

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**TEMA:**

**Propuesta metodológica de la planeación de la demanda y  
abastecimiento mediante inteligencia artificial para la empresa  
Autorradiador S.A.**

**AUTOR:**

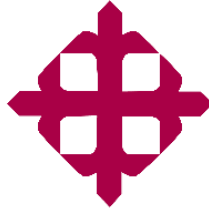
**Izquierdo Miranda, José Daniel**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Licenciado en Administración de Empresas**

**TUTOR:**

**Ing. Pérez Villamar, José Guillermo, Mgs.**

**Guayaquil, Ecuador  
20 de febrero del 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Izquierdo Miranda, José Daniel**, como requisito para la obtención del título de **Licenciado en Administración de Empresas**.

**TUTOR**

f. 

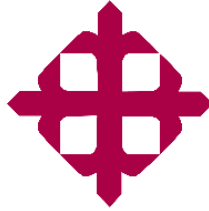
**Pérez Villamar, José Guillermo**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Ec. Pico Versoza Lucía, Mgs.**

**Guayaquil, 20 de febrero del 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Izquierdo Miranda, José Daniel**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Propuesta metodológica de la planeación de la demanda y abastecimiento mediante inteligencia artificial para la empresa Autoradiador S.A.** previo a la obtención del título de **Licenciado en Administración de Empresas**, 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.

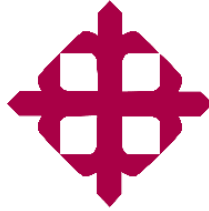
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 20 del mes de febrero del año 2026**

**AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Izquierdo Miranda, José Daniel**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Izquierdo Miranda, José Daniel**

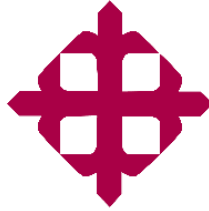
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Propuesta metodológica de la planeación de la demanda y abastecimiento mediante inteligencia artificial para la empresa Autoradiador S.A**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de febrero del año 2026.

**AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Izquierdo Miranda, José Daniel**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
REPORTE COMPILATIO



Jose.Izquierdo

4%  
Textos sospechosos



0% Similitudes  
0 % similitudes entre comillas  
0 % entre las fuentes mencionadas  
3% Idiomas no reconocidos (ignorado)  
4% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Jose.Izquierdo.docx  
ID del documento: e7dca9005d7a4d6d1ffdb501905b0a58953cf609  
Tamaño del documento original: 1,35 MB

Depositante: José Guillermo Pérez Villamar  
Fecha de depósito: 2/2/2026  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 2/2/2026

Número de palabras: 16.550  
Número de caracteres: 109.402

**TUTOR**

f. 

**Pérez Villamar, José Guillermo**

**ESTUDIANTE**

f. 

**Izquierdo Miranda, José Daniel**

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y a la facultad de Economía y Empresas por haberme abierto las puertas y permitido formarme profesionalmente en sus aulas.

Un agradecimiento a mi Tutor Ing. Ind. José Pérez Villamar, Mgs., por su tenacidad al momento de exigirme con rigurosidad académica el pulir mis pensamientos y guiarlos hacia la excelencia académica. Ya conociéndolo casi 3 años, espero que sus proyectos personales y su excelencia académica se difunda hacia las futuras generaciones.

A mis padres, por su amor incondicional para forjar a la persona del hoy. Por darme el sustento y la educación necesarios para forjar mi camino. Es un apoyo fundamental que agradeceré hasta el lecho de mi muerte. Agradezco por demostrarme que los sacrificios del ayer serán los frutos del mañana, que el esfuerzo colectivo de ambos para criarme, sentaron las bases de una nueva generación que vendrá a tomar las virtudes heredadas por ellos y multiplicarlas para el porvenir del mañana.

A mis amigos, Juan Freire, Ángelo Alban, Carlos Morocho, Ricardo Rodríguez, Mario Burgos, Chen Yifan y mi primo Alen Orrala, que fueron parte fundamental durante mi transición del hombre que soy hoy. No olvidare a aquellos cuyos nombres he olvidado por el pasar del tiempo, pero con el fresco recuerdo de sus rostros, también fueron parte de mi propio desarrollo, dándome perspectivas que en mi terquedad no aceptaba, pero fungen en mi hoy.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi madre,

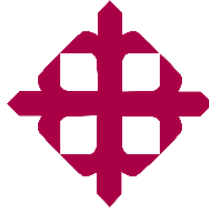
Criada bajo el umbral de la vida, donde no tuvo decisión sobre su propia crianza, con una madre fenecida y un padre anacrónico que nunca pudieron comprender la naturaleza de ella: uno prematuramente y otro por ceguera. Aunque las palabras no fueron lo tuyo, tus acciones siempre lo serán, demostrando con una mezcla de amor e incertidumbre tu afecto. Aunque hubo tiempos difíciles en tu vida y que muchos no comprendieron tu forma de ser, he admirado tu tenacidad ante la vida y fueron enseñanzas que hasta el hoy siguen vigentes en mi espíritu. Anhele que esta no sea la última meta que enorgullezca al hombre que has forjado desde el vientre hasta mi propio bipedismo. Desde hoy las cosas van a cambiar.

A mi padre,

Hombre que ha vivido una vida de arduos sacrificios, que lo obtenido fueron los frutos de su propio esfuerzo y determinación en conseguir lo que desea hasta las últimas instancias. Aprendí que solo obtendré lo que deseo si realmente lo anhele, si me esfuerzo por hacer las cosas bien y no a medias. En que mis errores debo de hacerme responsable y seguir erguido ante cualquier situación. Aunque se vienen tiempos complejos, me has hecho ver que los detalles más mínimos no pueden obviarse y que mi pensar he de defenderlo a capa y escudo. Porque un hombre endeble se deja llevar por la marea de quien quiera dominarlo. Una última cosa, aunque intuyo que no leerás este escrito, declaro que el yugo que has ejercido en mi va a culminar y que mi vida tomará las riendas que tuve que haber montado desde el día que fui tu responsabilidad. Ello y la unión de mis hermanos será la causa por la cual guiaré mi vida y aunque fracase en esta vida, mi descendencia unirá a esta familia que aparenta unión, pero se halla resquebrajada entre islotes que buscan ambición y desprestigio.

A mi novia,

Mujer orgullosa por naturaleza, vehemente de amores y apolínea. Cultivaste en mi el criterio excelso en materia a mi yo precursor. Desde mi Genesis hasta el hoy, había cursado un camino de amores paternos, fraternales y parte de pareja, pero en ti comprendí lo que mi ser ocultaba bajo las subrepticias cognitivas. Has reavivado en mi la llama del deseo y la pericia que bajo mi percepción desvíe por mis propios cerotes. Amo el como la solemne verdad transmutada en sinceridad creo en mi la franqueza de expresar ante el mundo mi cosmovisión eclipsada entre la ignorancia y el conocimiento. Te dedico este escrito por que, a próximos días de cumplir nuestro primer acápite, quiero que sepas lo mucho que ha significado el habernos topado, con un texto que marco el inicio y que día a día reescribe lo que nuestro pálpito marca sosegado lo que ya está prescrito en nuestras almas etéreas. Y, por último, con usted caminaré en esta vida que nos dará como nos arrebatará, navegaremos ante la incertidumbre y conquistaremos nuestros miedos para forjar un futuro que impacte en nuestros propios preceptos de la vida y juntos acabaremos con las raíces familiares que me atan y ataran las futuras generaciones.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ec. Pico Versoza, Lucía, Mgs.**

DIRECTORA DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ec. Coello Cazar, David, Mgs.**

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ec. Govea Andrade, Flor Karina, Ph.D.**

OPONENTE

## TABLA DE CONTENIDOS

Introducción.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos .....	3
Justificación De La Investigación.....	4
Preguntas De Investigación .....	5
Capítulo I: Revisión De Literatura .....	6
<b>Marco Teórico</b> .....	6
<i>Visión Basada En Recursos / Resource Based View (VBR/RBV)</i> .....	6
<i>Teoría De Las Capacidades Dinámicas</i> .....	7
<i>Teoría De La Cadena De Suministro Digital</i> .....	8
<b>Marco Conceptual</b> .....	9
<i>Inteligencia Artificial</i> .....	9
<i>Flujogramas de automatización</i> .....	11
<i>FLOSS (Free/Libre and Open-Source Software)</i> .....	12
<i>API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)</i> .....	12
<i>Sistemas de Soporte de Decisión (DSS) potenciados por IA</i> .....	12
Capítulo II Diagnóstico Actual de la empresa.....	13
<b>Caracterización de la unidad de negocio</b> .....	13
<i>Reseña histórica y giro del negocio</i> .....	13
<i>Filosofía Corporativa</i> .....	13
<i>Estructura Organizacional y Toma de Decisiones</i> .....	14
<i>Situación Actual de la línea de Aros.</i> .....	14
<b>Levantamiento de información de mercado Aros</b> .....	14
<i>Hallazgos relevantes para decisiones</i> .....	15
<b>Descripción de los Macro-Procesos de Abastecimiento</b> .....	15
<i>Macroproceso 1: Análisis de Portafolio</i> .....	16
<i>Macro-Proceso 2: Planeación de la demanda</i> .....	19
<i>Macroproceso 3: Gestión de compras</i> .....	22
Capitulo III: Propuesta del modelo de Automatización. ....	26
<b>Alineación Operativa de la propuesta tecnológica</b> .....	26
<i>Identificación de procesos críticos en la intervención</i> .....	26
<i>Definición de Alcance Funcional del Agente IA</i> .....	26
<b>Configuración del Entorno de Desarrollo y Preparación Técnica</b> .....	27
<i>Requerimientos Técnicos y Stack Tecnológico</i> .....	27
<i>Arquitectura de despliegue y entorno de ejecución</i> .....	28

<i>Protocolo de Anonimato y Seguridad de Información</i> .....	29
<b>Estructuración y Preprocesamiento de Datos (Inputs)</b> .....	30
<i>Contexto Estático: Base de Conocimiento de Mercado</i> .....	30
<i>Contexto Dinámico: Matriz Presupuestaria de Stock e indicadores</i> .....	31
<b>Implementación Técnica del flujo de ingesta y Preprocesamiento</b> .....	36
<i>Digitalización semántica del contexto estático</i> .....	36
<i>Inicialización del ciclo de planificación y trazabilidad</i> .....	37
<i>Procesamiento determinista de datos operativos</i> .....	37
<b>Orquestación del ciclo de razonamiento cognitivo</b> .....	38
<i>Estrategia de procesamiento Iterativo</i> .....	38
<i>Integración de Memoria Histórica</i> .....	38
<i>Optimización de carga útil</i> .....	39
<i>Configuración del motor de Decisión</i> .....	39
<i>Estandarización de salida y persistencia de datos</i> .....	42
<b>Fase Post-Procesamiento y Reporte ejecutivo</b> .....	43
<i>Digestión estadística</i> .....	43
<i>Agente de redacción Ejecutiva</i> .....	44
<i>Generación Paralela de Documentos y Sincronización en Merge</i> .....	44
<i>Envío de documentación</i> .....	45
Capítulo IV: Análisis de Resultados y Validación del Prototipo. ....	47
<b>Definición del Escenario de Validación</b> .....	47
<i>Muestreo y Condiciones de Frontera</i> .....	47
<b>Benchmark de prueba IA vs Category</b> .....	47
<i>Cálculo de Precisión (PAI)</i> .....	48
<i>Interpretación de la Matriz de Confusión</i> .....	48
<i>Gestión de cantidades.</i> .....	49
<i>Ausencia de falsos negativos</i> .....	49
<b>Análisis de Costos LLM</b> .....	49
<i>Arquitectura de consumo y Tokenización</i> .....	49
<i>Matriz de Costos de la Arquitectura Híbrida.</i> .....	50
<b>Análisis de Eficiencia Operativa y Costo-Beneficio</b> .....	51
<i>Escenario Base (Proceso manual)</i> .....	51
<i>Escenario Automatizado (Proceso IA)</i> .....	52
<i>Evaluación de Eficiencia.</i> .....	52
<b>Análisis Estratégico del Retorno de Inversión (ROI) y del Costo de Oportunidad.</b> .....	53
<i>Recuperación de Margen por Quiebre de Stock (CQS)</i> .....	53

<i>Ahorro Financiero por Inventario Inmovilizado (CBI)</i> .....	54
<i>Resolución</i> .....	54
Conclusiones y Recomendaciones .....	56
<b>Recomendaciones</b> .....	58
<i>Replicabilidad Horizontal</i> .....	58
<i>Gestión de Cambio y Capacitación operativa</i> .....	58
<i>Auditoria y Gobernanza de datos</i> .....	58
<i>Integración con Ecosistema Web</i> .....	58
<i>Aceleración del Desarrollo interno Mediante IA.</i> .....	59
<i>Evolución hacia modelos Predictivos</i> .....	59
Referencias .....	60
Apéndice.....	62
<b>Anexo #1: Formato de investigación de mercado.</b> .....	62
<b>Anexo #2: Vista Panorámica de los Macroprocesos de S&amp;OP</b> .....	66
<b>Anexo #3: Flujograma Completo en n8n</b> .....	67
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN .....	68

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Segmento: variables de datos .....	<b>31</b>
<b>Tabla 2</b> Segmento: Variables Stock Físico Interno .....	<b>32</b>
<b>Tabla 3</b> Segmento: Lectura de ventas .....	<b>32</b>
<b>Tabla 4</b> Segmento: Logística y Compras.....	<b>33</b>
<b>Tabla 5</b> Estructura lógica de variables calculadas #1 .....	<b>34</b>
<b>Tabla 6</b> Proyección de costo real auditado .....	<b>51</b>
<b>Tabla 7</b> Matriz de impacto operativo Mensual .....	<b>52</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> MP-Análisis de Portafolio.....	17
<b>Figura 2</b> MP-2 Planeación de la demanda.....	20
<b>Figura 3</b> MP-3 Gestión de compras.....	23

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es optimizar la planificación de la demanda y el proceso de suministro en Autoradiador S.A. a través del diseño de una propuesta metodológica para disminuir la ineficiencia operativa y el problema de subjetividad humana en las compras de la empresa. El diseño experimental fue una metodología cuantitativa que nos llevó a un prototipo de trabajo construido con una infraestructura en formato híbrido con herramientas de código medio (n8n) y modelos de lenguaje (LLMs), mientras que, para la validación, comparamos la eficacia del algoritmo contra el criterio experto de la categoría basado en 67 SKU representativos. Los principales hallazgos muestran que el sistema satisface el objetivo de un Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS), una Precisión de Ajuste de Inventario (PAI) del 94.3%, y no causa desabastecimientos. Además, demostramos que la eficiencia operativa fue muy alta ya que pudimos reducir los tiempos de ejecución en un 94.7% y los costos de proceso en un 97.4%, y el valor auditado de \$0.30 USD por ejecución. Estos resultados ilustran que la automatización aislada por IA es técnica y financieramente viable, proporcionando a la empresa la estandarización requerida de criterios logísticos que puede resultar en la reasignación de recursos a la innovación comercial.

***Palabras Claves:*** *Planificación de la demanda; Inteligencia Artificial; Automatización de procesos; n8n; Cadena de suministros; Sistema de Soporte a la Decisión (DSS)*

## ABSTRACT

The objective of this research is to optimize the demand planning and procurement process at Autoradiador S.A., Through the design of a methodological proposal based on Generative Artificial intelligence to mitigate operational inefficiency and purchasing subjectivity. The applied methodology employed a quantitative approach with the experimental scope, developing a functional prototype that integrates Medium-Code tools (n8n) and Large Language Models (LLMs) under a hybrid architecture. For validation, the algorithm's results were constricted against the Category's expert criteria using a representative sample of 67 SKUs. The main conclusions demonstrate that the system acts effectively as a Decision Support System (DSS), achieving an Inventory Adjustment Precision (PAI) of 94.3% and eliminating the risk of stockouts. Furthermore, high operational efficiency was verified, reducing execution times by 94.7% and decreasing process costs by 97.4% with an audited value of \$0.30 USD per execution. These findings confirm that IA-driven automation is technically and financially viable, allowing the organization to standardize its logistical criteria and reorient resources towards commercial innovation.

***Key Words:*** Demand Planning; Generative Artificial Intelligence; Process automation; n8n; Supply Chain; Decision Support System (DSS)

## Introducción

La industria del aftermarket automotriz en Guayaquil se encuentra en un punto de inflexión crítico. Mientras que la tecnología global avanza hacia modelos predictivos y automatización, gran parte del sector local opera bajo paradigmas tradicionales, caracterizados por la informalidad del sector y la visión cortoplacista. En este contexto la competitividad ya no depende únicamente de la capacidad de importación o distribución, sino de la inteligencia con la que se toma las decisiones; sin embargo, existe una notable desconexión entre la disponibilidad de datos y su uso estratégico, dejando a muchas empresas vulnerables ante un mercado cada vez más exigente en cuanto a integraciones digitales envueltas con la Inteligencia Artificial (IA).

Un caso representativo de esta realidad es Autoradiador S.A., organización que, a pesar de su sólida trayectoria, enfrenta desafíos en sus áreas de compras y Comercial. Actualmente, la definición de las cantidades a abastecer es gestionada por los category y compradores de la línea, quienes fundamentan sus decisiones en la revisión de históricos de ventas y trazabilidad en las liberaciones de mercadería. Sin embargo, esta operatividad se encuentra limitada por la capacidad de procesamiento manual: cruce de variables cuantitativas (Stock) con los factores cualitativos (Tendencias de modas) dependen excesivamente de la intuición del experto y del tiempo disponible para el análisis. Por lo tanto, no necesariamente dependería de que haya una falta de gestión, sino más bien de que es evidente la necesidad de evolucionar el proceso según la forma en que debería hacerse: pasar del modelo de cálculo manual a un sistema inteligente, en el cual la Categoría pueda ingresar datos del mercado y obtener automáticamente ideas estratégicas y sugerencias de compra. El objetivo es liberar al experto de la carga operativa del análisis de datos para que pueda centrarse en decisiones estratégicas de abastecimiento.

