



# UNIVERSIDAD LA SALLE

---

## FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios  
de la Secretaría de Educación Pública según  
acuerdo número 954318 de fecha 30 de octubre de  
1995

**Estudio de Caso: “LA AUTOMATIZACIÓN  
(INDUSTRIA 4.0) EN LOS ALMACENES DE  
DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA EN EL SECTOR  
FARMACÉUTICO. EL CASO DE UNA EMPRESA DE  
LA CDMX”.**

Que para obtener el grado de  
**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**

**PRESENTA**  
**CARLOS ERNESTO VAZQUEZ FUENTES**

**Asesor: Dr. ANTONIO MORALES DE LA BARRERA**

**Ciudad de México, 2024**

Ciudad de México, a 12 de noviembre de 2024

**MTRO. GABRIEL NUÑEZ GONZÁLEZ**  
**DIRECTOR DE GESTIÓN ESCOLAR**  
**UNIVERSIDAD LA SALLE**  
**P R E S E N T E**

Le informo que el (la) C.

Carlos Ernesto Vazquez Fuentes

Egresada (o) de la Facultad de: Negocios

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:

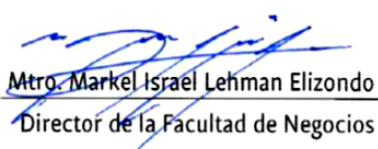
ADMINISTRACIÓN

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación  
Pública según acuerdo número 954318 de fecha 30 de octubre de 1995

Ha elaborado el estudio de caso titulado: **“LA AUTOMATIZACIÓN (INDUSTRIA 4.0) EN LOS  
ALMACENES DE DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA EN EL SECTOR FARMACÉUTICO. EL CASO DE UNA  
EMPRESA DE LA CDMX”.**

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de  
acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del  
Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Dr. Antonio  
Morales de la Barrera que fungió como asesor, tiene la calidad suficiente para ser la base de  
sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.

  
Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo  
Director de la Facultad de Negocios

## **Dedicatorias**

Ciudad de México, a 30 de Noviembre de 2024

P r e s e n t e

Agradezco a mi esposa Ale Tovilla que me ha acompañado y apoyado antes y durante este viaje académico, agradezco su amor, paciencia y enseñanza. Han sido fundamentales para este logro que hoy con orgullo comparto con ella, gracias por tus sacrificios, tus desvelos y gracias infinitas por creer en mi

Agradezco a mis Padres y 4 hermanos por ser mi familia y mi equipo, gracias por escucharme y apoyarme en este camino

Agradezco a mis maestros que me han guiado y apoyado durante este proceso, sin duda su sabiduría ha sido clave para este éxito

# Contenido

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción .....                                                                   | 6  |
| I Capítulo I. Generalidades del estudio de caso. ....                                | 8  |
| 1.1 Contextualización .....                                                          | 8  |
| 1.2 Objetivos del estudio de caso.....                                               | 11 |
| 1.3 Justificación del Estudio de Caso .....                                          | 12 |
| 1.4 Contextualización de la institución.....                                         | 16 |
| 1.5 Situación Actual de Odran .....                                                  | 18 |
| 1.6 Situación deseada .....                                                          | 21 |
| 1.7 Limitaciones del caso de estudio.....                                            | 23 |
| 2 Capítulo II. Marco Teórico .....                                                   | 27 |
| 2.1 Industria 4.0 y Automatización.....                                              | 27 |
| 2.2. Principios y Componentes de la Industria 4.0.....                               | 29 |
| 2.3. Evolución de la Automatización en la Industria .....                            | 32 |
| 2.4 Tecnologías Clave en la Automatización Logística .....                           | 33 |
| 2.5 Tipos de AS/RS.....                                                              | 35 |
| 2.6 Vehículos Guiados Automatizados (AGV).....                                       | 37 |
| 2.7 Funcionamiento y Aplicaciones de los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) ..... | 39 |
| 2.8 Ventajas y Desventajas de los Vehículos Guiados Automatizados (AGV).....         | 41 |
| 2.8 Software de Gestión de Almacenes (WMS) .....                                     | 43 |
| 2.9 Funcionalidades del WMS.....                                                     | 44 |
| 2.10 Aplicaciones del WMS.....                                                       | 45 |
| 2.11 Ventajas del WMS .....                                                          | 45 |
| 2.12 Desventajas del WMS.....                                                        | 46 |
| 2.13 Características Principales del Software de Gestión de Almacenes (WMS).....     | 46 |
| 2.14 Integración con Otras Tecnologías .....                                         | 49 |
| 2.15 Otras Tecnologías Relevantes .....                                              | 51 |
| 2.16 Internet de las Cosas (IoT).....                                                | 51 |
| 2.17 Big Data y Analítica Avanzada.....                                              | 52 |
| 2.18 Inteligencia Artificial y Machine Learning .....                                | 53 |
| 3 Capítulo III. Metodología.....                                                     | 55 |
| 3.1 Metodología .....                                                                | 55 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2 Diseño de investigación.....                                                                | 56  |
| 3.3 Población y muestra .....                                                                   | 57  |
| 3.4 Instrumentos de recolección.....                                                            | 58  |
| 3.4.1 Entrevista.....                                                                           | 58  |
| 3.4.2 Cuestionario .....                                                                        | 60  |
| 4 Capítulo IV. Resultados.....                                                                  | 62  |
| 4.1 Expectativas sobre la Eficiencia Operativa. ....                                            | 62  |
| 4.2 Impacto en la Precisión del Inventario .....                                                | 63  |
| 4.3 Facilidad de Adaptación .....                                                               | 64  |
| 4.4 Reducción de Errores .....                                                                  | 65  |
| 4.6 Seguridad en el Trabajo.....                                                                | 68  |
| 4.7 Interacción con la Tecnología .....                                                         | 70  |
| 4.8 Necesidades de Capacitación.....                                                            | 71  |
| 4.9 Tiempo de Operación.....                                                                    | 73  |
| 4.10 Innovaciones Futuras .....                                                                 | 74  |
| 5 Capítulo V. Conclusiones y reflexiones. ....                                                  | 76  |
| 5.1 Principales hallazgos de la entrevista.....                                                 | 76  |
| 5.2 Principales hallazgos del cuestionario.....                                                 | 81  |
| 5.3 Mejoras en proceso a través de la automatización.....                                       | 84  |
| 5.3.1 Los procesos de la cadena de suministros. ....                                            | 84  |
| 5.3.2 Procesos de la Cadena de suministro de Odran.....                                         | 85  |
| 5.3.3 Optimización del proceso para el Surtido de Charolas de Odran.....                        | 86  |
| 5.3.4 Proceso de Odran a Detalle (Alto Nivel) .....                                             | 86  |
| 5.3.5 Esquemas de Distribución de Odran .....                                                   | 87  |
| 5.3.6 Proceso operativo de ventas de Odran (Alto nivel).....                                    | 88  |
| 5.3.8 Proceso de Mejora operativo para Odran.....                                               | 91  |
| 5.4 Comparativo Actual vs Proyecto Odran.....                                                   | 93  |
| 5.5 Reflexiones acerca del caso .....                                                           | 96  |
| 5.6 Sugerencias y estrategias para una implementación exitosa de la automatización en Odran ... | 98  |
| 5.7 Temas para futuras investigaciones.....                                                     | 100 |
| Glosario de términos .....                                                                      | 102 |
| Referencias bibliográficas.....                                                                 | 106 |

## Introducción

En el contexto de la evolución tecnológica y la transformación digital, la Industria 4.0 ha emergido como un paradigma revolucionario que está redefiniendo las prácticas industriales y logísticas a nivel global. Este término, acuñado en Alemania a principios de la década de 2010, se refiere a la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la robótica, el big data y la analítica avanzada en los procesos productivos y logísticos. La Industria 4.0 se caracteriza por la creación de "fábricas inteligentes" donde los sistemas ciberfísicos monitorizan los procesos físicos y toman decisiones descentralizadas. Esta interconexión y automatización permiten una mayor eficiencia, flexibilidad y capacidad de respuesta a las demandas del mercado.

El sector farmacéutico, debido a la naturaleza crítica y altamente regulada de sus productos, ha encontrado en la automatización una herramienta esencial para mejorar la eficiencia y asegurar la calidad de sus operaciones. En un entorno donde la precisión y la trazabilidad son fundamentales, la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en los almacenes de distribución y logística ha demostrado ser particularmente beneficiosa. Estas innovaciones permiten un control riguroso de los inventarios, la optimización de los procesos de almacenamiento y recuperación, y la minimización de errores humanos. Además, la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en la demanda y gestionar eficientemente los tiempos de caducidad de los productos son ventajas cruciales en este sector.

El presente estudio de caso se centra en la empresa Odran, una destacada compañía farmacéutica con sede en Ciudad de México (CDMX). CDMX, como una de las metrópolis más grandes y dinámicas de América Latina, representa un núcleo logístico esencial para la distribución de medicamentos tanto a nivel nacional como regional. La decisión de Odran de adoptar tecnologías avanzadas de la Industria

4.0 en sus operaciones logísticas refleja un compromiso con la innovación y la mejora continua. Esta empresa ha implementado sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación (AS/RS), vehículos guiados automatizados (AGV) y un software avanzado de gestión de almacenes (WMS), con el objetivo de optimizar sus procesos y enfrentar los desafíos del mercado moderno.

El objetivo de este estudio de caso es analizar en profundidad cómo la implementación de tecnologías avanzadas ha transformado las operaciones logísticas de Odran. Se explorarán los beneficios obtenidos, los desafíos enfrentados y las soluciones desarrolladas para superarlos. Además, se examinará el impacto de la automatización en términos de eficiencia operativa, reducción de errores y mejora en la capacidad de respuesta a la demanda. Un aspecto clave de este análisis será medir el grado de apertura al cambio entre los colaboradores de la empresa, lo que permitirá comprender cómo la cultura organizacional influye en la adopción de la Industria 4.0. Este enfoque proporcionará una visión integral de las implicaciones de estas tecnologías en la logística farmacéutica, destacando las lecciones aprendidas y ofreciendo recomendaciones para otras empresas del sector que consideren adoptar tecnologías similares.

La introducción de tecnologías de la Industria 4.0 en los almacenes de distribución y logística representa una evolución significativa para el sector farmacéutico. Al comprender las experiencias y resultados de Odran, otras empresas del sector pueden inspirarse y aplicar enfoques similares para mejorar sus propias operaciones logísticas y, en última instancia, asegurar una distribución más segura y eficiente de medicamentos.

**Palabras clave:** Industria 4.0, automatización, tecnologías avanzadas, logística, sector farmacéutico, eficacia, eficiencia, AS/RS, AGV, WMS.

**Key words:** Keywords: Industry 4.0, automation, advanced technologies, logistics, pharmaceutical sector, effectiveness, efficiency, AS/RS, AGV, WMS.

## **I Capítulo I. Generalidades del estudio de caso.**

### **1.1 Contextualización**

La Ciudad de México (CDMX) se posiciona como una metrópoli de importancia estratégica en América Latina, no solo por su rol como centro político y cultural de México, sino también por su peso económico y logístico (González, 2020). En este escenario dinámico, el sector farmacéutico desempeña un papel crucial debido a la creciente demanda de productos médicos y farmacéuticos impulsada por una población extensa y diversa (Pérez, 2019). Este sector, sin embargo, enfrenta desafíos logísticos significativos, que van desde la gestión de inventarios y la precisión en la distribución hasta la necesidad de garantizar la trazabilidad y la seguridad de los productos (Martínez, 2021). En respuesta a estas demandas, la automatización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 se han convertido en soluciones esenciales para mejorar la eficiencia y la eficacia operativa (Ramírez, 2020).

La empresa Odran, situada en la CDMX, representa un caso paradigmático de cómo las compañías farmacéuticas pueden transformarse mediante la integración de tecnologías avanzadas. Fundada con la misión de proporcionar medicamentos de alta calidad, Odran ha evolucionado para convertirse en un actor clave en el mercado farmacéutico regional. Enfrentando los retos de un entorno altamente competitivo y regulado, Odran debe embarcarse en un proyecto de modernización de sus operaciones logísticas a través de la automatización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0. Esta decisión debe ser impulsada por la necesidad de mejorar la precisión en la gestión de inventarios, aumentar la velocidad de distribución y minimizar los errores humanos (Forbes, 2023).

La automatización en Odran se debe implementar mediante la integración de varios sistemas avanzados: los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS), los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) y un

sofisticado Software de Gestión de Almacenes (WMS) (Díaz, 2020). Los AS/RS permiten una gestión altamente eficiente del almacenamiento, utilizando grúas y transportadores automatizados para organizar y recuperar productos de manera rápida y precisa (Hernández, 2018). Esta tecnología será clave para Odran en la reducción del tiempo necesario para la preparación de pedidos y en la disminución de errores en el manejo de inventarios. Los AGV, por su parte, pueden revolucionar el transporte interno de mercancías dentro del almacén, moviendo productos de manera autónoma entre distintas áreas de almacenamiento, empaque y despacho, lo cual optimizará significativamente los flujos de trabajo y ha reducido los tiempos de espera (Castro, 2020).

El WMS actuará como el cerebro central que coordina todas las operaciones automatizadas en Odran. Este sistema avanzado no solo controlará los AS/RS y los AGV, sino que también proporcionará una visibilidad completa del inventario en tiempo real. Gracias al WMS, Odran podrá gestionar eficientemente la entrada y salida de productos, monitorizar la caducidad de los medicamentos y asegurar la trazabilidad de cada lote desde su recepción hasta su entrega final. La capacidad del WMS para analizar grandes volúmenes de datos también permitirá a Odran identificar patrones y tendencias en la demanda, optimizando así sus niveles de inventario y mejorando la planificación operativa.

La implementación de estas tecnologías traerá múltiples beneficios a Odran. La eficiencia operativa se ha incrementado notablemente, con una reducción en los tiempos de procesamiento de pedidos y una mejora en la precisión de las operaciones. Además, la capacidad de respuesta de Odran ante fluctuaciones en la demanda permitirá adaptarse rápidamente a cambios en el mercado (Slimstock, 2024) y (Schwab, 2017).

El caso de Odran en CDMX ilustra cómo la automatización y la Industria 4.0 pueden transformar las operaciones logísticas en el sector farmacéutico. La integración de AS/RS, AGV y WMS ha permitido a Odran no solo mejorar su eficiencia y precisión, sino también establecer un estándar de innovación y

excelencia en el manejo de la logística farmacéutica. Este estudio de caso ofrece valiosas lecciones y recomendaciones para otras empresas del sector que buscan mejorar sus operaciones a través de la tecnología, destacando el potencial transformador de la Industria 4.0 en la distribución y logística de medicamentos, como lo sugiere Martínez (2021).

## **1.2 Objetivos del estudio de caso**

### **Objetivo general**

El objetivo principal de este estudio de caso es medir el grado de apertura al cambio entre los colaboradores de la empresa con la implementación y eficacia de las tecnologías de Industria 4.0.

### **Objetivos Específicos**

Medir el impacto de las expectativas a través de encuestas y Opiniones de los Colaboradores al integrar tecnología como lo son los:

- Vehículos Guiados Automatizados (AGV) en la Logística Interna,
- Software de Gestión de Almacenes (WMS)
- Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS)

Sugerir los nuevos **Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)**

que podrían integrarse a Odran a partir de la integración a las nuevas tecnologías

Mostrar que el proyecto “surtido en charolas”, hace más eficiente el consumo de bolsas y contenedores plásticos integrando tecnología

### 1.3 Justificación del Estudio de Caso

La adopción de tecnologías avanzadas en la Industria 4.0 probadas en otras empresas y resultando con una eficiencia operativa como lo son Amazon, Mercado Libre y en el sector farmacéutico como lo es la empresa COFARES han demostrado mejoras y se busca que la implementación de la tecnología en Odran no sea la excepción por lo tanto en este caso de estudio se justifica por la necesidad imperante de las empresas farmacéuticas de modernizar y optimizar sus operaciones logísticas y de distribución. La precisión, la eficiencia y la capacidad de respuesta son aspectos críticos en la gestión de medicamentos, debido a la naturaleza sensible y altamente regulada de estos productos. En un contexto donde la demanda de medicamentos sigue creciendo y las expectativas de los consumidores y reguladores son cada vez más altas, la automatización emerge como una solución vital para enfrentar estos desafíos (González, 2023).

Dentro de algunas fuentes que justifican el texto sobre la adopción de tecnologías avanzadas en la Industria 4.0, especialmente en el sector farmacéutico:

**Industria 4.0 y su impacto en la logística farmacéutica:** La integración de tecnologías avanzadas, como IoT y Big Data, ha transformado la forma en que las empresas farmacéuticas gestionan sus operaciones logísticas, mejorando la eficiencia y la precisión (González, 2020).

**La necesidad de modernización en el sector farmacéutico:** Las empresas farmacéuticas deben adoptar nuevas tecnologías para cumplir con las crecientes demandas del mercado y las regulaciones estrictas, lo que justifica la urgencia de modernizar sus operaciones (Martínez, 2021).

**Precisión y eficiencia en la gestión de medicamentos:** La naturaleza sensible de los productos farmacéuticos requiere un enfoque riguroso en la gestión

de la cadena de suministro, donde la automatización puede ofrecer mejoras significativas en la precisión y la eficiencia (Pérez, 2019).

**Demanda creciente y expectativas del consumidor:** La presión del mercado por un servicio más rápido y preciso ha llevado a las empresas farmacéuticas a implementar soluciones automatizadas que respondan a estas expectativas (Ramírez, 2020).

**Automatización como solución vital:** La automatización no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también ayuda a las empresas a enfrentar desafíos logísticos complejos, como la trazabilidad y la seguridad de los medicamentos (Serrano, 2020).

La Ciudad de México, con su posición estratégica como centro económico y logístico en América Latina, presenta un escenario ideal para estudiar la implementación de la Industria 4.0 en el sector farmacéutico. Las empresas en CDMX deben lidiar con complejidades logísticas significativas, incluyendo el manejo de grandes volúmenes de inventario, la necesidad de garantizar la trazabilidad de los productos y la presión para cumplir con estrictas normativas de calidad. La empresa Odran, ubicada en esta ciudad, sirve como un ejemplo representativo de cómo la automatización puede transformar estas operaciones. Analizar la experiencia de Odran permite extraer conclusiones valiosas y aplicables a otras compañías del sector que enfrentan desafíos similares.

### **¿Por qué Odran es representativa?**

**Contexto Estratégico:** La Ciudad de México se posiciona como un hub logístico clave en América Latina. Según Forbes (2023), su infraestructura de transporte y comunicación facilita la distribución eficiente de productos farmacéuticos. Odran, al estar ubicada en esta metrópoli, aprovecha esta ventaja para optimizar sus operaciones logísticas.

**Desafíos Logísticos:** Odran enfrenta las complejidades comunes del sector, como el manejo de grandes volúmenes de inventario y la necesidad de trazabilidad. Nadro (2023), las empresas farmacéuticas en México deben cumplir con normativas de calidad muy estrictas, lo que aumenta la presión sobre las operaciones logísticas. Odran ha implementado tecnologías avanzadas para abordar estos retos, lo que la convierte en un modelo a seguir.

