perfil de acceso. La pantalla permite seleccionar el rol que determinará los permisos del nuevo usuario dentro del sistema y, una vez completados los campos requeridos, guardar la información para registrar la cuenta y habilitar su acceso según el perfil asignado.

Nuevo Usuario

Gestión de usuarios y perfiles del sistema

Los campos marcados con * son obligatorios.

Datos Personales

Tipo Persona *

Natural

Tipo Identificación *

Cédula

Nombres *

Michael Anthony

Apellidos

Mence Figueroa

Identificación *

0928210250

Representante Legal

Teléfono

Celular

0987979314

Correo Electrónico

michaelmense3@gmail.com

Dirección *

av. chile, calle mexico

Datos Usuario

Username *

michaelm1

Contraseña *

.....

Estado

Activo

Perfiles

Seleccione uno o varios perfiles *

☐ RS_SISTEMAS

☒ RS_BODEGA

☐ RS_VENDEDOR

Cancelar

Guardar Usuario

Figura. 26. Interfaz nuevo usuario.

La Figura 26 presenta la interfaz de registro de nuevos usuarios en el sistema. Desde esta pantalla, el administrador puede crear cuentas mediante un formulario que solicita información personal, datos de identificación, correo electrónico, usuario, contraseña y perfil de acceso. La interfaz permite seleccionar el rol que determinará los permisos del nuevo usuario y guardar la información una vez completados los campos requeridos, facilitando la incorporación y configuración de nuevas cuentas dentro del sistema.

Edición de usuarios.

La interfaz de edición de usuarios permitirá modificar la información de las cuentas previamente registradas en el sistema. Esta funcionalidad permitirá actualizar datos personales y de contacto, modificar las credenciales de acceso y cambiar el perfil asignado al usuario, facilitando el mantenimiento de la información y la administración de los permisos correspondientes.

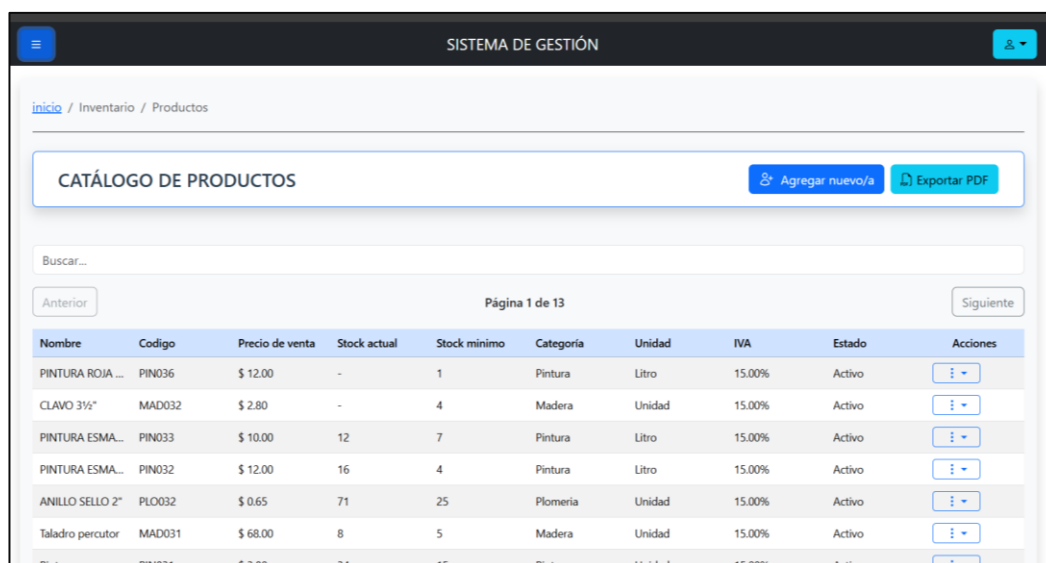
64

Figura. 27. Interfaz Edición de usuario.

La Figura 27 presenta la interfaz de edición de usuarios del sistema. Desde esta pantalla, el administrador puede consultar y modificar información como nombres, apellidos, identificación, teléfono, correo electrónico y dirección. También puede actualizar el nombre de usuario, contraseña y perfil de acceso, de acuerdo con las necesidades de administración de cada cuenta. Una vez realizados los cambios, la información puede guardarse mediante el botón “Actualizar Usuario”, permitiendo mantener actualizados los datos de los usuarios registrados.

Listado de productos.

La interfaz de listado de productos permitirá consultar los artículos registrados en el sistema mediante una tabla organizada. Esta pantalla mostrará información relevante de cada producto, como código, nombre, categoría, precio, stock disponible y estado. Asimismo, contará con opciones para realizar acciones de gestión sobre los registros existentes, facilitando la consulta y administración del catálogo de productos.



Nombre	Codigo	Precio de venta	Stock actual	Stock minimo	Categoria	Unidad	IVA	Estado	Acciones
PINTURA ROJA ...	PIN036	\$ 12.00	-	1	Pintura	Litro	15.00%	Activo	[icon]
CLAVO 3 1/2"	MAD032	\$ 2.80	-	4	Madera	Unidad	15.00%	Activo	[icon]
PINTURA ESMA...	PIN033	\$ 10.00	12	7	Pintura	Litro	15.00%	Activo	[icon]
PINTURA ESMA...	PIN032	\$ 12.00	16	4	Pintura	Litro	15.00%	Activo	[icon]
ANILLO SELLO 2"	PL0032	\$ 0.65	71	25	Plomeria	Unidad	15.00%	Activo	[icon]
Taladro percutor	MAD031	\$ 68.00	8	5	Madera	Unidad	15.00%	Activo	[icon]
Pintura spray n...	PIN031	\$ 3.80	34	15	Pintura	Unidad	15.00%	Activo	[icon]

Figura. 28. Interfaz listado de productos.

La Figura 28 presenta la interfaz de gestión del catálogo de productos. Desde esta pantalla, el encargado de inventario o el administrador puede consultar los artículos registrados mediante una tabla que muestra el código, nombre, categoría, precio de venta, stock actual y estado de cada producto. La interfaz dispone de opciones de búsqueda y paginación para facilitar la consulta de los registros, así como botones para agregar nuevos productos, exportar el listado en formato PDF y editar la información de los productos existentes. De esta manera, la pantalla facilita la administración y actualización de la información del catálogo de productos.

Registro de productos.

La interfaz de registro de productos permitirá ingresar nuevos artículos al sistema mediante un formulario estructurado. En esta pantalla se capturarán datos relevantes del producto, como nombre, código, categoría, unidad de medida, porcentaje de IVA, precio de venta y stock mínimo, necesarios para su incorporación al catálogo del sistema.

Editar Producto

Registro y gestión de productos del sistema

Los campos marcados con * son obligatorios.

Datos del Producto

Nombre *	Código *
CLAVO 3½"	MAD032
Categoría *	Unidad de Medida *
Madera	Unidad
	IVA *
	15.00%
Stock Mínimo *	Stock Actual *
4	0
	Precio Venta *
	2,80
Estado	
Activo	

Cancelar
Actualizar Producto

Figura. 30. Interfaz edición de producto.

La Figura 30 presenta la interfaz de edición de productos, mediante la cual el encargado de inventario o el administrador puede modificar la información de los artículos registrados. Desde esta pantalla se pueden actualizar datos como nombre, código, categoría, unidad de medida, porcentaje de IVA, precio de venta y stock mínimo. Una vez realizados los cambios, el usuario puede guardar la información actualizada para que las modificaciones se reflejen en el registro correspondiente, facilitando el mantenimiento del catálogo y la gestión de los datos utilizados en los procesos de inventario y ventas.

Clasificación ABC.

La funcionalidad de clasificación ABC permitirá categorizar los productos según su importancia y contribución al volumen de ventas o al valor económico generado. La clasificación organizará los productos en tres grupos: **Clase A**, correspondiente a los productos de mayor importancia y contribución; **Clase B**, que agrupa los productos de importancia intermedia; y **Clase C**, conformada por los productos con menor contribución económica. Esta clasificación facilitará la priorización de los productos para su gestión y control dentro del inventario.

SISTEMA DE GESTIÓN						
Inicio / Inventario						
INVENTARIO ABC (últimos 24 meses)						
Todos Clase A Clase B Clase C Generar Pronósticos Clase A Buscar... Anterior Página 1 de 6 Siguiente						
Producto	Código	Valor Ventas	%	Acumulado	Clase	Stock
Lijadora orbital	MAD022	\$ 58105.62	8.77%	8.77%	A	15
Garlopa eléctrica	MAD021	\$ 47341.78	7.14%	15.91%	A	13
Sierra circular 7"	MAD030	\$ 46746.59	7.05%	22.96%	A	14
TALADRO PERCUTOR	MAD031	\$ 41591.73	6.27%	29.23%	A	11
Trampa grasa plástica	PLO025	\$ 29530.72	4.45%	33.69%	A	13
Triplex 4x8x6mm	MAD005	\$ 23303.42	3.52%	37.20%	A	12
Triplex 4x8x9mm	MAD006	\$ 22765.50	3.43%	40.64%	A	11
Pistola pintura 650ml	PIN025	\$ 20912.54	3.15%	43.79%	A	15
MDF 4x8x6mm	MAD008	\$ 16287.43	2.46%	46.25%	A	10
Ducha eléctrica 5500w	PLO013	\$ 16088.96	2.43%	48.68%	A	10

Figura. 31. Interfaz clasificación ABC.