Ante esta problemática, la investigación plantea la siguiente interrogante central: ¿De qué manera el diseño y la validación de un modelo predictivo de compras, basados en la implementación de una arquitectura RAG e IA, impactarán estratégicamente en la optimización de la cadena de suministro y la mejora de los márgenes de la empresa Autoradiador S.A.?

Con respuesta, este proyecto propone el desarrollo de un Sistema de Soporte de Decisión potenciado con Inteligencia Artificial. La propuesta se aleja de la implementación genérica de tecnología para centrarse en una arquitectura específica RAG (Retrieval-Augmented-Generation). Esta solución permitirá leer y procesar bases de datos

estructuradas, provenientes de la digitalización de investigaciones de mercado y reportes históricos de liberaciones, para que modelos de lenguaje avanzados analicen patrones de preferencia del consumidor y la rotación del inventario. Siendo su fin el dotar a la gerencia de una herramienta capaz de sugerir decisiones de compra fundamentales, reduciendo la incertidumbre y maximizando la rentabilidad.

Para que la propuesta aparezca en este documento con alta calidad y comprensibilidad, se estructurará en cinco capítulos:

- El Capítulo I proporcionará los aspectos teóricos, revisando la literatura sobre inteligencia artificial, teorías competitivas y cadena de suministro digital.
- El diagnóstico situacional de la empresa en el Capítulo II muestra los cuellos de botella críticos en los procesos de suministro actuales.
- La parte de ingeniería de la solución se describe en el Capítulo III, mostrando cómo se utilizó el protocolo de preprocesamiento de datos (entradas) para diseñar los flujos de automatización de manera lógica y sistemática en la plataforma n8n auto alojada.
- El Capítulo IV proporciona la validación de este modelo, que se compara con la metodología tradicional junto con análisis de costo-beneficio.
- Luego, en el Capítulo V, estos resultados se han sintetizado en conclusiones y recomendaciones estratégicas para la organización.

### **Objetivo General**

Diseñar un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) basado en Inteligencia Artificial Generativa y arquitectura RAG, para optimizar la precisión en la planificación de la demanda y el suministro para la línea de anillos en Autorradiador S.A., reduciendo la subjetividad operativa y maximizando la eficiencia financiera.

### **Objetivos Específicos**

- Fundamentar teóricamente las aplicaciones de la IA Generativa y la Visión Basada en Recursos en la gestión de cadenas de suministro digitales para el sector automotriz.
- Diagnosticar la operatividad actual de los procesos de suministro y comercialización de la línea de anillos en Autorradiador S.A., evaluando la

integración de estudios de mercado preliminares y flujos de información para identificar brechas tecnológicas en la toma de decisiones de compra.

- Diseñar la arquitectura RAG y el flujo de automatización en n8n, integrando datos de encuestas, marketing e inventario para generar cantidades de compra sugeridas e informes de análisis de compras.
- Validar el modelo propuesto mediante una simulación de compra de aros, comparar con la metodología actual y realizar un análisis financiero costo-beneficio de la implementación.

### **Justificación De La Investigación**

La presente investigación se fundamenta en la necesidad crítica de transformar digitalmente la cadena de suministros de Autoradiador S.A., abordando la problemática desde tres dimensiones estratégicas:

En el aspecto teórico, este proyecto busca cerrar la brecha académica en la práctica de las Capacidades Dinámicas y la Visión Basada en Recursos (RBV) en empresas medianas y grandes de la industria de posventa automotriz. En este documento, compartimos un modelo que, más que solo digitalizar, transforma el flujo de datos en una ventaja competitiva sostenible al combinar la inteligencia de mercado cualitativa con métricas de inventario deterministas.

Desde un enfoque metodológico, presentamos una innovadora solución de Código Medio utilizando la plataforma n8n, que facilita el acceso a tecnología avanzada, incluidos los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) y la arquitectura RAG, todo sin la necesidad de grandes presupuestos en infraestructura de TI. Gracias a esto, otras empresas pueden identificar cómo optimizar sus procesos de abastecimiento de manera ágil y con costos operativos reducidos.

En términos prácticos, los resultados muestran una notable mejora en la eficiencia operativa: el tiempo del ciclo de planificación se ha reducido en un impresionante 94.7%, mientras que los costos de transacción han disminuido en un 97.4%. Esta herramienta no solo actúa como un recurso valioso para enfrentar desafíos financieros, sino que también limita el riesgo de desabastecimientos y la acumulación de capital fijo en materiales

obsoletos. De esta manera, el dinero de la empresa se vuelve más disponible cuando realmente se necesita, contribuyendo a un ahorro significativo de liquidez.

### **Preguntas De Investigación**

¿De qué manera la implementación de un prototipo de DSS basado en IA generativa y herramientas médium-code optimiza la precisión y eficiencia operativa del proceso de planeación de la demanda en Autoradiador S.A.?

¿Cuáles son los marcos teóricos y las variables, siendo las tendencias de consumo, estacionalidad, precios de la competencia, etc, esenciales que la literatura académica y el Resource Based View (RBV) establecen como críticas para el diseño de un modelo predictivo cantidades a comprar enfocado en los aros en el sector automotriz?

¿Cuál es el impacto en la estructura de costos y tiempos de automatizar la definición de cantidades de compra mediante un flujo orquestado en n8n?

¿Qué nivel de efectividad alcanza un Agente IA actuando como un sistema de Soporte a la Decisión (DSS) frente al criterio empírico de un Category

## Capítulo I: Revisión De Literatura

En el contexto actual de gestión empresarial, la optimización del área comercial y compras en el aftermarket automotriz exige integrar una orientación al mercado que convierta la inteligencia de clientes y competencia de decisiones, una gestión estratégica de compras internacionales que reduzca costos y riesgos; Y capacidades digitales, en particular agentes de IA orquestados en plataformas de automatización como es el caso de n8n que tienen como fin acelerar el proceso de análisis, decisiones, y ejecuciones repetibles. Este marco articula dichas piezas con fundamentos teóricos básicos y evidencia reciente.

### Marco Teórico

#### *Visión Basada En Recursos / Resource Based View (VBR/RBV)*

Según Jay (Barney, 1991) La visión basada en recursos sostiene que las empresas logran ventajas competitivas sostenibles al poseer y gestionar recursos y capacidades que cumplen con los cuatro criterios fundamentales: que sean valiosos, raros, inimitables y organizados (VRIO)

Estos recursos valiosos permiten a la organización aprovechar oportunidades o neutralizar amenazas; los recursos raros son aquellos no disponibles de manera generalizada en la industria; los recursos inimitables son difíciles de copiar por la competencia debido a factores históricos, ambigüedad causal o complejidad social; finalmente, los recursos deben estar organizados en estructuras y procesos que permitan explotarlos eficazmente.

En el contexto de la empresa Autorradiador S.A., dedicada a la venta de accesorios y repuestos de vehículos, la VBR resulta especialmente pertinente. La información sobre la demanda de repuestos y las preferencias de los clientes puede resultar valiosa y rara, en especial cuando se gestiona mediante sistemas avanzados de análisis. Asimismo, las relaciones con proveedores internacionales y el dominio de los procesos de compras internacionales constituyen capacidades difíciles de imitar. Por último, la implementación de herramientas de inteligencia artificial y gestores de automatización, como n8n, otorga a la empresa la posibilidad de organizar y capitalizar dichos recursos, convirtiéndolos en una ventaja competitiva sostenible.

Evidencia empírica reciente respalda la aplicabilidad de la VBR en entornos de digitalización y de uso de inteligencia artificial. Ello lo evidencia Chen Donghua (2022),

quien demuestra que la adopción de tecnologías de IA puede mejorar el desempeño organizacional cuando se considera la capacidad de IA (IAC) como un recurso intangible y valioso que, cuando está bien organizado y gestionado, puede ser fuente de ventaja competitiva. Adicional a ello, se utiliza el framework VRIO para evaluar si los recursos de IA cumplen con estos criterios y cómo contribuyen a mejorar la eficiencia, reducir costos, mejorar la calidad del producto y optimizar el servicio al cliente.

### ***Teoría De Las Capacidades Dinámicas***

Para KARADAĞ (2019), la teoría de las capacidades dinámicas plantea que las organizaciones competitivas no solo dependen de sus recursos y capacidades existentes, sino que necesitan desarrollar la habilidad de integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas para responder con eficacia a entornos altamente cambiantes. Tomando la explicación del señor KARADAĞ, el menciona que el enfoque de las capacidades dinámicas ha tenido una influencia en varios ámbitos en gestiones de recursos y personal ya que al combinar procesos internos, utilización de recursos y transformaciones estructurales es posible alcanzar una ventaja competitiva en entornos de constante cambio.

Desde esta perspectiva, el presente proyecto argumenta que al adoptar la inteligencia artificial para la optimización de los procesos de compras y comercialización enfocada al estudio de mercado, constituye una expresión de capacidades dinámicas: La empresa debe percibir cambios en la demanda, variaciones del mercado o proveedores y con ello aprovechar esas señales mediante el uso del modelo predictivo para optimizar decisiones de aprovisionamiento y ventas; Finalmente de reconfigurar sus rutinas de compras, negociación y comercialización para operar de forma más ágil y adaptativa. De esta manera, la teoría explica por qué la mera incorporación de tecnología no basta: el verdadero reto está en desarrollar la capacidad organizativa para el cambio. Como menciona (Weibin & Caihong, 2023), toda empresa que emplee la TCP (Teoría de Capacidades Dinámicas), debe crear estrategias de formación, reestructuración y transformación dentro de sus procesos y su personal además de tener habilidades de control y coordinación, capacidad de integrar y compartir recursos de manera óptima entre departamentos. Esta teoría proporciona un sustento para comprender cómo la implementación de la IA puede permitir a Autoradiador S.A. pasar de un enfoque reactivo de compras/comercialización hacia un enfoque proactivo y creciente, adaptando sus

recursos, procesos y capacidades para sostener una ventaja competitiva en un entorno cada vez más exigente.

### ***Teoría De La Cadena De Suministro Digital***

La teoría de la cadena de suministro digital (Digital Supply Chain Management, DSCM), examina como la integración de tecnologías digitales, como el internet de las Cosas, análisis de Big Data, gemelos digitales e IA, transforma la cadena de suministro tradicional en un sistema inteligente, interconectado, ágil y orientado. (Wassick & Perez, 2025)

Por ejemplo (Tanu & Vinita, 2022) mencionan La Digital Supply Chain puede ser definida de muchas formas, principalmente se debe a que toma ventaja de las mejoras tecnológicas que pueden ser integradas directamente en la cadena de suministros con el fin de crear mejores interacciones entre los departamentos que involucran la cadena de suministros y que su trabajo junto a la tecnología de punta empleada provea un mejor servicio al consumidor final.

En un contexto reciente, (Liu, Zhang, Yang, & Zhang, 2024) Ofrecen un análisis Bibliométrico de la (DSCM) que identifica los temas emergentes (BlockChain, Digital Twins y análisis predictivo) y resaltan que la transformación digital se ha convertido en un imperativo competitivo por lo que los esfuerzos por mantener una cadena de suministros tradicional no será lo suficiente para cumplir con los estándares que la industria requiere a día de hoy.

En lo que respecta al estudio de Autoradiador. S.A, esta teoría resulta esencial para entender el ámbito operacional de la optimización de compras y comercialización: La empresa debe de digitalizar y automatizar flujos de abastecimiento, inventario y ventas, alineando tecnología con procesos de cadena de valor. La IA permite anticipar demanda, reducir ruptura de stocks, mejorar la coordinación con proveedores y obtener visibilidad integral del proceso de aprovisionamiento y comercialización.

Así, la teoría de la cadena de suministros digital proporciona el marco para comprender como la tecnología habilita mejoras en eficiencia, conectividad y adaptación. Asimismo, le da soporte para que la propuesta de optimización no quede solo en mejoras locales, sino que parta de una visión sistemática de la cadena de valor digitalizada.

## **Marco Conceptual**

### ***Inteligencia Artificial***

#### **Definición.**

Según (Pérez-Ugena, 2024) la IA se refiere a la habilidad y capacidad de los sistemas computacionales para analizar y manipular datos imitando los procesos asociados a la cognición humana, como el aprendizaje, razonamiento lógico, generación de ideas innovadoras y anticipación/predicción a escenarios futuros.

Esto en el contexto que será utilizado, es importante tener en consideración que la IA, aunque en nuestro medio guayaquileño no esté siendo abordada a tal escala de realizar análisis por su propia cuenta del mercado de accesorios automovilísticos, es clave desarrollarla para dar paso a futuros proyectos que de apertura a la posibilidad de aquello en nuestro medio y como diferenciador entre la competencia.

#### **Machine Learning.**

Dentro del contexto de Inteligencias Artificiales, parte de su desarrollo inicia en cómo éstas se alimentan de información, por ello (Esperanza Manrique, 2020) explica que la ML (Machine Learning) es una disciplina que permite a los sistemas resolver problemas de manera autónoma mediante el análisis de los datos. La eficacia de los datos dependerá del volumen y la calidad de datos que sean entregados al sistema, mientras mayor sea la cantidad y calidad de los mismos, mejores serán los resultados obtenidos y brindará mayor facilidad al sistema en la toma de decisiones.

Dicho por el autor, es fundamental el que la inteligencia artificial sea alimentada o suministrada de información que sea de calidad y por volumen, ya que ello le dará mayor campo a la misma para que pueda procesar los datos eficazmente y por ende pueda brindar mejores opciones de decisión. Tomando en cuenta ello también existe una correlación las técnicas que serán utilizadas para el ML para que el mismo pueda desarrollar modelos predictivos en base a la información presentada.

#### **Automatización de flujos.**

Tomando en cuenta la información propuesta por (Raboso, 2025) “La automatización consiste en la implementación de sistemas tecnológicos, software, robótica o procedimientos diseñados para obtener resultados con una intervención humana casi mínima “(Pág. 5). En el ámbito empresarial, la automatización de procesos se refiere al empleo de herramientas tecnológicas para realizar actividades repetitivas de

manera autónoma. Esta práctica contribuye a la reducción de tiempos, disminución de errores humanos y optimización en carga laboral, lo que permite a los equipos en concentrarse en metas más alineadas con los objetivos organizacionales.

En el marco del presente proyecto, esto tiene como finalidad optimizar el proceso de compras y comercialización ya que el tener estas herramientas garantizará una mejor toma de decisiones para la negociación de precios con proveedores internacionales.

### **Modelos de Lenguaje (LLMs).**

Los modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (Large Language Models LLMs) son sistemas de inteligencia artificial avanzados diseñados para procesar, comprender y generar lenguaje humano con alto grado de coherencia. (Raboso, 2025). Estos modelos se entrenan mediante técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning), utilizando corpus textuales masivos que les permiten realizar tareas como traducción automática, generación de texto contextualizado, resumen de contenidos y respuestas a preguntas complejas.

La operación fundamental de los modelos de lenguaje de gran escala (LLM, por sus siglas en inglés) se fundamenta en el análisis probabilístico. Durante la fase de entrenamiento, estos modelos se esfuerzan por identificar patrones específicos y aprenden a predecir la secuencia de palabras más probable. Mediante este proceso, los LLM construyen un marco estadístico que les permite comprender el lenguaje (Zárate, Dias, Avenburg, & Gonzales Quiroja, 2024). De este modo, son capaces de generar respuestas que son coherentes y contextualmente relevantes al recibir un aviso, dado que pueden inferir relaciones semánticas y estructurales a partir de la información previamente aprendida. La relevancia del presente tópico influye directamente en los procesos que se desean automatizar dentro de la empresa Autoradiador siendo estos referentes a procesos analíticos de las áreas de compras y comercial usando LLMs como ChatGpt, Deepseek, entre otros para su automatización.

### **Arquitectura RAG.**

La Generación Aumentada por Recuperación (Retrieval-Augmented Generation, RAG) constituye un marco metodológico diseñado para optimizar el desempeño de los modelos de lenguaje a gran escala (LLMs) mediante la incorporación selectiva de información proveniente de fuentes externas especializadas (Adrián Hernández, 2024). Este paradigma opera a través de la sinergia entre dos componentes fundamentales

- **Módulos de recuperación:** Sistemas capaces de identificar y extraer fragmentos de información pertinentes a partir de repositorios de datos externos, garantizando la actualización temporal del conocimiento disponible
- **Modulo generativo:** Procesos de síntesis lingüísticas realizados por LLMs, que integran coherentemente la información recuperada para generar respuestas contextualizadas

Su implementación en el proyecto va vinculada a que la información que se le provea a los LLMs mediante un gestor de IA llamado n8n, pueda alimentarse y dar respuestas en tiempo real y con coherencia a lo que sea solicitado para de ahí partir en la realización de informes sobre la data que se le provea y el análisis que pueda dar de la información propuesta.

### ***Flujogramas de automatización***

Para la implementación de la IA en el proyecto se tiene planteado el uso de diversas tecnologías diseñadas para la automatización de tareas, creación de contenido mediante IA y proporcionar una interfaz web en donde pueda utilizarse las herramientas de automatización. A continuación, se explicará la principal herramienta que será utilizada en el proyecto.