**Automatización como Solución:** La automatización en Odran ha transformado su capacidad operativa. Gómez (2023) señala que la adopción de tecnologías como sistemas automatizados de almacenamiento (AS/RS) y software de gestión de almacenes (WMS) permite a las empresas farmacéuticas mejorar su eficiencia y reducir errores, algo que Odran ha implementado con éxito.

**Experiencia y Resultados:** Analizar la experiencia de Odran no solo proporciona una visión sobre la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, sino que también permite evaluar el impacto de estas en su operación. Según Pérez (2023), los resultados observados en Odran pueden ser extrapolables a otras empresas del sector que enfrentan desafíos similares, lo que la convierte en un caso de estudio valioso.

**Muestra y Estudio:** El estudio de Odran puede ser considerado representativo debido a su enfoque en la automatización y su impacto en la eficiencia operativa. Un análisis de caso cualitativo que incluya entrevistas con los directivos de Odran y revisiones de sus procesos logísticos permitiría obtener datos concretos sobre los beneficios y retos de la automatización. Según López (2019), estudios de caso en el sector farmacéutico son útiles para identificar las mejores prácticas y las lecciones aprendidas.

La empresa Odran es representativa en el contexto de la Industria 4.0 en el sector farmacéutico debido a su ubicación estratégica, los desafíos logísticos que enfrenta, su implementación de tecnologías avanzadas y la posibilidad de que su experiencia sirva como modelo para otras empresas. Un análisis profundo de su caso proporciona valiosas lecciones sobre la modernización y optimización de operaciones en un entorno cada vez más demandante.

Este estudio de caso es especialmente relevante porque proporciona una visión detallada y práctica de la implementación de tecnologías como los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS), los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) y el Software de Gestión de Almacenes (WMS). Estas tecnologías no solo han demostrado mejorar la eficiencia y reducir los errores en las operaciones de Odran, sino que también ofrecen un marco para entender cómo la integración de estas herramientas puede ser replicada en otras empresas farmacéuticas. La comprensión de los beneficios tangibles y los desafíos asociados con la adopción de estas tecnologías es crucial para las empresas que buscan mantenerse competitivas en un mercado en rápida evolución.

Este estudio de caso tiene un valor significativo para los académicos y profesionales interesados en la innovación y la gestión de operaciones. Proporciona un ejemplo concreto de cómo la teoría de la Industria 4.0 se traduce en prácticas reales y exitosas en un entorno desafiante. Las lecciones aprendidas y las recomendaciones derivadas del análisis de Odran pueden informar futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la logística farmacéutica, contribuyendo al avance del conocimiento y la práctica en esta área crítica.

#### **1.4 Contextualización de la institución**

Con fines prácticos y con la idea de proteger la confidencialidad de la empresa, denominaremos a la empresa como Odran.

Odran es una de las principales empresas de distribución farmacéutica en México, con una historia que se remonta a más de siete décadas. Fundada en 1943, Odran ha crecido hasta convertirse en un pilar fundamental del sector farmacéutico mexicano, destacándose por su capacidad para suministrar medicamentos y productos de salud a lo largo y ancho del país. La empresa se dedica a la distribución mayorista de productos farmacéuticos, dispositivos médicos, productos de higiene y belleza, y otros artículos relacionados con la salud.

Una de las características distintivas de Odran es su extensa red de distribución. Con 14 centros de distribución y un Cedis estratégicamente ubicados en todo México, la empresa garantiza una cobertura nacional que permite la entrega eficiente y oportuna de productos a sus clientes. Esta infraestructura logística avanzada es apoyada por una flota de transporte moderna y tecnología de punta, lo que asegura la disponibilidad continua de productos farmacéuticos, incluso en las zonas más remotas del país.

Odran se ha posicionado como un socio estratégico para numerosas farmacias, hospitales, clínicas y otros establecimientos de salud en México. Su cartera de clientes incluye desde pequeñas farmacias independientes hasta grandes cadenas farmacéuticas, lo que evidencia su capacidad para adaptarse a las necesidades de diversos tipos de clientes. La empresa maneja un amplio catálogo de productos, que abarca miles de referencias de medicamentos, dispositivos médicos y otros productos de salud, garantizando así que sus clientes tengan acceso a una gran variedad de opciones para satisfacer las necesidades de sus consumidores.

La innovación y la adopción de tecnologías avanzadas son pilares fundamentales en la operación de Odran. La empresa ha implementado sistemas automatizados de gestión de almacenes y de seguimiento de inventarios, lo que ha permitido mejorar significativamente la eficiencia operativa y la precisión en la entrega de productos. Estos avances tecnológicos no solo mejoran la capacidad de respuesta de Odran a las demandas del mercado, sino que también aseguran la trazabilidad y el cumplimiento de las regulaciones sanitarias.

El compromiso de Odran con la calidad y la seguridad es otro aspecto clave de su operación. La empresa sigue estrictos protocolos de almacenamiento y transporte para garantizar que los productos farmacéuticos lleguen a sus destinos en óptimas condiciones. Además, Odran trabaja en estrecha colaboración con las autoridades sanitarias mexicanas para asegurar que todos sus procesos cumplen con las normativas vigentes, proporcionando así un servicio confiable y seguro a sus clientes.

Odran es una empresa líder en el sector de la distribución farmacéutica en México, reconocida por su amplia red de distribución, su capacidad de adaptación a las necesidades del mercado, su adopción de tecnologías avanzadas y su compromiso con la calidad y la responsabilidad social. Según la declaración de misión de Odran, la empresa se dedica a "proporcionar acceso a productos farmacéuticos y de salud de la más alta calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes a través de la innovación y la mejora continua" (Odran, 2023). A lo largo de sus más de 70 años de historia, Odran ha consolidado su posición como un actor clave en el suministro de productos de salud en México, contribuyendo significativamente al bienestar de la población mexicana.

Odran es una empresa líder en el sector de la distribución farmacéutica en México, reconocida por su amplia red de distribución, su capacidad de adaptación

a las necesidades del mercado, su adopción de tecnologías avanzadas y su compromiso con la calidad y la responsabilidad social. A lo largo de sus más de 70 años de historia, Odran ha consolidado su posición como un actor clave en el suministro de productos de salud en México, contribuyendo significativamente al bienestar de la población mexicana.

**1.5 Situación Actual de Odran**

Actualmente, la empresa Odran enfrenta varios desafíos en sus operaciones logísticas y de distribución que son comunes en el sector farmacéutico. A pesar de ser una compañía bien establecida en la Ciudad de México, con una sólida reputación y una vasta red de distribución, Odran se encuentra limitada por la ineficiencia de sus procesos logísticos tradicionales. La gestión de inventarios, la precisión en el picking y packing de productos, y la velocidad de respuesta a las demandas del mercado son áreas que requieren mejoras significativas.

La tabla 1, nos muestra una tabla comparativa de tiempos logísticos.

**Tabla 1.**

*Tabla comparativa de tiempos logísticos.*

| Actividad                         | Promedio de la Industria (%) | Odran (%) | Diferencia (%) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|
| Gestión de Inventarios            | 80%                          | 65%       | -15%           |
| Precisión en Picking              | 95%                          | 85%       | -10%           |
| Precisión en Packing              | 90%                          | 80%       | -10%           |
| Velocidad de Respuesta a Demandas | 70%                          | 55%       | -15%           |
| Tiempo de Entrega                 | 95%                          | 75%       | -20%           |

Fuente: Elaboración propia.

Al hacer un análisis de la tabla, se tienen los siguientes elementos:

**Gestión de Inventarios:** Odran presenta un 15% menos de eficiencia en comparación con el promedio de la industria, lo que sugiere la necesidad de optimizar sus procesos de control y rotación de inventarios.

**Precisión en Picking y Packing:** La compañía tiene un margen de mejora del 10%, indicando que la implementación de tecnologías avanzadas podría ayudar a reducir errores y mejorar la satisfacción del cliente.

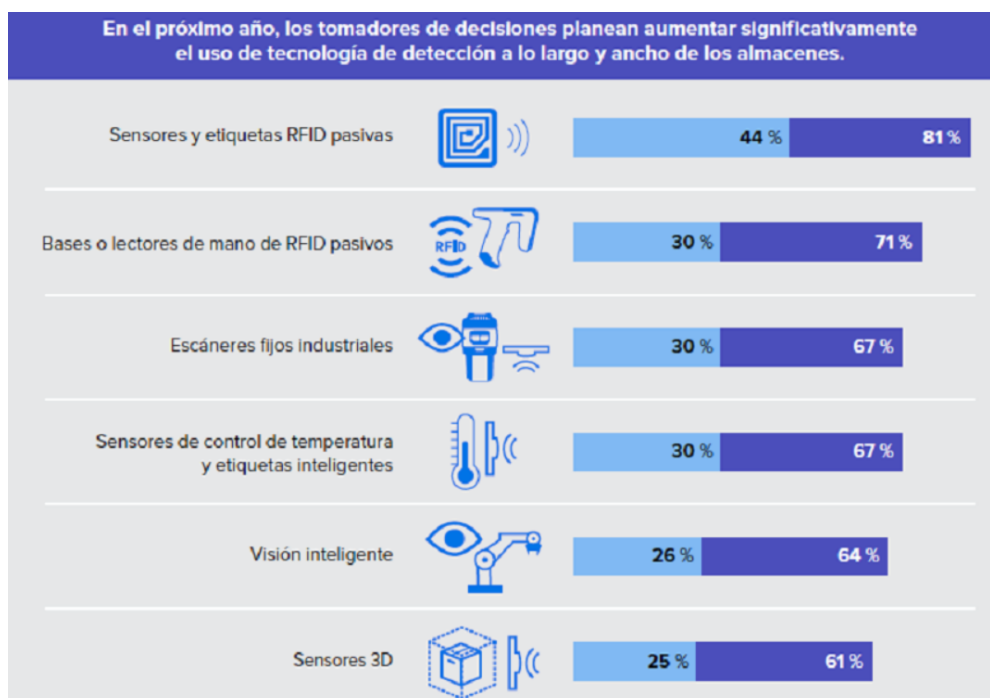
**Velocidad de Respuesta:** Con un 15% de diferencia, Odran enfrenta un desafío significativo en adaptarse rápidamente a las fluctuaciones del mercado, lo cual es crítico en el sector farmacéutico.

**Tiempo de Entrega:** La mayor brecha, del 20%, indica que Odran debe trabajar en mejorar su logística de distribución para cumplir con las expectativas del cliente y mantenerse competitiva en el sector.



Fuente: Elaboración propia.

s



Los datos reflejados en la tabla subrayan la importancia de abordar las ineficiencias en los procesos logísticos de Odran. Implementar soluciones basadas en la Industria 4.0 podría no solo cerrar estas brechas, sino también fortalecer su posición como líder en el sector farmacéutico.

En el sistema actual, muchas de las operaciones de Odran dependen en gran medida de la intervención humana, lo que incrementa la posibilidad de errores, retrasa los tiempos de procesamiento y aumenta los costos operativos. El uso de sistemas manuales para el seguimiento de inventarios y la preparación de pedidos ha llevado a una falta de sincronización en las operaciones, resultando en problemas como la sobrecarga de inventario, la obsolescencia de productos y errores en el despacho de pedidos. Estos problemas no solo afectan la eficiencia operativa, sino que también impactan negativamente en la satisfacción del cliente y la capacidad de la empresa para cumplir con las estrictas regulaciones del sector farmacéutico.

La infraestructura actual de Odran no es suficientemente flexible para adaptarse rápidamente a las fluctuaciones en la demanda del mercado. La empresa enfrenta dificultades para escalar sus operaciones durante los picos de demanda, lo que puede resultar en retrasos en la entrega de productos críticos a farmacias y hospitales. Esta falta de agilidad se traduce en una capacidad de respuesta limitada, lo que pone en riesgo la posición competitiva de Odran en un mercado altamente dinámico y exigente.

## **1.6 Situación deseada**

### **Situación Deseada de Odran**

La situación deseada para Odran es una transformación integral de sus operaciones logísticas a través de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0. La empresa aspira a convertir sus almacenes en instalaciones altamente automatizadas y eficientes, capaces de operar con una mínima intervención humana y una máxima precisión y rapidez. Este cambio se espera que no solo resuelva los problemas actuales, sino que también prepare a Odran para futuras expansiones y adaptaciones del mercado. Así mismo se busca que el cambio no genere dudas a los colaboradores

En la situación deseada, Odran habría implementado Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS), que permitirán una gestión óptima del espacio de almacenamiento y una rápida recuperación de productos. Estos sistemas utilizarán grúas automatizadas y transportadores para organizar y mover productos dentro del almacén, reduciendo significativamente los tiempos de preparación de pedidos y eliminando errores comunes asociados con el manejo manual.

La incorporación de Vehículos Guiados Automatizados (AGV) probada en otras empresas así como el transporte interno de mercancías dentro de los almacenes de Odran. Estos vehículos autónomos moverán productos de manera eficiente entre áreas de almacenamiento, empaque y despacho, se buscará optimizar los flujos de trabajo y reduciendo los tiempos de espera. Esta automatización del transporte interno permitirá a Odran gestionar un mayor volumen de operaciones sin incrementar significativamente los costos laborales.

El uso de un avanzado Software de Gestión de Almacenes (WMS) proporcionará a Odran una visibilidad completa y en tiempo real de sus inventarios. El WMS integrará y coordinará todos los sistemas automatizados, asegurando que cada producto se rastree desde su entrada hasta su salida del almacén. Este sistema permitirá a Odran mejorar la trazabilidad de los productos, cumplir con las regulaciones de manera más eficiente y responder rápidamente a cualquier problema de calidad o seguridad que pueda surgir.

En esta situación deseada, Odran no solo habrá mejorado su eficiencia operativa, sino que también habrá aumentado su capacidad de respuesta a las demandas del mercado. La empresa podrá adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda, asegurando que siempre haya suficiente stock de productos críticos y reduciendo los tiempos de entrega. Esto mejorará la satisfacción del cliente,

fortalecerá la posición competitiva de Odran y permitirá a la empresa cumplir con los altos estándares de calidad y seguridad requeridos en el sector farmacéutico.

La transición hacia la Industria 4.0 permitirá a Odran transformar sus operaciones logísticas, resolver los problemas actuales y posicionarse como líder en el sector farmacéutico en términos de eficiencia, precisión y capacidad de respuesta. Esta transformación no solo beneficiará a Odran en el presente, sino que también asegurará su éxito y sostenibilidad a largo plazo en un mercado en constante evolución como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Tabla de beneficios esperados de la transición a la industria 4.0*

| Aspecto                  | Situación Actual (%) | Beneficio Esperado (%) | Mejora Esperada (%) |
|--------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| Eficiencia Operativa     | 65%                  | 85%                    | +20%                |
| Precisión en Inventarios | 80%                  | 95%                    | +15%                |
| Tiempo de Entrega        | 75%                  | 90%                    | +15%                |
| Velocidad de Respuesta   | 55%                  | 80%                    | +25%                |
| Satisfacción del Cliente | 70%                  | 90%                    | +20%                |

Fuente: Elaboración propia.

**1.7 Limitaciones del caso de estudio**

El caso de estudio sobre la automatización en los almacenes de distribución y logística de Odran en el sector farmacéutico de la Ciudad de México enfrenta varias limitaciones que deben ser consideradas para una comprensión completa y precisa de la implementación y sus resultados. Estas limitaciones abarcan tanto aspectos técnicos como humanos, financieros y regulatorios, que pueden influir en el alcance y la efectividad de la transformación hacia la Industria 4.0.

Una de las principales limitaciones es la inversión financiera requerida para la implementación de tecnologías avanzadas. La adopción de Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS), Vehículos Guiados

Automatizados (AGV) y un Software de Gestión de Almacenes (WMS) implica un gasto considerable en infraestructura, equipos y software. Además, el retorno de inversión (ROI) puede no ser inmediato, lo que puede generar resistencia interna y preocupaciones financieras. Empresas como Odran, especialmente aquellas con presupuestos ajustados o limitados, podrían encontrar difícil justificar y sostener este nivel de inversión inicial sin garantías claras de beneficios a corto y mediano plazo.

Otra limitación significativa es la resistencia al cambio por parte del personal. La transición a un entorno de trabajo altamente automatizado requiere no solo la adquisición de nuevas habilidades técnicas, sino también una adaptación cultural dentro de la organización. Los empleados pueden sentir temor por la pérdida de empleos o cambios en sus roles y responsabilidades, lo que puede generar resistencia a la adopción de nuevas tecnologías. Gestionar este cambio organizacional y proporcionar la capacitación adecuada para asegurar una transición suave es un desafío considerable que puede afectar la implementación y el éxito del proyecto de automatización.

Las limitaciones técnicas también representan un reto importante. La integración de diferentes sistemas automatizados y su interoperabilidad pueden presentar complicaciones técnicas. Problemas de compatibilidad entre el AS/RS, los AGV y el WMS pueden surgir, lo que podría requerir personal técnico altamente especializado para resolver estos problemas y asegurar que todos los sistemas funcionen de manera cohesiva. Además, la dependencia de tecnologías avanzadas aumenta la vulnerabilidad a fallos técnicos y ciberataques, lo que requiere inversiones adicionales en seguridad cibernética y planes de contingencia para mitigar posibles interrupciones en las operaciones.

El marco regulatorio es otra dimensión crítica a considerar. El sector farmacéutico está altamente regulado, y cualquier cambio en los procesos logísticos

debe cumplir estrictamente con las normativas locales e internacionales. La automatización de los almacenes implica la necesidad de asegurar que todos los sistemas y procedimientos cumplan con las normas de calidad y seguridad establecidas por entidades reguladoras como la COFEPRIS en México. Esto puede añadir una capa de complejidad y retrasos en la implementación debido a la necesidad de obtener aprobaciones regulatorias y realizar auditorías de conformidad.

La variabilidad en la demanda del mercado puede afectar la efectividad de los sistemas automatizados. Aunque la automatización está diseñada para mejorar la capacidad de respuesta, los cambios bruscos e impredecibles en la demanda pueden poner a prueba los límites de estos sistemas. La capacidad de los algoritmos de gestión y predicción de demanda para adaptarse rápidamente a cambios repentinos es crucial para mantener la eficiencia operativa, pero también representa una fuente potencial de ineficiencia si no se maneja adecuadamente.

La dependencia de proveedores externos para la instalación, mantenimiento y actualización de los sistemas automatizados puede limitar la autonomía de Odran. Cualquier retraso o problema con los proveedores puede afectar negativamente las operaciones de la empresa. Por tanto, la selección de proveedores confiables y la negociación de acuerdos de servicio adecuados son aspectos críticos para asegurar el éxito del proyecto de automatización.

Aunque la automatización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 presentan una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia y la competitividad de Odran, el proceso no está exento de limitaciones. Estas incluyen las altas inversiones financieras, la resistencia al cambio por parte del personal, las complejidades técnicas, las restricciones regulatorias, la variabilidad en la demanda y la dependencia de proveedores externos. Abordar estas limitaciones de manera

efectiva es crucial para maximizar los beneficios de la automatización y asegurar una transición exitosa hacia una operación logística más avanzada y eficiente.

## **2 Capítulo II. Marco Teórico**

### **2.1 Industria 4.0 y Automatización**

La Industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, representa una transformación radical en el sector manufacturero y de servicios a través de la integración de tecnologías digitales avanzadas. Esta revolución se caracteriza por el uso de sistemas ciberfísicos, Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), y big data, que permiten la creación de fábricas inteligentes y cadenas de suministro interconectadas. La automatización, un componente central de la Industria 4.0, mejora la eficiencia y flexibilidad operativa al minimizar la intervención humana en procesos repetitivos y complejos, aumentando así la precisión, reduciendo costos y mejorando la capacidad de respuesta a las demandas del mercado (Schwab, 2017).

La Industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, se refiere a la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos industriales y de manufactura para crear sistemas de producción inteligentes y altamente interconectados. Este concepto fue popularizado en Alemania en 2011 como parte de una estrategia nacional para mantener la competitividad en el sector manufacturero. La Industria 4.0 se caracteriza por el uso de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica avanzada, la realidad aumentada, el big data, y la computación en la nube, entre otras (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013).

Una de las características fundamentales de la Industria 4.0 es la creación de "fábricas inteligentes" (smart factories), donde los sistemas ciberfísicos monitorizan los procesos físicos de la fábrica y toman decisiones descentralizadas. Estos sistemas permiten una comunicación y cooperación en tiempo real entre los elementos productivos, mejorando significativamente la eficiencia, flexibilidad y personalización de la producción (Hermann, Pentek, & Otto, 2016). La integración

de estas tecnologías facilita la producción en masa personalizada, la reducción de tiempos de inactividad, y la optimización del uso de recursos.

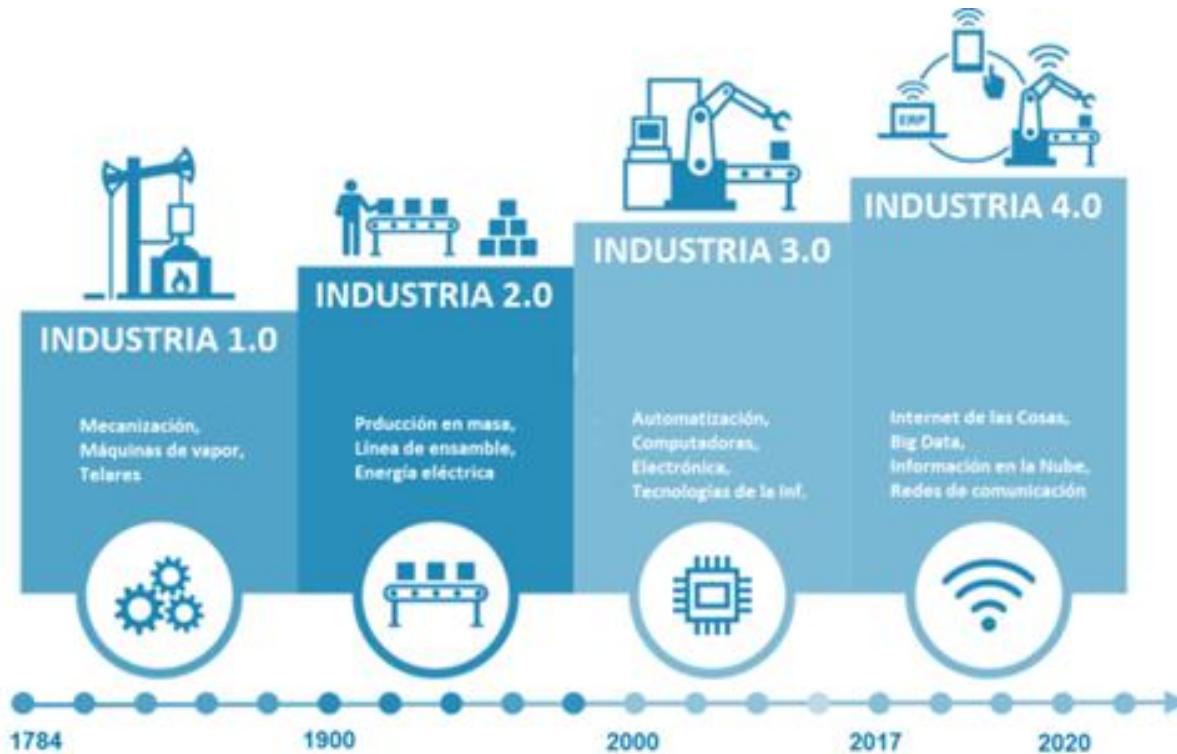
La Industria 4.0 también transforma las cadenas de suministro tradicionales en redes de suministro inteligentes y adaptativas. A través de la conectividad y la interoperabilidad, todos los elementos de la cadena de valor están interconectados y pueden compartir información relevante en tiempo real. Esto permite a las empresas reaccionar rápidamente a las fluctuaciones del mercado, mejorar la previsibilidad de la demanda y optimizar el inventario y la logística (Lasi et al., 2014).

La Industria 4.0 promueve la sostenibilidad y eficiencia energética. Los sistemas inteligentes pueden optimizar el consumo de energía y recursos, reduciendo el impacto ambiental de las actividades industriales. Las tecnologías de monitoreo y análisis permiten detectar y corregir ineficiencias, contribuyendo a un uso más racional de los recursos naturales (Gilchrist, 2016).

Sin embargo, la transición hacia la Industria 4.0 presenta desafíos significativos, incluyendo la necesidad de grandes inversiones en infraestructura tecnológica, la ciberseguridad, y la reestructuración de la fuerza laboral. Las empresas deben asegurarse de que sus sistemas estén protegidos contra amenazas cibernéticas y que su personal esté adecuadamente capacitado para trabajar con las nuevas tecnologías. A pesar de estos desafíos, los beneficios potenciales en términos de productividad, innovación y competitividad hacen que la adopción de la Industria 4.0 sea una estrategia crucial para las empresas que desean mantenerse relevantes en el mercado global (Schwab, 2017).

La Industria 4.0 representa una transformación profunda en la manera en que las industrias operan y compiten. A través de la integración de tecnologías digitales avanzadas, las empresas pueden crear sistemas de producción más inteligentes, eficientes y adaptativos, posicionándose mejor para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades del futuro industrial.

Figura 1



Fuente: Velatia. (2018)

## 2.2. Principios y Componentes de la Industria 4.0

La Industria 4.0 se basa en una serie de principios fundamentales que guían su implementación y desarrollo. Estos principios incluyen la interoperabilidad, la virtualización, la descentralización, la capacidad en tiempo real, el servicio y los módulos. Estos conceptos son esenciales para comprender cómo las tecnologías avanzadas se integran y operan conjuntamente para transformar los procesos industriales y de manufactura.

Interoperabilidad se refiere a la capacidad de los sistemas ciberfísicos, el Internet de las Cosas (IoT) y los humanos de comunicarse y cooperar entre sí a través de Internet y otras tecnologías de red. Este principio es fundamental para la creación de fábricas inteligentes, donde todos los componentes están interconectados y pueden intercambiar información sin problemas. La interoperabilidad permite una mayor flexibilidad y eficiencia en la producción, ya que

los sistemas pueden trabajar juntos de manera coherente y coordinada (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013).

Virtualización implica la creación de una copia virtual de la fábrica inteligente mediante el uso de modelos digitales y simulaciones. Esta copia virtual permite a las empresas monitorizar y analizar los procesos físicos en tiempo real, utilizando datos recopilados por sensores y dispositivos IoT. La virtualización facilita la identificación de problemas potenciales y la optimización de procesos antes de que ocurran fallos, mejorando así la eficiencia y reduciendo los costos operativos (Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

Descentralización se refiere a la capacidad de los sistemas ciberfísicos para tomar decisiones autónomas y descentralizadas. En lugar de depender de un sistema central de control, los componentes individuales de la fábrica inteligente pueden actuar de manera independiente para resolver problemas y optimizar procesos. Esto aumenta la flexibilidad y la capacidad de respuesta de la producción, ya que los sistemas pueden adaptarse rápidamente a cambios en la demanda o a condiciones imprevistas (Lasi et al., 2014).

Capacidad en tiempo real es otro principio clave de la Industria 4.0, que implica la capacidad de recopilar, analizar y utilizar datos en tiempo real para tomar decisiones informadas. Esta capacidad es crucial para la optimización de la producción y la logística, ya que permite a las empresas reaccionar rápidamente a cambios en las condiciones del mercado y a las necesidades de los clientes. La capacidad en tiempo real también mejora la precisión y la calidad de los productos, ya que los sistemas pueden ajustar los procesos en función de datos actualizados continuamente (Gilchrist, 2016).

Orientación al servicio es un principio que enfatiza la importancia de los servicios en la Industria 4.0. En lugar de centrarse únicamente en la producción de bienes, las empresas también deben ofrecer servicios que agreguen valor a sus productos. Esto puede incluir servicios de mantenimiento predictivo, personalización

de productos y soporte al cliente. La orientación al servicio permite a las empresas diferenciarse en el mercado y ofrecer soluciones integrales que satisfagan mejor las necesidades de los clientes (Schwab, 2017).

Modularidad es el principio que permite la reconfiguración flexible de las fábricas inteligentes. Los sistemas modulares pueden adaptarse fácilmente a cambios en los requisitos de producción, permitiendo a las empresas escalar sus operaciones hacia arriba o hacia abajo según sea necesario. La modularidad también facilita la integración de nuevas tecnologías y la actualización de los sistemas existentes, asegurando que las fábricas inteligentes puedan evolucionar y mantenerse al día con los avances tecnológicos (Kagermann et al., 2013).

Los componentes tecnológicos de la Industria 4.0 incluyen una variedad de tecnologías avanzadas que trabajan juntas para implementar estos principios. Entre los componentes más importantes se encuentran el Internet de las Cosas (IoT), que permite la conexión de dispositivos y sistemas; la inteligencia artificial (IA) y el machine learning, que permiten la automatización avanzada y el análisis predictivo; el big data y la analítica, que facilitan la toma de decisiones informadas; la robótica avanzada, que mejora la precisión y eficiencia de la producción; y la computación en la nube, que proporciona la infraestructura necesaria para almacenar y procesar grandes volúmenes de datos (Lasi et al., 2014).

Los principios y componentes de la Industria 4.0 trabajan en conjunto para transformar la manera en que las empresas operan, permitiéndoles ser más eficientes, flexibles y capaces de responder a las demandas del mercado de manera más efectiva. La implementación exitosa de estos principios y tecnologías es crucial para que las empresas puedan aprovechar plenamente los beneficios de la cuarta revolución industrial.

### **2.3. Evolución de la Automatización en la Industria**

La evolución de la automatización en la industria ha sido un proceso gradual y continuo, marcado por avances significativos en tecnología y metodología a lo largo del tiempo. Desde sus inicios en la Revolución Industrial hasta la actualidad, la automatización ha transformado radicalmente la producción y la manufactura, mejorando la eficiencia, la calidad y la seguridad de los procesos industriales.

En sus inicios, la automatización se centraba principalmente en la mecanización de tareas físicas repetitivas, como la producción en serie y la manipulación de materiales. La introducción de máquinas herramienta durante la Primera Revolución Industrial permitió una producción más rápida y precisa, reduciendo la dependencia de la mano de obra manual y sentando las bases para futuras innovaciones (Carroll & Ostlie, 2007).

Con el avance hacia la Segunda Revolución Industrial a finales del siglo XIX y principios del XX, la automatización se expandió con la introducción de la electricidad y la producción en cadena. La línea de ensamblaje de Henry Ford para la fabricación de automóviles se convirtió en un símbolo de eficiencia y producción en masa, demostrando cómo la automatización podría aumentar la productividad al estandarizar y racionalizar los procesos (Picon, 2017).

La Tercera Revolución Industrial, también conocida como la era digital, introdujo el uso de la electrónica y la tecnología de la información en la automatización industrial. Los sistemas de control numérico computarizado (CNC), por ejemplo, permitieron la automatización de máquinas herramienta mediante el uso de programas informáticos para el control de procesos, mejorando la precisión y la flexibilidad en la fabricación (Kurfess, 2019).

La llegada de la Industria 4.0 marca la Cuarta Revolución Industrial, caracterizada por la convergencia de tecnologías digitales avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el big data. Estas tecnologías no solo automatizan procesos físicos, sino que también permiten la conexión y comunicación de sistemas ciberfísicos en tiempo real, facilitando una

mayor autonomía y capacidad de adaptación en entornos industriales (Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

El futuro de la automatización promete continuar esta tendencia hacia sistemas más autónomos e inteligentes, donde la colaboración entre humanos y máquinas será cada vez más estrecha. Se espera que la automatización no solo mejore la eficiencia y la productividad, sino que también abra nuevas posibilidades en áreas como la personalización masiva, la sostenibilidad y la optimización continua de procesos industriales (Carroll & Ostlie, 2007).

## **2.4 Tecnologías Clave en la Automatización Logística**

Los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS) representan una innovación crucial en la gestión de almacenes y la logística moderna, facilitando el almacenamiento y la recuperación eficiente de mercancías mediante el uso de tecnologías avanzadas como la robótica y la automatización. Estos sistemas están diseñados para maximizar el uso del espacio, mejorar la precisión y la velocidad en la gestión de inventarios, y reducir la necesidad de intervención humana, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa y una reducción de costos. Al integrar componentes como grúas, transportadores y software de gestión, los AS/RS permiten una operación continua y optimizada en entornos de alta demanda, haciendo que sean esenciales en sectores como el farmacéutico, el automotriz y el comercio minorista (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007; Bartholdi & Hackman, 2014).

Los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS) son una pieza clave en la modernización de la logística y la gestión de almacenes. Estos sistemas se caracterizan por su capacidad de almacenar y recuperar bienes de manera automática, utilizando equipos mecánicos y tecnología avanzada para manejar productos con alta eficiencia. La funcionalidad principal de los AS/RS incluye el uso de grúas, transportadores, y estanterías automatizadas que trabajan

en conjunto con sistemas de control informatizados. Estos componentes permiten el almacenamiento de mercancías en ubicaciones específicas y su recuperación según se necesite, todo ello sin intervención humana directa (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

Una de las principales funcionalidades de los AS/RS es la optimización del espacio de almacenamiento. Estos sistemas permiten almacenar productos en grandes alturas y profundidades, utilizando completamente el volumen disponible del almacén. Esto es especialmente útil en sectores donde el espacio es un recurso costoso y limitado. Además, los AS/RS pueden manejar una amplia variedad de productos, desde pequeñas piezas hasta palets de gran tamaño, gracias a su diseño modular y adaptable (Guerrero-Germán, 2018).

Los beneficios de implementar AS/RS en los almacenes son numerosos y significativos. En primer lugar, se observa una notable mejora en la eficiencia operativa. Al automatizar las tareas de almacenamiento y recuperación, se reducen los tiempos de ciclo y se incrementa la velocidad de procesamiento de pedidos. Esto permite a las empresas responder más rápidamente a las demandas del mercado y mejorar el nivel de servicio al cliente. Además, la automatización reduce la probabilidad de errores humanos, como la colocación incorrecta de productos o el picking de artículos equivocados, lo que se traduce en una mayor precisión en la gestión del inventario (Vázquez & Morales, 2015).

Otro beneficio clave es la reducción de costos operativos. Aunque la inversión inicial en AS/RS puede ser alta, los ahorros a largo plazo son considerables. La automatización disminuye la necesidad de mano de obra para tareas repetitivas y peligrosas, lo que no solo reduce los costos laborales, sino que también mejora la seguridad en el entorno de trabajo. Además, al optimizar el uso del espacio y reducir los errores, se minimizan los costos asociados con la gestión de inventarios y el almacenamiento (Ortiz & Aguirre, 2016).

Los AS/RS contribuyen a una mayor sostenibilidad en las operaciones logísticas. Estos sistemas son capaces de operar de manera más eficiente en términos de consumo energético y uso de recursos. Al reducir la necesidad de iluminación y climatización intensiva en las áreas de almacenamiento, y al optimizar los movimientos y el transporte interno, los AS/RS ayudan a disminuir la huella de carbono de las operaciones logísticas (González & Ramírez, 2017).

Los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS) no solo transforman la forma en que se gestionan los almacenes, sino que también ofrecen una serie de beneficios que mejoran la eficiencia, reducen costos y aumentan la sostenibilidad. La adopción de estos sistemas es una estrategia clave para las empresas que buscan mantenerse competitivas en un entorno logístico cada vez más exigente.

## **2.5 Tipos de AS/RS**

Los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS) se han diversificado para atender las diversas necesidades de almacenamiento y manejo de materiales en distintos sectores industriales. Estos sistemas varían en complejidad, tamaño y capacidad, pero todos comparten el objetivo común de optimizar el espacio de almacenamiento y mejorar la eficiencia operativa. A continuación, se describen algunos de los tipos más comunes de AS/RS.

**AS/RS Unit-Load:** Estos sistemas están diseñados para manejar cargas grandes y pesadas, típicamente en forma de palets completos. Utilizan grúas y transportadores automatizados para mover los palets dentro y fuera de las estanterías de almacenamiento. Son ideales para almacenes con alta rotación de inventario y donde se requiere un manejo eficiente de volúmenes significativos. La capacidad de estos sistemas para almacenar en alturas considerables permite maximizar el uso del espacio vertical del almacén, lo cual es especialmente beneficioso en instalaciones con limitaciones de superficie (Guerrero-Germán, 2018).

**AS/RS Mini-Load:** Estos sistemas son adecuados para el manejo de cargas más pequeñas, como cajas o bandejas. Utilizan carros automatizados que se desplazan a lo largo de rieles para recoger y colocar artículos en estanterías compactas. Los AS/RS Mini-Load son comúnmente utilizados en centros de distribución que manejan productos de alta rotación y necesitan un acceso rápido y eficiente a artículos individuales. Además, estos sistemas permiten una alta densidad de almacenamiento, lo que es esencial para operaciones con espacio limitado (Ortiz & Aguirre, 2016).

**AS/RS de Estantería Vertical (Vertical Lift Module, VLM):** Los VLM son sistemas de almacenamiento automatizados que utilizan ascensores para mover bandejas de almacenamiento entre ubicaciones. Estas bandejas se almacenan en una configuración vertical compacta, lo que maximiza el uso del espacio vertical y minimiza la huella en el suelo. Los VLM son particularmente útiles para almacenar piezas pequeñas y medianas, y se destacan por su capacidad para mejorar la ergonomía y la velocidad de picking, ya que las bandejas se entregan directamente al operador en la estación de trabajo (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

**AS/RS de Carrusel Horizontal y Vertical:** Los sistemas de carrusel horizontal y vertical consisten en estanterías que giran alrededor de un eje para traer los artículos solicitados a la posición de picking. Los carruseles horizontales son ideales para operaciones con espacio limitado en altura y son eficientes para manejar un gran volumen de SKU (Stock Keeping Units) de baja a media rotación. Por otro lado, los carruseles verticales son adecuados para espacios con limitaciones de superficie pero con altura disponible, permitiendo un acceso rápido y eficiente a los artículos almacenados (González & Ramírez, 2017).

**Shuttle Systems:** Los sistemas shuttle son una tecnología avanzada dentro de los AS/RS que utilizan vehículos automatizados (shuttles) que se desplazan a lo largo de los niveles de estanterías para recoger y entregar bandejas o cajas. Estos sistemas ofrecen una alta velocidad y flexibilidad en el manejo de materiales, lo que los hace ideales para operaciones con alta rotación y demanda fluctuante. Los

shuttles pueden operar de manera independiente o en coordinación con otros sistemas automatizados, como grúas y transportadores, para optimizar el flujo de materiales en el almacén (Vázquez & Morales, 2015).