La Figura 31 presenta la interfaz de clasificación ABC, mediante la cual el administrador o encargado de inventario puede consultar la categorización de los productos según su nivel de importancia económica. La pantalla permite identificar los artículos pertenecientes a las clases A, B y C, facilitando la interpretación de su participación dentro de las ventas o del valor generado. Esta información sirve como apoyo para establecer prioridades en la gestión del inventario, orientar el seguimiento de los productos de mayor relevancia y facilitar la toma de decisiones relacionadas con el abastecimiento.

Pronóstico de demanda para productos clase A.

El sistema incorporará un módulo de pronóstico de demanda orientado a los productos clasificados como **Clase A** dentro del análisis ABC, debido a su mayor importancia y contribución económica. Esta funcionalidad permitirá analizar el comportamiento histórico de las ventas y generar proyecciones de demanda para apoyar la planificación del abastecimiento y la gestión de estos productos prioritarios.

[Inicio](#) / [Inventario](#) / [Pronosticar Demanda](#)

PRODUCTOS CLASE A
Regresar
Exportar PDF

Anterior
Página 1 de 3
Siguiente

Producto	Stock	Demanda prox 3M	Sugerencia de compra	Venta estimada	Acciones
Llave compuerta 1"	10	102	92	\$1581,00	
Trampa grasa plástica	13	102	89	\$3264,00	
PINTURA ROJA LATEX	10	99	89	\$1188,00	
Sierra circular 7"	14	99	85	\$4455,00	
Triplex 4x8x6mm	12	96	84	\$2380,80	
Pintura texturizada	14	96	82	\$1584,00	
Pistola pintura 650ml	15	96	81	\$2160,00	

Figura. 32. Interfaz pronóstico de demanda clase A.

La Figura 32 presenta el módulo de pronóstico de demanda para productos clasificados como Clase A. Desde esta pantalla, el administrador o encargado de planificación puede consultar proyecciones de ventas futuras calculadas a partir del comportamiento histórico de los productos durante un período de 24 meses. La información permite identificar tendencias y estimar las necesidades futuras de los artículos de mayor importancia económica, proporcionando un apoyo para la planificación de compras y la gestión de los niveles de inventario.

Detalle del pronóstico de demanda.

La interfaz de detalle del pronóstico de demanda se mostrará al seleccionar un producto específico dentro del módulo de análisis. Esta pantalla presentará información detallada para facilitar la interpretación de las proyecciones y apoyar la toma de decisiones. Entre sus principales elementos se encuentran un encabezado con el nombre y código del producto y botones de acción, una sección con indicadores clave de rendimiento (KPIs), una tabla de validación que compara las ventas reales con las pronosticadas, gráficos con el pronóstico de los próximos tres meses y el historial de ventas de los últimos 24 meses, y un resumen con información relevante del producto.

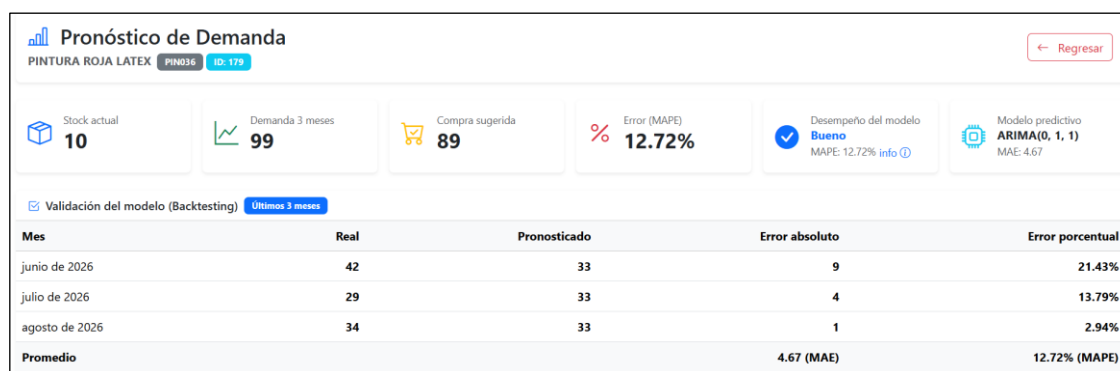


Figura. 33. Pronóstico de demanda y validación del modelo mediante backtesting.

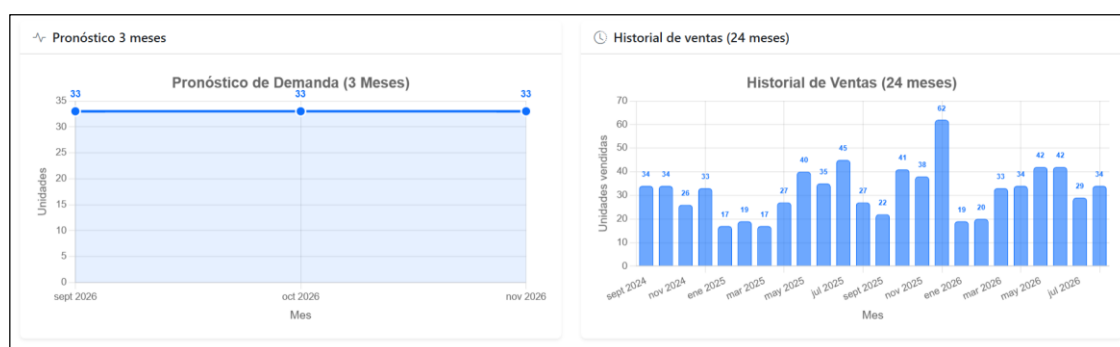


Figura. 34. Comportamiento histórico y pronóstico de la demanda.

Las Figuras 33 y 34 presentan la interfaz de detalle del pronóstico de demanda, que se despliega al seleccionar un producto específico dentro del módulo de análisis. La pantalla permite al administrador o encargado de planificación consultar información detallada del producto mediante indicadores clave, una tabla de validación de ventas reales y pronosticadas, y gráficos que muestran la evolución histórica de las ventas y la proyección para los próximos tres meses, facilitando la interpretación del comportamiento de la demanda y el apoyo a las decisiones relacionadas con la planificación de compras y el abastecimiento.

Generación de ventas.

La interfaz de generación de ventas permitirá registrar nuevas transacciones comerciales de manera rápida y organizada. El usuario podrá seleccionar los productos solicitados por el cliente, especificar las cantidades correspondientes, visualizar automáticamente el importe total de la venta y seleccionar el método de pago. Una vez confirmada la transacción, el sistema actualizará el inventario y generará el comprobante o factura

correspondiente, facilitando el proceso de atención al cliente y manteniendo actualizada la información relacionada con las ventas y existencias.

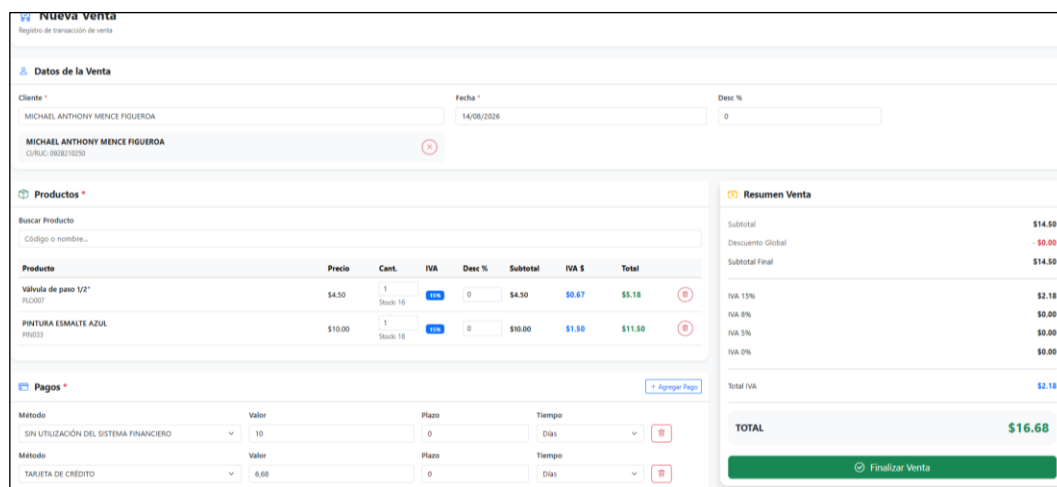


Figura. 35. Interfaz nueva venta.

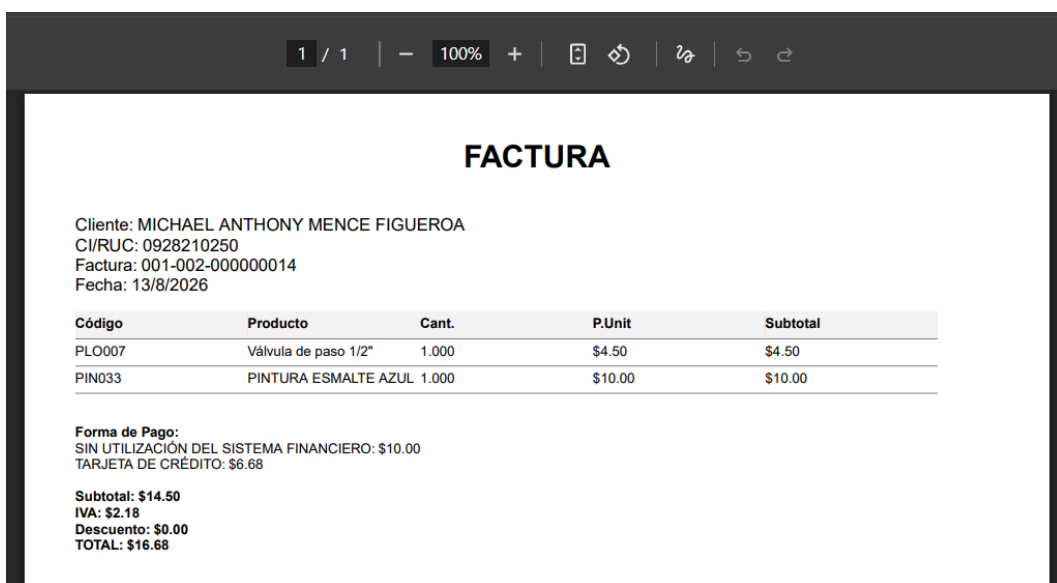


Figura. 36. Interfaz nueva venta – Factura.