#### **N8n.**

El software n8n lo define (Francisco David, 2025) como una plataforma de automatización que facilita la creación de flujos de trabajo adaptables mediante una interfaz gráfica intuitiva, eliminando la dependencia de código. Su funcionamiento se estructura en nodos interconectados los cuales permiten integrar distintos servicios y aplicaciones para ejecutar proceso de manera modular y flexible.

Esta herramienta será clave para el desarrollo del proyecto, ya que al tener un gran repertorio de integraciones y aplicativos, esto permite la utilización de agentes LLMs como ChatGpt, DeepSeek, Gemini, entre otros para utilizar interconexiones entre aplicaciones mediante APIs las cuales servirán para poder desarrollar el proyecto y poder analizar la documentación que le sea proporcionada de manera automatizada. Adicional a ello, se dejará en claro que se utilizará la versión de no paga de n8n para fines de pruebas, debido a que la aplicación tiene un coste. Pero al existir su versión de open-source, se puede modificar y enlazar a los servidores de la empresa para poder manejarla

con nuestros propios recursos. Se adiciona que la empresa cuenta con un equipo de programadores capaces de manejar lenguajes de programación, por lo que el desarrollo del proyecto no tendrá dificultad al momento de su posible ejecución.

### ***FLOSS (Free/Libre and Open-Source Software)***

El término FLOSS según sus autores (Morero et al., 2020) se considera cuando el código fuente de un software es accesible junto a sus versiones ejecutables. Para alcanzar dicha categoría debe de estar disponible públicamente y garantizar las cuatro libertades fundamentales.

### ***API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)***

Según su autor (Ángel Ricardo, 2022) una API funciona como un conjunto de protocolos y servicios centralizados que gestionan procedimientos específicos según la necesidad del usuario. Permite que las aplicaciones externas se comuniquen con dicho sistema mediante solicitudes estructuradas, accediendo así a funcionalidades predefinidas. Estos servicios de la API se diseñan principalmente en función del modelo de negocio y de los objetivos estratégicos de la entidad que los implementa.

### ***Sistemas de Soporte de Decisión (DSS) potenciados por IA***

Un sistema de soporte a la decisión (DSS) se define como un software basado en tecnologías de la información diseñado para asistir a los tomadores de decisiones en la resolución de problemas complejos mediante el procesamiento y el análisis de grandes volúmenes de datos. Como señalaron Vusumzi y Errol (2024), un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) basado en inteligencia artificial (IA) trasciende la mera presentación de datos; se transforma en un agente cognitivo proactivo que tiene la capacidad de generar sugerencias estratégicas, las cuales optimizan las operaciones del departamento de gestión y la cadena de suministro.

En lo que respecta a la planificación de la demanda, estos sistemas integran modelos analíticos y predictivos que mejoran la adaptabilidad de la empresa frente a las fluctuaciones del mercado, reducen el sesgo subjetivo que puede presentar el experto y estandarizan los criterios de suministro. Para la línea de aros de Autoradiador S.A., el DSS actúa como un asistente analítico potenciado, convirtiendo datos históricos y tendencias de moda en planes de compra con una precisión matemática validada.

## Capítulo II Diagnóstico Actual de la empresa

### Caracterización de la unidad de negocio

La presente propuesta se contextualiza en Autorradiador S.A., una organización con sólida trayectoria en el mercado automotriz ecuatoriano. A continuación, se detallan su perfil institucional, su estructura y su posicionamiento estratégico para comprender el entorno en el que se implementará la propuesta tecnológica.

### *Reseña histórica y giro del negocio*

Autorradiador S.A. es una empresa ecuatoriana dedicada a la importación, distribución y comercialización mayorista de aros, accesorios y una gran variedad de líneas que maneja para automóviles. Si bien en sus inicios la organización consolidó su reputación como especialista en sistemas de enfriamiento (radiadores), su capacidad de adaptación al mercado le ha permitido diversificar su portafolio hacia líneas de mayor impacto comercial.

Actualmente, su giro de negocio abarca una amplia gama de productos, destacando estratégicamente la línea de Aros. La empresa opera bajo un modelo B2B (Business to Business), atendiendo a tecnicentros, mayoristas y minoristas, a través de un punto de venta directo y de distribución mediante el CEDIS (su Centro de Distribución) en todas las provincias del Ecuador.

### *Filosofía Corporativa*

La gestión de la empresa se alinea con directrices claras que fomentan la mejora continua:

- **Misión:** Proveer repuestos y accesorios automotrices a nivel nacional ofreciendo a subdistribuidores y detallistas oportunidades de crecimiento mercantil.
- **Visión:** Consolidarse como referente líder en la importación de autopartes en el Ecuador, distinguiéndose por la innovación en su portafolio y eficiencia en entregas.

Esta visión de liderazgo obliga a la organización a buscar constantemente herramientas que optimicen su operatividad siendo la transformación digital un paso necesario para mantener su ventaja competitiva.

### ***Estructura Organizacional y Toma de Decisiones***

La empresa maneja una estructura jerárquica funcional diseñada para soportar el alto volumen de transacciones de importación. Las áreas críticas para esta investigación son:

- **Departamento de compras:** Responsable de la negociación con proveedores extranjeros, análisis de costes logísticos internacionales y ejecución de abastecimientos.
- **Departamento comercial:** Encargado de comercializar los productos provenientes de las importaciones, monitorear el mercado para estar a la par con las tendencias y gustos y proyectar las necesidades de venta.
- **Gerencia General:** Aquel que toma decisiones sea en aprobar presupuestos, compras, descuentos y abastecimientos tanto para proveedores como clientes.

### ***Situación Actual de la línea de Aros.***

Dentro del portafolio de Autoradiador, la línea de Aros, representa un desafío en particular frente a otras líneas de repuestos mecánicos. A diferencia de una pieza de motor que se repone por fallo técnico, la compra de aros está fuertemente influenciada por factores de moda, tendencia de vehículos y visuales.

Esta naturaleza híbrida del producto, ha evidenciado una brecha en los procesos actuales: los métodos tradicionales de reposición únicamente en históricos de ventas resultan insuficientes para predecir los cambios en los gustos del consumidor. Es en este contexto donde se detecta la necesidad de integrar herramientas de análisis avanzadas.

### **Levantamiento de información de mercado Aros**

Como preámbulo a la descripción de los procesos principales, es imperativo destacar un hito reciente en la gestión de inteligencia comercial de Autoradiador S.A. En los meses de octubre y noviembre del 2025, la empresa ejecuto una investigación de mercado focalizada en la línea de Aros hacia los clientes de todo guayaquil.

Este estudio, elaborado y direccionado en conjunto por el señor Ian Gordillo y Marían Gutiérrez, representa una novedad operativa para la organización, ya que rompe con la inercia de basar las compras únicamente en históricos de ventas pasados. El levantamiento de información se realizó mediante entrevistas directas a una muestra de 30 clientes activos y recurrentes, generando hallazgos cualitativos y cuantitativos que la operatividad no está capitalizando sistemáticamente.

### ***Hallazgos relevantes para decisiones***

La investigación arrojó insights o variables críticas que determinan posiblemente el éxito de la venta y que, teóricamente, deberían regir la compra internacional.

Se identificó una demanda clara por acabados específicos como “Machinado” y “Mate” así como combinaciones de colores predominantes como black y silver. Reveló la importancia estratégica de los aros de “Doble aplicación” para maximizar la cobertura de vehículos y el riesgo de inventario inmovilizado.

La existencia de esta base de datos es el punto de partida para la presente propuesta. Si bien la empresa posee esta información valiosa sobre “qué quiere el cliente”, el diagnóstico preliminar sugiere que esos datos no se están integrando de manera automática o sistemática en el proceso de recompra, más aún en la línea de aros. La investigación recolectada por el investigador Ian, aunque rica en contenido, corre riesgo de quedar como un reporte estático si no se vincula dinámicamente con los flujos de abastecimiento.

Por lo tanto, la descripción de procesos tiene como fin rastrear en que punto exacto de la cadena de mando se puede utilizar esta información e integrarla con el modelo predictivo propuesto para poder alimentar estos datos y automatizar el análisis y la decisión de cantidades a comprar.

### **Descripción de los Macro-Procesos de Abastecimiento**

Habiendo establecido el contexto organizacional y la disponibilidad de datos en el mercado preliminares, se procede a desglosar los macroprocesos que rigen la reposición. El fin es evidenciar la operatividad actual y localizar los nodos críticos donde la integración de la IA es factible.

Tal como se visualiza en el diagrama maestro de procesos (Ver Anexo 2: Macro-Procesos S&OP) la operación se divide en 5 macroprocesos fundamentales: Análisis de portafolio, Planeación de la demanda, Gestión de compras, Gestión de importaciones y seguimiento de calidad y liberación de órdenes.

Se aclara que de los 5 macroprocesos se focalizará principalmente en el análisis de portafolio, planeación de la demanda y gestión de compras en sus inicios. Ello debido a que el proyecto toma en consideración esos puntos para utilizar la IA para analizar los datos obtenidos y finalmente presentar los reportes donde con lo recopilado, mencionen las cantidades a comprar para todos los rines y aplicaciones junto a un análisis del porqué.

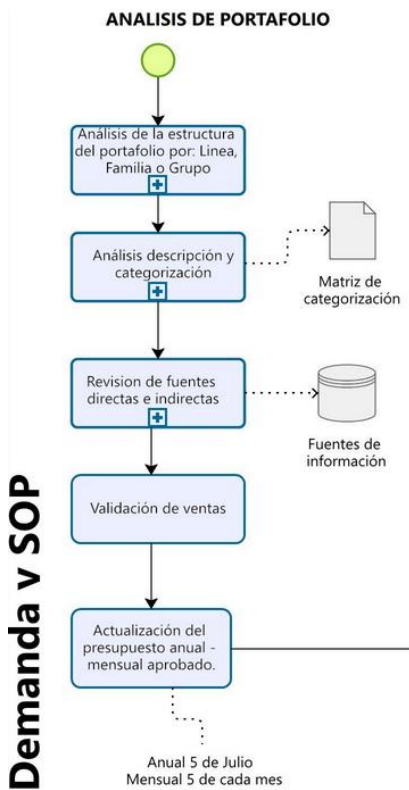
A continuación, se detalla la operatividad de cada fase, identificando las entradas, las herramientas y los puntos de decisión.

### ***Macroproceso 1: Análisis de Portafolio***

Esta fase constituye el pilar estratégico inicial (Ver Figura 1: MP-Análisis de Portafolio). Su objetivo es definir la estructura y viabilidad de la oferta comercial antes de proceder a cualquier cuantificación de la demanda. El proceso es liderado por el área comercial y se ejecuta mediante la siguiente secuencia de actividades.

**Figura 1**

*MP-Análisis de Portafolio*



*Nota.* Imagen proporcionada por la empresa Autorradiador S.A

### **Análisis de la estructura del portafolio.**

El proceso inicia con la segmentación del inventario. La responsabilidad se asigna al category, quien desglosa el portafolio siguiendo una jerarquía de tres niveles: Línea, Familia y Grupo. En el caso específico de esta investigación, el análisis se centra en la línea de aros, segregando el portafolio por medidas y aplicaciones. Esta etapa permite asignar responsables específicos para el monitoreo del ciclo de vida de cada línea de productos que se comercializa.

#### **Análisis, descripción y categorización.**

Una vez definida la estructura, se procede a la caracterización de los ítems (rin y aplicación). Para ello se utiliza la **Matriz de Categorización**, una herramienta interna que permite clasificar sus atributos técnicos y comerciales. En el caso de aros, se utiliza una matriz de categorización ligeramente diferente a la de las demás líneas. Esta clasifica principalmente los aros con sus rines y aplicación para luego de ello mostrar las existencias actuales de las cuales clasifica cuales son vendibles y cuales no son vendibles,

para luego de ello mostrar los promedios de ventas de 2 años, en este caso 2024 y 2025. Finalmente establece el presupuesto del año anterior, en este caso 2025 y proyecta el posible presupuesto para el año que sigue, 2026.

### **Revisión de fuentes directas e indirectas.**

Esta etapa es crítica para la inteligencia de negocios de la empresa. El category recopila información cualitativa sobre las tendencias de mercado para identificar qué modelos, acabados o medidas están ganando mayor atención en el mercado.

- **Fuentes de información:**

La información es proporcionada externamente por empresas aliadas (por ejemplo, Carshop, Maxfive) y principalmente de fuentes internas directas de asesores comerciales. La categoría también consulta a los asesores en este segmento para determinar si están comercializando productos que existen pero que no han sido adecuadamente socializados

- **Limitante operativa detectada:**

Actualmente, la transmisión de esa información es puramente verbal e informal. Las preferencias de los clientes y las tendencias visuales se comunican en conversaciones no estructuradas, sin documentación formal o repositorios digitales que registren históricamente las percepciones del mercado. La información se utiliza en el momento de realizar investigaciones y se basa en el conocimiento y la experiencia de la categoría designada

### **Validación de ventas.**

Para mitigar la subjetividad de la información recolectada en el paso anterior, se ejecuta una validación cuantitativa. El category cruza la información de “gustos y tendencias” con los reportes de ventas históricos de los asesores comerciales. El fin es corroborar visual y numéricamente si lo que se dice en el mercado se está reflejando en las facturaciones de la empresa. Ello mismo se puede visualizar en el cuadro personalizado que tiene el category dentro de su matriz y a partir de esa información va estableciendo el presupuesto mensual/anual.

### **Actualización del presupuesto Anual/Mensual Autorizado.**

El macroproceso culmina con la definición financiera. Con la validación de ventas y la claridad sobre qué productos componen el portafolio activo se procede a modificar o

ajustar el documento presupuestario. Para luego pasar a gerencia general para su aprobación.

- **Periodicidad:** El control se rige por fechas de corte estrictas. El presupuesto anual se fija o revisa el 5 de julio de cada año, mientras que los ajustes operativos se realizan mensualmente los días 5 de cada mes.

La actualización de este presupuesto actúa como disparador que habilita el paso al siguiente macroproceso: Planeación de la demanda.

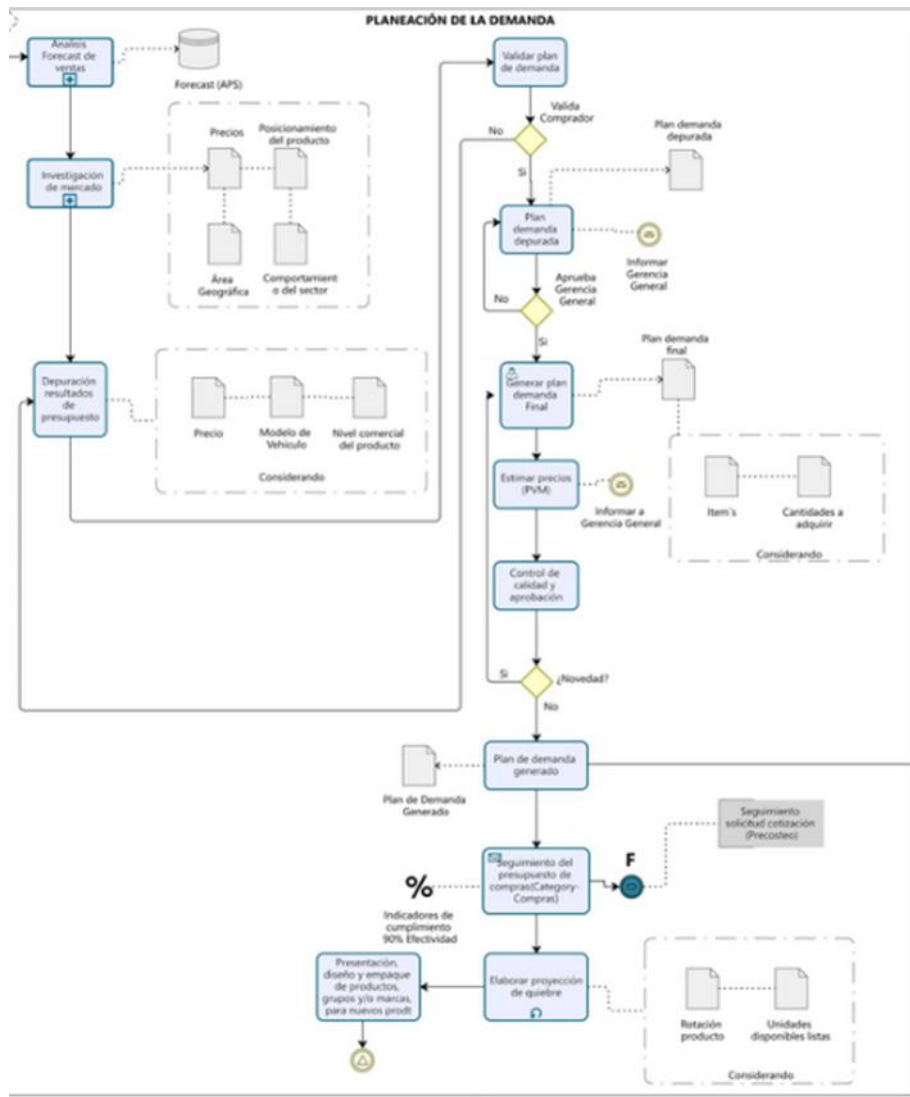
### ***Macro-Proceso 2: Planeación de la demanda***

A diferencia de otras líneas de productos en la empresa que basan su proyección en SKUs específicos, la categoría de Aros presenta una variabilidad alta ligada a la moda y tendencias visuales. Por ello, el proceso de planeación sigue una lógica de agrupación por atributos (Rin y aplicación) y se rige por el flujo de liberaciones de mercadería.

El proceso se ejecuta siguiendo la secuencia detallada en el diagrama de flujo (Ver figura 2: MP-2 Planeación de la demanda), bajo las siguientes particularidades operativas:

**Figura 2**

*MP-2 Planeación de la demanda*



*Nota.* Flujograma proporcionado por Autorradiador S.A.