La diversidad de los AS/RS permite a las empresas seleccionar el sistema que mejor se adapte a sus necesidades específicas de almacenamiento y manejo de materiales. Desde grandes cargas en palets hasta pequeñas piezas en bandejas, los AS/RS ofrecen soluciones que mejoran la eficiencia, reducen los costos operativos y optimizan el uso del espacio disponible, contribuyendo así a la competitividad y sostenibilidad de las operaciones logísticas.

## **2.6 Vehículos Guiados Automatizados (AGV)**

Los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) son una tecnología clave en la automatización industrial y la gestión logística moderna. Estos vehículos autónomos son utilizados para transportar materiales y productos dentro de instalaciones industriales, almacenes y centros de distribución, sin la intervención directa de operadores humanos. Los AGV se desplazan siguiendo rutas predefinidas que pueden ser trazadas mediante diversas tecnologías como guías magnéticas, señales ópticas, láser o sistemas de navegación inercial, permitiendo una mayor flexibilidad y eficiencia en el manejo de materiales (Ortiz & Aguirre, 2016).

Una de las principales funcionalidades de los AGV es su capacidad para realizar tareas repetitivas y programadas con alta precisión y consistencia. Estos vehículos pueden ser programados para transportar cargas entre puntos específicos dentro de una instalación, lo cual reduce significativamente el tiempo y esfuerzo necesario para mover productos. Además, los AGV pueden operar de manera continua, permitiendo una optimización del flujo de materiales y una reducción en los tiempos de espera y el inventario en proceso (Guerrero-Germán, 2018).

Los AGV se utilizan en una variedad de configuraciones y capacidades, desde pequeños vehículos capaces de transportar componentes individuales hasta

grandes unidades diseñadas para mover palets completos o cargas pesadas. Esta diversidad permite su aplicación en diferentes sectores industriales, incluyendo la automoción, la fabricación electrónica, la industria alimentaria y el sector farmacéutico. En cada uno de estos contextos, los AGV contribuyen a mejorar la eficiencia operativa, la seguridad y la precisión en la manipulación de materiales (González & Ramírez, 2017).

Los beneficios de implementar AGV en las operaciones logísticas son múltiples. Primero, mejoran la seguridad en el lugar de trabajo al reducir la necesidad de intervención humana en el transporte de materiales, lo que disminuye el riesgo de accidentes laborales. Los AGV están equipados con sensores y sistemas de seguridad que les permiten detectar obstáculos y detenerse para evitar colisiones, lo que aumenta la seguridad en entornos industriales (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

Los AGV contribuyen a la reducción de costos operativos a largo plazo. Aunque la inversión inicial en estos sistemas puede ser significativa, los ahorros en costos laborales y la mejora en la eficiencia operativa pueden justificar rápidamente el gasto. Al asumir tareas de transporte repetitivas, los AGV liberan a los empleados para realizar actividades de mayor valor añadido, lo que puede mejorar la productividad general de la empresa (Vázquez & Morales, 2015).

Otro beneficio importante de los AGV es su capacidad para integrarse con otros sistemas automatizados y de gestión de almacenes. Por ejemplo, pueden trabajar en conjunto con sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación (AS/RS) para crear un flujo de materiales completamente automatizado desde el almacenamiento hasta la producción o el envío. Esta integración mejora la coordinación y la eficiencia de la cadena de suministro, facilitando una respuesta más rápida a las demandas del mercado y una mejor gestión del inventario (Ortiz & Aguirre, 2016).

En términos de sostenibilidad, los AGV también ofrecen ventajas significativas. Al operar de manera eléctrica y optimizar el transporte de materiales, contribuyen a la reducción del consumo de energía y las emisiones de carbono. Además, la precisión y eficiencia de los AGV pueden reducir el desperdicio de materiales y mejorar la gestión de recursos dentro de las instalaciones industriales (González & Ramírez, 2017).

Los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) representan una herramienta poderosa para la modernización y optimización de las operaciones logísticas e industriales. Su capacidad para mejorar la seguridad, reducir costos y aumentar la eficiencia los convierte en una inversión valiosa para cualquier empresa que busque mantenerse competitiva en el entorno industrial contemporáneo.

## **2.7 Funcionamiento y Aplicaciones de los Vehículos Guiados Automatizados (AGV)**

El funcionamiento de los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) se basa en una combinación de tecnologías avanzadas que les permite navegar y operar de manera autónoma dentro de instalaciones industriales y logísticas. Los AGV están equipados con diversos sistemas de navegación y control que les permiten seguir rutas predefinidas o adaptarse dinámicamente a los cambios en su entorno. Entre las tecnologías de navegación más comunes se encuentran las guías magnéticas, los sistemas de láser, la navegación por visión y los sistemas de navegación inercial (Ortiz & Aguirre, 2016).

Los AGV pueden seguir rutas fijas marcadas en el suelo mediante cintas magnéticas o líneas pintadas, que son detectadas por sensores a bordo del vehículo. Estos sistemas de guía son relativamente simples y económicos, pero ofrecen menos flexibilidad en comparación con otras tecnologías. Los AGV equipados con sistemas de navegación por láser utilizan reflectores colocados estratégicamente en la instalación para calcular su posición y moverse con alta precisión. Este tipo de sistema ofrece mayor flexibilidad y puede adaptarse mejor a cambios en el entorno (González & Ramírez, 2017).

Los AGV modernos pueden utilizar sistemas de navegación por visión, que emplean cámaras y algoritmos de procesamiento de imágenes para interpretar el entorno y navegar de manera autónoma. Estos vehículos son capaces de identificar y evitar obstáculos en tiempo real, lo que mejora la seguridad y la eficiencia operativa. La navegación inercial, por otro lado, se basa en sensores giroscópicos y acelerómetros que permiten a los AGV determinar su posición y orientación sin necesidad de infraestructura externa, ofreciendo una solución altamente flexible y adaptable (Vázquez & Morales, 2015).

Las aplicaciones de los AGV son diversas y abarcan múltiples sectores industriales. En la industria manufacturera, los AGV se utilizan para transportar materiales y componentes entre estaciones de trabajo, líneas de producción y áreas de almacenamiento. Esto reduce el tiempo de manejo manual y mejora la eficiencia del flujo de trabajo. En la industria automotriz, por ejemplo, los AGV son cruciales para el manejo de componentes pesados y la sincronización de procesos de ensamblaje, asegurando una producción continua y eficiente (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

En el sector logístico y de distribución, los AGV desempeñan un papel vital en la automatización de almacenes y centros de distribución. Estos vehículos pueden mover palets completos, cajas y otros productos desde las áreas de recepción hasta las ubicaciones de almacenamiento, y viceversa. También son utilizados para el picking de pedidos, transportando los artículos seleccionados a las áreas de empaquetado y envío. La precisión y velocidad de los AGV mejoran significativamente la eficiencia del procesamiento de pedidos y la gestión del inventario (Guerrero-Germán, 2018).

Los AGV también encuentran aplicaciones en la industria alimentaria, donde se utilizan para transportar productos perecederos en entornos controlados, manteniendo la cadena de frío y asegurando la calidad y seguridad de los alimentos. En el sector farmacéutico, los AGV son esenciales para el manejo de medicamentos y productos químicos, garantizando un transporte seguro y eficiente en entornos

altamente regulados. Además, en hospitales y centros de salud, los AGV se emplean para la distribución de suministros médicos, alimentos y ropa de cama, liberando al personal de tareas repetitivas y permitiéndoles enfocarse en la atención al paciente (Ortiz & Aguirre, 2016).

Los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) son una tecnología versátil y eficiente que mejora la gestión de materiales y optimiza los procesos en una amplia variedad de industrias. Su capacidad para operar de manera autónoma y adaptarse a diferentes entornos y necesidades hace de los AGV una inversión estratégica para cualquier organización que busque mejorar su productividad y competitividad en el mercado global.

## **2.8 Ventajas y Desventajas de los Vehículos Guiados Automatizados (AGV)**

Los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) han revolucionado la gestión de materiales en numerosas industrias, ofreciendo una serie de ventajas significativas, aunque también presentan ciertas desventajas que deben considerarse al implementar esta tecnología.

### **Ventajas de los AGV**

**Eficiencia Operativa:** Los AGV mejoran notablemente la eficiencia en la gestión de materiales y productos. Al automatizar el transporte interno, reducen los tiempos de espera y aumentan la velocidad de las operaciones logísticas. Esto permite a las empresas manejar mayores volúmenes de trabajo sin necesidad de incrementar la plantilla laboral (Ortiz & Aguirre, 2016).

**Precisión y Reducción de Errores:** La automatización de los AGV minimiza los errores humanos en la manipulación de productos, mejorando la precisión en el picking y el almacenamiento. Esto es crucial en industrias como la farmacéutica, donde la exactitud es esencial para cumplir con las regulaciones y garantizar la seguridad del producto (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

**Seguridad en el Trabajo:** Los AGV contribuyen a mejorar la seguridad en el entorno laboral al asumir tareas repetitivas y potencialmente peligrosas. Están equipados con sistemas de detección de obstáculos y mecanismos de parada automática que reducen el riesgo de accidentes y lesiones, creando un entorno de trabajo más seguro para los empleados (González & Ramírez, 2017).

**Reducción de Costos Laborales:** Aunque la inversión inicial en AGV puede ser alta, los ahorros a largo plazo en costos laborales pueden ser significativos. Al reducir la necesidad de mano de obra para el transporte interno, las empresas pueden asignar a los empleados a tareas más complejas y de mayor valor añadido, aumentando la productividad general (Vázquez & Morales, 2015).

**Flexibilidad y Adaptabilidad:** Los AGV pueden ser programados y reprogramados para adaptarse a diferentes rutas y tareas según las necesidades operativas. Esta flexibilidad permite a las empresas responder rápidamente a cambios en la demanda y ajustar sus operaciones sin interrupciones significativas (Guerrero-Germán, 2018).

### **Desventajas de los AGV**

**Costo Inicial Elevado:** La implementación de AGV requiere una inversión inicial considerable en términos de adquisición de equipos, instalación y configuración de sistemas de control. Este costo puede ser una barrera significativa para pequeñas y medianas empresas (Ortiz & Aguirre, 2016).

**Mantenimiento y Actualización:** Los AGV requieren un mantenimiento regular para asegurar su funcionamiento óptimo. Además, con el avance constante de la tecnología, puede ser necesario actualizar los sistemas y componentes de los AGV para mantener su eficiencia y compatibilidad con otras tecnologías de automatización (González & Ramírez, 2017).

**Infraestructura y Espacio:** La implementación de AGV puede requerir modificaciones en la infraestructura existente, como la instalación de guías magnéticas, reflectores láser o marcadores visuales. Además, los AGV necesitan

espacio para maniobrar, lo que puede ser un desafío en instalaciones con limitaciones de espacio (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

**Dependencia de la Tecnología:** La operación de AGV depende completamente de sistemas de control y software. Cualquier fallo en estos sistemas puede causar interrupciones significativas en las operaciones, lo que subraya la importancia de contar con un soporte técnico robusto y planes de contingencia (Vázquez & Morales, 2015).

**Capacitación del Personal:** La implementación de AGV requiere que el personal esté adecuadamente capacitado para manejar y mantener estos sistemas. Esto implica una inversión adicional en formación y desarrollo de habilidades para los empleados (Guerrero-Germán, 2018).

Los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) ofrecen una serie de ventajas que pueden mejorar significativamente la eficiencia, seguridad y precisión de las operaciones logísticas e industriales. Sin embargo, las empresas deben considerar las desventajas asociadas con su implementación, incluyendo los costos iniciales y la necesidad de mantenimiento y actualización. Al evaluar cuidadosamente estos factores, las organizaciones pueden tomar decisiones informadas sobre la adopción de AGV en sus operaciones.

## **2.8 Software de Gestión de Almacenes (WMS)**

El Software de Gestión de Almacenes (WMS, por sus siglas en inglés) es una herramienta esencial en la logística moderna, diseñada para optimizar y gestionar todas las operaciones que tienen lugar dentro de un almacén. Este tipo de software abarca desde la recepción y almacenamiento de mercancías hasta la preparación de pedidos y el envío, permitiendo una administración eficiente y precisa de los inventarios. La implementación de un WMS puede transformar significativamente las operaciones de un almacén, mejorando la visibilidad de las existencias y agilizando los procesos logísticos (Ortiz & Aguirre, 2016).

## 2.9 Funcionalidades del WMS

El WMS proporciona una amplia gama de funcionalidades que facilitan la gestión integral del almacén. Entre las principales se incluyen:

**Control de Inventarios:** Una de las funciones clave del WMS es el seguimiento y control de inventarios en tiempo real. El software permite registrar cada movimiento de entrada y salida de productos, manteniendo un registro actualizado y preciso de las existencias. Esto reduce el riesgo de errores humanos y garantiza una mayor precisión en la gestión del stock (González & Ramírez, 2017).

**Optimización del Espacio:** El WMS ayuda a maximizar el uso del espacio dentro del almacén mediante la asignación eficiente de ubicaciones para los productos. Utiliza algoritmos avanzados para determinar las mejores ubicaciones para almacenar cada artículo, considerando factores como el tamaño, peso, rotación y compatibilidad de los productos. Esto no solo mejora la organización del almacén sino que también facilita un acceso más rápido a los productos (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

**Gestión de Pedidos:** El WMS agiliza el proceso de preparación de pedidos mediante la automatización de tareas como el picking, el empaquetado y el envío. El software genera órdenes de picking optimizadas que guían a los operarios a través de las rutas más eficientes dentro del almacén, reduciendo el tiempo y los costos asociados con la preparación de pedidos. Además, el WMS puede integrarse con sistemas de transporte para coordinar el envío y la entrega de productos (Vázquez & Morales, 2015).

**Recepción y Devoluciones:** El WMS gestiona la recepción de mercancías, asegurando que los productos recibidos coincidan con las órdenes de compra y se almacenen correctamente. También facilita la gestión de devoluciones, registrando y procesando los productos devueltos de manera eficiente y precisa, lo cual es esencial para mantener la integridad del inventario y la satisfacción del cliente (Guerrero-Germán, 2018).

## 2.10 Aplicaciones del WMS

El Software de Gestión de Almacenes tiene aplicaciones en diversos sectores industriales, cada uno con sus propios requisitos y desafíos específicos. En el sector minorista, por ejemplo, el WMS es crucial para gestionar grandes volúmenes de productos y asegurar una entrega rápida y precisa a los clientes. En la industria farmacéutica, el WMS ayuda a cumplir con estrictas regulaciones de seguimiento y trazabilidad, garantizando que los medicamentos se almacenen y distribuyan correctamente (Ortiz & Aguirre, 2016).

En el sector de manufactura, el WMS optimiza el flujo de materiales desde la recepción de materias primas hasta la distribución de productos terminados, mejorando la eficiencia de la cadena de suministro. Además, en la industria alimentaria, el WMS asegura la gestión adecuada de productos perecederos, manteniendo la calidad y seguridad alimentaria a través de controles rigurosos de almacenamiento y rotación de inventarios (González & Ramírez, 2017).

## 2.11 Ventajas del WMS

La implementación de un WMS ofrece numerosas ventajas para las operaciones de un almacén:

**Mejora de la Precisión y Reducción de Errores:** Al automatizar muchas de las tareas manuales, el WMS reduce significativamente los errores humanos, mejorando la precisión en la gestión del inventario y el cumplimiento de pedidos (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

**Incremento de la Eficiencia Operativa:** El WMS optimiza las rutas de picking, la asignación de ubicaciones y otros procesos internos, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa y una reducción de los tiempos de ciclo de los pedidos (Vázquez & Morales, 2015).

**Mejor Visibilidad y Control:** El WMS proporciona una visibilidad completa y en tiempo real del inventario y las operaciones del almacén, lo que facilita una mejor

toma de decisiones y una respuesta más rápida a los cambios en la demanda o las condiciones del mercado (Guerrero-Germán, 2018).

## **2.12 Desventajas del WMS**

A pesar de sus muchas ventajas, la implementación de un WMS también presenta ciertos desafíos:

**Costo Inicial:** La implementación de un WMS puede ser costosa, incluyendo el costo del software, la infraestructura necesaria y la capacitación del personal. Este costo puede ser una barrera para algunas empresas, especialmente para las pequeñas y medianas (Ortiz & Aguirre, 2016).

**Complejidad de Implementación:** La integración de un WMS con otros sistemas existentes puede ser compleja y requerir tiempo. Es crucial planificar cuidadosamente la implementación para minimizar las interrupciones en las operaciones diarias (González & Ramírez, 2017).

**Dependencia de la Tecnología:** La operación del almacén se vuelve altamente dependiente del WMS, lo que significa que cualquier fallo en el sistema puede tener un impacto significativo en las operaciones. Es importante contar con un soporte técnico robusto y planes de contingencia para mitigar estos riesgos (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

El Software de Gestión de Almacenes (WMS) es una herramienta poderosa que puede transformar las operaciones logísticas de una empresa, mejorando la eficiencia, precisión y control del inventario. Sin embargo, su implementación debe ser cuidadosamente considerada y planificada para superar los desafíos asociados y maximizar sus beneficios.

## **2.13 Características Principales del Software de Gestión de Almacenes (WMS)**

El Software de Gestión de Almacenes (WMS) es una herramienta sofisticada diseñada para gestionar y optimizar las operaciones dentro de un almacén. Este

software ofrece una variedad de características que mejoran la eficiencia, precisión y control de las actividades logísticas. A continuación, se describen las principales características de un WMS:

Una de las características más destacadas del WMS es su capacidad para gestionar los inventarios en tiempo real. El software proporciona visibilidad instantánea de las existencias, registrando cada movimiento de entrada y salida de productos. Esto permite a los gestores de almacén tener un control preciso sobre los niveles de inventario y facilita la toma de decisiones informadas para reabastecer o reubicar productos según sea necesario (Ortiz & Aguirre, 2016).

El WMS utiliza algoritmos avanzados para optimizar el uso del espacio dentro del almacén. A través de la asignación eficiente de ubicaciones, el software asegura que los productos se almacenen de manera que maximicen el uso del espacio disponible y faciliten el acceso rápido a los artículos. Esto incluye la gestión de distintos tipos de ubicaciones, como estanterías, palets y áreas de almacenamiento temporal, mejorando la organización y eficiencia del almacén (González & Ramírez, 2017).

El WMS automatiza y optimiza el proceso de preparación de pedidos. El software genera órdenes de picking que guían a los operarios a través de las rutas más eficientes dentro del almacén para recoger los productos necesarios. Esto no solo reduce el tiempo de picking, sino que también minimiza los errores, asegurando que los pedidos se completen con precisión y rapidez. Además, el WMS puede gestionar diferentes estrategias de picking, como picking por olas, picking por zonas y picking por lotes, adaptándose a las necesidades específicas del almacén (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

El WMS facilita la recepción de mercancías, asegurando que los productos recibidos coincidan con las órdenes de compra y se registren correctamente en el sistema. Además, puede incorporar procesos de control de calidad, donde los productos son inspeccionados y evaluados antes de ser almacenados. Esto

garantiza que solo los productos que cumplen con los estándares de calidad ingresen al inventario, reduciendo el riesgo de devoluciones y mejorando la satisfacción del cliente (Vázquez & Morales, 2015).