Las Figuras 35 y 36 presentan la interfaz de generación de ventas, mediante la cual el vendedor puede registrar nuevas transacciones comerciales. Desde esta pantalla puede seleccionar los productos solicitados, indicar las cantidades, consultar el importe total de la venta y elegir el método de pago. Una vez confirmada la operación, el sistema procesa la transacción, actualiza las existencias correspondientes y genera el comprobante o factura de la venta. Esta funcionalidad

facilita el registro de las operaciones comerciales y agiliza el proceso de atención al cliente.

Caja.

En esta interfaz se permitirá consultar las operaciones realizadas por cada vendedor durante una fecha específica. Mediante esta funcionalidad, será posible visualizar el detalle de las ventas efectuadas, incluyendo información como número de factura, fecha, cliente, monto total y estado de la transacción.

Además, el sistema proporcionará herramientas para la gestión de incidencias, permitiendo realizar la anulación de ventas cuando sea necesario y la reimpresión de facturas previamente emitidas. Estas características facilitan el control y seguimiento de las operaciones comerciales realizadas por los vendedores.



Figura. 37. Interfaz caja.



Figura. 38. Interfaz detalle de caja.

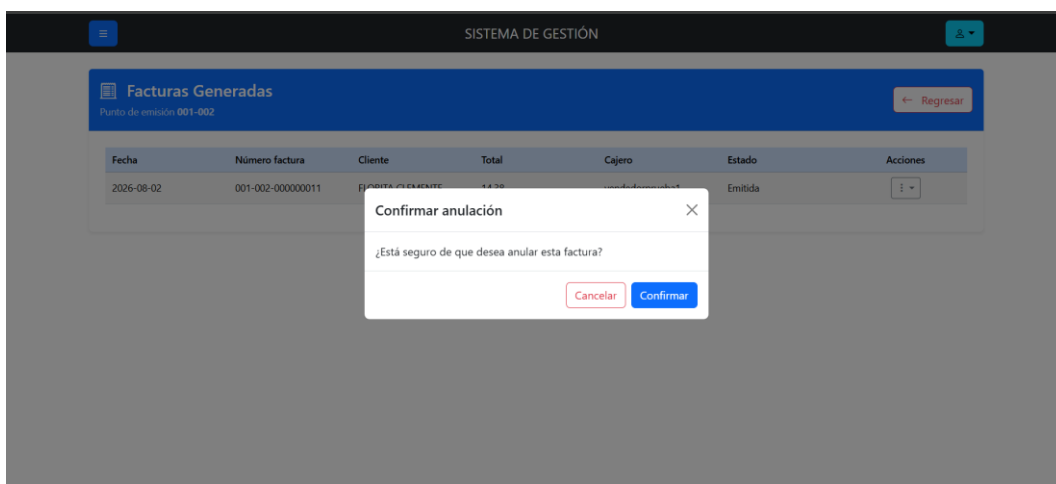


Figura. 39 Interfaz anulación de venta

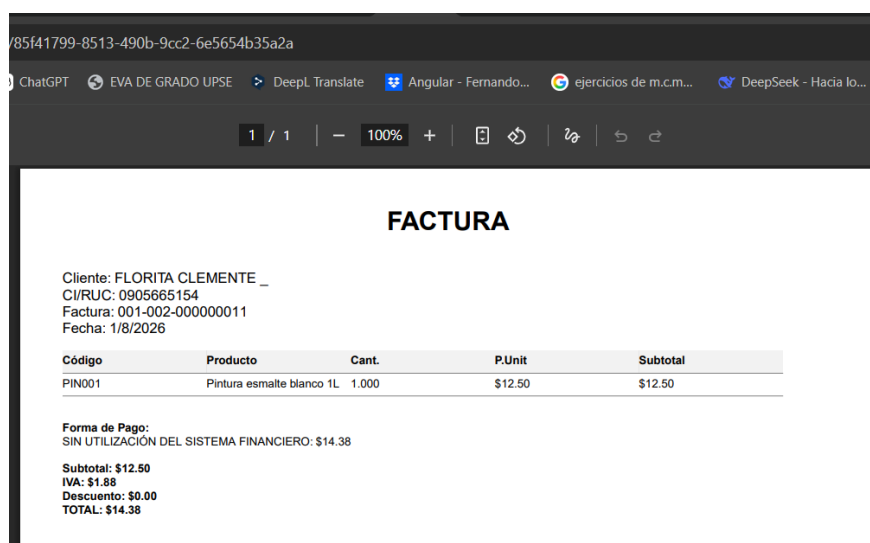


Figura. 40 Reimpresión de factura

Las Figuras 37,38,39 y 40 presentan la interfaz de caja, diseñada para consultar y gestionar las operaciones comerciales realizadas por cada vendedor durante el día. Desde esta pantalla, el administrador o el vendedor puede visualizar en detalle las ventas efectuadas, incluyendo información como el número de factura, la fecha, el nombre del cliente, el monto total y el estado actual de cada transacción. Asimismo, la interfaz proporciona herramientas clave para la gestión de incidencias, permitiendo realizar la anulación de ventas cuando sea necesario y la reimpresión de facturas previamente emitidas. Esta funcionalidad aporta un control financiero y operativo robusto al sistema, facilitando el seguimiento del desempeño de los vendedores, garantizando la integridad de los registros y brindando soluciones ágiles ante contingencias comerciales.

Reporte de ventas.

La interfaz de reportes de ventas permitirá consultar información histórica de las transacciones comerciales mediante la selección de un rango de fechas. Esta funcionalidad permitirá visualizar de forma organizada las ventas registradas durante el período seleccionado y obtener información consolidada para su análisis. Asimismo, el sistema contará con una opción para exportar los resultados en formato PDF, facilitando la generación y presentación de reportes para fines administrativos y de control.

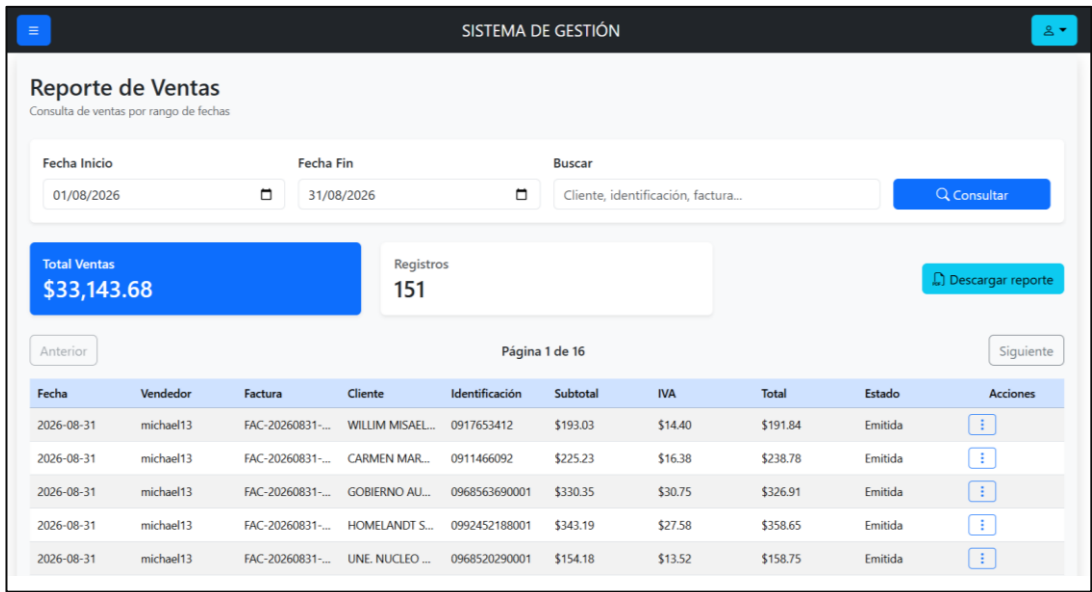


Figura. 41. Interfaz reporte de ventas.

hence/Downloads/reporte-ventas-2026-08-01-al-2026-08-31%20(1).pdf

ChatGPT EVA DE GRADO UPSE DeepL Translate Angular - Fernando... ejercicios de m.c.m... DeepSeek - Hacia lo...

1 / 76 | - 100% + | | 28 | ↶ ↷

REPORTE DE VENTAS

Desde: 2026-08-01 Hasta: 2026-08-31

Fecha de emisión: 2/8/2026, 2:10:06 a. m.

Usuario que emitió: michael13

Factura: FAC-20260801-002231 Estado: EMITIDA
 Fecha: 2026-08-01
 Cliente: MARYURI ELIZABETH ALAVA INTRIAGO
 CI/RUC: 0923124937

Código	Producto	Cant.	P.Unit	Subtotal
PLO027	Cinta teflón 12mm	3.000	\$0.80	\$2.40
PLO004	Codo 90° PVC 3/4"	1.000	\$0.95	\$0.95
ELE013	Tubo conduit 3/4"	5.000	\$3.39	\$16.95
PIN023	Pintura caucho roja 1L	4.000	\$16.10	\$64.40
ELE027	Pastilla 50A	3.000	\$17.48	\$52.44
PLO006	Reducción PVC 1/2" a 3/4"	1.000	\$1.31	\$1.31

Pagos:
 SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO: \$142.15

Subtotal: \$138.45
IVA: \$9.08
Descuento: \$5.38
TOTAL: \$142.15

Factura: FAC-20260801-002232 Estado: EMITIDA
 Fecha: 2026-08-01
 Cliente: NARCIZA DE JESUS PEÑA RON
 CI/RUC: 0909000598

Código	Producto	Cant.	P.Unit	Subtotal
--------	----------	-------	--------	----------

Figura. 42. Reporte en formato PDF.