**Análisis de reposición y lógica de liberaciones.**

En el lugar de un análisis de forecast que puede ofrecerle el sistema APS que actualmente maneja la empresa para muchas de sus líneas, el category de aros basa su planificación en el Archivo Excel de liberaciones.

La mercadería importada no entra en el stock comercial inmediatamente al llegar; debe pasar por un proceso de revisión y aprobación por parte del category denominado "Liberación". Ello se debe a que el category debe de analizar si es conviene o no liberar mercadería.

En el análisis, el category revisa el flujo de ventas mensuales de los aros para así determinar las cantidades a liberar. Si un lote liberado presenta una velocidad de agotamiento acelerada (alta rotación inmediata), se activa la señal de recompra y se prevea un posible quiebre de stock en futuras compras.

#### **Determinación de cantidades.**

Aunque el diagrama de procesos contempla una etapa de “investigación de mercado”, para la categoría de Aros esta actividad utiliza datos históricos y rotaciones de ventas para determinar cantidades, tomando en consideración cuáles aros están cerca de un quiebre de stock para así restockear.

Se analiza el modelo de rin y la aplicación (patrón de pernos estándar de 4-5 huecos o doble aplicación de 6-8 huecos) como criterio de agrupación.

Para la toma de decisión, el category evalúa la velocidad histórica de venta de estas combinaciones (solo por fines de proyecto se toma lo mencionado) dentro del archivo de liberaciones. Si una combinación “Rin 15 Doble aplicación – Black Machined” se vendió rápidamente en la última liberación se proyecta comprar un volumen mayor para la siguiente orden, sin realizar estudios de mercado externos adicionales.

#### **Depuración y planificación conjunta.**

El category se reúne con el comprador de aros para alinear la proyección. En esta etapa se realiza un balance de inventarios complejo que integra tres estados de mercadería:

- 1) Lo que ya se ha liberado (Disponible para la venta)
- 2) Lo que está por liberarse (En bodega bloqueado o aduana)
- 3) Lo que se encuentra en fabricación (Pedidos anteriores en curso). Este cruce de información genera un borrador de plan de compra para evitar sobre stock de modelos que ya vienen en camino.

#### **Validación del plan de Demanda.**

El borrador ingresa el flujo de aprobaciones jerárquicas descrito en el diagrama:

- El analista de compras depura el plan de propuesto por el category, ajustándolo a las restricciones logísticas o financieras.
- El plan depurado se presenta a gerencia General
  - Si se rechaza: El proceso retorna a la etapa de revisión

- Si se aprueba: Se genera oficialmente el documento “Plan de demanda Final”

### **Generación del plan final y control de calidad.**

Una vez obtenido el consentimiento de la gerencia, se procede a la consolidación del archivo maestro, el cual incluye la incorporación de los neumáticos, las aplicaciones, las cantidades requeridas y la recomendación de precio de venta al por mayor. Posteriormente, el documento es sometido a un proceso de evaluación de calidad con el objetivo de verificar la ausencia de errores tipográficos o discrepancias numéricas entre la solicitud de compra correspondiente a la categoría y lo que ha sido procesado por el comprador.

### **Proyección de quiebre de stock.**

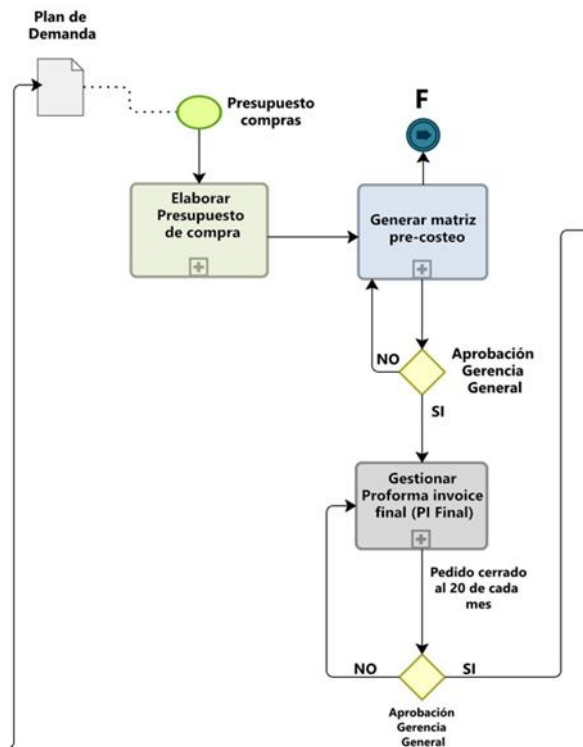
Finalmente, el proceso bifurca hacia el seguimiento presupuestario. Se elabora una proyección de quiebre donde se calcula, basándose en la rotación actual y unidades liberadas disponibles, en qué fecha estimada la empresa se quedará sin inventario (Stockouts), dato crucial para definir la urgencia del envío (Marítimo o aéreo) en el siguiente macroproceso.

### ***Macroproceso 3: Gestión de compras***

Una vez validado el requerimiento de mercadería en el macroproceso anterior, se activa el proceso de abastecimiento internacional. Este macroproceso es ejecutado principalmente por el Comprador de aros, con una participación consultativa puntual del category de aros. El flujo se enfoca en la rentabilidad y la negociación con proveedores, (Ver figura 3: MP-3 Gestión de compras) siguiendo la secuencia operativa descrita a continuación:

**Figura 3**

*MP-3 Gestión de compras*



*Nota.* Flujograma proporcionado por Autoradiador S.A.

### **Recepción de Plan y Elaboración de orden.**

El proceso inicia con la recepción del documento “Plan de demanda Final”. Con los ítems y cantidades ya definidos, el comprador elabora una orden de pedido en donde registra las cantidades a reponer y especificaciones puntuales de los aros. Ya con es orden de pedido, es enviada al gerente general para que revise la orden de pedido y hacer objeciones en cuanto a la compra.

El category de aros y el comprador de aros son los que presentan, en conjunto, el documento. En el revisan métricas como quiebres de stock, moda de producto, cubicaje de contenedores para los aros que se compraran y observaciones puntuales que tengan ambos entes. Si el gerente general se opone a la compra por precio, (Se recalca que ya se

tiene una oscilación de precios de los aros a comprar), es deber del category defender el por qué se debe de realizar la compra de aquellos aros y mediante las ventas mensuales que ha tenido. Si se aprueba se manda a cotizar, si no se aprueba se envía a corregir algún error de tipeo o corregir la cantidad que se quiere comprar o si las cantidades afectarán el cubicaje de los contenedores, tomando decisiones como realizar compras separadas o enviar la compra para otro periodo, siempre alineándose a los quiebres y demandas mensuales de los aros.

### **Solicitud de cotizaciones y Análisis de Variables externas.**

Tras la aprobación, se envía la orden de pedido para que los proveedores envíen sus ofertas de precios por los aros solicitados, ahí es donde se realiza un regateo por parte del comprador para llegar a un punto que beneficie la demanda y la compra de los aros solicitados por el category. Si se termina escogiendo a uno o varios proveedores se solicita a los proveedores que envíen una proforma PI.

Un punto crítico es que, en esta etapa, el comprador analiza variables macroeconómicas, específicamente la fluctuación del costo de la materia prima (Aluminio/Acero) y su impacto en el precio final. Las cotizaciones se negocian bajo términos FOB (Free On Board), asegurando que los valores incluyan la mercadería puesta en el puerto de origen.

### **Revisión y aprobación gerencial.**

Las proformas PI preliminares son elevadas a la Gerencia General para su revisión financiera. Aquí se presenta un rombo de decisión crítico:

- Rechazo o Ajuste: Si la Gerencia no valida los costos, el comprador debe de revisar precios y hacer ajustes, reiniciando la negociación con los proveedores para la buscar descuentos o mejores condiciones.
- Aprobación: Si los valores están dentro del presupuesto y rentabilidad esperada, se aprueba la PI final.

### **Delimitación del alcance del proceso en la investigación.**

Es importante señalar que, aunque el proceso operativo de la empresa continúa con las fases de pago embarque, nacionalización y bodegaje (Ver figura 1), el presente proyecto delimita su análisis y propuesta de mejora hasta la etapa de Aprobación de PI Final.

La exclusión de la etapa logística posterior se debe a que el objetivo de la investigación es la optimización de la toma de decisiones de inventario (El determinar el que y cuanto comprar) y no la optimización logística o aduanera. La intervención de la inteligencia artificial propuesta tiene su impacto directo en la reducción de incertidumbre al momento de negociar las cantidades y precios. Una vez aprobada la PI, la decisión de compra ya ha sido tomada y las actividades subsiguientes corresponden a la ejecución de lo decidido, quedando fuera del espectro de influencia del modelo predictivo propuesto.

### **Capítulo III: Propuesta del modelo de Automatización.**

#### **Alineación Operativa de la propuesta tecnológica**

La intervención tecnológica propuesta no busca reestructurar la totalidad de la cadena de suministro de Autorradiador S.A., sino optimizar nodos de decisión específicos donde la capacidad humana de procesamiento de datos resulta insuficiente frente a la volatilidad del mercado. Esta alineación se fundamenta en el diagnóstico operativo del capítulo anterior.

#### ***Identificación de procesos críticos en la intervención***

Basado en la descripción de los Macro-procesos (Sección 7.3), se ha determinado que el flujo de automatización se desplegará exclusivamente en el Macro-proceso de Planeación de la demanda (Sección 7.3.2). La justificación técnica para esta selección radica en la naturaleza de la información procesada:

- **Análisis de portafolio:** La decisión es estratégica y cualitativa; la IA tiene un rol secundario.
- **Planeación de la demanda (Opción seleccionada):** Este proceso es puramente analítico debido al cruce de variables de stock, tendencias y ventas históricas. Aquí es donde el error humano por omisión de variables es más alto y donde el algoritmo aporta valor.
- **Gestión de compras:** La negociación es relacional, la IA no va con un enfoque de negociar con proveedores sino dar facilidad a la negociación.

Por tanto, el sistema se diseñará para actuar como un “Asistente Analítico Aumentado” que se activa inmediatamente después del cierre de ventas mensual y antes de la reunión de validación de compra, entregando un escenario pre calculado que integra las variables de moda detectadas en la investigación de mercado realizada en los periodos de octubre y noviembre del 2025.

#### ***Definición de Alcance Funcional del Agente IA***

Es importante delimitar las fronteras de actuación del sistema para gestionar las expectativas del comprador y category de aros:

### **Alcance de Lectura.**

El sistema tendrá acceso de lectura a los archivos históricos de liberaciones y al repositorio de inteligencia de mercado, todo en formato de Excel a excepción del cuestionario de investigación de mercado elaborado por Ian. No tendrá permisos para modificar base de datos del ERP ni alterar registros históricos con el fin de evitar posibles vulneraciones que puedan darse. También se aclara que el sistema estará alojado en un equipo de cómputo que la empresa maneje y en supervisión con el departamento de sistemas.

### **Alcance de Decisión.**

La IA generará una sugerencia de orden de reposición. El sistema no ejecutará la compra, no enviará correo a proveedores chinos ni aprobará pagos. Su salida es un documento de soporte a la decisión (DSS – Decision Support System).

### **Manejo de Excepciones.**

El modelo se programará para identificar anomalías estadísticas y marcarlas para revisión manual evitando alucinaciones o compras erróneas por datos sucios.

## **Configuración del Entorno de Desarrollo y Preparación Técnica**

Para la materialización de la propuesta, se ha diseñado un ecosistema tecnológico híbrido que combina privacidad de la ejecución local con la potencia de cómputo en la nube. Esta arquitectura se define bajo el paradigma Medium-code, lo que implica que, si bien se aprovecha la interfaz visual de la orquestación para flujos lógicos, se integra fragmentos de código puro (Scripts) para tarea de estructuración de datos.

A continuación, se detallan los componentes de infraestructura, el stack tecnológico seleccionado y los protocolos de ejecución que garantizan la reproducibilidad del prototipo.

### ***Requerimientos Técnicos y Stack Tecnológico***

La solución de depender de una única plataforma monolítica, sino de la integración modular de tres capas funcionales: Orquestación, procesamiento numérico e Inteligencia Cognitiva.

### **Núcleo de Orquestación (n8n Self-hosted).**

Se ha seleccionado la plataforma n8n en su versión self-hosted v. 2.3.4. En esta elección es estratégica frente a las versiones en la nube, ya que permite ejecutar los

procesamientos de datos sensibles (Costos, márgenes, listas de proveedores) directamente en los servidores locales o equipos de la empresa, reduciendo latencia y garantizando que la información financiera no persista en bases de datos de terceros.

### **Motor de Inteligencia Artificial (Google Gemini API).**

Para la capa de razonamiento y RAG, se utiliza la API de Google AI Studio y Google Cloud. Específicamente, se implementan dos variantes del modelo:

- Modelos de embedding (Text-Embeddin-004): Utilizados para vectorizar la investigación de mercado (Convertir textos en números) y permitir la búsqueda semántica.
- Modelos generativos (Gemini 3.0 Flash): Seleccionados por su amplia ventana de contexto, lo que permite múltiples filas de inventario simultáneamente con alta capacidad de razonamiento lógico en tareas de Supply Chain.

### **Capa De Procesamiento De Datos Con JavaScript.**

Se incorpora el lenguaje de programación JavaScript, como núcleo de cálculo determinista. A diferencia de la IA, que es probabilística, el uso de scripts nativos permite realizar operaciones matemáticas estrictas y manipular directamente las estructuras de datos (JSON) en la memoria de flujo de trabajo. Esto asegura que los indicadores que alimentan a la IA sean exactos y optimiza la velocidad de procesamiento al eliminar la necesidad de gestionar toda la información de una sola.

### ***Arquitectura de despliegue y entorno de ejecución***

Para la fase de desarrollo y validación del prototipo, se ha optado por un despliegue Local-Host sobre el sistema operativo Windows, gestionado a través de la interfaz de línea de comando Powershell. Esta decisión prioriza la agilidad en la modificación de flujos y otorga acceso directo a los directorios de los archivos locales donde residen los documentos utilizados por los category. También, se adiciona a que el modelo completo o almacenado en línea es de costo, por lo que la propuesta siempre se basó en que la empresa utilice como medio principal el programa self-host para así aminorar costos.

La gestión del entorno se estructura en los siguientes componentes:

### **Gestión de Dependencias (npm).**

La instalación y actualización de las instancias en n8n y sus nodos complementarios se ejecuta mediante Node Packager Manager (npm). Esto permite controlar las versiones de las librerías utilizadas, asegurando que el entorno no sea replicable en cualquier otra máquina que cuente con Node.js instalado

### **Persistencia y Portabilidad del Sistema.**

La lógica completa de algoritmos (nodos, conexiones y scripts y configuraciones) se gestiona mediante la exportación del flujo de trabajo en formato estandarizado JSON. Esto permite que el sistema desarrollado pueda ser replicado o migrado a un servidor de producción de la empresa simplemente importando el código fuente, sin necesidad de redibujar visualmente el diagrama.

### **Gestión de Credenciales.**

Para mantener la seguridad, las claves de API (Gemini) y las rutas locales no se quedan en el código, sino que se configuran como variables de entorno o credenciales encriptadas dentro de n8n, facilitando la auditoria de seguridad por parte del departamento de sistemas.

### ***Protocolo de Anonimato y Seguridad de Información***

Dada la naturaleza confidencial de los datos comerciales de Autoradiador S.A., el desarrollo de la propuesta tecnológica se rige bajo un protocolo de doble entorno. Esta metodología garantiza la protección de la información sensible sin comprometer la integridad académica de la propuesta.

Para efectos de la propuesta se han configurado dos instancias paralelas del flujo de automatización:

En el entorno de producción privado, se ejecutará dentro de los servidores de la empresa. Este flujo procesa los datos reales, cifras de facturación exactas y códigos de aros junto a las cantidades actuales de stock que se manejan. Los resultados de este entorno son de uso exclusivo interno y no se expondrán en el presente documento.

En el entorno de documentación, será una réplica funcional del flujo original, diseñada específicamente para la demostración de este trabajo de titulación. En este entorno se aplican las siguientes medidas de seguridad.

- **Data sintética:** Los archivos de entrada han sido modificados alterando los valores de cantidades a comprar, ello con ayuda del Category para plantear un escenario donde el varía objetivamente las variables del plan maestro para evaluar la efectividad de la IA contrastando su metodología con la de la IA. Las codificaciones y demás datos relevantes mantendrán su misma estructura, solo el input que alimentara a la IA variara.

Esta distinción asegura que la información obtenida a partir de resultados en Excel y los análisis expuestos en Word presentados en los capítulos subsecuentes sean válidos para la evaluación académica, protegiendo así mismo la información sensible que pueda obtenerse.

### **Estructuración y Preprocesamiento de Datos (Inputs)**

La eficacia de un modelo de IA no reside únicamente en la potencia del algoritmo, sino en la calidad y la estructura de los datos que consume. Para este sistema, se ha definido una arquitectura de datos híbrida que integra las fuentes cualitativas (Preferencias subjetivas del cliente) y cuantitativas (datos duros de inventario y liberación)

A diferencia de los sistemas de reposición tradicionales que reaccionan solo al historial de ventas, esta propuesta “aumenta” la toma de decisiones al inyectar contexto en el mercado. Para ello, los inputs documentales se han clasificado en dos categorías según su función en el flujo de razonamiento RAG: Contexto estático y Contexto Dinámico.

#### ***Contexto Estático: Base de Conocimiento de Mercado***

Este grupo de documentos constituye la “Memoria a Largo Plazo” del sistema. Se integran al flujo una única vez para ser vectorizados y almacenados en la base de datos semántica. Su función es dotar al agente de IA de un criterio experto sobre qué productos son valiosos para el consumidor actual.