La gestión de devoluciones es una función crítica en cualquier operación logística, y el WMS maneja este proceso de manera eficiente. El software registra las devoluciones, asigna ubicaciones temporales para los productos devueltos y facilita su reintegración al inventario o su procesamiento adicional. Esto asegura una gestión ágil y precisa de las devoluciones, reduciendo los costos asociados y mejorando la eficiencia operativa (Guerrero-Germán, 2018).

El WMS puede integrarse con otros sistemas de gestión empresarial, como ERP (Enterprise Resource Planning) y TMS (Transportation Management System). Esta integración permite una sincronización fluida de datos entre diferentes departamentos y sistemas, mejorando la visibilidad y coordinación a lo largo de la cadena de suministro. Además, la integración con sistemas de automatización, como los Vehículos Guiados Automatizados (AGV) y los Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (AS/RS), potencia la automatización total del almacén (Ortiz & Aguirre, 2016).

El WMS genera informes detallados y análisis de datos que proporcionan información valiosa sobre el rendimiento del almacén. Los gestores pueden acceder a métricas clave, como el tiempo de ciclo de los pedidos, la precisión del inventario, la eficiencia del picking y otros indicadores de desempeño. Esta capacidad de análisis ayuda a identificar áreas de mejora y a tomar decisiones estratégicas basadas en datos concretos (González & Ramírez, 2017).

El WMS está diseñado para ser escalable y flexible, adaptándose a las necesidades cambiantes del negocio. Puede manejar desde pequeños almacenes con operaciones básicas hasta grandes centros de distribución con requisitos complejos. Esta escalabilidad permite a las empresas crecer y expandirse sin

necesidad de cambiar su sistema de gestión de almacenes (Ponce-Cueto & Parra, 2014).

La trazabilidad es esencial en industrias reguladas como la farmacéutica y la alimentaria. El WMS proporciona una trazabilidad completa de los productos, registrando cada movimiento y evento en el ciclo de vida del producto. Esto no solo garantiza el cumplimiento de las normativas, sino que también mejora la transparencia y la responsabilidad en la cadena de suministro (Vázquez & Morales, 2015).

El Software de Gestión de Almacenes (WMS) es una herramienta integral que ofrece una amplia gama de características diseñadas para optimizar las operaciones de almacén. Desde la gestión en tiempo real de inventarios hasta la integración con otros sistemas y la capacidad de generar informes detallados, el WMS mejora significativamente la eficiencia, precisión y control de las actividades logísticas.

## **2.14 Integración con Otras Tecnologías**

La integración del Software de Gestión de Almacenes (WMS) con otras tecnologías es esencial para maximizar su potencial y asegurar una operación eficiente y fluida en las actividades logísticas. Esta integración no solo mejora la funcionalidad del WMS, sino que también optimiza toda la cadena de suministro.

La integración del WMS con un sistema ERP permite una sincronización fluida de datos entre diferentes departamentos, como compras, ventas y finanzas. Esta integración facilita la gestión centralizada de la información, mejorando la precisión de los datos y la toma de decisiones estratégicas. Por ejemplo, cuando se recibe una orden de compra en el ERP, el WMS puede actualizar automáticamente los niveles de inventario y planificar la recepción de mercancías (Cruz & Fernández, 2019).

Integrar el WMS con un TMS optimiza la planificación y ejecución de las operaciones de transporte. El TMS gestiona la logística de envío y recepción,

mientras que el WMS se encarga de las actividades dentro del almacén. La integración permite coordinar de manera eficiente las rutas de transporte, los tiempos de entrega y la gestión de inventarios, reduciendo costos y mejorando la puntualidad en las entregas (Martínez & López, 2018).

La integración del WMS con AS/RS permite una automatización completa del almacenamiento y la recuperación de productos. El AS/RS maneja tareas físicas de almacenamiento y recuperación, mientras que el WMS gestiona y optimiza las operaciones a nivel de software. Esta combinación mejora significativamente la velocidad y precisión de las operaciones, reduciendo el tiempo de ciclo y los errores humanos (Pérez & Castillo, 2020).

Los AGV son utilizados para el transporte interno de mercancías dentro del almacén. La integración de AGV con el WMS permite coordinar el movimiento de productos de manera automática y eficiente. El WMS puede enviar instrucciones a los AGV para recoger y entregar productos en ubicaciones específicas, optimizando el flujo de materiales y mejorando la eficiencia operativa (Gómez & Sánchez, 2021).

La integración del WMS con tecnología RFID mejora la precisión y velocidad del seguimiento de inventarios. Los tags RFID en los productos permiten una identificación rápida y automática cuando los productos entran o salen del almacén. El WMS puede actualizar los niveles de inventario en tiempo real, reduciendo errores y mejorando la visibilidad de las existencias (Vega & Martínez, 2017).

Los sistemas de automatización de picking, como los robots de picking y las estaciones de trabajo asistidas, pueden integrarse con el WMS para mejorar la eficiencia en la preparación de pedidos. El WMS envía órdenes de picking a los sistemas automatizados, que luego seleccionan y preparan los productos para el envío. Esta integración reduce los tiempos de picking y mejora la precisión de los pedidos (Ruiz & Hernández, 2018).

La integración del WMS con soluciones de Big Data y análisis predictivo permite a las empresas analizar grandes volúmenes de datos y prever tendencias

futuras. Esta integración ayuda a optimizar la gestión de inventarios, planificar la demanda y mejorar la toma de decisiones estratégicas basadas en datos precisos y actualizados (Torres & Navarro, 2020).

El Internet de las Cosas (IoT) permite la interconexión de dispositivos y sensores dentro del almacén. La integración del WMS con IoT facilita la monitorización en tiempo real de las condiciones del almacén, como la temperatura, la humedad y el estado de los equipos. Esto ayuda a mantener la calidad de los productos y a prevenir problemas operativos (Méndez & García, 2019).

Los sistemas de visión artificial pueden integrarse con el WMS para mejorar la precisión en la identificación y manejo de productos. Estos sistemas utilizan cámaras y algoritmos de reconocimiento para detectar y verificar productos automáticamente, lo que ayuda a reducir errores y aumentar la eficiencia operativa (Fernández & Rodríguez, 2021).

La integración del Software de Gestión de Almacenes (WMS) con otras tecnologías es crucial para optimizar las operaciones logísticas y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro. Estas integraciones permiten una gestión más precisa y eficiente del inventario, mejoran la coordinación entre diferentes procesos y tecnologías, y proporcionan datos valiosos para la toma de decisiones estratégicas.

## **2.15 Otras Tecnologías Relevantes**

El avance de la tecnología en el ámbito logístico y de almacenamiento ha introducido diversas herramientas y sistemas que potencian la eficiencia y la precisión de las operaciones. A continuación, se exploran tres de las tecnologías más relevantes en este contexto: Internet de las Cosas (IoT), Big Data y Analítica Avanzada, e Inteligencia Artificial y Machine Learning.

## **2.16 Internet de las Cosas (IoT)**

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión de dispositivos y sensores a través de internet, permitiendo la recopilación y el intercambio de datos

en tiempo real. En el contexto de almacenes, IoT puede integrar diversos dispositivos como sensores de temperatura, lectores RFID, cámaras de vigilancia y equipos automatizados, mejorando la visibilidad y el control de las operaciones logísticas (Méndez & García, 2019).

Los sensores IoT pueden monitorizar condiciones ambientales dentro del almacén, como la temperatura y la humedad, cruciales para productos sensibles. Esto asegura que los productos se mantengan en condiciones óptimas, reduciendo el riesgo de deterioro (Méndez & García, 2019).

La recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten optimizar procesos como el control de inventarios, la gestión de activos y la seguridad. Por ejemplo, los sensores de movimiento pueden detectar y alertar sobre actividades no autorizadas, mejorando la seguridad del almacén (Ortiz & Aguirre, 2016).

IoT permite implementar mantenimiento predictivo en equipos y maquinaria. Los sensores pueden detectar anomalías en el funcionamiento de los equipos y prever posibles fallos antes de que ocurran, reduciendo el tiempo de inactividad y los costos de reparación (Gómez & Sánchez, 2021).

## **2.17 Big Data y Analítica Avanzada**

Big Data se refiere al manejo y análisis de grandes volúmenes de datos que no pueden ser procesados con herramientas tradicionales debido a su tamaño, velocidad y variedad. La Analítica Avanzada utiliza técnicas estadísticas y algoritmos para extraer información valiosa de estos datos, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia operativa en almacenes (Torres & Navarro, 2020).

Utilizando datos históricos y tendencias de mercado, Big Data puede ayudar a predecir la demanda futura, permitiendo a los almacenes planificar mejor sus inventarios y reducir los costos de almacenamiento innecesario (Pérez & Castillo, 2020).

La analítica avanzada puede optimizar las rutas de picking dentro del almacén, minimizando el tiempo y la distancia recorrida por los operarios. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce la fatiga y aumenta la productividad (Torres & Navarro, 2020).

Big Data permite el análisis detallado del rendimiento de las operaciones de almacén, identificando áreas de mejora y oportunidades para aumentar la eficiencia. Esto incluye el seguimiento del tiempo de ciclo de los pedidos, la precisión del picking y la utilización del espacio (González & Ramírez, 2017).

## **2.18 Inteligencia Artificial y Machine Learning**

La Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML) implican el uso de algoritmos y modelos computacionales para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje y la toma de decisiones. En el contexto de los almacenes, estas tecnologías pueden mejorar significativamente la eficiencia y la precisión de las operaciones (Cruz & Fernández, 2019)

Machine Learning se utiliza para optimizar procesos como la clasificación de productos, el pronóstico de la demanda y la detección de anomalías en tiempo real. Por ejemplo, los algoritmos de ML pueden analizar patrones en los datos de ventas y comportamiento del consumidor para prever la demanda futura con mayor precisión, permitiendo una planificación de inventario más eficiente y reduciendo los costos operativos (Cruz & Fernández, 2019).

Los algoritmos de IA pueden optimizar dinámicamente las rutas de transporte y picking en función de variables como la congestión del tráfico, prioridades de entrega y disponibilidad de productos. Esto minimiza los tiempos de entrega y reduce los costos logísticos (Martínez & López, 2018).

La IA puede analizar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real para prever patrones de demanda, tendencias del mercado y comportamiento del consumidor. Esto facilita una planificación estratégica más precisa y adaptable a cambios rápidos en el mercado (Ruiz & Hernández, 2018).

Al integrar sensores IoT con modelos de Machine Learning, los almacenes pueden implementar sistemas de mantenimiento predictivo para equipos y maquinaria. Esto reduce el tiempo de inactividad no planificado al prever y corregir problemas antes de que afecten las operaciones (Gómez & Sánchez, 2021).

El Internet de las Cosas (IoT), Big Data y Analítica Avanzada, e Inteligencia Artificial y Machine Learning son tecnologías disruptivas que están transformando la gestión de almacenes y la logística. Al integrar estas tecnologías con sistemas de gestión como el WMS, las empresas pueden mejorar la eficiencia operativa, optimizar la gestión de inventarios y responder de manera más ágil a las demandas del mercado en constante cambio.

### **3 Capítulo III. Metodología**

#### **3.1 Metodología**

La metodología propuesta para investigar la automatización en los almacenes de distribución y logística en el sector farmacéutico, específicamente en una empresa de la Ciudad de México, se centrará en una recopilación de información mediante diversos métodos. El objetivo es medir el grado de apertura al cambio entre los colaboradores de la empresa con la implementación y eficacia de las tecnologías de Industria 4.0.

En cuanto al diseño de encuestas y entrevistas, se pretende evaluar la percepción del personal sobre la efectividad de las estrategias actuales de automatización, identificar posibles barreras y recopilar sugerencias para mejorar y fortalecer estos procesos. La población objetivo serán los empleados de la empresa, y se utilizarán tanto encuestas estructuradas con preguntas cerradas como entrevistas con preguntas abiertas para obtener una comprensión completa de las percepciones y necesidades del personal.

Para el análisis de los datos recopilados, se empleará una metodología mixta que combina análisis cuantitativos y cualitativos. Se realizará un análisis cuantitativo de las respuestas de las encuestas para identificar tendencias y áreas de enfoque prioritarias, mientras que el análisis cualitativo de las entrevistas profundizará en las respuestas para comprender mejor las percepciones y necesidades del personal.

En cuanto a la selección de la muestra, se entrevistará a una muestra representativa de empleados de diferentes áreas y niveles jerárquicos dentro de la empresa. Esto permitirá obtener una perspectiva diversa y completa sobre las percepciones y necesidades relacionadas con la automatización. Se seguirán los protocolos éticos para garantizar la confidencialidad y el respeto de los participantes.

La metodología propuesta se basa en la recopilación de datos y en la utilización de métodos de análisis mixtos para comprender a fondo las percepciones y necesidades del personal y diseñar estrategias efectivas de automatización.

### **3.2 Diseño de investigación**

El diseño de investigación para abordar la automatización en los almacenes de distribución y logística del sector farmacéutico es crucial para obtener datos precisos y relevantes que ayuden a comprender los factores que influyen en la implementación y eficacia de las tecnologías de Industria 4.0. Este diseño debe ser riguroso y adaptado específicamente a las necesidades y características del entorno empresarial.

Se debe establecer claramente el objetivo de la investigación, que en este caso es comprender los factores que afectan la implementación y eficacia de la automatización en la empresa. Este objetivo debe ser específico, medible, alcanzable, relevante y estar limitado en el tiempo para orientar eficazmente el proceso de investigación.

El diseño de investigación incluirá la selección de métodos de recopilación de datos apropiados para abordar el problema de investigación. Esto incluye encuestas y entrevistas. En este caso, la utilización de encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas proporciona una combinación de datos cuantitativos y cualitativos que permiten una comprensión completa de los factores que influyen en la automatización.

Es importante tener en cuenta la población objetivo y la muestra representativa para garantizar la validez y la generalización de los resultados. En un entorno empresarial, la muestra puede incluir personal operativo, técnico, administrativo y de gestión, y debe ser seleccionada de manera que represente

adecuadamente la diversidad de roles y perspectivas dentro de la empresa. El diseño de investigación considerará cuestiones éticas, como la confidencialidad, el consentimiento informado y el respeto a la privacidad de los participantes.

Una vez recopilados los datos, se realizará un análisis riguroso para identificar patrones, tendencias y relaciones entre las variables de interés. El diseño de investigación debe ser meticuloso, adaptado a las necesidades específicas del entorno empresarial y centrado en obtener datos que proporcionen una comprensión profunda de los factores que influyen en la automatización.

### **3.3 Población y muestra**

Para determinar el tamaño de la muestra en el caso de estudio sobre la automatización en la empresa, se empleará la siguiente fórmula, considerando una población de aproximadamente 250 empleados de la empresa.

La muestra consistirá en una selección representativa de empleados que abarque diversas profesiones, como operadores de almacén, técnicos de mantenimiento, ingenieros y personal administrativo, lo que permitirá obtener una visión completa de las percepciones y necesidades del personal en relación con la automatización. Se utilizará un enfoque estratificado para garantizar que todos los grupos relevantes estén representados adecuadamente en la muestra utilizando la siguiente fórmula.

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1)e^2 + Z^2pq}$$

La determinación del tamaño de la muestra se basará en un nivel de confianza del 95%, que corresponde a una puntuación Z de 1.96, y un margen de error del 5% (0.05). Se estimará una proporción de percepción positiva del 50%

(0.5), lo que proporcionará un punto de partida equilibrado para el cálculo del tamaño de la muestra.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$n = \frac{250 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{(250 - 1) \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 153$$

Al aplicar estos valores a la fórmula, se obtendrá el tamaño de muestra necesario de 153 empleados, para garantizar resultados significativos y representativos que puedan informar adecuadamente las estrategias de automatización en la empresa. La muestra resultante será una parte significativa de la población de la empresa, lo que permitirá obtener conclusiones sólidas y aplicables al contexto específico de la organización.

### **3.4 Instrumentos de recolección**

Para este caso, se elaboraron dos instrumentos, una entrevista y una encuesta, con la finalidad de recopilar información para el desarrollo del mismo.

#### **3.4.1 Entrevista**

A continuación, se muestra la entrevista realizada a los colaboradores sobre la temática de automatización en los almacenes de distribución y logística. Esta entrevista se realizará a personal específico, con puestos directivos o de coordinación, en total son 20 colaboradores (Figura 1).

## Figura 1.

*Entrevista sobre automatización en procesos de distribución y logística en el sector farmacéutico.*

**Entrevista para obtener percepciones sobre la futura implementación de la automatización en almacenes de distribución y logística en la empresa.**

**Expectativas sobre la Automatización:** ¿Qué cambios significativos anticipa en sus tareas diarias con la futura implementación de tecnologías de automatización en el almacén?

**Impacto Potencial en la Eficiencia Operativa:** ¿Cómo cree que la automatización podría impactar la eficiencia de las operaciones logísticas en comparación con los métodos tradicionales?

**Mejora en la Gestión de Inventarios:** ¿De qué manera espera que la automatización mejore la precisión y el control del inventario en el almacén?

**Necesidades de Capacitación y Adaptación:** ¿Qué tipo de capacitación cree que necesitará para adaptarse a los nuevos sistemas automatizados? ¿Cómo espera que sea su experiencia de aprendizaje?

**Calidad del Trabajo Futuro:** ¿Considera que la calidad de su trabajo podría mejorar con la automatización? Si es así, ¿de qué manera?

**Impacto en la Seguridad Laboral:** ¿Cómo piensa que la automatización afectará la seguridad en el lugar de trabajo? ¿Cree que habrá una reducción en los incidentes de seguridad?

**Influencia en la Satisfacción Laboral:** ¿Cómo espera que la automatización influya en su satisfacción laboral? ¿Cree que su trabajo será más o menos satisfactorio?

**Interacción Futura Humano-Máquina:** ¿Cómo anticipa que será la interacción entre los empleados y las máquinas automatizadas? ¿Qué áreas de mejora considera importantes en esta interacción?

**Desafíos Anticipados:** ¿Cuáles cree que serán los principales desafíos que enfrentará con la futura implementación de la automatización en el almacén?

**Innovaciones Deseadas:** ¿Qué mejoras o innovaciones le gustaría ver en el sistema de automatización en el futuro para optimizar aún más las operaciones logísticas en el sector farmacéutico?

Estas preguntas están diseñadas para obtener una comprensión profunda de las expectativas y percepciones de los empleados sobre la futura implementación de la automatización en el sector logístico y de distribución farmacéutico.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Cuestionario

A continuación, se presenta el cuestionario aplicado a los colaboradores para la recolección de información del caso de estudio (Figura 2).

#### **Figura 2.**

*Cuestionario para obtener percepciones sobre la futura implementación de la automatización en la empresa.*

#### **Cuestionario para obtener percepciones sobre la futura implementación de la automatización en la empresa.**

Expectativas sobre la Eficiencia Operativa: ¿Cómo cree que la automatización podría impactar la eficiencia de las operaciones logísticas?

- a) Mejorará significativamente
- b) Mejorará ligeramente
- c) No habrá cambios
- d) Empeorará

Impacto en la Precisión del Inventario: ¿Qué tan precisa espera que sea la gestión del inventario con la futura automatización?

- a) Mucho más precisa
- b) Algo más precisa
- c) Igual de precisa
- d) Menos precisa

Facilidad de Adaptación: ¿Qué tan fácil cree que será adaptarse a los nuevos sistemas automatizados?