Las Figuras 41 y 42 presentan la interfaz de reportes de ventas, mediante la cual el administrador puede consultar las transacciones comerciales registradas durante un período determinado. La pantalla permite seleccionar un rango de fechas y visualizar de forma organizada la información correspondiente a las ventas realizadas, facilitando su consulta y análisis. Además, cuenta con una opción para exportar los resultados en formato PDF, lo que permite generar reportes para su utilización en procesos administrativos, contables y de control.

Registro de compra.

La interfaz de registro de compras permitirá ingresar nuevas adquisiciones de mercancía al sistema. En esta pantalla, el usuario podrá seleccionar los productos adquiridos, especificar las cantidades, registrar el proveedor,

ingresar el costo correspondiente de cada artículo y adjuntar el documento que respalde la compra en formato PDF o imagen. Una vez registrada la adquisición, el sistema actualizará las existencias de los productos correspondientes, facilitando el control de las entradas de mercancía y el seguimiento de los productos disponibles en inventario.

Figura. 43. Interfaz registro de compra.

La Figura 43 presenta la interfaz de registro de compras, mediante la cual el encargado de compras o el administrador puede ingresar nuevas adquisiciones de mercancía al sistema. Desde esta pantalla es posible seleccionar los productos comprados, indicar las cantidades, registrar el proveedor, ingresar el costo unitario y adjuntar un archivo digital en formato PDF o imagen como respaldo de la transacción. Una vez confirmada la compra, el sistema actualiza las existencias correspondientes, incrementando el stock de los productos registrados y permitiendo mantener un seguimiento organizado de las adquisiciones realizadas.

Reporte de compras.

La interfaz de reportes de compras permitirá consultar las adquisiciones realizadas durante un rango de fechas determinado. El usuario podrá visualizar un resumen organizado de las compras efectuadas, incluyendo información como la fecha de la operación, el usuario responsable del registro, el proveedor, el número de factura y los montos totales. Esta

funcionalidad facilitará la consulta y el seguimiento de las adquisiciones registradas en el sistema.

Fecha	Usuario ingreso	Factura	Proveedor	Representante legal	Identificación	Subtotal	IVA	Total	Acciones
2026-08-14	michael13	DWVQ-001-00...	DALASTON WIL...	-	0915409320	\$12.00	\$1.80	\$13.80	[...]
2026-08-14	bodega1	FEM-001-001-0...	-	-	0992308648001	\$5.00	\$0.75	\$5.75	[...]
2026-08-06	michael13	UPBC-001-001-...	UBALDO PLACI...	-	0909168213	\$5.00	\$0.40	\$5.40	[...]

Figura. 44. Interfaz reporte de compras.

La Figura 44 presenta la interfaz de reportes de compras, mediante la cual el encargado de compras o el administrador puede consultar el historial de adquisiciones realizadas por la empresa. La pantalla permite filtrar la información mediante la selección de un rango de fechas y visualizar los resultados en una tabla que contiene datos como la fecha de la operación, el usuario responsable del registro, el proveedor, el número de factura y los montos correspondientes a cada compra. Esta funcionalidad facilita el seguimiento de las adquisiciones realizadas y proporciona información organizada para apoyar las actividades de control y gestión de compras.

Establecimiento.

La interfaz de establecimiento permitirá consultar y gestionar los datos generales de la empresa registrados en el sistema. En esta pantalla se podrá visualizar información como el nombre comercial, dirección, datos necesarios para la identificación del negocio y la configuración de la información institucional.



Figura. 45. Interfaz de establecimiento.

La Figura 45 presenta la interfaz de configuración del establecimiento, mediante la cual el administrador puede consultar la información general de la empresa dentro del sistema. Desde esta pantalla es posible visualizar datos institucionales, como el nombre comercial, dirección fiscal y el código. La centralización de esta información facilita su administración y permite disponer de los datos del establecimiento para su utilización en documentos y reportes generados por el sistema

Listado de Punto de emisión.

La interfaz de listado de puntos de emisión permitirá consultar los puntos registrados en el sistema. Cada registro mostrará información relevante para identificar los diferentes puntos habilitados para la generación de comprobantes, facilitando su consulta, administración y control.

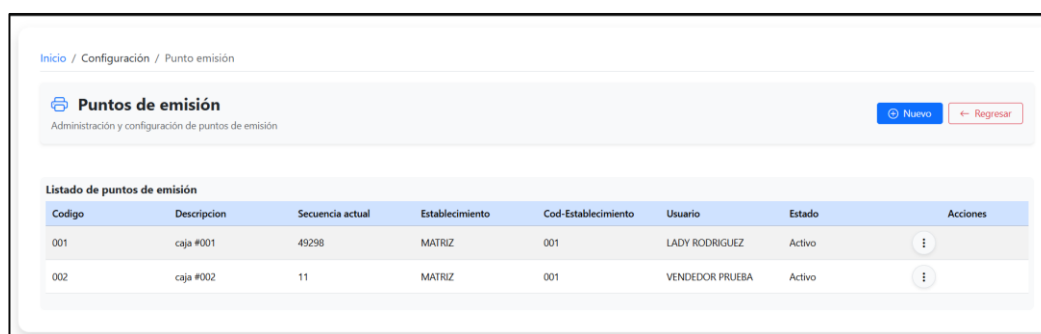


Figura. 46. Interfaz Listado de puntos de emisión.

La Figura 46 presenta la interfaz de listado de puntos de emisión, mediante la cual el administrador puede consultar los registros de los puntos habilitados para la

generación de comprobantes dentro del sistema. La pantalla permite visualizar información de identificación de cada punto, como su nombre, descripción, código, establecimiento, usuario asignado y estado, facilitando el seguimiento y la administración de los registros disponibles. Esta funcionalidad permite mantener organizada la información de los puntos de emisión utilizados para la generación de facturas y otros comprobantes del sistema.

Registro de Punto de emisión.

La interfaz de registro de puntos de emisión permitirá crear nuevos puntos dentro del sistema. En esta pantalla se ingresarán los datos necesarios para su identificación y configuración para las operaciones de facturación. Asimismo, el sistema establecerá la relación entre los puntos de emisión y los usuarios, de manera que cada punto de emisión sea asignado a un único usuario y cada usuario con rol de vendedor tenga asignado un único punto de emisión.

Figura. 47. Interfaz nuevo punto de emisión.

La Figura 47 presenta la interfaz de registro de puntos de emisión, mediante la cual el administrador puede crear y configurar nuevos puntos para su utilización en las operaciones de facturación. Desde esta pantalla se ingresan los datos necesarios para identificar el punto y se realiza su asignación al usuario correspondiente. La interfaz aplica la regla de que cada punto de emisión puede estar asociado a un único usuario y que cada usuario con rol de vendedor debe contar con un único

punto de emisión, facilitando la organización y el control de las asignaciones dentro del sistema.

Edición de punto de emisión.

La interfaz de edición de puntos de emisión permitirá actualizar la información de los puntos previamente registrados en el sistema. Mediante esta funcionalidad será posible modificar datos como la descripción del punto y el vendedor asignado, manteniendo la configuración actualizada de acuerdo con las necesidades operativas del sistema.

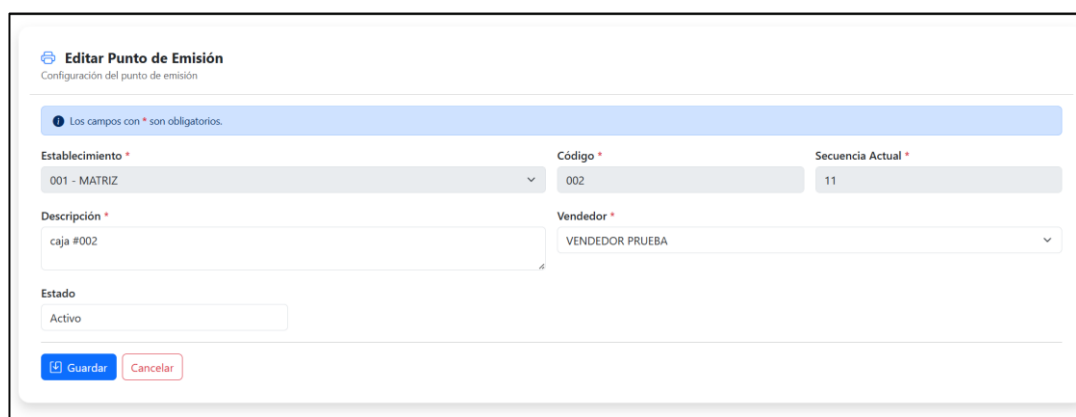


Figura. 48. Interfaz Edición de punto de emisión.

La Figura 48 presenta la interfaz de edición de puntos de emisión, mediante la cual el administrador puede modificar la descripción y el vendedor asignado a un punto registrado. Una vez realizados los cambios, podrá guardar la información actualizada. La pantalla mantiene las reglas de asignación establecidas entre los puntos de emisión y los usuarios con rol de vendedor, facilitando la administración de estos registros.

Gestión de permisos por perfil.