#### **Instrumento de Investigación.**

Corresponde al documento narrativo de la investigación de mercado (Encuestas y entrevistas). Este input enseña al modelo a reconocer atributos de diseño. Por ejemplo, define que el acabado “Black machine” es una tendencia creciente en SUV’s o que los

aros “Doble aplicación” son más cotizados en Autos marca Chevrolet. Su rol principal es el de filtro cualitativo.

### **Matriz de Resultados Cualitativos.**

Consiste en la tabulación final de la investigación. Aporta el peso numérico de las respuestas obtenidas por la encuesta. Esto le permite a la IA pueda contrastar la información obtenida de la encuesta con las respuestas obtenidas en la matriz de resultados. También priorizará las decisiones basándose, por ejemplo, si dos aros están en quiebre, el sistema sugerirá comprar primero aquel cuyo perfil coincida con el segmento de mayor aceptación estadística y verificar si los aros se están vendiendo tan rápido como sus liberaciones en el mes.

### ***Contexto Dinámico: Matriz Presupuestaria de Stock e indicadores***

Este es el input crítico que detona la ejecución de análisis mensual. Refleja la realidad logística inmediata de la empresa y es altamente variable. Dado que el reporte original “Maestra Principal Presupuestaria” está diseñada para una lectura humana, se ha estructurado un Plan Maestro Presupuestario.

Esta matriz actúa como la fuente de verdad única para el algoritmo, asegurando que la Inteligencia Artificial reciba datos limpios y Segmentados antes de cualquier razonamiento estratégico

### **Estructura de Datos de Entrada (Ingesta).**

Las siguientes tablas (Tabla 1, 2, 3 y 4) detallan las variables extraídas directamente de los reportes operativos y su función específica dentro del modelo:

**Tabla 1**

*Segmento: Variables de datos*

<b>Segmento</b>	<b>Variable Columna</b>	<b>Definición y Criterio de Uso</b>
<b>Datos</b>	<b>ID</b>	Código único del SKU (Stock Keeping Unit). Identificador primario.
	<b>Tipo_Vehiculo</b>	Segmentación comercial (Auto, SUV, Camioneta) utilizada para agrupar tendencias de mercado.

<b>Rin</b>	Dimensión del diámetro del aro (Ej: 13, 14, 15). Variable técnica clave.
<b>Aplicación</b>	Especificación de pernos (PCD). Define la compatibilidad vehicular.

Nota. Identificación de datos por analizar de la tabla maestra.

### Tabla 2

Segmento: Variables stock físico interno

Segmento	Variable / Columna	Definición y Criterio de Uso
<b>Stock Físico</b>	<b>Stock_Vendible</b>	Inventario físico adquirido desde el año 2022 en adelante. Se considera stock "sano" y de alta rotación
	<b>Stock_no_vendible</b>	Inventario antiguo (adquirido antes de 2022). Aunque es un activo contable, representa mercadería de baja rotación o "hueso".
	<b>Stock_total</b>	Sumatoria contable simple (Vendible+NoVendible).

Nota. Es la información esencial para conocer las existencias actuales

### Tabla 3

Segmento: Lectura de ventas

Segmento	Variable / Columna	Definición y Criterio de Uso
<b>Ventas</b>	<b>Promedio_ventas_2024</b>	Dato histórico de referencia. Sirve para comparar el desempeño actual vs. el año anterior (Análisis de Tendencia).

---

**Aros\_Vend\_Acum\_2025**

Total de unidades vendidas desde el inicio del periodo fiscal hasta la fecha de corte. Base para el cálculo de velocidad.

**Aros\_Liber\_Acum\_2025**

Total de unidades liberadas al mercado en el mismo periodo. Base para calcular la eficiencia de absorción.

---

Nota: Análisis de ventas del periodo 2025 y parte del 2024.

#### **Tabla 4**

*Segmento: Logística y compras*

<b>Segmento</b>	<b>Variable / Columna</b>	<b>Definición y Criterio de Uso</b>
<b>Logística y compras</b>	<b>Liberacion_Mensual</b>	Mercadería planificada para liberarse en el mes de análisis (Ej: Diciembre). Se suma al stock activo disponible.
	<b>En_Bodega_Bloqueado</b>	Mercadería que ha arribado físicamente, pero se encuentra bloqueada hasta determinación del category
	<b>Ordenes_en_Transito</b>	Mercadería confirmada en tránsito marítimo o aduanero, próxima a arribar. Fundamental para el cálculo de abastecimiento futuro.

Nota. Es importante recalcar que en este punto se analiza cómo se procederá con la determinación de cantidades a comprar.

#### **Algoritmos de Diagnóstico y Variables Calculadas.**

Una vez ingeridos los datos, el motor de cálculo en JavaScript procesa la información para generar indicadores de decisión y se deja información relevante a analizar por parte de la IA (Específicamente el segmento datos y stock). No se entrega

números crudos a la IA, sino métricas de salud logística resultantes de las fórmulas definidas.

**Tabla 5**

*Estructura lógica de variables calculadas #1*

<b>Variable de salida</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Lógica e Interpretación IA</b>
<b>ID_SKU/ Rin / Aplicación</b>	Extracción directa	Contexto de identidad de los aros
<b>Stock Total Físico</b>	$STF = Stock\_Vendible + Stock\_no\_Vendible + Liberacion\_Mensual$	Representa la disponibilidad física real en el momento de análisis. La IA utiliza este valor para medir la capacidad de supervivencia inmediata.
<b>Venta promedio mensual</b>	$VPM = \frac{Aros\_Vend\_Acum\_2025}{Meses\ transcurridos}$	Define velocidad real de salida del producto. Corrige distorsiones de los promedios anuales estáticos.
<b>Cobertura actual meses</b>	$CAM = STF / VPM$	Indica cuantos meses de vida tiene el producto con el inventario actual. Si es < 1.5, detona alertas de quiebre inmediato
<b>Supply Chain Total</b>	$SCP = STF + Ordenes\_en\_transito + En\_Bodega\_Bloqueado$	Representa la posición global de inventario unificando la disponibilidad física con el flujo logístico confirmado.

<b>Indice de cobertura Lead Time</b>	<b>de</b> <b>ICL = SCP/ Venta promedio mensual x 5</b>	<p>Indicador Clave: Mide si la cadena de suministro total (Lo que tengo + Lo que viene) cubre la demanda durante el tiempo de reposición 5 meses.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>&lt; 1.0:</b> Déficit Estructural (Falta comprar).</li> <li>• <b>&gt; 1.0:</b> Superávit (Sobrestock proyectado).</li> </ul>
<b>Factor de seguridad seguridad</b>	<b>Factor de si Cobertura actual</b> <b>= {1.5 Meses, 1.0 Mes, &lt;5 Meses (Lead Time) si Cobertura actual ≥ 5 Meses}</b>	<p>Si el stock actual es menor al tiempo de barco, el producto esta en zona de riesgo de quiebre antes de la llegada</p>
<b>Auditoria de calidad de inventario</b>	<b>de</b> <b>de</b> <b>Si (Stock_no_vendible &gt; Stock_vendible) = "RECHAZADO"</b>	<p>Filtra los "falsos positivos". Si un producto tiene alto stock, pero la mayoría es antigua, la auditoría marca el inventario como "Rechazado" o "Alerta", indicando a la IA que la cobertura matemática es engañosa y se requiere renovación.</p>

---

Nota. Información importante para la ingesta de información para el prompt.

El uso de una estructura depurada es fundamental para evitar “Alucinaciones”. Al entregarle la información bien estructurada, se libera al Modelo de Lenguaje de realizar interpretar la información en desorden, permitiéndole concentrarse exclusivamente en el razonamiento estratégico.

### **Implementación Técnica del flujo de ingesta y Preprocesamiento**

La implementación del prototipo en la plataforma n8n se ha estructurado siguiendo una lógica secuencial que garantiza la integridad de los datos antes de cualquier intervención de la Inteligencia Artificial. A diferencia de los modelos genéricos donde se entregan datos crudos al modelo de lenguaje, esta arquitectura separa estrictamente el procesamiento determinista usando cálculos matemáticos del procesamiento probabilístico del razonamiento de la IA

A continuación, se detalla la configuración técnica de la fase de ingesta, dividida en la construcción de la memoria de mercado y la preparación de los datos operativos.

#### ***Digitalización semántica del contexto estático***

El primer componente del flujo tiene como objetivo transformar los resultados tabulados de las encuestas, datos cualitativos codificados, en una base de conocimiento semántica que el Agente de IA pueda “leer” y comprender

#### **Extracción y Traducción de variables.**

La información proviene de un archivo estructurado “Datos aros xxx\_xxx.xls” donde las respuestas de los clientes están codificadas numéricamente. Dado que un modelo de lenguaje (LLM) requiere contexto lingüístico y no códigos estáticos, se implementó un nodo de procesamiento intermedio denominado “Traductor\_SPSS\_a\_Texto”. Se menciona que la información inicial se encontraba como un archivo. spss, el cual es como el programa IBM SPSS Statistics entrega la información.

Este script ejecuta una función de mapeo que convierte las variables codificadas en narrativa natural. Por ejemplo, transforma una fila de datos crudos en una sentencia comprensible: “El cliente prioriza la durabilidad sobre la estética y los vehículos más comunes son Kia Rio y Chevrolet Sail”. Este paso es crítico para evitar que la IA alucine o malinterprete códigos numéricos internos.

#### **Vectorización y Almacenamiento.**

Una vez que el texto es legible, el flujo utiliza el nodo “Embedding Google Gemini” para convertir esas narrativas en vectores matemáticos. Esta información se

almacena en “Supabase Vector Store”, constituyendo la “memoria a largo plazo” del sistema. Esto permite que, en fases posteriores, cuando la IA analice un aro Rin 14 aplicación 114.5x4, pueda recuperar automáticamente las preferencias de diseño específicas para ese vehículo desde esta base de datos, sin necesidad de volver a leer los archivos de Excel originales.

### ***Inicialización del ciclo de planificación y trazabilidad***

Para el flujo operativo de demanda, se estableció un protocolo de inicio manual que asegura la auditoría de cada ejecución.

Al iniciar el sistema, el nodo Registro de Lote consulta la base de datos historia para identificar la última ejecución realizada. Inmediatamente, el nodo lógico Code\_Batch genera un nuevo identificador único secuencial, por ejemplo, Lote-0003). Esta trazabilidad es fundamental desde la perspectiva administrativa, ya que permite agrupar las 98 sugerencias de compra bajo un mismo expediente digital, facilitando la comparación futura entre lo que sugirió la IA en diciembre versus lo que realmente ocurrió en meses posteriores.

### ***Procesamiento determinista de datos operativos***

La fase de preparación de datos dinámicos es donde se ejecuta la lógica matemática definida en el capítulo 8.3.2.1 y 8.3.2.2. El sistema ingesta el archivo Maestra Principal Presupuestaria.xlsx y lo procesa a través del nodo Matriz de ingesta estructurada.

Este nodo actúa como el motor de cálculo de sistema. Su función técnica es ejecutar mediante código JavaScript los algoritmos de diagnóstico y las fórmulas que se establecieron en la lógica matemática A diferencia del procesamiento tradicional fundamentado en hojas de cálculo, este nodo desempeña un papel crucial en la normalización de los datos, así como en la eliminación de posibles inconsistencias de formato, lo que culmina en la entrega de un objeto JSON estructurado. Es imperativo confirmar que los datos que ingresan a la etapa de análisis cognitivo han sido previamente validados a través de diagnósticos matemáticos. Esta validación permite que la inteligencia artificial se concentre exclusivamente en la inferencia estratégica, evitando la realización de cualquier operación aritmética.

## **Orquestación del ciclo de razonamiento cognitivo**

Una vez que los datos han sido procesados y validados matemáticamente, el sistema inicia el núcleo de su operación: el ciclo de análisis cognitivo. En esta fase, la arquitectura híbrida (RAG + IA) evalúa cada SKU no solo por sus números fríos, sino por su contexto de mercado y su historial.

A continuación, se detalla la configuración técnica del bucle de procesamiento, la gestión de memoria histórica y la lógica del agente de Decisión

### ***Estrategia de procesamiento Iterativo***

Dada la limitación de ventana de contexto de los modelos de lenguaje y la necesidad de controlar el consumo de tokens, se descartó el envío masivo de muchos productos en una sola petición.

En su lugar, se implementó el nodo “Loop Over Items”, configurado para fragmentar el set de datos en lotes pequeños de 10 unidades. Esta segmentación permite una supervisión granular del proceso: si ocurre un error de conexión de API de Google en un lote específico, el sistema puede reintentar o aislar el fallo sin comprometer la totalidad del análisis.

### ***Integración de Memoria Histórica***

Dentro del ciclo antes que los datos lleguen a la IA, el flujo ejecuta una consulta de búsqueda de antecedentes mediante un nodo de Supabase con la configuración “Get Many” y el nodo “Merge”.

El objetivo técnico de esta integración es cruzar los datos actuales con las sugerencias que el propio sistema emitió en ejecuciones anteriores. Mediante una operación de unión SQL (left Join), el sistema verifica si el SKU analizado ya fue evaluado previamente.

Es importante recalcar que, para efectos de este prototipo inicial y presente simulación, la ausencia de historial no representa un conflicto operativo. El código ha sido diseñado con cláusulas de contingencia (COALESCE) que permiten al sistema funcionar perfectamente “en frío”, asignando valores predeterminados dando como respuesta “Sin historial previo a los productos nuevos.

Esta arquitectura se deja instalada específicamente para habilitar futuros análisis longitudinales, donde la IA podrá juzgar su propia efectividad comparando sugerencias

pasadas con los resultados reales de venta, aprendiendo así de sus propios aciertos o errores a largo plazo.

### ***Optimización de carga útil***

Con el fin de maximizar la eficiencia y velocidad de respuesta del modelo, se interpuso un nodo de limpieza denominado compresor.

Este script ejecuta una función de minificación sobre el objeto JSON. Su tarea es eliminar cualquier metadato técnico innecesario generado por n8n o Supabase, y recortar textos extensos de razonamientos previos. De esta forma se entrega al agente de IA únicamente la información esencial, reduciendo significativamente la latencia y el costo computacional por cada interacción.

### ***Configuración del motor de Decisión***

El núcleo cognitivo del sistema reside en el nodo IA Agent. A diferencia de una implementación estándar de chatbot, aquí el modelo de Lenguaje (LLM) no opera con libertad creativa, sino que ha sido restringido mediante una técnica de Prompt Engineering estructurado conocida como Cadena de pensamientos con Restricciones o Chain of Thought (CoT) with constraints.

La instrucción del sistema o Sistema Prompt, se diseñó meticulosamente para forzar al modelo a actuar como un Planificador de Demanda Experto, Imponiendo una jerarquía de reglas lógicas matemáticas que deben de cumplirse antes de emitir cualquier sugerencia de compra. Con lo mencionado, se procederá a detallar la arquitectura lógica de este prompt y la justificación de sus componentes:

#### **Definición de variables de Entorno y Rol.**

El prompt inicia estableciendo parámetros inmutables para evitar alucinaciones temporales o logísticas:

- *Rol*

Se define específicamente el perfil de “Experto en cadena de suministros con conocimientos en planificación de demanda vinculado al sector comercial automotriz de respuestas, accesorios y partes en guayaquil, Ecuador” para calibrar el tono de respuesta hacia un enfoque técnico-comercial.

- *Anclaje temporal y logístico*

Se fija fecha la fecha de simulación tomando como fecha de corte el 4 de diciembre del 2025, ya que en esa fecha se inicia, tentativamente, el inicio de la planeación de la demanda detallado en el capítulo anterior. Y se determinó que el Lead Time Objetivo de 5 meses por que obliga a la IA a proyectar la necesidad de inventario basándose en el tiempo real que tarda la importación desde China, y no en la demanda inmediata local.

### **Arquitectura de filtros jerárquicos.**

Antes de realizar cualquier cálculo de compra, el prompt impone una capa de seguridad lógica denominada “Filtros de Estado”. Esta sección tiene jerarquía máxima; es decir, si un SKU cumple con alguna de estas condiciones, el análisis se detiene y la sugerencia de compra se esfuerza a cero. Se definieron cuatro criterios de bloqueo para proteger el flujo de la caja:

- **Criterios de Sobrestock**

Si el precálculo matemático ya detecto exceso en el stock del aro, la IA tiene prohibido sugerir compra

- **Criterio de calidad (Funge como una Auditoria)**

Se instruye el modelo para leer la variable de auditoría. Si el inventario está marcado como RECHAZADO significando Hueso/Obsoleto, se impide la recompra, evitando perpetuar errores de inventario pasados.

- **Criterio de ICL (Cobertura)**

Si el índice de cobertura de Lead Time es superior a 1.2, significa que la empresa tiene stock suficiente para cubrir el tiempo de importación más un 20% de buffer de seguridad. En este caso la compra es innecesaria.

- **Criterio de rotación lenta**

Se establece un límite en el que, si la cobertura actual supera los 60 meses, el producto se considera de nula rotación y se bloquea su adquisición.

### **Lógica de continuidad Histórica.**

Para dotar al sistema de memoria, se incluyó una instrucción condicional que evalúa la persistencia de las sugerencias. El modelo analiza si en ejecuciones previas ya

se sugirió comprar un ítem, pero el stock físico no ha aumentado. Si detecta este patrón, el prompt obliga a la IA a cambiar su razonamiento por una alerta como esta “Urgente: Reiteración”, permitiendo detectar cuellos de botella administrativos donde las sugerencias del sistema estén siendo ignoradas o donde los pedidos no están llegando.