- a) Muy fácil
- b) Moderadamente fácil
- c) Difícil
- d) Muy difícil

Reducción de Errores: ¿En qué medida espera que disminuya el número de errores en las operaciones del almacén con la automatización?

- a) Disminuirá significativamente
- b) Disminuirá ligeramente
- c) No cambiará
- d) Aumentará

Satisfacción Laboral: ¿Cómo cree que la automatización afectará su nivel de satisfacción laboral?

- a) Mejorará mucho
- b) Mejorará un poco
- c) No cambiará
- d) Empeorará

Seguridad en el Trabajo: ¿Cree que la seguridad en el lugar de trabajo mejorará con la automatización?

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) Sí, significativamente</p> <p>b) Sí, ligeramente</p> <p>c) No cambiará</p> <p>d) Empeorará</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Interacción con la Tecnología: ¿Cómo anticipa que será su experiencia interactuando con la tecnología automatizada?</p> <p>a) Muy positiva</p> <p>b) Positiva</p> <p>c) Neutral</p> <p>d) Negativa</p> <p>Necesidades de Capacitación: ¿Qué tan adecuada cree que será la capacitación que recibirá para utilizar los sistemas automatizados?</p> <p>a) Muy adecuada</p> <p>b) Adecuada</p> <p>c) Poco adecuada</p> <p>d) Inadecuada</p> <p>Tiempo de Operación: ¿Cómo cree que la automatización afectará el tiempo requerido para completar las tareas diarias?</p> <p>a) Reducirá mucho el tiempo</p> <p>b) Reducirá un poco el tiempo</p> <p>c) No cambiará el tiempo</p> <p>d) Aumentará el tiempo</p> <p>Innovaciones Futuras: ¿Qué nivel de innovación en automatización considera necesario para el futuro del almacén?</p> <p>a) Innovación significativa</p> <p>b) Innovación moderada</p> <p>c) Poca innovación</p> <p>d) No se necesita innovación</p> <p>Estas preguntas están diseñadas para obtener una visión cuantitativa de las expectativas y percepciones de los colaboradores con respecto a la futura implementación de la automatización en el almacén de distribución y logística en el sector farmacéutico.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

## 4 Capítulo IV. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta realizada a los colaboradores de Odran que se refuerzan con la entrevista realizada.

### 4.1 Expectativas sobre la Eficiencia Operativa.

La figura 3, muestra los resultados sobre las expectativas de la eficiencia operativa.

**Figura 3.**

*Expectativas sobre la eficiencia operativa.*



Fuente: Elaboración propia.

La automatización en las operaciones logísticas es vista de manera diversa por los encuestados. Un 60% cree que mejorará significativamente la eficiencia operativa al reducir errores humanos, aumentar la velocidad, optimizar recursos y mejorar la gestión de datos. Un 30% espera mejoras ligeras, señalando que la adaptación y la integración de sistemas, junto con los costos iniciales, podrían atenuar los beneficios. Un 5% no anticipa cambios, quizás debido a limitaciones tecnológicas, resistencia al cambio o falta de infraestructura adecuada. Otro 5% teme que la automatización empeorará la eficiencia, citando posibles fallos técnicos,

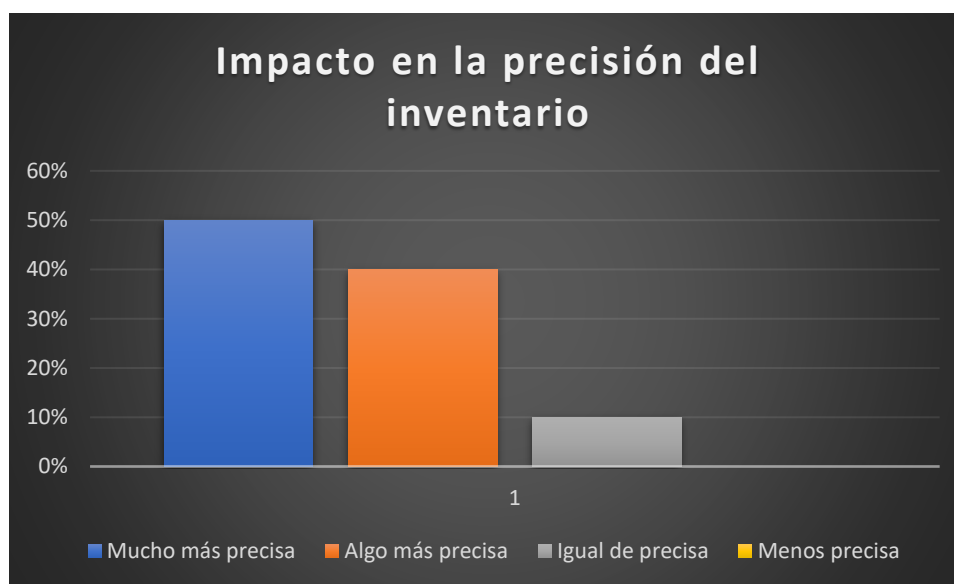
mayor complejidad y un impacto negativo en la moral laboral. Estas expectativas reflejan una combinación de optimismo por los beneficios potenciales y escepticismo por los desafíos de implementación.

#### 4.2 Impacto en la Precisión del Inventario

La figura 4, muestra los resultados sobre el impacto en la precisión del inventario.

**Figura 4.**

*Impacto en la precisión del inventario.*



La percepción sobre el impacto de la automatización en la precisión de la gestión del inventario es mayormente positiva entre los encuestados.

Un 50% anticipa que la automatización hará que la gestión del inventario sea mucho más precisa, atribuyendo esta expectativa a la capacidad de los sistemas automatizados para llevar a cabo un seguimiento y registro en tiempo real, reducir errores humanos y optimizar la coordinación de datos.

Otro 40% espera que la precisión mejore algo, destacando que, aunque la automatización proporcionará beneficios significativos, la transición y adaptación de

los sistemas existentes pueden limitar inicialmente la magnitud de estas mejoras. Un 10% cree que la precisión se mantendrá igual, posiblemente debido a una percepción de que los sistemas actuales ya son bastante eficaces o por preocupaciones sobre la capacidad de la automatización para manejar situaciones complejas o imprevistas.

Ninguno de los encuestados espera que la automatización reduzca la precisión, lo que refleja una confianza generalizada en que los avances tecnológicos, al menos, mantendrán los niveles actuales de precisión o los mejorarán.

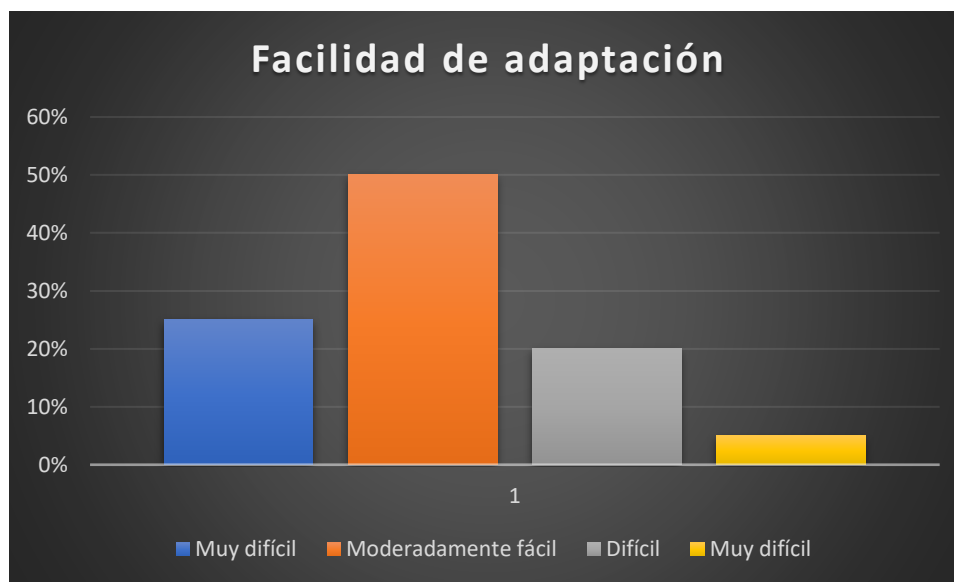
Esta visión general destaca un optimismo prevalente respecto a los beneficios de la automatización en la gestión del inventario, aunque moderado por consideraciones prácticas sobre su implementación.

### 4.3 Facilidad de Adaptación

La figura 5, muestra los resultados acerca de la facilidad de adaptación.

**Figura 5.**

*Facilidad de adaptación.*



Fuente: Elaboración propia.

La facilidad de adaptación a los nuevos sistemas automatizados se percibe de manera diversa entre los encuestados. Un 25% considera que será muy fácil adaptarse, probablemente confiando en que los sistemas estarán diseñados de manera intuitiva y que la capacitación proporcionada será adecuada y eficaz. Un 50% opina que la adaptación será moderadamente fácil, reconociendo que, aunque habrá una curva de aprendizaje, esta será manejable con el apoyo adecuado y una implementación gradual de los sistemas automatizados.

Un 20% anticipa que será difícil, quizás debido a preocupaciones sobre la complejidad de los nuevos sistemas, la resistencia al cambio por parte de algunos empleados, y la necesidad de una capacitación extensa.

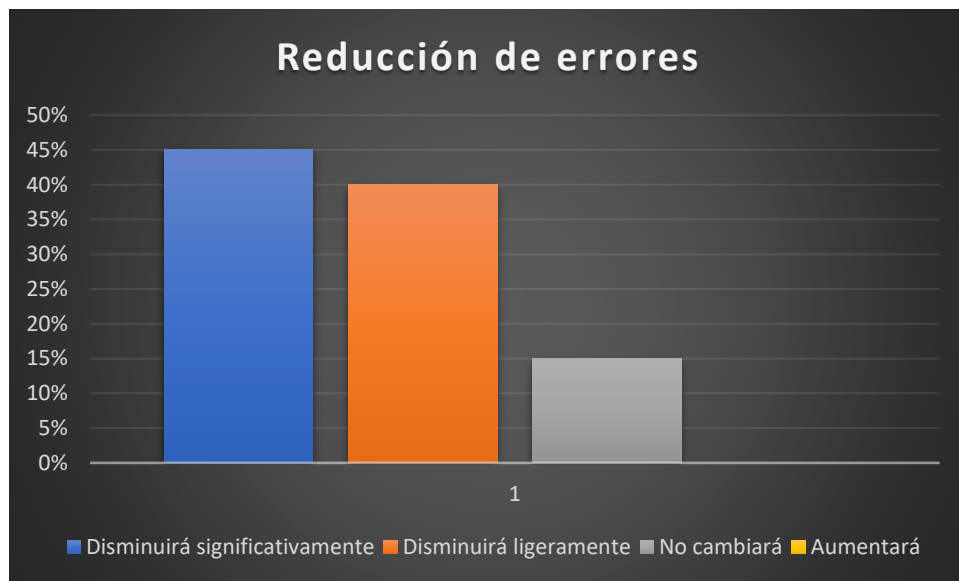
Finalmente, un 5% cree que la adaptación será muy difícil, posiblemente porque anticipan grandes desafíos en la integración de estos sistemas con los procesos existentes y una considerable resistencia por parte del personal. Esta distribución de opiniones refleja una mezcla de optimismo y cautela, subrayando la importancia de una implementación estratégica y un sólido programa de capacitación para facilitar la transición a la automatización.

#### **4.4 Reducción de Errores**

La figura 6, muestra los resultados acerca de la reducción de errores.

#### **Figura 6.**

*Reducción de errores.*



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre la reducción de errores en las operaciones del almacén debido a la automatización son mayormente positivas entre los encuestados. Un 45% cree que los errores disminuirán significativamente, lo que indica una fuerte confianza en que los sistemas automatizados pueden eliminar errores humanos, proporcionar un seguimiento preciso y mejorar la exactitud de los procesos.

Un 40% anticipa una disminución ligera en los errores, sugiriendo que aunque se espera una mejora notable, aún pueden existir errores menores o desafíos durante la transición y adaptación a la automatización.

Un 15% piensa que no habrá cambios, posiblemente porque consideran que los sistemas actuales ya son efectivos o porque dudan de que la automatización pueda abordar ciertos tipos de errores complejos.

Ninguno de los encuestados espera un aumento en los errores, lo que subraya una confianza general en que la automatización no empeorará la situación actual y al menos mantendrá los niveles de precisión existentes.

Esta perspectiva refleja un optimismo cauteloso sobre los beneficios de la automatización en la reducción de errores, destacando la necesidad de una implementación cuidadosa y una supervisión continua para maximizar estos beneficios.

#### 4.5 Satisfacción Laboral

La figura 7, muestra los resultados acerca de la satisfacción laboral.

**Figura 7.**

*Satisfacción laboral*



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre el impacto de la automatización en la satisfacción laboral muestran una tendencia optimista entre los encuestados. Un 35% cree que su satisfacción laboral mejorará mucho, lo que sugiere que estos individuos esperan que la automatización reduzca la carga de trabajo repetitivo y tedioso, permitiéndoles centrarse en tareas más estratégicas y gratificantes.

Un 45% piensa que mejorará un poco, indicando que, aunque anticipan algunos beneficios, estos podrían ser moderados o graduales, y aún podrían enfrentar desafíos de adaptación inicial.

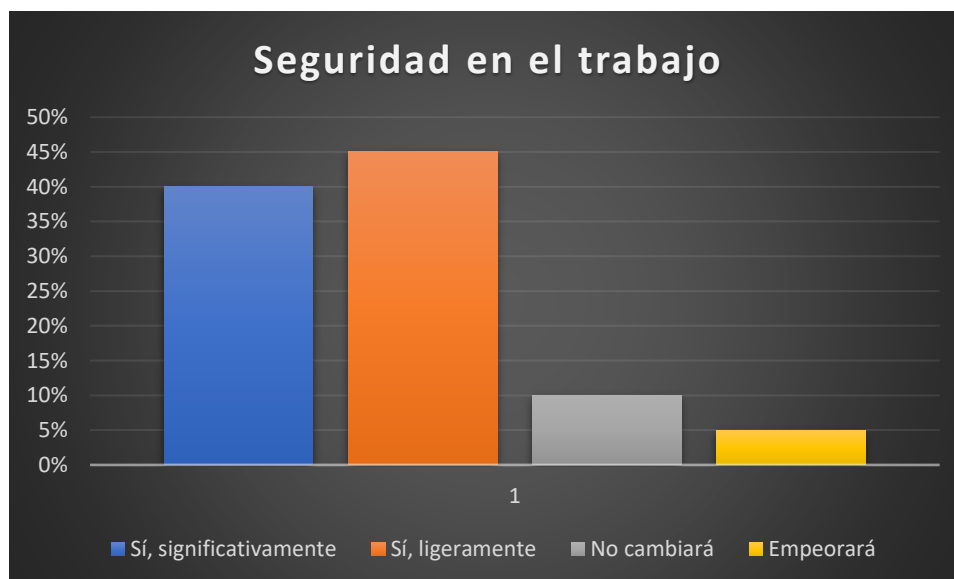
Un 15% considera que la satisfacción laboral no cambiará, quizás porque creen que sus roles y responsabilidades no se verán significativamente afectados por la automatización, o porque ya están satisfechos con su situación laboral actual.

Un 5% teme que la automatización empeorará su satisfacción laboral, posiblemente debido a preocupaciones sobre la seguridad laboral, la reducción de interacción humana, o la complejidad añadida por los nuevos sistemas. Esta variedad de opiniones refleja un optimismo predominante, pero también una necesidad de abordar cuidadosamente las inquietudes y asegurar una transición suave para maximizar los beneficios de la automatización en términos de satisfacción laboral.

#### 4.6 Seguridad en el Trabajo

**Figura 8.**

*Seguridad en el trabajo.*



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre el impacto de la automatización en la seguridad en el lugar de trabajo son en su mayoría positivas entre los encuestados. Un 40% cree que la seguridad mejorará significativamente, lo que indica una fuerte confianza en que los sistemas automatizados pueden reducir la exposición de los trabajadores a tareas peligrosas y minimizar el riesgo de accidentes laborales mediante el uso de robots y maquinaria avanzada.

Un 45% opina que la seguridad mejorará ligeramente, sugiriendo que, aunque esperan una mejora, esta puede ser gradual y depender de la implementación efectiva y el mantenimiento continuo de los sistemas automatizados. Un 10% piensa que no habrá cambios en la seguridad, posiblemente porque consideran que las medidas de seguridad actuales ya son efectivas o tienen dudas sobre el impacto de la automatización en ciertas áreas específicas de seguridad laboral.

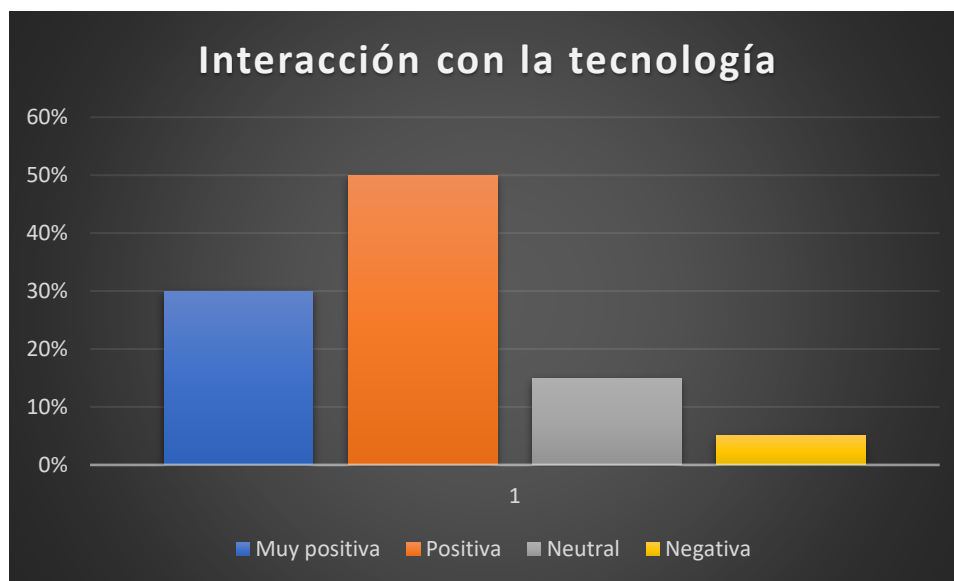
Un 5% teme que la seguridad empeorará, tal vez debido a preocupaciones sobre la complejidad y los posibles fallos técnicos de los nuevos sistemas automatizados, que podrían introducir nuevos riesgos. Esta variedad de opiniones refleja un optimismo predominante respecto a los beneficios de la automatización en la mejora de la seguridad laboral, pero también resalta la importancia de una implementación cuidadosa y una supervisión continua para garantizar estos beneficios.

#### 4.7 Interacción con la Tecnología

La figura 9, muestra los resultados relacionados con la temática de interacción con la tecnología.

**Figura 9.**

Interacción con la tecnología



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre la experiencia de interactuar con la tecnología automatizada varían entre los encuestados, pero en general son optimistas. Un 30% anticipa que su experiencia será muy positiva, lo que sugiere una gran confianza en que la tecnología automatizada será intuitiva, fácil de usar y mejorará significativamente sus tareas diarias.

Un 50% espera una experiencia positiva, indicando que, aunque anticipan algunos beneficios importantes, podrían prever ciertos desafíos iniciales o una curva de aprendizaje moderada.