La interfaz de gestión de permisos por perfil permitirá definir el acceso de los usuarios a las diferentes funcionalidades del sistema según el rol asignado. El administrador podrá seleccionar un perfil, como administrador, vendedor o bodega, y configurar los permisos correspondientes sobre los módulos disponibles, permitiendo establecer qué funcionalidades estarán habilitadas o restringidas para cada perfil.

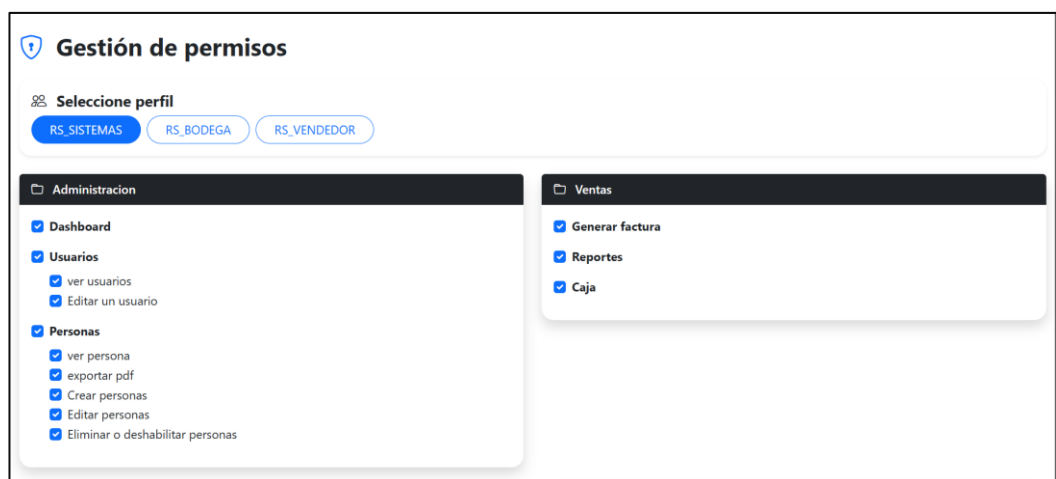


Figura. 49. Interfaz gestión de permisos por perfil.

La Figura 49 presenta la interfaz de gestión de permisos por perfil, mediante la cual el administrador puede seleccionar un perfil de usuario y configurar su acceso a los módulos de Administración, Ventas, Inventario, Compras y Configuración. La pantalla permite habilitar o deshabilitar permisos sobre las diferentes funcionalidades disponibles, de acuerdo con las responsabilidades asignadas a cada perfil. Esta configuración facilita la administración centralizada de los accesos y permite establecer los permisos necesarios para cada tipo de usuario dentro del sistema.

3.6. Pruebas.

Prueba N°1: Inicio de sesión	
Objetivo	Verificar el ingreso al sistema web con credenciales válidas e inválidas
Roles	Administrador, Bodeguero, Vendedor
Caso N°1: Usuario y contraseña válidos	
Datos de entrada	Datos de salida
• Usuario • Contraseña	• El sistema valida las credenciales de acceso • La aplicación web verifica los datos y brinda acceso al panel principal del sistema según el rol
Caso N°2: Usuario válido, contraseña inválida	

Datos de entrada	Datos de salida
• Usuario • Contraseña	• El sistema muestra un mensaje "Clsve incorrecta" • No permite el acceso al sistema
Caso N°3: Usuario inactivo	
Datos de entrada	Datos de salida
• Usuario • Contraseña	• El sistema muestra un mensaje "Acceso denegado" • No permite el acceso al sistema
Conclusión	Evaluación
El sistema web se comportó de acuerdo con lo esperado, permitiendo el acceso solo con credenciales válidas y usuarios activos.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 26 Prueba de funcionalidad - Inicio sesión

Prueba N°2: Gestionar usuarios	
Objetivo	Verificar las operaciones CRUD de usuarios, incluyendo asignación de roles
Roles	Administrador.
Caso N°1: Registrar nuevo usuario	
Datos de entrada	Datos de salida
• Nombre • Identificación • Tipo persona (natural, jurídico) • Tipo identificación (CI, RUC, pasaporte) • Correo • Dirección • Usuario • Contraseña • Rol	• Usuario registrado en la base de datos • Muestra mensaje "Usuario registrado exitosamente" • Aparece en el listado de usuarios
Caso N°2: Deshabilitar usuario	
Datos de entrada	Datos de salida

• Usuario • Clic en “acciones”-> “deshabilitar usuario”	• Estado del usuario cambia a 0 (inactivo) • Usuario no puede iniciar sesión
Conclusión	Evaluación
El sistema permite gestionar usuarios correctamente, incluyendo creación, edición y deshabilitación.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 27 Prueba de funcionalidad - Gestionar usuarios

Prueba N°3: Gestionar personas	
Objetivo	Verificar las operaciones CRUD de personas (clientes, proveedores).
Roles	Administrador, vendedor
Caso N°1: Registrar nueva persona	
Datos de entrada	Datos de salida
• Nombre • Identificación • Tipo persona (natural, jurídico) • Tipo identificación (CI, RUC, pasaporte) • Correo • Dirección	• Persona registrada en la base de datos • Muestra mensaje "Persona registrada exitosamente" • Aparece en el listado de personas
Caso N°2: Deshabilitar persona	
Datos de entrada	Datos de salida
• Persona • Clic en “acciones”-> “deshabilitar persona”	• Estado de la persona cambia a 0 (inactivo) • Persona no puede realizar ventas.
Conclusión	Evaluación
El sistema permite gestionar personas correctamente, incluyendo creación, edición y deshabilitación.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 28 Prueba de funcionalidad - Gestionar personas

Prueba N°4: Gestionar productos	
Objetivo	Verificar las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) de productos
Roles	Administrador, bodeguero.
Caso N°1: Registrar nuevo producto	
Datos de entrada	Datos de salida
• Nombre • Código • Categoría • Unidad de medida • IVA • Stock mínimo • Precio de venta	• Producto registrado en la base de datos • Muestra mensaje "producto registrado exitosamente" • Aparece en el listado de productos
Caso N°2: Editar producto existente	
Datos de entrada	Datos de salida
• Producto • Clic en “acciones”-> “editar”	• Producto actualizado en la base de datos • Muestra mensaje "Producto actualizado exitosamente"
Caso N°3: Deshabilitar producto	
Datos de entrada	Datos de salida
• Producto • Clic en “acciones”-> “deshabilitar producto”	• Estado del producto cambia a 0 (inactivo) • Producto ya no aparece en ventas • Muestra mensaje “producto deshabilitado”
Caso N°4: Exportar listado de productos	
Datos de entrada	Datos de salida
• Clic en “exportar pdf” • Listado de productos	• Genera archivo PDF • Contiene todos los productos con su información
Conclusión	Evaluación
El sistema permite gestionar productos correctamente, incluyendo creación, edición, deshabilitación y exportación.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 29 Prueba de funcionalidad - Gestionar productos

Prueba N°5: Clasificar productos método ABC	
Objetivo	Verificar la clasificación automática de productos en categorías A, B y C
Roles	Administrador, bodeguero.
Caso N°1: clasificación exitosa	
Datos de entrada	Datos de salida
• Clic en el menú “inventario ABC” • 24 meses de historial	• Calcula valor total de ventas por producto • Ordena productos por valor descendente • Clasifica: A (20%), B (30%), C (50%) • Muestra lista con clasificación
Caso N°2: Sin historial de ventas	
Datos de entrada	Datos de salida
• Clic en el menú “inventario ABC” • Sin ventas en los últimos 24 meses de historial	• El sistema muestra mensaje "No hay datos de ventas suficientes"
Conclusión	Evaluación
El sistema clasifica correctamente los productos según su rotación y valor de ventas, identificando los productos Clase A para el pronóstico.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 30 Prueba de funcionalidad - Clasificar productos ABC

Prueba N°6: Registrar venta	
Objetivo	Verificar el registro correcto de una venta, incluyendo cálculo de impuestos, descuento de stock y generación de factura
Roles	Vendedor
Caso N°1: Venta con productos válidos	
Datos de entrada	Datos de salida
• Cliente • Productos	• Sistema registra la transacción

• Cantidad • Método de pago	• Genera número de factura: 001-001-000000001 • Descuenta stock • Muestra comprobante de venta
Caso N°2: Venta con stock insuficiente	
Datos de entrada	Datos de salida
• Cliente • Productos • Cantidad • Método de pago	• El sistema muestra un mensaje "stock máximo disponible: #" • No permite poner una cantidad mayor a la del stock actual
Caso N°3: Venta sin punto de emisión asignado	
Datos de entrada	Datos de salida
• Vendedor sin punto de emisión asignado • Intenta registrar venta	• El sistema muestra mensaje "El usuario no tiene punto de emisión asignado" • No permite realizar la venta
Conclusión	Evaluación
El sistema valida correctamente el stock disponible, genera la factura con el número secuencial correspondiente y descuenta el inventario. También bloquea ventas sin punto de emisión asignado.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 31 Prueba de funcionalidad - Registrar venta

Prueba N°6: Consultar caja (Punto de emisión)	
Objetivo	Verificar la visualización de ventas del día por punto de emisión según el rol del usuario
Roles	Administrador, Vendedor
Caso N°1: Administrador consulta todas las cajas	
Datos de entrada	Datos de salida
• Rol: Administrador • Accede al módulo “caja”	• Muestra todos los puntos de emisión activos • Muestra las ventas del día de cada caja