### **Inferencia de tendencias.**

Dado que el modelo matemático puro puede fallar en productos nuevos sin historial de ventas, se inyecta conocimiento de dominio sobre el parque automotor ecuatoriano. Se proporciona al modelo una lista explícita de vehículos de alta rotación tales como Chevrolet Aveo, Sail, Dmax, Kia Rio, Sportage, Toyota Hilux entre otros. Esta instrucción permite que la IA discrimine cualitativamente: no es lo mismo tener cero ventas en un año para un vehículo comercial popular (oportunidad perdida) que tener cero ventas en un modelo de lujo antiguo por falta de demanda.

### **Escenarios de Ajuste y Algoritmo Híbrido.**

La determinación de la cantidad sugerida por la IA, no se deja al libre albedrío del modelo, sino que se rige por tres escenarios predefinidos que combinan matemática determinista con intuición de mercado:

- **Escenario A: Reposición técnica**

Aplica para productos con ventas activas, pero inventario bajo ( $ICL < 1$ ). Aquí la IA debe ejecutar estrictamente la “Formula Maestra”:

$$Necesidad = (Venta Promedio \times 5_{meses}) + Stock Seguridad - Stock Actual$$

Esto asegura que la sugerencia cubra exactamente el hueco de inventario durante el tiempo de importación.

- **Escenario B: La apuesta Estrella**

Este es el componente más innovador del prompt. Resuelve el problema del “Arranque frío”. Si un producto tiene venta cero (Lo que daría una sugerencia matemática de 0), pero pertenece a un vehículo popular, definido en el punto 8.5.4.4., la IA está autorizada a ignorar la fórmula y sugerir un lote mínimo de prueba (8 a 12 unidades). Esto transforma al sistema de un simple repone-stock a un sugeridor de oportunidades comerciales.

- **Escenario C: Hueso confirmado**

Si el producto tiene venta cero y además pertenece a un vehículo de baja rotación, la sugerencia se fuerza a cero, clasificando el ítem como riesgo financiero.

### **Restricciones Logísticas de Salida.**

Finalmente se impusieron reglas de formato para asegurar que la salida sea operativa para el departamento de compras:

- **Redondeo de empaque**

Se exige que todas las cantidades sugeridas sean múltiplos de 4. Esto responde a la lógica de embalaje estándar de los aros, evitando sugerencias de unidades sueltas que son lógicamente inviables.

- **Sanitización**

Se prohíben valores negativos, asegurando la integridad del dato numérico.

Finalmente, es importante destacar que las restricciones en los formatos no se limitan a un propósito meramente estético; más bien, desempeñan un papel crucial en la garantía de la interoperabilidad de los datos. La estandarización de la salida de la inteligencia artificial en una estructura numérica bien definida y validada elimina la necesidad de una interpretación manual posterior. Esto permite que los resultados correspondientes a la Cantidad Sugerida y el Razonamiento estén debidamente preparados para su captura y almacenamiento persistente en la fase subsiguiente del ciclo, asegurando así que la decisión del agente se convierta en un registro auditable.

### ***Estandarización de salida y persistencia de datos***

El cierre del ciclo de razonamiento no ocurre con la respuesta del agente, sino con la captura estructurada de dicha respuesta en un mecanismo de repetición controlado.

### **Funcionamiento del Bucle (Loop Over Items):**

Técnicamente, el nodo Loop Over Items actúa como un controlador de flujo que mantiene al sistema en un estado cíclico hasta procesar la totalidad de la carga de trabajo. Tras finalizar el análisis y guardado de un lote de 10 SKUs, el sistema verifica si quedan registros pendientes en la cola de entrada.

- Si existen pendientes: El flujo rebobina y carga el siguiente lote, repitiendo los pasos de consulta histórica, comprensión y análisis de IA.

- Si la cola está vacía: El bucle se rompe entrando a Done, liberando el flujo hacia la etapa final

Este diseño iterativo es fundamental para manejar la latencia de las APIs de inteligencia Artificial. Al procesar paso a paso, se evita la saturación de tokens y se mantiene un control granular sobre el proceso, priorizando la precisión del análisis por encima de la velocidad instantánea.

### **Estandarización y Guardado Incremental.**

Dentro de cada iteración, se ejecuta la persistencia de datos. El nodo Limpiador sanea la salida del texto de la IA, eliminando el formato Markdown y validando la estructura JSON. Inmediatamente después, el nodo “Supabase\_Archivador” inserta los resultados en la base de datos de Supabase denominada “historial\_analisis”. Esta arquitectura de “guardado por lote” minimiza el riesgo operativo: los datos se aseguran en el servidor minuto a minuto, garantizando que, ante cualquier interrupción imprevista, el trabajo procesado hasta ese momento ya se encuentre respaldado.

### **Fase Post-Procesamiento y Reporte ejecutivo**

Una vez el controlador de bucle confirme que los SKUs han sido procesados exitosamente, el flujo de automatización abandona la etapa iterativa y activa la fase de consolidación. El objetivo de este bloque final es sintetizar los resultados individuales para generar entregables estratégicos orientados a la gerencia.

A continuación, se describe la arquitectura de los nodos encargados de la digestión de datos, la redacción del informe y la entrega final.

#### ***Digestión estadística***

Dado que la información se procesó de manera fragmentada, es necesario unificarla para obtener una visión global del pedido. Para ello, se implementó el nodo script “Digestor de datos”.

Este componente ejecuta una función de agregación que recorre la totalidad de los registros procesados para calcular las métricas maestras. En lugar de someter nuevamente toda la data cruda del modelo de lenguaje, el digestor calcula determinísticamente un objeto del resumen digerido que contiene:

- **Total de cantidades**

La suma exacta de unidades sugeridas a comprar

- **Semáforo de inventario**

El conteo preciso de cuantos SKUs se encuentra en estado “Crítico”, “Déficit” o con “Sobrestock”

- **Filtros de calidad**

La cantidad de Items bloqueados por auditoría “Hueso”.

- **Ranking de urgencias**

Una línea textual con los 10 casos más críticos, formateada para ser citada como evidencia en el cuerpo del correo.

### ***Agente de redacción Ejecutiva***

Con las estadísticas calculadas, el flujo activa el segundo nodo de inteligencia artificial: “Agente para informe”

A diferencia del primer agente analista, este modelo está configurado mediante un System Prompt para actuar como gerente de inteligencia de cadena de suministro. Su función no es calcular, sino comunicar. Recibe como entrada lo arrojado por el nodo “Digestor de datos” y genera el cuerpo de un informe formal en formato HTML, estructurando la narrativa en secciones estratégicas: Resumen Ejecutivo, Análisis de riesgos y Recomendación de compra, y justificando las cifras con la lógica de cobertura (ICL) previamente procesada.

### ***Generación Paralela de Documentos y Sincronización en Merge***

Para dotar al reporte de integralidad, el sistema ejecuta una bifurcación del flujo inmediatamente después de la etapa de digestión. Esto permite generar dos tipos de entregables simultáneamente mediante rutas de procesamiento independientes que convergen al final.

#### **Rama A: Reporte Ejecutivo.**

Como se mencionó anteriormente, una rama se dirige al agente de IA para la redacción estratégica y la posterior conversión a binario mediante el nodo de conversión a Word. Este archivo contiene la narrativa gerencial.

### **Rama B: Anexo Técnico (conversión directa).**

Paralelamente, la segunda rama toma los datos estructurados del digestor y los dirige al nodo “Convert to File: xlsx” A diferencia de la rama narrativa, este proceso es puramente técnico: transforma el objeto JSON, contenedor de las métricas exactas y los listados SKUs) directamente en un archivo de hoja de cálculo Excel. Este archivo sirve como evidencia dura para el Category de aros, permitiéndole revisar cifras crudas sin interpretaciones.

### **Unificación de Flujos.**

Dado que n8n procesa estas ramas a velocidades distintas, es crítico sincronizarlas antes del envío. Para esto se implementó el nodo “Unión de datos” o Merge, configurado en modo “Combine By Position”. La función técnica de este nodo es esperar a que ambas tareas finalicen y fusionar sus resultados binarios en un único paquete de salida. De esta forma, se asegura que el ítem resultante contenga tanto la propiedad “Word\_file” que sería el informe como la propiedad “Excel\_file”, listos para ser adjuntos en un solo movimiento.

### ***Envió de documentación***

El proceso culmina con el nodo “Mensaje a Category”, el cual recibe un paquete unificado proveniente del Merge.

Utilizando la integración de API de Gmail, este nodo despacha un único correo electrónico dirigido al category. Gracias a la sincronización previa, el sistema es capaz de adjuntar automáticamente ambos archivos en el mismo mensaje, garantizando que el category pueda tomar decisiones con el contexto completo en una sola notificación.

Para observar la totalidad del flujograma en n8n ver anexo #3: Flujograma de n8n completo.

### **Tiempos de Procesamiento.**

Con la confirmación de envío de este correo, el sistema da por finalizada la ejecución. Las pruebas de rendimiento de los datos originales registraron un tiempo promedio del proceso de 9 minutos, 49 segundos y 80 milisegundos para el ciclo completo. Este indicador valida la eficiencia operativa del prototipo drásticamente con las 3 horas de análisis manual que requeriría este proceso en condiciones tradicionales.

La arquitectura descrita en este capítulo demuestra que es técnicamente viable orquestar un flujo de trabajo híbrido en el que la lógica determinista y la inteligencia generativa operen de manera sincronizada.

El prototipo desarrollado en n8n no solo ha logrado automatizar la ingesta y procesamiento de datos complejos, sino que ha establecido un estándar de trazabilidad y generación documental que emula, e incluso sistematiza, las funciones operativas de un planificador humano. Con el sistema completamente funcional y capaz de emitir sugerencias de compra en un tiempo de ejecución controlado, el siguiente paso crítico es someter este desempeño a una validación crítica de resultados.

Por ello, en el siguiente capítulo, se evaluará el impacto real de esta implementación, contrastando las métricas de eficiencia, costos y calidad de decisión del modelo automatizado frente a la metodología tradicional manual de Autoradiador S.A.

## **Capítulo IV: Análisis de Resultados y Validación del Prototipo.**

El presente capítulo constituye la fase de comprobación empírica de investigación. Tras la implementación técnica del flujo de trabajo automatizado en n8n, se procedió a ejecutar una serie de pruebas controladas con el objetivo de validar la hipótesis planteada en el capítulo I.

El análisis se estructura bajo un enfoque mixto (Cualitativo y Cuantitativo), contrastando el desempeño de algoritmo generativo frente a la heurística experta del planificador humano. A continuación, se detallan las condiciones experimentales y el desglose estadístico de la eficacia.

### **Definición del Escenario de Validación**

Para la ejecución de la prueba, se procedió conforme a los parámetros de delimitación establecidos en el diseño metodológico.

#### ***Muestreo y Condiciones de Frontera***

Se aplicó el protocolo de validación por muestreo representativo a un conjunto de 67 SKUs, seleccionados para cubrir la casuística completa del inventario: Productos de alta rotación (A), de rotación media (B) y obsoletos (C). Esta selección permite evaluar la respuesta del algoritmo ante necesidades conflictivas, específicamente entre la necesidad de adquisición y la necesidad de restricción.

La simulación se llevó a cabo estableciendo una fecha límite del 4 de diciembre de 2025, momento en el cual se congelaron tanto el inventario como las ventas históricas, garantizando así que tanto el modelo automatizado como la categoría operen bajo las mismas condiciones informativas.

Adicionalmente, se establece que la categoría en cuestión ha definido un umbral de aceptación del 85%. Este umbral se constituye como el objetivo a alcanzar, o en su defecto, a superar por parte de la inteligencia artificial.

### **Benchmark de prueba IA vs Category**

La evaluación de desempeño se centra en la capacidad del modelo para replicar la estrategia de abastecimiento experta, medida a través de un indicador denominado PAI (Presión de Ajuste de Inventario).

### ***Cálculo de Precisión (PAI)***

Aplicando la fórmula definida para medir la exactitud del ajuste de inventario, se contrastaron los volúmenes totales sugeridos por ambas partes.

#### **Datos Consolidados del Experimento:**

- $\Sigma Q_{cat}$  (Cantidades Totales del category): 1946
- $\Sigma Q_{IA}$  (Cantidades Totales del IA): 198
- $\Sigma |Q_{cat} - Q_{IA}|$  (Suma de Desviaciones Absolutas): 111

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$PAI = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Q_{cat} - Q_{IA}|}{\sum_{i=1}^n Q_{cat}} \right) * 100$$

$$PAI = \left( 1 - \frac{111}{1946} \right) * 100$$

$$PAI = (1 - 0.0570) * 100 = 94.30 \%$$

El resultado de 94,30 % supera el umbral de aceptación del 85 %, lo que valida la hipótesis de trabajo. Sin embargo, es necesario analizar la composición de ese 5.7% de desviación para entender la lógica operativa del agente.

### ***Interpretación de la Matriz de Confusión***

El desglose de decisiones (Comprar vs no comprar) arroja una luz sobre el “perfil de riesgo” que adoptó la IA:

#### **Fiabilidad en Bloque (52 casos – Verdaderos Negativos).**

El sistema mostró una coincidencia absoluta en la identificación de inventario obsoleto. Esto indica que los filtros deterministas (Preprocesamiento en n8n) funcionaron correctamente, impidiendo que la IA alucinara la demanda de productos con baja rotación.

#### **Análisis de discrepancia (Falso positivo).**

Se registró un único caso donde la IA sugirió comprar 7 unidades y el humano no. La razón de este fenómeno se debe a que el escenario B, denominado Apuesta Estrella, fue activado por el aviso correspondiente. Este mecanismo identificó un nuevo producto destinado a un vehículo de alta demanda y propuso un lote mínimo. Desde una perspectiva técnica, esta acción puede considerarse un error en comparación con la intervención

humana; sin embargo, estratégicamente, representa una acción comercial proactiva y legítima que busca mitigar el riesgo de desabastecimientos no evidentes asociados a productos de reciente lanzamiento.

### ***Gestión de cantidades.***

La diferencia volumétrica total sugiere que el modelo implementado adopta una postura ligeramente más agresiva en la protección del nivel de servicio. Mientras el planificador humano tiende a redondear cifras bajas, la IA aplica estrictamente la fórmula de cobertura, asegurando matemáticamente el stock para los 5 meses de importación sin recortes arbitrarios.

### ***Ausencia de falsos negativos***

El hallazgo más crítico es que no hubo omisiones en las compras. En ningún caso la IA dejó de pedir un producto que el experto consideraba necesario. Esto valida la seguridad operativa del sistema: la automatización no expone a la empresa a riesgos de reabastecimiento.

## **Análisis de Costos LLM**

Una vez validada la calidad de la decisión estratégica, es imperativo desglosar la estructura de costos del sistema. Este análisis no solo busca determinar el precio de una ejecución, sino entender la estabilidad del modelo en función de las tarifas del mercado de IA generativa. También está enfocada en analizar los costos reales de la implementación, sin mencionar las cantidades de SKUs.

### ***Arquitectura de consumo y Tokenización***

Para determinar el costo operativo exacto, se auditaron los registros de metadatos de una ejecución completa. A diferencia de las estimaciones teóricas, esos datos reflejan la variabilidad natural del procesamiento por lotes (Batch Processing), donde la longitud del contexto varía según la complejidad de los SKUs analizados.

El consumo total auditado ascendió a 148,102 Tokens, distribuidos en tres capas de inteligencia especializadas:

#### **Capa de Contexto (RAG – Gemini 2.5 Flash).**

- **Input (Lectura):** 8,870 Tokens (6 consultas)
- **Output (Generación):** 11,639 Tokens
- **Consumo Total:** 20,509 Tokens

### **Capa de Razonamiento (Analista – Gemini 3.0 Flash).**

- **Input (Lectura):** 43,233 Tokens (Prompt + Datos de 20 análisis)
- **Output (Generación):** 81,106 (Razonamiento detallado y JSON)
- **Consumo Total:** 124,339 Tokens
- **Observación:** Esta capa representa el 84% de la carga, confirmando que el proceso es intensivo en generación de conocimiento (Output) más que en simple lectura.

### **Capa de Síntesis (Redactor – Gemini 3.0 Flash).**

- **Input (Lectura):** 925 Tokens
- **Output (Generación):** 2,329 Tokens
- **Consumo Total:** 3,254 Tokens

### *Matriz de Costos de la Arquitectura Híbrida.*

Debido a la naturaleza detallada de los informes de inventario, la mayor parte del gasto se concentra en los tokens de salida, que tienen una tarifa más alta en el mercado. Para el cálculo del costo final, se aplicaron las tarifas oficiales sobre los volúmenes auditados:

### **Desglose Financiero por Componente.**

- **A. Costo Capa RAG (Gemini 2.5 flash)**
  - **Tarifas:** Input \$0.30 / Output \$2.50 (Por 1M)
  - **Calculo:** (0.00887M x \$0.30) + (0.01164M x \$2.50)
  - **Costo Subtotal:** \$0.0318 USD
- **B. Costo Capa Analista (Gemini 3.0 flash)**
  - **Tarifas:** Input \$0.50 / Output \$3.00 (Por 1M)
  - **Calculo:** (0.04323M x \$0.50) + (0.08111M x \$3.00)
  - **Costo Subtotal:** \$0.2649 USD
- **C. Costo Capa Redactor (Gemini 3.0 flash)**
  - **Calculo:** (0.00092M x \$0.50) + (0.00233M x \$3.00)
  - **Costo Subtotal:** \$0.0074 USD

### **Costo Total Consolidado:**

$$0.0318 + 0.2649 + 0.0074 = \$0.3041 \text{ por ejecución}$$

**Tabla 6***Proyección de Costo Real Auditado*

<b>Modelo LLM</b>	<b>Configuración</b>	<b>Consumo Auditado (148k Tokens)</b>	<b>Costo Real por Ejecución</b>
<b>Gemini</b>	<b>Híbrido (2.5 + 3.0)</b>	<b>148,102 tokens</b>	<b>\$ 0.3041 USD</b>
<b>DeepSeek</b>	V3.2 (Simulado)	148,102 tokens	\$ 0.0414 USD
<b>ChatGPT</b>	GPT-4o Mini (Simulado)	148,102 tokens	\$ 0.2033 USD
<b>Claude</b>	Claude 3.5 Haiku (Simulado)	148,102 tokens	\$ 0.5284 USD

---

Nota. Estos son los valores por ejecución del flujo.