Un 15% se siente neutral al respecto, posiblemente porque no esperan que la tecnología automatizada afecte considerablemente su trabajo diario o porque tienen una actitud de "esperar y ver" hasta que experimenten la tecnología de primera mano.

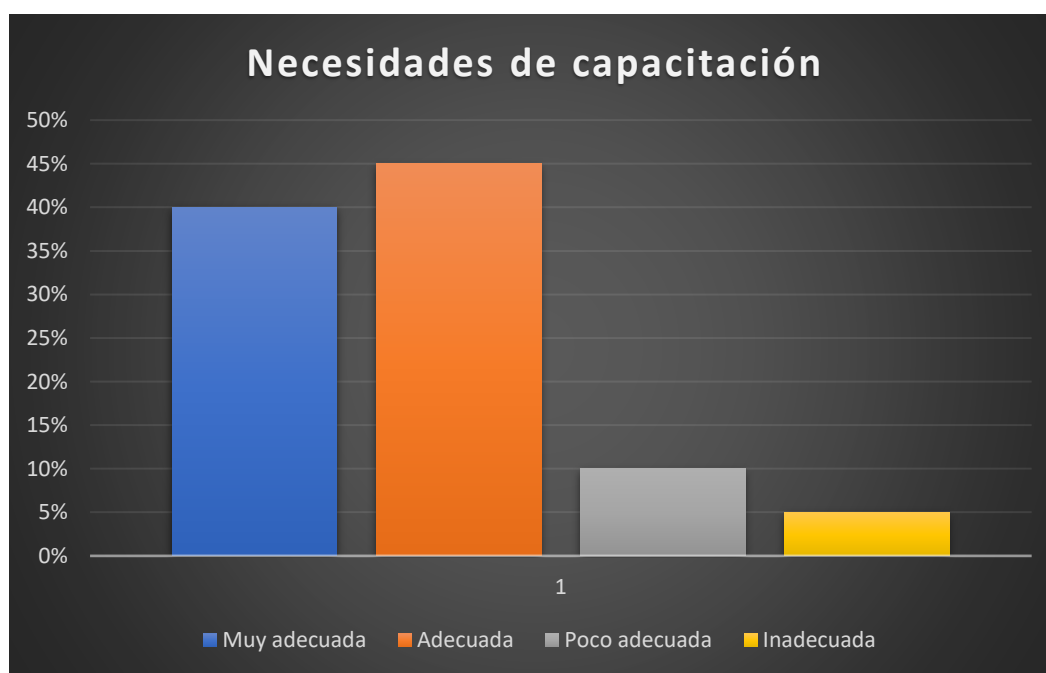
Un 5% anticipa una experiencia negativa, quizás debido a preocupaciones sobre la complejidad de la nueva tecnología, la falta de formación adecuada o el temor a la disminución de la interacción humana en su entorno laboral.

Esta gama de opiniones resalta un predominante optimismo sobre la interacción con la tecnología automatizada, subrayando la importancia de una implementación bien planificada y una capacitación efectiva para maximizar la aceptación y el uso exitoso de estos nuevos sistemas.

#### 4.8 Necesidades de Capacitación

La figura 10, muestra los resultados sobre las necesidades de capacitación.

**Figura 10 Necesidades de capacitación.**



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre la adecuación de la capacitación para utilizar los sistemas automatizados son en su mayoría positivas entre los encuestados. Un 40% cree que la capacitación será muy adecuada, lo que indica una fuerte confianza en

que recibirán la formación necesaria para manejar eficientemente los nuevos sistemas automatizados y adaptarse sin mayores dificultades.

Un 45% considera que la capacitación será adecuada, sugiriendo que, aunque esperan recibir una formación suficiente, podrían anticipar algunos desafíos menores que podrían superarse con el tiempo y la práctica.

Un 10% opina que la capacitación será poco adecuada, posiblemente debido a experiencias pasadas con formación insuficiente o preocupaciones sobre la profundidad y el alcance del programa de capacitación ofrecido. Finalmente, un 5% teme que la capacitación será inadecuada, quizás por una percepción de falta de recursos, tiempo o apoyo por parte de la organización para proporcionar una formación efectiva.

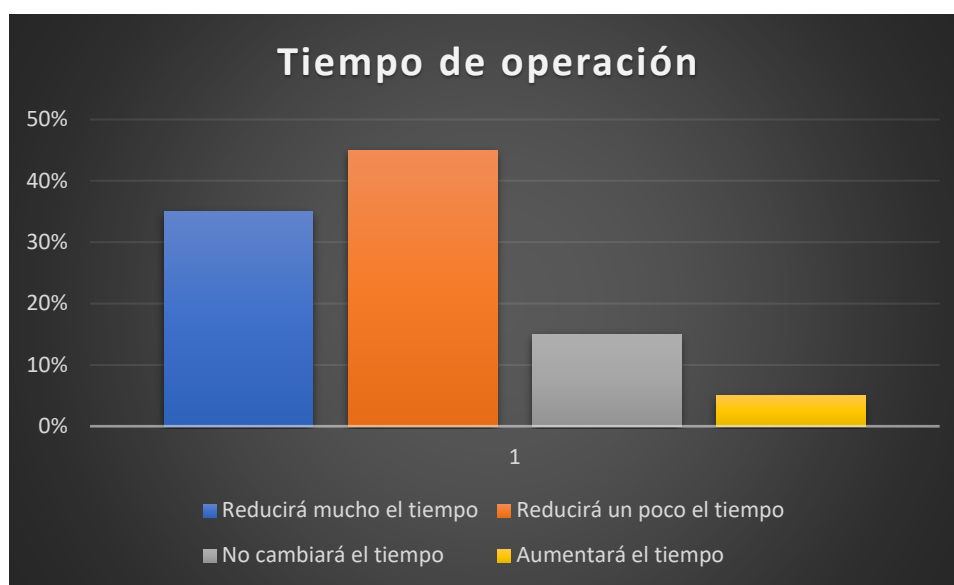
Esta variedad de opiniones resalta un optimismo generalizado sobre la calidad de la capacitación que se ofrecerá, subrayando la importancia de un enfoque integral y bien estructurado en los programas de formación para asegurar una transición exitosa hacia la automatización.

#### 4.9 Tiempo de Operación

La figura 11, muestra los resultados acerca del tiempo de operación.

**Figura 11.**

*Tiempo de operación*



Fuente: Elaboración propia.

Las expectativas sobre cómo la automatización afectará el tiempo requerido para completar las tareas diarias son mayormente positivas entre los encuestados. Un 35% cree que la automatización reducirá mucho el tiempo necesario, lo que indica una fuerte confianza en que los sistemas automatizados permitirán realizar tareas de manera más eficiente y rápida, aprovechando la velocidad y precisión que estos sistemas pueden ofrecer. Un 45% anticipa una reducción moderada en el tiempo necesario, sugiriendo que, aunque esperan mejoras significativas, reconocen que podría haber una curva de aprendizaje o ajustes iniciales que limiten la reducción máxima del tiempo. Un 15% piensa que el tiempo requerido no cambiará, posiblemente porque creen que las mejoras en la eficiencia serán compensadas por otros factores o que las tareas automatizadas no impactarán directamente en la velocidad de ejecución. Finalmente, un 5% teme que la

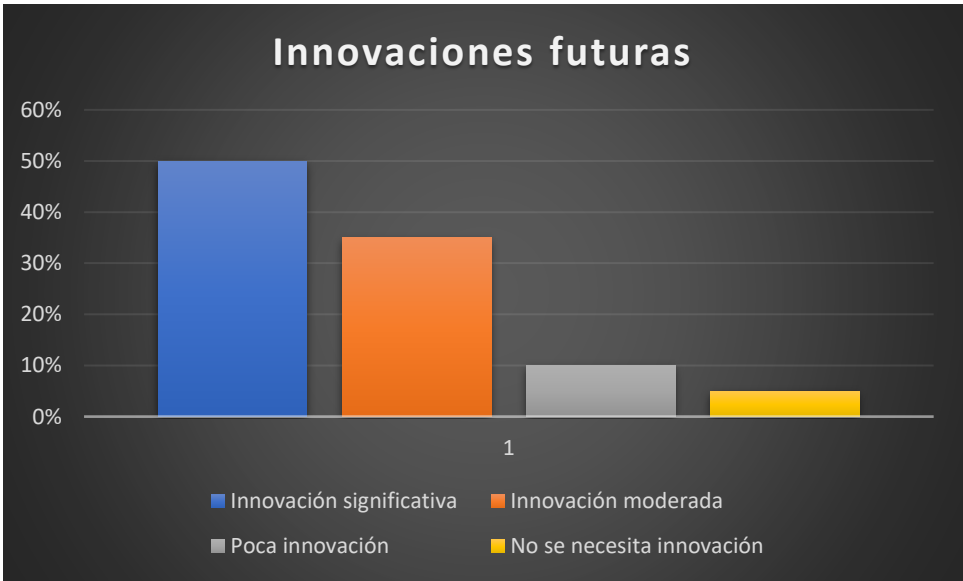
automatización aumentará el tiempo necesario para completar las tareas, tal vez debido a preocupaciones sobre la complejidad de los nuevos sistemas o la necesidad de ajustes adicionales que podrían ralentizar inicialmente las operaciones. Esta variedad de perspectivas refleja un optimismo generalizado sobre los beneficios de la automatización en la eficiencia del tiempo, aunque también resalta la importancia de una implementación cuidadosa y una gestión efectiva del cambio para maximizar estos beneficios en el tiempo de operación diaria.

**4.10 Innovaciones Futuras**

La figura 12, muestra los resultados acerca de las innovaciones futuras.

Figura 12.

Innovaciones futuras.



Fuente: Elaboración propia.

Las opiniones sobre el nivel de innovación en automatización necesario para el futuro del almacén muestran un fuerte consenso hacia la necesidad de avances significativos. Un 50% considera que se necesita una innovación significativa, lo que refleja una expectativa de que los avances tecnológicos continuarán transformando las operaciones del almacén, mejorando la eficiencia, la precisión y la capacidad de

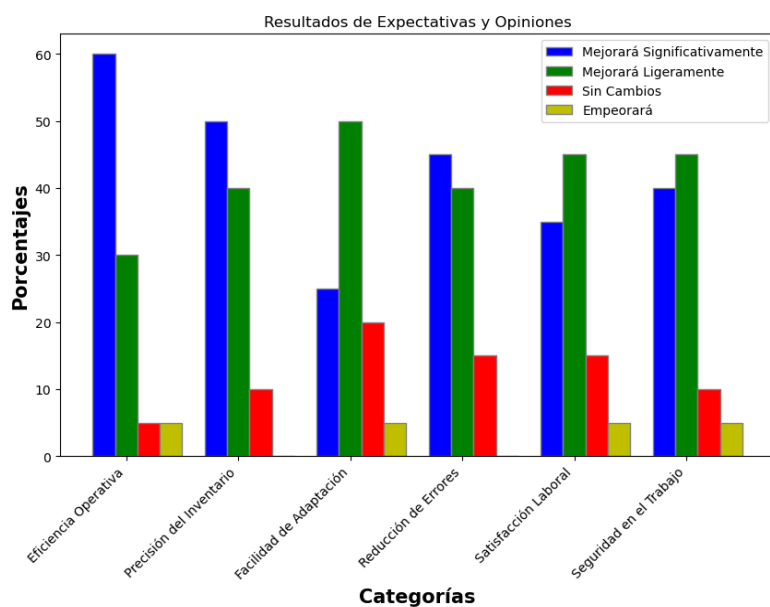
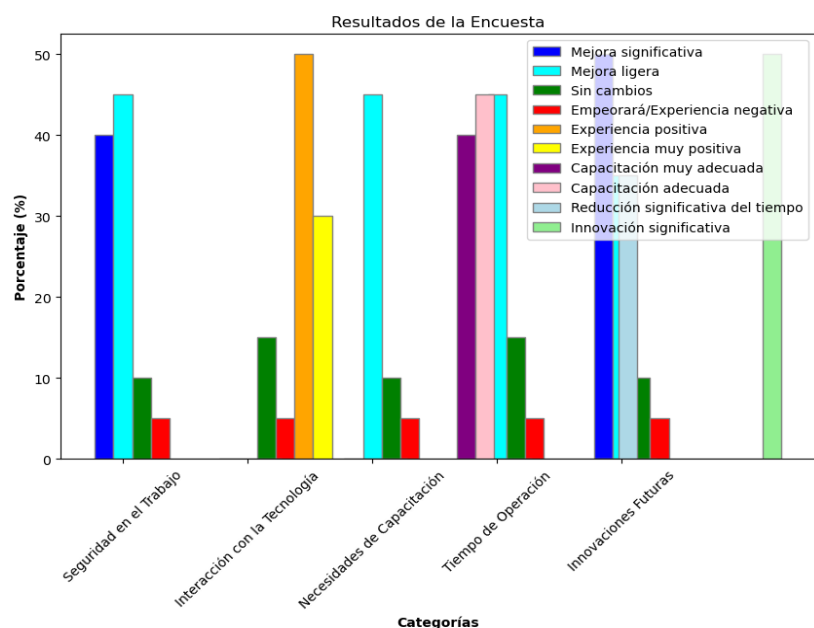
adaptación a las demandas del mercado. Un 35% cree que una innovación moderada es suficiente, sugiriendo que, aunque se anticipan mejoras, estas podrían ser más incrementales y centradas en la optimización de los sistemas existentes.

Un 10% piensa que se necesita poca innovación, posiblemente porque creen que los sistemas actuales ya son adecuados o porque anticipan que los cambios en el entorno no requerirán avances tecnológicos significativos.

Solo un 5% opina que no se necesita innovación, lo cual podría reflejar una percepción de estabilidad en las necesidades del almacén o una resistencia a adoptar nuevas tecnologías.

Esta diversidad de opiniones destaca la importancia de adaptarse a un entorno cambiante y la necesidad de equilibrar las expectativas de innovación con la viabilidad y los recursos disponibles para implementar nuevas tecnologías en el futuro del almacén.

Estos resultados proporcionan una visión cuantitativa de las expectativas y percepciones de los colaboradores respecto a la futura implementación de la automatización en los almacenes de distribución y logística en la empresa.



## **5 Capítulo V. Conclusiones y reflexiones.**

### **5.1 Principales hallazgos de la entrevista**

Los resultados de la entrevista realizada a los colaboradores de la empresa Odran revelan una perspectiva matizada y optimista hacia la automatización en el lugar de trabajo. Según los hallazgos presentados, existe una expectativa generalizada de que la automatización traerá consigo cambios significativos y positivos en las rutinas laborales diarias. Los colaboradores expresan una fuerte anticipación respecto a la reducción de tareas repetitivas y manuales, lo que les permitirá enfocarse más en actividades de valor añadido como la gestión estratégica y el análisis de datos. Este cambio se percibe como una oportunidad para liberar tiempo y recursos que pueden ser dedicados a mejorar la eficiencia y la calidad del trabajo, disminuyendo además la propensión a errores humanos en los procesos.

Junto con el entusiasmo, también se destacan algunas preocupaciones. Entre ellas, algunos colaboradores manifestaron inquietud por la posible disminución de la interacción humana en el ambiente laboral. Existe el temor de que la dependencia creciente de la tecnología pueda llevar a una sensación de monotonía y aislamiento entre los empleados. Este aspecto refleja la necesidad percibida de mantener un equilibrio adecuado entre la eficiencia operativa que ofrece la automatización y la preservación de un entorno de trabajo humano y colaborativo.

En términos de impacto operativo, los colaboradores son unánimes en su percepción de que la automatización mejorará significativamente la eficiencia dentro de la empresa. Esperan que los procesos se vuelvan más rápidos y fluidos, con menos tiempo de inactividad y una capacidad de respuesta más ágil a las demandas del mercado. Esta mejora operativa se proyecta como una consecuencia directa de la optimización y coordinación de recursos que los sistemas automatizados pueden facilitar. Además, se espera una reducción considerable en los costos operativos, resultado de una gestión más eficiente y precisa de los recursos disponibles.

En la tabla 3, se muestra una tabla comparativa de Métricas Clave para Odran.

**Tabla 3.**

*Tabla comparativa de Métricas clave.*

| Métrica                                | Situación Actual (%) | Mejoras Esperadas (%) | Impacto Esperado                                                         |
|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Precisión de Inventarios               | 80%                  | 95%                   | Reducción de costos y aumento de confianza en la gestión de inventarios. |
| Tiempos de Picking                     | 30 min por pedido    | 15 min por pedido     | Aumento en la capacidad de respuesta y eficiencia operativa.             |
| Tiempos de Packing                     | 20 min por pedido    | 10 min por pedido     | Mejora en la rotación de inventarios y satisfacción del cliente.         |
| Ingresos por Clasificación (Inbound)   | 70%                  | 90%                   | Mejora en la organización del almacén y reducción de errores.            |
| Seguridad en el Traslado de Mercancías | 75%                  | 90%                   | Minimización de pérdidas y mejora en la satisfacción del cliente.        |

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tabla podemos resaltar la siguiente información:

**Precisión de Inventarios:** Con una mejora esperada del 15%, la precisión en la gestión de inventarios se incrementará significativamente, lo que permitirá una planificación más efectiva y una reducción de costos asociados a errores.

**Tiempos de Picking:** La reducción del tiempo promedio de 30 minutos a 15 minutos por pedido puede resultar en un aumento considerable en la capacidad de cumplir pedidos, mejorando la eficiencia general de las operaciones.

**Tiempos de Packing:** Al disminuir los tiempos de packing de 20 a 10 minutos por pedido, Odran podría optimizar el flujo de trabajo y aumentar la satisfacción del cliente al cumplir con los tiempos de entrega.

**Ingresos por Clasificación (Inbound):** Un aumento en la precisión de clasificación del 20% puede mejorar la organización del almacén y minimizar los errores en la recepción de mercancías.

**Seguridad en el Traslado de Mercancías:** Aumentar la seguridad en el traslado de mercancías del 75% al 90% no solo protege los activos de la empresa, sino que también mejora la confianza del cliente en la entrega de productos.

La implementación de tecnologías avanzadas en las operaciones logísticas de Odran, tal como se detalla en esta tabla, permitirá cumplir con los objetivos establecidos, mejorando la eficiencia, precisión y seguridad en la gestión de inventarios y operaciones logísticas.

Para abordar la pregunta sobre cómo la expectativa de los empleados puede medir el impacto en la eficiencia operativa de una empresa, es fundamental entender la relación entre la cultura organizacional, la disposición al cambio y los indicadores clave de rendimiento (KPI) que se utilizan para evaluar la eficacia de las operaciones logísticas.

### **Relación entre Expectativas de los Empleados y Eficiencia Operativa**

La disposición al cambio de los empleados y sus expectativas en torno a la adopción de nuevas tecnologías, como las de la Industria 4.0, son cruciales para el éxito de cualquier implementación. Si los empleados están abiertos a adoptar nuevas herramientas y procesos, es más probable que las tecnologías se integren de manera efectiva en las operaciones diarias. Esto, a su vez, puede llevar a mejoras significativas en la eficiencia operativa de la empresa (Kotter, 1996).