Caso N°2: Vendedor consulta su propia caja	
Datos de entrada	Datos de salida
• Rol: Vendedor • Accede al módulo “caja”	• Muestra solo su punto de emisión asignado • Muestra las ventas del día de su caja
Caso N°3: Vendedor sin punto de emisión	
Datos de entrada	Datos de salida
• Rol: Vendedor • Sin punto de emisión asignado	• El sistema muestra mensaje "No tiene caja asignada" • No muestra información de ventas
Conclusión	Evaluación
El sistema filtra correctamente la información según el rol del usuario, mostrando todas las cajas al administrador y solo la propia al vendedor.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 32 Prueba de funcionalidad - Consultar caja

Prueba N°8: Reporte de ventas	
Objetivo	Verificar la generación del reporte de ventas filtrado por fechas y exportación a PDF
Roles	Administrador
Caso N°1: Reporte por rango de fechas	
Datos de entrada	Datos de salida
• Fecha inicio • Fecha fin	• Muestra lista de ventas en el rango de fechas • Totaliza montos y cantidades
Caso N°2: Exportar reporte a PDF	
Datos de entrada	Datos de salida
• Clic en el botón “exportar PDF” • Rango de fechas definido	• Genera archivo PDF • Descarga automáticamente el archivo
Caso N°3: Sin ventas en el rango de fechas	
Datos de entrada	Datos de salida

• Fecha de inicio • Fecha de fin	• Muestra mensaje "No hay ventas en el rango seleccionado" • No se descarga PDF
Conclusión	Evaluación
El sistema filtra correctamente las ventas por fechas y genera el reporte en PDF con la información solicitada.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 33 Prueba de funcionalidad - Reporte de ventas

Prueba N°9: Generar pronóstico de demanda	
Objetivo	Verificar la generación automática del pronóstico de demanda para productos Clase A utilizando el modelo ARIMA
Roles	Administrador, bodeguero
Caso N°1: Generación de pronóstico exitosa	
Datos de entrada	Datos de salida
• Fecha inicio • Fecha fin	• Muestra lista de ventas en el rango de fechas • Totaliza montos y cantidades
Caso N°2: Exportación de pronóstico exitosa	
Datos de entrada	Datos de salida
• Clic en “Exportar PDF” • Listado de los productos con pronóstico realizado	• Genera archivo PDF • Contiene: producto, código, stock, demanda, sugerencia, pronóstico mensual.
Conclusión	Evaluación
El sistema genera el pronóstico correctamente, calcula la demanda y sugerencia de compra, y	✓ Exitosa Fallida

exporta de manera correcta en archivo pdf el listado de los productos con su pronóstico.	
--	--

Tabla 34 Prueba de funcionalidad - Generar pronóstico de demanda

Prueba N°10: Consultar detalle de pronóstico	
Objetivo	Verificar la visualización detallada del pronóstico de un producto específico
Roles	Administrador, bodeguero
Precondición	Pronóstico realizado previamente
Caso N°1: Visualización completa del detalle	
Datos de entrada	Datos de salida
• Selecciona un producto • Clic “ver detalle”	• Muestra KPIs: Stock, Demanda, Sugerencia, MAPE, Modelo • Muestra tabla de validación (Real vs Pronosticado) • Muestra gráfica de pronóstico 3 meses • Muestra gráfica de historial 24 meses • Muestra resumen del producto
Conclusión	Evaluación
El sistema muestra correctamente toda la información del pronóstico, incluyendo KPIs, validación, gráficos y resumen del producto.	✓ Exitosa Fallida

Tabla 35 Prueba de funcionalidad - Consultar detalle de pronóstico

CONCLUSIONES.

- Con relación al primer objetivo específico se concluye que el desarrollo del sistema web de código abierto permitió automatizar exitosamente las operaciones comerciales fundamentales. La implementación de las funciones básicas de gestión de compras y ventas digitalizó los procesos previamente manuales, lo que se tradujo en una reducción de los tiempos operativos y una minimización de los errores asociados a la intervención humana, mejorando significativamente la eficiencia del flujo de trabajo en el negocio.
- Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que el sistema abordó adecuadamente este aspecto mediante la implementación de un sistema de autenticación de usuarios y control de acceso basado en roles. Esta configuración permitió establecer distintos niveles de permisos y asignación de puntos de emisión, garantizando la seguridad, confidencialidad y control de la información gestionada en el sistema, de acuerdo con las necesidades operativas del negocio.
- En cuanto al tercer objetivo específico, se concluye que la integración del modelo predictivo ARIMA fue clave para alcanzar este propósito. La implementación exitosa de este módulo se fundamentó en la creación de un código en Python que aprovecha bibliotecas especializadas como statsmodels y el desarrollo de un sistema de selección automática de parámetros basado en el Criterio de Información de Akaike (AIC). Esta solución tecnológica posibilitó la automatización del pronóstico de demanda, permitiendo a los usuarios planificar sus compras con base en datos objetivos y optimizando el abastecimiento de inventario.
- Con relación al cuarto objetivo específico, se concluye que el diseño de dashboards interactivos logró facilitar la visualización de reportes y los resultados del modelo predictivo de manera clara y dinámica. Estos tableros integran gráficos de tendencias, indicadores clave de rendimiento (KPI) y proyecciones de demanda, lo que permite a los usuarios tomar decisiones informadas de forma ágil, interpretar fácilmente los datos históricos y

pronosticados, y monitorear en tiempo real el comportamiento de las ventas y el inventario, mejorando así la transparencia y el control gerencial del negocio.

- En conjunto, los resultados obtenidos permiten evidenciar la efectividad de la solución implementada. La integración del sistema web con el módulo de pronóstico permitió consolidar una herramienta tecnológica orientada a mejorar la gestión de los procesos de compras, ventas e inventario. Esta integración contribuyó a optimizar el manejo de la información y facilitar la toma de decisiones basada en datos, favoreciendo una gestión comercial más organizada y confiable

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda expandir la solución actual mediante el desarrollo de una aplicación móvil (Android/iOS) que permita la gestión de compras, ventas y consulta de inventario en tiempo real desde cualquier ubicación, mejorando la accesibilidad y experiencia del usuario.
- Se sugiere explorar la integración con sistemas de facturación electrónica (cumplimiento SRI), plataformas contables (exportación automática y conciliación financiera) y pasarelas de pago, optimizando procesos críticos y reduciendo la carga operativa.
- Se recomienda evaluar y comparar el desempeño del modelo ARIMA actual frente a otras técnicas de pronóstico, tales como SARIMA, Prophet, LSTM o XGBoost, y simultáneamente explorar la incorporación de variables exógenas (por ejemplo, promociones, estacionalidad, indicadores económicos) que permitan enriquecer los modelos predictivos. Esta doble línea de acción **comparación de enfoques y enriquecimiento con variables externas** contribuirá a mejorar la precisión de las predicciones y a abrir futuras líneas de investigación en inteligencia aplicada a la gestión de inventarios.

REFERENCIAS

- [1] J. López Montes, Gestión de inventarios, España: ELEARNING S.L., 2014.
- [2] F. A. Alvarez Echeverría, IMPLEMENTACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS: VALUACIÓN, VARIABLES, RIESGOS Y ESCENARIOS TECNOLOGICOS, Sa Salvador: UFG Editores, 2015.
- [3] C. A. Velásquez Salguero, «Sistema de ventas y control de inventario,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/489bc448c51-4634-98bd-01d9765db0d3/content>. [Último acceso: 2026].
- [4] V. A. PEREA PEREYRA, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTA: PRODUCCIÓN Y ALMACÉN PARA UNA EMPRESA FABRICADORA DE PLÁSTICO,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/8255bee6-3ed9-4f83-96ec113e0863296/content>. [Último acceso: 2026].
- [5] Y. A. Vidaurre Siadén, «Aplicación de las redes neuronales artificiales para el pronóstico de la demanda de agua potable en la Empresa Epsel S.A. de la ciudad de Lambayeque,» Abril 2012. [En línea]. Available: <https://repositorio.usat.edu.pe/items/011b8082-a840-4007-92be-3154d983a35a>. [Último acceso: 2026].
- [6] A. J. Calle García, E. M. Aviles Barcia, E. A. Baque Reina y F. S. Muñiz Rodríguez «EL PAPEL DE LA ANALÍTICA PREDICTIVA EN LA ANTICIPACIÓN DE CAMBIOS EN EL ENTORNO EMPRESARIAL,» *Dialnet*, vol. 27, n° 2, pp. 43-54 2024.
- [7] K. J. P. Albuja Aguilar y W. O. Zapata Moya, «Diseño de un sistema de gestión de inventario para reducir las pérdidas en la empresa TAI LOY S.A.C. - Chiclayo 2014 2014. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/2294>. [Último acceso: 2026].

- [8] Facsistel, «UPSE,» 2024. [En línea]. Available: https://facsistel.upse.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=58&m. [Último acceso: 2026].
- [9] E. K. Lima Prudente, «Importancia del control de inventario en las empresas comerciales.,» Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8cfa6309-1273-45d4-81b197cc9ccb3554/content>. [Último acceso: 2026].
- [10] TuDashboard, «¿Qué es la gestión de ventas?,» TuDashboard, Abril 2022. [En línea]. Available: <https://tudashboard.com/gestion-de-ventas/>. [Último acceso: 2026].
- [11] I. C. Publication, «Developing Accurate Predictive Model Using Computational Intelligence for Optimal Inventory Management,» IEEE Xplore, Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9608492/references#references>. [Último acceso: 2026].
- [12] S. Nowak, «Modelos predictivos ¿Qué son y para qué se usan?,» Nuclio Digital Sch Junio 2024. [En línea]. Available: <https://nuclio.school/blog/modelos-predictivos-que-son-y-usos/>. [Último acceso: 2026].
- [13] «Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025 – 2029 – Presidencia de República del Ecuador,» [En línea]. Available: <https://www.presidencia.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-ecuador-no-se-detiene-2025-2029/>. [Último acceso: 2026].
- [14] T. Angular, «What is Angular? • Angular,» Angular, [En línea]. Available: <https://angular.dev/overview>. [Último acceso: 2026].
- [15] A. B. Jacob Thornton Mark Otto, «Bootstrap,» [En línea]. Available: <https://getbootstrap.com/>. [Último acceso: 2026].