El análisis financiero revela que el costo real por ejecución es de 30 centavos de dólar (\$0.3041). Si bien los proveedores como DeepSeek podrían reducir este margen a 4 centavos, la decisión de mantener la infraestructura en Google Gemini se sustentó en la estrategia de Financiamiento de desarrollo.

La elección capitalizó la política de incentivos del proveedor mencionando que “los clientes nuevos obtienen \$300 créditos gratuitos para ejecutar, probar e implementar caras de trabajo” (Cloud, s.f.). Con el costo determinado, este crédito otorgó una capacidad real -1,000 ejecuciones completas de pruebas, permitiendo financiar la totalidad de la fase de experimentación sin riesgo presupuestario, una cobertura que otros modelos más económicos por token -pero sin capa gratuita inicial- no podían ofrecer.

### **Análisis de Eficiencia Operativa y Costo-Beneficio**

Finalmente, los resultados del nuevo sistema se comparan con lo que ofrece la estructura de costos de Autoradiador en la actualidad, lo cual se lleva a cabo mensualmente.

#### ***Escenario Base (Proceso manual)***

Usando la metodología existente, la planificación ahora reside totalmente bajo Categoría.

- **Tiempo de Ciclo:** Se requieren aproximadamente de 3 horas o 180 minutos mensuales de dedicación exclusiva a la elaboración del plan
- **Costo Financiero Directo:** Considerando el valor por hora hombre es de \$3.90 USD, el costo de la operación mensualmente es de \$11.70 USD

***Escenario Automatizado (Proceso IA)***

Bajo la nueva modalidad de flujo de trabajo ejecutado en n8n da los siguientes resultados:

- **Tiempo de Ciclo:** El sistema completa la tarea en aproximadamente 9 minutos con 49 segundos de ejecución autónoma.
- **Costo Financiero Directo:**
  - **Infraestructura:** \$0.00 USD (al ser Self-Hosted en servidor local)
  - **Consumo API (Uso de Gemini 2.5 y 3 flash):** \$0.30 USD
  - **Total:** \$0.30 USD por ejecución mensual

***Evaluación de Eficiencia.***

Al contrastar ambos escenarios, se evidencia un cambio radical en la estructura de costos del proceso.

**Tabla 7**

*Matriz de impacto Operativo Mensual*

<b>Indicador Clave (KPI)</b>	<b>Resultado IA</b>	<b>Mejora Manual</b>	<b>vs</b>
<b>Tiempo de ciclo</b>	de 9.5 minutos	94.7% Ahorro	
<b>Costo Ejecución</b>	x \$0.30 USD	97.4% Ahorro	
<b>Precisión (PAI)</b>	94.3%	Supera el 85% del umbral esperado	

*Nota.* Valore en relación al ahorro.

### **Análisis Estratégico del Retorno de Inversión (ROI) y del Costo de Oportunidad.**

Si bien se ha demostrado una reducción drástica en los tiempos de ejecución, el valor estratégico de esta implementación trasciende el ahorro de nómina. La inteligencia artificial actúa como un mecanismo de protección de flujo de caja, mitigando dos riesgos financieros críticos que afectan la rentabilidad neta: el lucro cesante por quiebres de stock y el costo de mantenimiento de inventario ineficiente.

Para cuantificar este impacto, se ha tomado como referencia un ejercicio fiscal estándar con un volumen de ventas de netas de 5 millones de USD y una utilidad bruta de 1,7 millones de USD.

#### ***Recuperación de Margen por Quiebre de Stock (CQS)***

Bajo la metodología manual, la subjetividad en la proyección de demanda expone a la empresa a periodos de desabastecimiento en aros de alta rotación. Utilizando los datos históricos, se determinó un Margen de contribución Unitario (MCU) promedio por aros de \$21,88 (Calculado en base a las 70,000 unidades vendidas).

El modelo propuesto, al asegurar matemáticamente la cobertura del Lead Time, previene la pérdida de ventas. Considerando un escenario conservador donde la IA evita el quiebre de stock de 30 juegos de aros (120 unidades) en un ciclo de reposición crítico, el sistema recupera directamente la siguiente utilidad:

$$CQS = (D_p - S_r) * MCU$$

Donde:

- **$D_p$  (Demanda proyectada no satisfecha):** Representa las unidades que el mercado requería, pero no pudieron atender.
- **$S_r$  (Stock Real):** El nivel de inventario cero al momento del quiebre
- **$MCU$  (Margen de Contribución Unitario):** La ganancia unitaria promedio que la empresa deja de percibir.

$$CQS = (120 \text{ unidades} - 0) * \$21.38$$

$$CQS = \$2,625 \text{ por evento}$$

Esta cifra implica que, en un solo ciclo de decisión optimizado, la herramienta genera una utilidad a 8,750 veces el costo de su ejecución (\$0,30 USD), demostrando un retorno de inversión inmediato puramente por recuperación de ventas

### ***Ahorro Financiero por Inventario Inmovilizado (CBI)***

Además del margen ganado, el sistema genera un ahorro financiero al bloquear la compra de SKUs detectados como obsoletos. Para cuantificar este impacto, se utiliza la fórmula del Costo de Bodegaje de Inventario, el cual revela los costos ocultos de tener capital estancado en la bodega

$$CBI = V_i * (i + s)$$

Para este análisis, se determinó a partir de los estados financieros que el Costo Unitario Promedio de adquisición es de \$43,37 por aro.

En un escenario simulado donde la IA detecta y frena una compra errónea de 30 juegos de aros (120 unidades) que no habrían rotado, se calcula el siguiente ahorro anual:

- **Valor de inventario Evitado (Vi):**

$$120 \text{ unidades} * \$43,37 = \$5,216.4$$

- **Cálculo del CMI Evitado:**

Aplicando una tasa de costo de oportunidad del capital (i) estimada del 10% anual y el factor interno de costo de bodegaje (s) de \$0.005

$$CMI = \$5,216.4 * (0.10 + 0.005)$$

$$CMI = \$5,216.4 * 0.105$$

$$CMI = \$547,72 \text{ anuales}$$

Al sumar el capital principal no ejecutado y los costos de mantenimiento evitados, la intervención de la IA en este solo lote representa una optimización de recursos de \$5,764.12 Esto demuestra que la herramienta no solo mejora la logística, sino que protege la liquidez de la empresa al evitar que miles de dólares se conviertan en activos improductivos.

### ***Resolución***

Aunque el ahorro monetario absoluto es modesto debido al bajo costo de la mano de obra actual, el sistema ofrece una escalabilidad que el proceso actual no posee. Si la empresa decidiera ampliar el DSS hacia los distintos portafolios, el costo manual aumentaría, tomando el sueldo del resto de categorías y su tiempo referente a modificar

los valores manualmente en sus tablas maestras y tener que analizar los resultados obtenidos.

El valor real reside en liberar al experto humano de tareas operativas para enfocarse en aperturar nuevos tipos de aros a comprar y revisar las tendencias y entradas de nuevos aros que entren por los nuevos vehículos que van saliendo año a año.

En el siguiente capítulo, se presentarán las conclusiones finales respecto a los objetivos específicos de la tesis, y se delinearán las Recomendaciones para la implementación productiva, escalabilidad y mantenimiento futuro del sistema en Autorradiador S.A.

## Conclusiones y Recomendaciones

Tras el desarrollo integral del prototipo y la evaluación de su desempeño en un entorno controlado, esta investigación presenta las conclusiones finales que validan la efectividad de la solución propuesta frente a la problemática de planificación de demanda en Autoradiador S.A.

Se concluye que el sistema desarrollo opera exitosamente como un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) de alto nivel. Al alcanzar una Precisión de Ajuste de Inventario (PAI) del 94.30% en la muestra auditada, la herramienta demostró capacidad para interpretar variables complejas como ventas históricas, stock de seguridad, lead time, entre otros. Y transformarlas en sugerencias en cuanto a cantidades a comprar coherentes con la realidad del mercado. La ausencia total de falsos negativos (cero riesgos de desabastecimiento sugerido) confirma que la Inteligencia Artificial, bajo una arquitectura de Prompt Engine robusta, no solo replica el criterio del category, sino que lo estandariza. Mitigando la variabilidad natural del juicio humano causada por fatiga o sesgo cognitivo, dotando al departamento de compras de una base analítica consistente y auditada matemáticamente por cada ciclo de reposición.

El análisis de tiempos y movimientos evidencio una reingeniería radical en el proceso. La automatización del flujo mediante orquestación en n8n redujo el tiempo de ciclo de 180 minutos aplicando el método manual a tan solo 9.50 minutos con el método de IA, lo que representa una ganancia de eficacia del 94.7%. Esta liberación de carga operativa valida la hipótesis de que la integración de herramientas Medium-Code y modelos LLM permite revalorizar el capital humano: El Category de aros deja de ser un procesador de datos para convertirse en un estratega de estudio de mercado, enfocando su tiempo en buscar nuevos aros por rin y aplicación que en un futuro lleguen a impactar a nuestro mercado y que en mercados extranjeros ya lo están haciendo, analizar con mejor eficiencia las tendencias del mercado y en pensar estrategias para definir nuevos métodos de extracción de datos por parte de nuestros clientes y el mercado en general, aportando un mayor valor agregado a la empresa.

El proyecto ha sido financieramente notablemente sostenible. Al evaluar los verdaderos costos de implementación del sistema, se dio cuenta de que el procesamiento completo del plan de demanda tiene un costo marginal de solo \$0.30 USD. Esta cantidad representa una impresionante reducción del 97.4% respecto al costo en horas-hombre del

proceso tradicional. Pero es la minimización de los costos de oportunidad lo que es crítico desde una perspectiva empresarial. Cada vez que la inteligencia artificial previene una falta de stock en un lote crítico de 30 juegos de aros (usado como ejemplo), la empresa puede recuperar aproximadamente \$2,625.60 de margen de contribución directa. Además, ayuda a evitar la inmovilización de más de \$5,200 en inventario obsoleto. Por lo tanto, no solo se optimizan los costos, sino que también se fomenta un uso más eficiente de los recursos, lo cual es clave para el crecimiento sostenible de la empresa.

Esta métrica derriba la barrera de entrada para la adopción tecnológica en la empresa, concluyendo que esta herramienta tecnológica puede ser un soporte fundamental que, si es bien integrada con cualquier sistema ERP, le dará un plus a la eficiencia operativa y analítica de procesos internos de la empresa, en este caso de abastecimiento y estudio de mercado. La arquitectura híbrida entre n8n y Gemini, probó ser una solución costo-eficiente, modular y escalable, capaz de absorber incrementos de volumen de SKUs sin aumentar proporcionalmente los costos operativos.

Por último, aunque no menos relevante, se concluye que es técnicamente viable desarrollar internamente una solución de automatización avanzada, utilizando la inteligencia artificial como catalizador. La exitosa creación de componentes de código sofisticados, tales como webhooks y el manejo de vectores RAG, con la asistencia de modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), confirma que el perfil profesional administrativo puede transitar hacia roles híbridos que integran la gestión y la tecnología. Autoradiador S.A. ha adquirido, no solo una herramienta de software, sino también un activo intangible de conocimiento (saber hacer) que le capacita para adaptar y evolucionar sus propios sistemas, minimizando así su dependencia de proveedores externos de desarrollo.

## **Recomendaciones**

Con el objetivo de maximizar el impacto de esta implementación y asegurar la continuidad de la innovación, se sugieren las siguientes acciones estratégicas para Autorradiador S.A

### ***Replicabilidad Horizontal***

Se recomienda a la Gerencia utilizar el modelo actual de aros como caso de éxito base para replicar este proceso en las demás líneas de negocio (Accesorios, Repuestos, entre otros). Dado que el núcleo lógico del agente es adaptable, la empresa puede escalar esta solución a los demás Category, multiplicando el ahorro de tiempo y unificando la metodología de abastecimiento en toda la organización.

### ***Gestión de Cambio y Capacitación operativa***

Para asegurar la adopción sostenible del proyecto, es imperativo implementar un programa de capacitación enfocado en la “Inteligencia Aumentada”. Se debe instruir al personal comercial, más concretamente los category, no solo en el uso de la herramienta, sino en la interpretación crítica de los hallazgos de la IA, fomentado una cultura donde el criterio experto del humano colabora con la precisión algorítmica, mitigando así cualquier resistencia tecnológica inicial.

### ***Auditoria y Gobernanza de datos***

Considerando que la precisión del 94,7 % depende directamente de la calidad de los inputs, se recomienda establecer un protocolo de limpieza trimestral de los datos del DSS. La empresa, asignando a algún responsable como un category, debe de auditar periódicamente los archivos maestros de productos y las categorizaciones de inventario para asegurar que el modelo RAG se alimente información veraz, considerando el establecer investigaciones de mercado trimestrales y modificar lo que se estableció en un inicio. Ello con el fin de evitar distorsiones en el análisis de la data.

### ***Integración con Ecosistema Web***

Para potenciar el DSS, se sugiere aprovechar la capacidad de n8n para conectarse con la página web Auto Plus. Mediante flujos de extracción de datos, el sistema puede monitorear en tiempo real los catálogos de aros visibles al público. Esto abriría un abanico de posibilidades, como detectar productos estrella, validar descripciones comerciales, extraer información de posibles aros que entren al mercado ecuatoriano y brindar un mejor análisis para el category.

### ***Aceleración del Desarrollo interno Mediante IA.***

Considerando que este prototipo funcional fue construido mayoritariamente con la asistencia de IA para el código, se recomienda empoderar al equipo actual de programación de la empresa con licencias de asistentes de código IA. Si un proyecto de tesis pudo lograr este nivel de automatización, el equipo profesional TI, equipado con estas herramientas, podría acelerar exponencialmente la entrega de nuevos desarrollos, reduciendo los ciclos tentativos de implementación de meses a semanas.

### ***Evolución hacia modelos Predictivos***

Actualmente, el sistema optimiza la sugerencia de compra basándose en las investigaciones de mercado. Como paso futuro, se sugiere integrar variables externas al Prompt de análisis, como tendencias de importación del sector automotriz o indicadores económicos locales. O ofrecer a nuestros clientes un sistema de reposición en el que ya conocerán con exactitud, en base a su demanda, qué cantidades requerirán reponer y, por nuestro lado, implementárselo para extraer la información de sus ventas. Para así alimentar de manera eficiente la misma IA que será capaz de comprender con mayor bagaje de datos, predecir que se debe de comprar con mayor efectividad, otorgando una ventaja competitiva dinámica a la empresa frente a su competencia.

## Referencias

- Adrián Hernández, S. (Julio de 2024). Sistema de búsqueda Inteligente aplicando Retrieval-Augmented Generation (RAG). Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.  
[https://oa.upm.es/83447/1/TFM\\_ADRIAN\\_HERNANDEZ\\_SUAREZ.pdf](https://oa.upm.es/83447/1/TFM_ADRIAN_HERNANDEZ_SUAREZ.pdf)
- Ángel Ricardo, E. C. (13 de junio de 2022). Definición de una API para mejorar la interoperabilidad entre las plataformas de sistemas informáticos de los departamentos de estadística y geografía del INEGI. Aguascalientes, Ciudad de México, México. <http://hdl.handle.net/11317/2312>
- Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.  
[https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA545\\_Fall%202022/Barney%20\(1991\).pdf](https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA545_Fall%202022/Barney%20(1991).pdf)
- Chen Donghua, E. J. (2022). The Impact of Artificial Intelligence on Firm Performance: An Application of the Resource-Based View to e-Commerce Firms. *Frontiers in Psychology*, Volume 13 - 2022, 1-14. doi:10.3389/fpsyg.2022.884830
- Cloud, G. (s.f.). *Google Cloud Pricing*. Recuperado el Enero de 2026, de [https://cloud.google.com/pricing?hl=es\\_419](https://cloud.google.com/pricing?hl=es_419)
- Esperanza Manrique, R. (6 de febrero de 2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *ProQuest*, 586-599.  
<https://www.proquest.com/openview/c7e24c997199215aa26a39107dd2fe98/1?q-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Francisco David, A. H. (10 de julio de 2025). Aplicación full-stack para la creación y ejecución de flujos de trabajo. San Cristobal de La Laguna, Tenerife, España.  
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/42652/Aplicacion%20full-stack%20para%20la%20creacion%20y%20ejecucion%20de%20Flujos%20de%20Trabajo.pdf?sequence=1>
- KARADAĞ, H. (Marzo de 2019). Dynamic capabilities and entrepreneurial management: A review of selected works of David J. Teece. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 6, 10-15.  
<https://journals.econsciences.com/index.php/JSAS/article/view/1850/1850>

- Liu, Y., Zhang, H., Yang, L., & Zhang, S. (2024). Digital Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. *Journal of Global Information Management, 32*(1), págs. 1-20.10.4018/JGIM.336285
- Morero, H. A., Motta, J., Borrastero, C., Juncos, I., Vélez, J. G., Gutierrez, D., & Manzo, F. y. (febrero de 2020). La economía del software libre y open source : multinacionales, pymes y comunidades. (1). Buenos Aires, Argentina: Estudios Sociológicos Editora. 978-987-3713-40-8
- Peréz-Ugena, M. (19 de junio de 2024). *La Inteligencia Artificial: Definición, regulación Y Riesgos Para Los Derechos Fundamentales*. (U. d. Facultad de derecho, Editor) <https://doi.org/10.18543/ed.3108>
- Raboso, D. L. (junio de 2025). Automatización de Procesos con Docker, n8n y modelos de IA: Generación y evaluación automática de exámenes basados en RAG Y Modelos IA para entornos educativos. (U. p. Madrid, Ed.) Madrid, España. [https://oa.upm.es/90131/1/TFG\\_DIEGO\\_LUJAN\\_RABOSO.pdf](https://oa.upm.es/90131/1/TFG_DIEGO_LUJAN_RABOSO.pdf)
- Tanu, M., & Vinita, S. (30 de Septiembre de 2022). Digitalization in Supply Chain Management. *Global Journal of Enterprise Information System*, págs. 1-9. <https://www.gjeis.com/index.php/GJEIS/article/view/685/631>
- Vusumzi, F., & Errol, F. (16 de Septiembre de 2024). Artificial intelligence-powered decision support system for operational decision-making in the ICT department of a selected African university. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 16*(5), 689-701. <https://doi.org/10.1080/20421338.2024.2376916>
- Wassick, J. M., & Perez, H. D. (5 de Noviembre de 2025). Digital supply chain: An industrial perspective. págs. 1-10. 10.1002/aic.18688
- Weibin, W., & Caihong, L. (13 de Marzo de 2023). *MDPI Open Access Journals*. <https://doi.org/10.3390/electronics12061374>
- Zárate, O. d., Dias, J., Avenburg, A., & Gonzales Quiroja, J. (Abril de 2024). Sesgos Algorítmicos y representación social en los modelos de lenguaje generativo (LLM). Argentina. <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/az6612.pdf>

## Apéndice

### Anexo #1: Formato de investigación de mercado.

<b>Investigación de Mercados</b> <b>AROS DE VEHICULOS</b> Estudio: 001
--

Nro. de encuesta
------------------

Muy Buenos días/tardes. Somos parte de unos de sus proveedores más importantes y nos encontramos realizando una entrevista sobre AROS DE VEHICULOS, nos gustaría hacerle unas cuantas preguntas que servirán para brindarle mejor servicio y mejores productos. - Gracias por participar y brindarnos unos minutos de su valioso tiempo.

### CUESTIONARIO

- 1.- Ordene los siguientes tamaños de acuerdo a la demanda de sus clientes, del más solicitado al menos solicitado  
(puede marcar todas o solo las que las piden o venden)
- 2.- ¿Cuántas unidades ha rotado en el último mes de cada una de las medidas?  
(puede marcar todas o solo las que las piden o venden)

	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''	20''	+20''
<b>Orden de Demanda</b>									
<b>Rotación de unidades</b>									

- 3.- ¿Que modelos de vehículos son los que VIENEN A CAMBIAR, los AROS en su almacén?  
(Los 3 más comunes)

1. Marca/Modelo \_\_\_\_\_

Fecha de visita (dd.mm.aaaa)	Nombre del evaluador	Nombre del entrevistado	Empresa

2. Marca/Modelo \_\_\_\_\_

3. Marca/Modelo \_\_\_\_\_

- 4.- Que tipo de acabado prefieren sus clientes en los **AROS**?

Machinado	Mate	Cromado	Otro ... especificar
-----------	------	---------	----------------------

<b>Prefiere ACABADO</b>				
-------------------------	--	--	--	--

5.- ¿Cuál es el **RANGO DE COLORES** preferidos por sus clientes? (seleccione hasta 3 opciones)

	Negro	Silver	Blanco	Rojo	Azul	Otros (especificar)
<b>COLORES Preferidos</b>						

6.- Cual es el rango de colores combinados preferidos por sus clientes para los **AROS**? (puede seleccionar hasta 3 opciones)

- Black machine
- Silver machine
- Black machine undercut red
- Gris oscuro labio negro
- Otros (especificar): \_\_\_\_\_

7.- ¿Cuál de estos factores influye más en la elección de los **MODELOS DE AROS** que ofrece en su tienda?

	Muy Importante	Importante	Mas o Menos	Poco Importante	Nada Importante
<b>Demanda de los clientes</b>	5	4	3	2	1
<b>Tendencias del mercado</b>	5	4	3	2	1
<b>Recomendación de proveedores</b>	5	4	3	2	1
<b>Variedad de diseños</b>	5	4	3	2	1
<b>Exclusividad de modelos</b>	5	4	3	2	1

8.- Pregunte para cada vehículo – **AUTO – SUV – CAMIONETA** (Seleccione solo uno por vehículo)

¿Cuál es el principal motivo por el que sus clientes prefieren un tipo de **ARO** sobre otro?

	Durabilidad	Estética y diseño	Rendimiento y Resistencia	Compatibilidad con modelos específicos	Otros (especificar)
<b>AUTO</b>					
<b>SUV</b>					
<b>CAMIONETA</b>					

9.- ¿En qué tipo de vehículo se enfoca principalmente su oferta de **AROS**? (ordene numéricamente)

Y cuantas unidades ha vendido en el último mes (octubre) más o menos

	Autos	SUV	Camioneta
<b>ORDEN</b>			
<b>Unidades / CANTIDAD</b>			

10.- ¿Qué tipo de abastecimiento prefiere para mantener su **INVENTARIO DE AROS**?

- Compras en grandes volúmenes (descuentos, promociones)
- Compras basadas en demanda
- Compras a medida que se venden
- Sin modelo establecido

11.- ¿Cuáles son los principales motivos por los que un modelo de **ARO, NO SE VENDE BIEN** en su tienda?

(Marque hasta 3 opciones)

- Demanda baja
- Poca variedad en tamaños
- No es compatible con modelos de vehículos
- Mala aplicación
- Diseño poco atractivo
- Mala percepción de la marca
- Otros (especificar): \_\_\_\_\_

12.- ¿Con cuáles de estos vehículos ha presentado dichos problemas y por qué?

- D-MAX -----
- Grand Vitara -----
- Otros: -----

13.- Cuantas ventas en el último mes se le han caído por dicho problema

- 

14.- En una escala de 1 a 5, ¿qué tan importante es para sus clientes de **AROS**?

	Muy Importante	Importante	Mas o Menos	Poco Importante	Nada Importante
<b>Garantía de fabricación</b>	5	4	3	2	1
<b>Disponibilidad</b>	5	4	3	2	1
<b>Precio</b>	5	4	3	2	1
<b>Modelos exclusivos</b>	5	4	3	2	1
<b>Variedad de diseños</b>	5	4	3	2	1
<b>Marcas</b>	5	4	3	2	1

15.- Le voy a enseñar **7 modelos de AROS**, por favor para cada uno, nos gustaría que **CALIFIQUE** a 10 puntos, donde **1 es la calificación más baja** y **10 la más alta calificación**.

¿Qué tipo de modelos de **AROS** de carro le gustaría que trajéramos al mercado?

AUTO							
	Liviano			ceja	Liviano		doble ceja
SUV							
	Liviano		Réplica		Réplica	Pesado	
PICK UP							
	Pesado		Réplica	Liviano	Liviano	Liviano	SUV - PICKUP

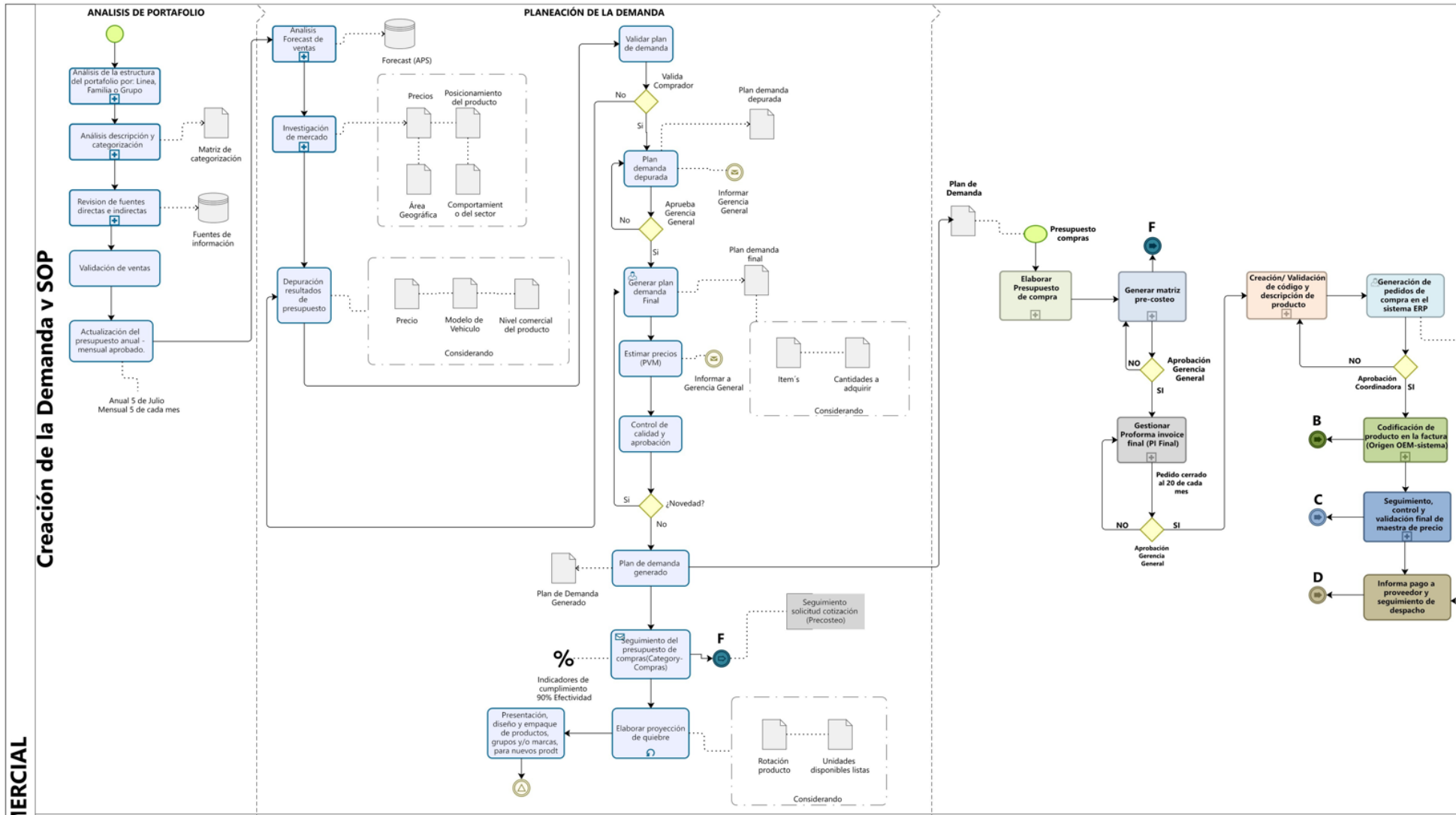
16.- ¿Que diseño es más solicitado?

- Diseño estrella
- Diseño de puntas
- Diseño tipo réplica del vehículo
- Otro (especificar): \_\_\_\_\_

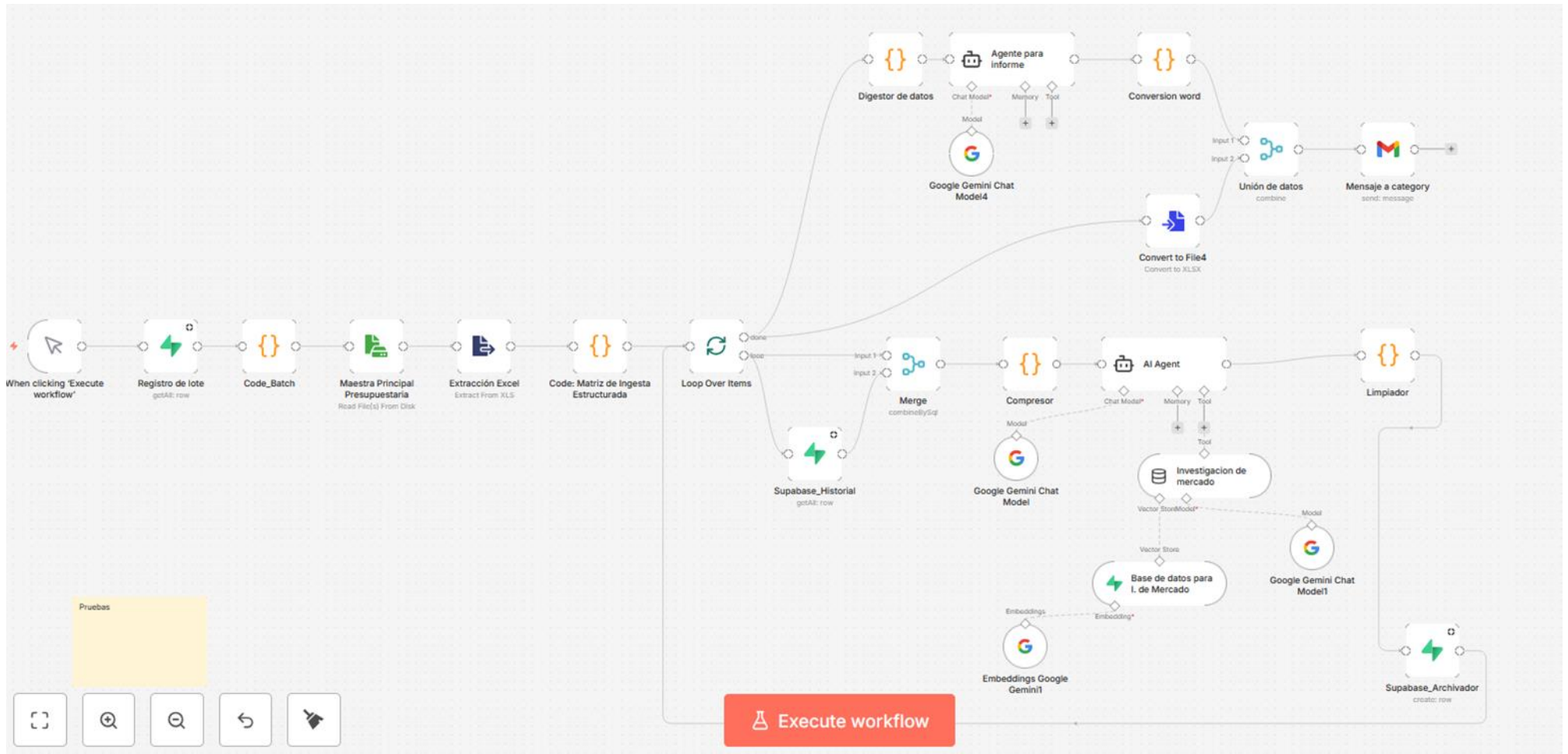
17.- De cada 10 juegos vendidos, cuántos aros se venden de **DOBLE APLICACIÓN**

	13''	14''	15''	16''	17''	18''	19''	20''	+20''
<b>AUTO</b>									
<b>SUV</b>									
<b>CAMIONETA</b>									

## Anexo #2: Vista Panorámica de los Macroprocesos de S&OP



### Anexo #3: Flujograma Completo en n8n





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Izquierdo Miranda, José Daniel** con C.C: # 0926813981 autor del trabajo de titulación: Propuesta metodológica de la planeación de la demanda y abastecimiento mediante inteligencia artificial para la empresa Autorradiador S.A. **previo a la obtención del título de licenciado en Administración de Empresas** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **20 de febrero de 2026**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Izquierdo Miranda, José Daniel**

C.C: **0926813981**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Propuesta metodológica de la planeación de la demanda y abastecimiento mediante inteligencia artificial para la empresa Autorradiador S.A.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Izquierdo Miranda, José Daniel		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Pérez Villamar, José Guillermo		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Economía y Empresa		
<b>CARRERA:</b>	<b>Administración de Empresas</b>		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	<b>Licenciado en Administración de Empresas</b>		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>20 de febrero de 2026</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	<b>66 p.</b>
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Administración de Empresas, IA, Gestión de Inventarios		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Planificación de la demanda; Inteligencia Artificial; Automatización de procesos; n8n; Cadena de suministros; Sistema de Soporte a la Decisión (DSS).		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>	<p>La industria automotriz en Guayaquil enfrenta un dilema: modernizarse o quedar obsoleta. Mientras el mercado global exige precisión, empresas locales como Autorradiador S.A. aún dependen de la intuición humana y cálculos manuales para abastecerse, limitando su competitividad frente a la creciente complejidad digital. Esta investigación propone una ruptura con lo tradicional mediante un Sistema de Soporte de Decisión potenciado por Inteligencia Artificial. No se trata de tecnología genérica, sino de una arquitectura RAG (Generación Aumentada por Recuperación) capaz de procesar datos históricos y tendencias de mercado en tiempo real. El objetivo es transformar el rol del comprador: de un analista de hojas de cálculo a un estratega de suministro. A través de cinco capítulos, desde el diagnóstico de "cuellos de botella" hasta la automatización en la plataforma n8n, esta tesis valida cómo la IA puede reducir la incertidumbre, optimizar el inventario y, finalmente, maximizar la rentabilidad en un entorno cada vez más exigente.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0969096291	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:jose.izquierdo01@cu.ucsg.edu.ec">jose.izquierdo01@cu.ucsg.edu.ec</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Coello Cazar, David		
	<b>Teléfono:</b> +593-4-3804600		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:david.coello@cu.ucsg.edu.ec">david.coello@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			