- [16] A. Silberschatz, H. F. Korth y S. S., Database System Concepts SEVENTH EDITIC New York, NY: McGraw-Hill., 2020.
- [17] E. F. Codd, «A relational model of data for large shared data banks,» *Communications of the ACM*, vol. 13, nº 6, pp. 377-387, 1970.
- [18] Oracle Corporation, «MySQL Workbench Manual,» 2024. [En línea]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>. [Último acceso: 2026].
- [19] «Node.js — sobre Node.js®,» [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/about>.
- [20] Microsoft, «Documentation for Visual Studio code,» 2021. [En línea]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs>. [Último acceso: 2026].
- [21] «The Python Language reference,» Python Documentation, [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3.14/reference/index.html>. [Último acceso: 2026].
- [22] S. Seabold y J. Perktold, «Statsmodels: Econometric and Statistical Modeling with Python,» enero 2010. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/264891066_Statsmodels_Econometric_and_Statistical_Modeling_with_Python.
- [23] R. T. Fielding, «Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures,» 2000. [En línea]. Available: https://roy.gbiv.com/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf. [Último acceso: 2026].
- [24] G. E. P. BOX, G. M. JENKINS, G. C. REINSEL y G. M. LJUNG, «Time Series Analysis: Forecasting and control,» *Journal of Marketing Research*, vol. 14, nº 2, p. 269, 1977.
- [25] R. Hyndman, A. Koehler, K. Ord y R. Snyder, Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach, 2008.

- [26] D. Vallejo y J. Proano, «Optimización matemática del rendimiento de un modelo de forecasting con suavizamiento exponencial simple,» 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26116>. [Último acceso: 2026].
- [27] C. A. Brito Dumancela, B. S. Santín Viteri, D. W. Guambugete Rea y B. E. Cayan Lema, «Aplicación de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos y estadísticos,» *Reincisol*, vol. 3, nº 6, pp. 3117-3145, 2024.
- [28] R. J. Hyndman y G. Athanasopoulos, «Forecasting: Principles and Practice (3rd ed) 2021. [En línea]. Available: <https://otexts.com/fpp3/>. [Último acceso: 2026].
- [29] S. Makridakis y E. Spiliotis, «Statistical and Machine Learning forecasting methods Concerns and ways forward,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194889>. [Último acceso: 2026].
- [30] M. G. Durán Acosta, F. Calles Montijo y M. Zolano Sánchez, «Gestión y control de inventario en pequeñas y medianas empresas (pymes) como herramienta de información para la toma de decisiones en tiempos de crisis,» Dialnet, 2022. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8450949>. [Último acceso: 2026].
- [31] Z. Nadhim Jawad y V. Balázs János, «business, A comprehensive review of AI-enhanced decision making: An empirical analysis for optimizing medication market *Machine Learning With Applications*, vol. 20, 2025.
- [32] C. M. Bishop, «Pattern Recognition and Machine Learning,» 2007. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/5142953_Pattern_Recognition_and_Machine_Learning. [Último acceso: 2026].
- [33] A. d. J. Lucio Pillasagua, N. J. Arteaga Toala, J. E. Bumbila Anzules, V. C. Marcillo Salazar y V. V. Garcia Constante, «OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIOS EN

EMPRESAS RETAIL A TRAVÉS DE,» *Ciencia y Desarrollo*, vol. 28, nº 1, pp. 73-78, 2025.

- [34] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, «METODÖLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN,» 2014. [En línea]. Available: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf. [Último acceso: 2026].
- [35] R. S. Pressman, «Ingeniería del software. Un Enfoque Practico,» [En línea]. Available: <https://profesorezequielruizgarcia.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/01/ingenieria-del-software-un-enfoque-practico-roger-spressman.pdf>. [Último acceso: 2026].
- [36] «¿Qué es un sistema web?,» creasystem, 2022. [En línea]. Available: <https://www.creasystem.net/posts/que-es-un-sistema-web>. [Último acceso: 2026].
- [37] J. L. Flores, «Qué es NodeJS y para qué sirve,» OpenWebinars.net, Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-nodejs/>. [Último acceso: 2026].
- [38] Oracle, «MySQL 5.0 Reference Manual,» Oracle, 2014. [En línea]. Available: <https://downloads.mysql.com/docs/refman-5.0-es.a4.pdf>. [Último acceso: 2026].
- [39] R. Hernandez, «El patrón modelo-vista-controlador: Arquitectura y frameworks explicados,» 28 06 2021. [En línea]. Available: <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/el-modelo-de-arquitectura-view-controller-pattern/>.
- [40] S. Siami Namini, N. Tavakoli y A. Siami Namin, «A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series,» Diciembre 2018. [En línea].
- [41] Y. Zhang y G. Meng, «Simulation of an Adaptive Model Based on AIC and BIC ARIMA Predictions,» Marzo 2023. [En línea].

- [42] D. Reyes y P. Rosati, «ARIMA Forecasting with LLM-Powered Multi-Agent Coordination for Omnichannel Retail KPIs,» 2025. [En línea].
- [43] D. R. Martínez, J. L. Albín, J. C. Cabaleiro, T. F. Pena, F. F. Rivera y V. Blanco, «Criterio de Información de Akaike en la Obtención de Modelos Estadísticos de Rendimiento,» Septiembre 2009. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Pena/publication/236279245_El_criterio_de_informacion_de_Akaike_en_la_obtencion_de_modelos_estadisticos_de_Rendimiento/links/58904fa3aca272bc14be3600/El-criterio-de-informacion-de-Akaike-en-la-obtencion-de-modelo.
- [44] Jonatassv, «Evaluación de métricas: MSE, RMSE, MAE y MAPE,» 26 febrero 2024 [En línea]. Available: <https://medium.com/@jonatasv/metrics-evaluation-mse-rmse-mae-and-mape-317cab85a26b>.
- [45] H. Khoshvaght, R. Ramyad Permala, A. Razmjou y M. Khiadani, «A critical review selecting performance evaluation metrics for supervised machine learning models in wastewater quality prediction,» *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 13, nº 6, 2025.
- [46] «Métricas de evaluación comunes (MAE, MSE, RMSE, MAPE),» ApX Machine Learning, 2026. [En línea]. Available: <https://apxml.com/courses/time-series-analysis-forecasting/chapter-6-model-evaluation-selection/evaluation-metrics-mae-mse-rmse>

ANEXOS.

Anexo 1: Ficha de observación.

Objetivo: Determinar mediante la técnica de observación cuáles son las problemáticas que se dan al no existir una adecuada gestión del inventario y control de las ventas en la tienda de pinturas.

UNIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA	
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	
Lugar:	Negocio más colors
Responsable:	Michael Mence Figueroa
Fecha:	04/07/2024 - 11/07/2024
Periodo sujeto a revisión:	1 semanas
Tipo de observación:	Directa participante
Hechos observados: El método utilizado para controlar las ventas de los productos del local “pinturas más colors” se realiza a través de un cuaderno, tomando apuntes manualmente de las ventas que vayan a realizar los clientes diariamente. El mismo personal se encarga de manipular los inventarios, el registro de ventas, pedidos y pagos a crédito. Debido a que no se tiene un registro adecuado de los pagos pendientes, en muchas ocasiones se pasan por alto ciertas deudas, lo que ocasiona pérdidas económicas. Además, no se sabe con exactitud que productos se venden en mayor cantidad durante el mes y de los cuales hay que abastecerse. Se desconoce el número de ganancias diarias, debido a que se lleva el registro de las ventas en un cuaderno, que en muchas ocasiones por la falta de tiempo o lo ajetreado que suele ser el trabajo no se logra anotar todas las ventas que se hacen. Por lo cual durante el día y por ende en todo el mes solo se consigue un aproximado de las ganancias por las ventas realizadas.	
Recomendaciones:	
_____	_____
Responsable de observación	Encargado de la tienda

Anexo 2: Categorización de los productos – clasificación abc.

La clasificación ABC es un método de segmentación de inventario que permite categorizar los productos según su importancia relativa en términos de ventas, rentabilidad o rotación. La clasificación ABC implementada en el sistema permite identificar los productos de mayor impacto en las ventas (Categoría A) para priorizar su gestión y aplicar el modelo de pronóstico ARIMA. La metodología utiliza el criterio del 80/20 (principio de Pareto), donde aproximadamente el 20% de los productos generan el 80% de los ingresos.

Parámetro	Valor	Descripción
Período de análisis	24 meses	Datos históricos de ventas
Métrica de evaluación	Valor monetario	Cantidad × Precio unitario
Filtro inicial	Top 40%	Productos con mayor valor de ventas
Criterio de corte	80% acumulado	Productos que acumulan el 80% del valor total

Codigo fuente:

```
export const obtenerProductosClaseA = async (): Promise<number[]> => {

  const fechaInicio = new Date();
  fechaInicio.setMonth(fechaInicio.getMonth() - 24);

  const productos = await Transaccion_detalle.findAll({
    attributes: [
      'ID_PRODUCTO',
      [
        Sequelize.fn(
          'SUM',
          Sequelize.literal('CANTIDAD * PRECIO')
        ),
        'valor'
      ]
    ],
    include: [
      {
        model: Producto,
        as: 'producto',
        required: true,
        attributes: []
      },
    ],
  });
```

```

    {
      model: Transaccion,
      as: 'transaccion',
      attributes: [],
      where: {
        TIPO: 'V',
        FECHA: {
          [Op.gte]: fechaInicio
        }
      }
    }
  ],
  group: ['transaccion_detalle.ID_PRODUCTO'],
  raw: true
});

// MAPEO
const datos = productos.map((item: any) => ({
  ID_PRODUCTO: item.ID_PRODUCTO,
  VALOR: Number(item.valor) || 0
})));

// ORDENAR
datos.sort((a, b) => b.VALOR - a.VALOR);

// TOP 40%
const cantidad40 = Math.ceil(datos.length * 0.4);
const datos40 = datos.slice(0, cantidad40);

const total = datos40.reduce((sum, p) => sum + p.VALOR, 0);

const productosClaseA: number[] = [];

let acumulado = 0;

for (const p of datos40) {

  const porcentaje =
    total > 0 ? (p.VALOR / total) * 100 : 0;

  const acumuladoAnterior = acumulado;
  acumulado += porcentaje;

  // CORRECCIÓN IMPORTANTE
  if (acumuladoAnterior < 80) {
    productosClaseA.push(p.ID_PRODUCTO);
  }
}

```

```

    } else {
        break;
    }
}

return productosClaseA;
};

```

Anexo 3: Documentación técnica del modelo predictivo ARIMA.

El presente anexo tiene como objetivo documentar técnicamente el modelo de pronóstico ARIMA implementado en el sistema de gestión de inventarios. Este modelo constituye el componente más representativo de la solución propuesta, ya que permite predecir la demanda de productos a 3 meses, facilitando la toma de decisiones estratégicas en la cadena de suministro.

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) es un modelo estadístico utilizado para el análisis y pronóstico de series temporales. Se caracteriza por tres componentes principales:

- **AR (Autoregresivo):** Relación entre la observación actual y sus valores pasados (p).
- **I (Integrado):** Grado de diferenciación aplicado para hacer la serie estacionaria (d).
- **MA (Media Móvil):** Relación entre la observación actual y los errores pasados (q).

Modelos evaluados:

```

modelos = [
    (1, 1, 1),
    (2, 1, 2),
    (1, 1, 2),
    (2, 1, 1),
    (2, 1, 0),
    (0, 1, 2),
    (1, 1, 0),
    (0, 1, 1),
]

```

Estructura de datos de entrada:

```
{
  "idProducto": 123,
  "nombre": "Producto Ejemplo",
  "codigo": "PROD-001",
  "precio": 15.50,
  "stock": 100,
  "ventas": [
    {"periodo": "2023-01", "total": 150},
    {"periodo": "2023-02", "total": 180},
    // ... 24 meses consecutivos
  ]
}
```

Estructura de datos de salida:

```
"idProducto": 123,
"producto": "Producto Ejemplo",
"codigo": "PROD-001",
"precio": 15.50,
"valor_en_venta": 4650.00,
"stock": 100,
"totalVendido": 3200,
"mae": 12.5,
"mape": 8.3,
"modelo_arima": "ARIMA(2,1,2)",
"validacion": {
  "reales": [150, 165, 180],
  "pronosticados": [148, 162, 178],
  "meses_validacion": ["2023-10", "2023-11", "2023-12"]
},
"pronostico_3m": [
  {"mes": "2024-01", "valor": 95},
  {"mes": "2024-02", "valor": 102},
```

```
    {"mes": "2024-03", "valor": 98}  
],  
"demanda_3m": 295,  
"sugerenciaCompra": 195
```

Proceso de Validación

- Backtesting

El modelo se valida mediante la técnica de backtesting, que consiste en:

Entrenamiento: Con 21 meses de datos históricos

Validación: Con los últimos 3 meses de datos reales

Comparación: Se comparan las predicciones con los datos reales

Separación de datos

```
train = ventas[:-3] # 21 meses para entrenamiento
```

```
test = ventas[-3:] # 3 meses para validación
```

Entrenamiento del modelo

```
model = ARIMA(train, order=best_order)
```

```
fit = model.fit()
```

Generación de predicciones

```
forecast_test = fit.forecast(steps=3)
```

Código fuente:

```
import sys  
import json  
import numpy as np  
import warnings  
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA  
from datetime import datetime  
from dateutil.relativedelta import relativedelta  
  
# =====  
# SILENCIAR WARNINGS  
# =====  
warnings.filterwarnings("ignore", category=UserWarning)  
warnings.filterwarnings("ignore", category=FutureWarning)  
  
# =====  
# FUNCIONES  
# =====
```

```

def mean_absolute_error(y_true, y_pred):
    return np.mean(np.abs(np.array(y_true) - np.array(y_pred)))

def mean_squared_error(y_true, y_pred):
    return np.mean((np.array(y_true) - np.array(y_pred)) ** 2)

def calcular_mape(y_true, y_pred):
    y_true = np.array(y_true)
    y_pred = np.array(y_pred)

    mask = y_true != 0
    if not np.any(mask):
        return 0.0

    mape_values = []
    for real, pred in zip(y_true[mask], y_pred[mask]):
        if real != 0:
            error_porcentual = abs((real - pred) / real) * 100
            mape_values.append(error_porcentual)
        elif pred == 0:
            mape_values.append(0)
        else:
            mape_values.append(100)

    return np.mean(mape_values) if mape_values else 0.0

def seleccionar_mejor_arima(serie):
    """Prueba modelos predefinidos y elige el mejor por AIC"""
    modelos = [
        (1, 1, 1), (2, 1, 2), (1, 1, 2),
        (2, 1, 1), (2, 1, 0), (0, 1, 2),
        (1, 1, 0), (0, 1, 1)
    ]

    best_aic = float('inf')
    best_order = (2, 1, 2)

    for order in modelos:
        try:
            model = ARIMA(serie, order=order)
            fitted = model.fit(method_kwargs={'maxiter': 30, 'disp': False})

            if fitted.aic < best_aic:
                best_aic = fitted.aic
                best_order = order
        except:

```

```

        continue

    return best_order

def validar_datos(ventas):
    if len(ventas) < 6:
        return False, "Datos insuficientes"

    if any(v < 0 for v in ventas):
        return False, "Valores negativos"

    if any(np.isnan(v) for v in ventas):
        return False, "Valores nulos"

    return True, "OK"

# =====
# MAIN
# =====
input_data = sys.stdin.read()
productos = json.loads(input_data)

resultados = []

for idx, item in enumerate(productos):
    try:
        serie = item["ventas"]
        ventas = [float(v["total"]) for v in serie]
        meses = [v["periodo"] for v in serie]
        precio = float(item.get("precio", 0))

        valido, mensaje = validar_datos(ventas)
        if not valido:
            print(f"Error producto {item.get('idProducto', idx)}: {mensaje}",
file=sys.stderr)
            continue

        total_vendido_historico = sum(ventas)

        # Backtesting
        train = ventas[:-3]
        test = ventas[-3:]

        if len(train) < 4:
            print(f"Producto {item.get('idProducto', idx)}: datos insuficientes",
file=sys.stderr)

```

```

        continue

    # Seleccionar mejor modelo
    best_order = seleccionar_mejor_arima(train)

    # Entrenar modelo de validación
    model = ARIMA(train, order=best_order)
    fit = model.fit(method_kwargs={'maxiter': 50})

    forecast_test = fit.forecast(steps=3)
    forecast_test = [max(0, round(x)) for x in forecast_test]

    # Calcular métricas
    mae = mean_absolute_error(test, forecast_test)
    rmse = np.sqrt(mean_squared_error(test, forecast_test))
    mape = calcular_mape(test, forecast_test)

    # Pronóstico final
    model_full = ARIMA(ventas, order=best_order)
    fit_full = model_full.fit(method_kwargs={'maxiter': 50})

    forecast_real = fit_full.forecast(steps=3)
    pronostico_3m = [max(0, round(x)) for x in forecast_real]
    demanda_total = sum(pronostico_3m)
    valor_estimado_ventas = round(demanda_total * precio, 2)
    stock = float(item["stock"])
    sugerencia = max(0, round(demanda_total - stock))

    # Generar meses futuros
    ultimo_mes = datetime.strptime(meses[-1], "%Y-%m")
    forecast_meses = []
    for i in range(1, 4):
        futuro = ultimo_mes + relativedelta(months=i)
        forecast_meses.append(futuro.strftime("%Y-%m"))

    # Construir resultado
    resultado_producto = {
        "idProducto": item["idProducto"],
        "producto": item["nombre"],
        "codigo": item["codigo"],
        "precio": precio,
        "valor_en_venta": valor_estimado_ventas,
        "stock": stock,
        "totalVendido": total_vendido_historico,
        "historial_ventas": serie,
        "mae": round(mae, 2),

```

```

        "rmse": round(rmse, 2),
        "mape": round(mape, 2),
        "modelo_arima": f"ARIMA{best_order}",
        "validacion": {
            "reales": test,
            "pronosticados": forecast_test,
            "meses_validacion": meses[-3:] if len(meses) >= 3 else meses
        },
        "pronostico_3m": [
            {
                "mes": forecast_meses[i],
                "valor": pronostico_3m[i]
            }
            for i in range(3)
        ],
        "demanda_3m": demanda_total,
        "sugerenciaCompra": sugerencia
    }

    resultados.append(resultado_producto)

except Exception as e:
    print(f"Error producto {item.get('idProducto', idx)}: {str(e)}", file=sys.stderr)

# =====
# SALIDA
# =====
print(json.dumps(resultados, ensure_ascii=False))

```