Cuando se evalúa el impacto en la eficiencia operativa, es vital considerar cómo la cultura organizacional y la actitud de los empleados hacia el cambio influyen en los resultados. Empleados motivados y con expectativas claras tienden a tener un mayor compromiso, lo que puede resultar en:

**Mejoras en la Productividad:** Un personal comprometido tiende a ser más eficiente, lo que se traduce en una mayor cantidad de trabajo realizado en menos tiempo.

**Reducción de Errores:** Cuando los empleados están bien informados y capacitados para usar nuevas tecnologías, se reducen los errores operativos, lo que impacta directamente en la calidad del servicio (Cascio & Boudreau, 2016).

### **Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) en un Estudio Comparativo**

Para medir el impacto de la implementación de tecnologías avanzadas y la disposición al cambio de los empleados en la eficiencia operativa, se pueden utilizar varios KPI:

**Tasa de Productividad:** Mide la cantidad de trabajo realizado en relación con el tiempo y recursos utilizados. Un aumento en la productividad indica una mejora en la eficiencia operativa.

**Tasa de Errores:** Se refiere a la cantidad de errores cometidos en los procesos de picking, packing y gestión de inventarios. Una reducción en esta tasa puede correlacionarse con la efectividad de la capacitación y la aceptación de nuevas tecnologías.

**Tiempo de Ciclo de Pedido:** Este KPI mide el tiempo total desde que se recibe un pedido hasta que se entrega. Un tiempo de ciclo más corto generalmente indica una mayor eficiencia operativa.

**Satisfacción del Cliente:** Aunque no es un KPI operativo en sí mismo, la satisfacción del cliente puede ser un reflejo directo de la eficiencia operativa. Clientes satisfechos generalmente indican que los procesos internos están funcionando correctamente.

**Costos Operativos:** El monitoreo de los costos asociados con la logística y la distribución puede proporcionar información valiosa sobre la eficiencia. Reducciones en estos costos suelen indicar mejoras operativas.

La expectativa de los empleados en relación con la adopción de nuevas tecnologías es un factor crítico que puede influir en la eficiencia operativa de la empresa. Mediante el uso de indicadores clave de rendimiento, se puede evaluar el impacto de estas expectativas en diversas métricas operativas. Esto proporciona un marco para comprender cómo la cultura organizacional y la disposición al cambio afectan los resultados de la empresa.

La tabla 4, muestra los KPI evaluados, su descripción, la situación actual y las mejoras esperadas.

**Tabla 4.**

*Tabla de KPIs evaluados en estudio comparativo.*

| KPI                           | Descripción                                                     | Situación Actual (%) | Mejoras Esperadas (%) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Tasa de Productividad         | Porcentaje de pedidos completados por hora de trabajo.          | 70%                  | 90%                   |
| Tasa de Errores               | Porcentaje de errores en picking y packing.                     | 10%                  | 3%                    |
| Tiempo de Ciclo de Pedido     | Tiempo promedio desde la recepción del pedido hasta la entrega. | 48 horas             | 24 horas              |
| Satisfacción del Cliente      | Porcentaje de clientes satisfechos con el servicio.             | 75%                  | 90%                   |
| Costos Operativos             | Porcentaje de reducción en costos logísticos.                   | 100% (baseline)      | 80%                   |
| Tasa de Retención de Clientes | Porcentaje de clientes que regresan a realizar nuevas compras.  | 85%                  | 95%                   |

Fuente: Elaboración propia.

Los KPI evaluados en un estudio comparativo permiten a Odran y otras empresas farmacéuticas medir el impacto de la automatización y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en sus operaciones logísticas. Estos indicadores proporcionan una visión clara de cómo los cambios en los procesos operativos afectan la eficiencia general, la satisfacción del cliente y la rentabilidad.

En cuanto a la gestión de inventarios, los colaboradores ven en la automatización una oportunidad para mejorar la precisión y el control de los stocks de manera significativa. La posibilidad de acceder a datos en tiempo real es vista como un avance crucial que permitirá una administración más precisa y la detección temprana de posibles discrepancias o errores en el inventario. Esta capacidad promete no solo optimizar el uso de recursos, sino también minimizar las pérdidas y asegurar una gestión más eficaz y rentable de los activos de la empresa.

Otro aspecto clave identificado en los hallazgos es la necesidad urgente de capacitación y adaptación de los colaboradores ante la implementación de tecnologías automatizadas. La mayoría reconoce que será fundamental recibir una formación detallada y práctica que abarque desde el manejo de nuevas tecnologías hasta la solución de problemas técnicos emergentes. Esta preparación es vista como esencial para facilitar una transición suave y asegurar que los beneficios potenciales de la automatización puedan ser plenamente aprovechados por todos los niveles de la organización.

## **5.2 Principales hallazgos del cuestionario**

Los resultados de la encuesta revelan una perspectiva optimista y bien fundamentada entre los colaboradores de Odran sobre los impactos esperados de la automatización en diversas áreas clave de las operaciones logísticas.

En primer lugar, la eficiencia operativa es percibida como la principal beneficiaria de la automatización. Un 60% de los encuestados espera una mejora significativa en este aspecto, mientras que un 30% cree que mejorará ligeramente. Solo un pequeño porcentaje (5%) anticipa que no habrá cambios o que la eficiencia

podría empeorar. Esta expectativa positiva refleja la confianza en que los sistemas automatizados optimizarán los procesos, reduciendo tiempos muertos y aumentando la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado.

En términos de precisión del inventario, el 90% de los encuestados (50% mucho más precisa y 40% algo más precisa) está convencido de que la automatización mejorará significativamente la gestión de existencias. Este hallazgo subraya la importancia atribuida a la capacidad de los sistemas automatizados para proporcionar datos en tiempo real y minimizar errores en el conteo y seguimiento de inventarios.

En cuanto a la adaptación a los nuevos sistemas automatizados, la mayoría (75%) considera que será una transición moderadamente fácil o muy fácil (50% y 25% respectivamente). Este resultado sugiere una disposición generalizada entre los empleados para aprender y adaptarse a las nuevas tecnologías, aunque un segmento minoritario (25%) percibe la adaptación como un desafío moderadamente o muy difícil.

La reducción de errores es otro aspecto clave identificado por la encuesta, con un 85% de los encuestados (45% disminución significativa y 40% disminución ligera) anticipando una mejora en la precisión operativa gracias a la automatización. Esta expectativa subraya la confianza en que los sistemas automatizados reducirán los errores humanos y mejorarán la calidad de las operaciones diarias.

En cuanto a la satisfacción laboral, la mayoría (80%) espera mejoras significativas o leves (35% y 45% respectivamente), destacando la percepción positiva de que la automatización liberará a los empleados de tareas monótonas y les permitirá enfocarse en actividades más estratégicas y gratificantes.

En términos de seguridad laboral, un 85% de los encuestados (40% significativamente y 45% ligeramente) cree que la automatización mejorará la seguridad en el lugar de trabajo, principalmente al reducir la exposición a tareas peligrosas y al implementar tecnologías avanzadas de monitoreo.

En cuanto a la interacción con la tecnología, la mayoría (80%) anticipa una experiencia positiva o muy positiva (50% y 30% respectivamente), destacando la importancia percibida de interfaces intuitivas y sistemas de soporte robustos para facilitar la interacción humano-máquina.

La percepción sobre la calidad de la capacitación recibida para utilizar los sistemas automatizados también es mayoritariamente positiva, con un 85% de los encuestados (40% muy adecuada y 45% adecuada) considerando que la formación será adecuada para prepararlos efectivamente para las nuevas tecnologías.

En términos de tiempo de operación, un 80% de los encuestados (35% reducción mucho y 45% reducción poco) espera que la automatización acorte el tiempo requerido para completar las tareas diarias, mejorando así la eficiencia operativa.

En cuanto a las expectativas de innovación futura, la mitad de los encuestados (50%) considera necesaria una innovación significativa en la automatización para el futuro del almacén, mientras que un 35% aboga por una innovación moderada. Esto refleja la expectativa de que la evolución tecnológica continuará desempeñando un papel crucial en la mejora continua de las operaciones logísticas.

Los hallazgos de la encuesta destacan un consenso generalizado entre los colaboradores de Odran sobre los beneficios potenciales de la automatización, subrayando su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, precisión del inventario, seguridad laboral, satisfacción laboral y adaptación tecnológica.

### 5.3 Mejoras en proceso a través de la automatización

#### 5.3.1 Los procesos de la cadena de suministros.

**Inbound (Recepción de Mercancías):** Este proceso implica la recepción de mercancías de los proveedores. Incluye la verificación de la cantidad y calidad de los productos recibidos, así como su registro en el sistema de inventario. La gestión efectiva del inbound garantiza que los productos lleguen a tiempo y en buen estado para su posterior almacenamiento y distribución.

**Almacenaje:** Después de la recepción, los productos son almacenados de manera organizada en un almacén. Este proceso incluye la ubicación estratégica de los productos para facilitar su acceso y movimiento. Un buen almacenamiento maximiza el uso del espacio y minimiza el tiempo de búsqueda y recuperación de los productos.

**Red Fría:** La red fría se refiere a la cadena de suministro de productos que requieren condiciones de temperatura controlada, como alimentos perecederos, productos farmacéuticos y otros productos sensibles a la temperatura. Este proceso asegura que los productos se mantengan a la temperatura adecuada desde el punto de origen hasta su destino final, preservando su calidad y seguridad.

**Pick & Pack:** El proceso de "Pick & Pack" consiste en seleccionar (picking) y empaquetar (packing) los productos para cumplir con los pedidos de los clientes. Este proceso debe ser eficiente y preciso para asegurar que los productos correctos se envíen en el tiempo adecuado y en las condiciones correctas.

**Envíos Todo México:** Este proceso abarca la distribución y entrega de productos a diferentes regiones dentro de México. Involucra la coordinación de rutas de transporte, el manejo de la documentación de envío y la aseguración de que los productos lleguen a sus destinos de manera oportuna y segura.

**Logística Inversa:** La logística inversa se refiere al proceso de retorno de productos desde el cliente final hacia el distribuidor o fabricante. Esto puede incluir

devoluciones por defectos, reciclaje de productos o reutilización de materiales. La gestión eficiente de la logística inversa puede reducir costos y mejorar la sostenibilidad de la cadena de suministro.

Estos procesos forman una cadena de suministro integral que asegura la entrega eficiente y efectiva de productos desde el proveedor hasta el cliente final, manteniendo la calidad y optimizando recursos en cada etapa.

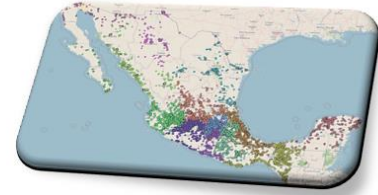
A continuación, se muestran los procesos de la cadena de suministro de Odran.

### **Figura 13.**

#### **5.3.2 Procesos de la Cadena de suministro de Odran**

La cadena de suministro de Odran se tiene considerada desde que el proveedor entrega la mercancía al almacén Sales Lever Agreement SLA para que posteriormente se reciba y acomode dentro de las instalaciones del almacén desde aquí en donde se inicia la logística ya que la mercancía cuenta con un acomodo de acuerdo con su desplazamiento y Operation Lever Agreement OLA y a su vez consideraciones de reglamentos federales como son la Cofepris, STPS, secretaria del Medio Ambiente, ISO, una vez cumplido con esto Odran tiene un 90% de su surtido – Picking durante la Madrugada y aquí es donde se inicia la distribución – Logística T2, 3PL y Logística Inversa (Liquidación)

## PROCESOS DE CADENA DE SUMINISTRO



*Fuente: Elaboración propia.*

### 5.3.3 Optimización del proceso para el Surtido de Charolas de Odran

La imagen muestra el detalle del proceso de la cadena de suministro de Odran a un alto nivel, destacando el proceso de optimización de "Surtido en Charolas". Aquí está la descripción de cada componente:

#### 5.3.4 Proceso de Odran a Detalle (Alto Nivel)

##### Abastecimiento

- Proveedor: Punto de inicio del proceso, donde los productos son suministrados.
- Cedis Transferencia a Sucursal: Los productos son transferidos desde el Centro de Distribución (CEDIS) a la sucursal correspondiente.
- Sucursal Recibo de Mercancía: La sucursal recibe la mercancía y la registra.

##### Almacenamiento

- Surtido de Pedido en Almacén: Los pedidos se preparan en el almacén mediante el proceso de picking.
- Embarque de Pedido en Sucursal: Los pedidos son embalados y preparados para su envío desde la sucursal.

## **Distribución**

- Entrega de Pedido al Cliente: Los pedidos son entregados a los clientes finales.

## **Logística Inversa**

- Devolución de Mercancía a Laboratorios: Productos devueltos por los clientes son enviados de vuelta a los laboratorios.
- Acomodo de Mercancía y Deducciones: Los productos devueltos son acomodados y se realizan las deducciones necesarias.
- Recibo de Deducciones: Registro y procesamiento de las devoluciones.
- Recolección de Deducciones: Finalización del proceso de devolución y ajuste de inventarios.

### **5.3.5 Esquemas de Distribución de Odran**

- Tradicional: Ruta con un horario de 12 horas.
- 3PL (Third Party Logistics): Ruta con un horario de 12 horas.
- Inventario en Sitio: Ruta con un horario de 12 horas.
- Nadro Envía: Paquetería con un horario de 24 horas.
- Costco: Paquetería con un horario de 24 horas.
- Urge Nadro: Moto con un horario de 2 horas.
- Farmacia Nadro: Ruta con un horario de 2 horas.
- Pyco: Instalación Nadro con un horario de 2 horas.

## **Destinatarios**

- Farmacéutico
- Hospitales
- Autoservicios
- Domicilios Particulares
- Clientes e-commerce
- Optimización de Proceso "Surtido en Charolas"

- Recibo de Mercancía: Confirmación de la llegada de productos.
- Acomodo de Mercancía: Organización de los productos en el almacén.
- Toma de Inventario: Control de existencias.
- Reabastecimiento de Mercancía: Reposición de productos en el almacén.
- Movimientos Internos: Traslado de productos dentro del almacén.
- Liberación Olas de Surtido: Inicio del proceso de picking.
- Picking: Selección de productos según los pedidos.
- Mesa de Revisión: Verificación de los productos seleccionados.
- Consolidación: Agrupación de pedidos para envío.
- Envío e Impresión de Documentos: Preparación de la documentación necesaria para los envíos.

Esta imagen ilustra un proceso detallado y optimizado para asegurar la eficiencia y precisión en cada etapa de la cadena de suministro, desde la recepción de productos hasta la entrega al cliente y el manejo de devoluciones.

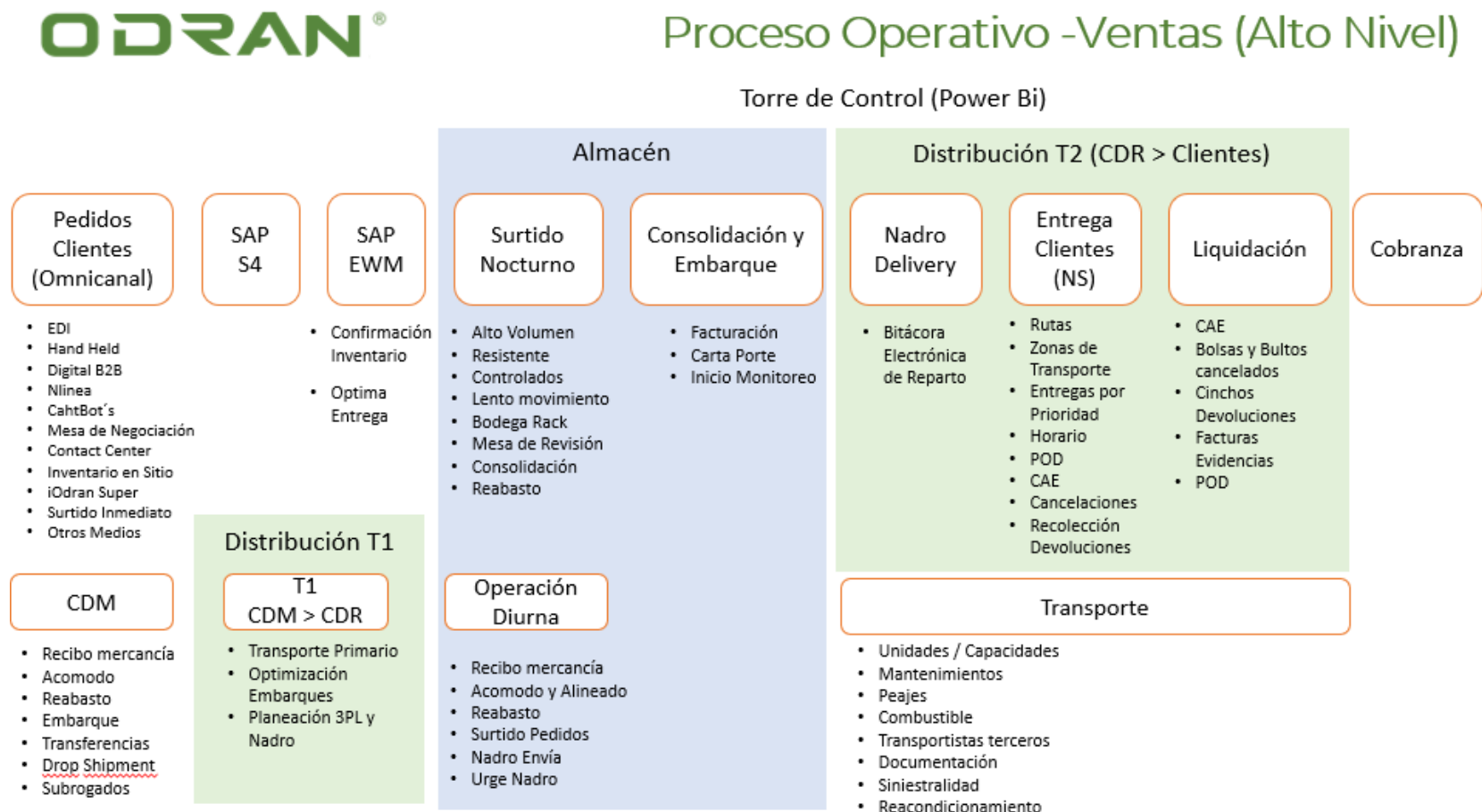
### 5.3.6 Proceso operativo de ventas de Odran (Alto nivel)

A continuación, se muestra el proceso operativo de ventas de alto nivel dentro de la empresa Odran (Figura 14).

Los Pedidos inicialmente a través de diferentes canales de venta denominado Omnicanalidad es decir hay varias maneras que un cliente puede hacer su pedido desde una llamada telefónica hasta ingresando de manera On Line mediante chatbots es decir lo que se busca es no dejar fuera ningún pedido del surtido del día Odran cuenta con sistemas de gestión de almacenaje, Surtido y facturación WMS con SAP, este sistema cuenta con algunas áreas de oportunidad ya que SAP gestiona información y documentos pero no Optimiza los recursos o procesos es por ello que uno de los proyectos mostrados a continuación al cual nos enfocaremos y le denominaremos “**Surtido en Charolas**” pertenecen a la mejora continua y busca la automatización posteriormente al surtido se inicia la gestión de la distribución se realiza de una manera manual , es decir no hay un sistema que

optimice los recursos TMS, solo existencia herramientas digitales de apoyo para eliminar procesos y eliminación del papel y bajo el mismo contexto se encuentra la Logística Inversa es por ello que se busca optimizar los recursos y procesos poco a poco

Figura 14.



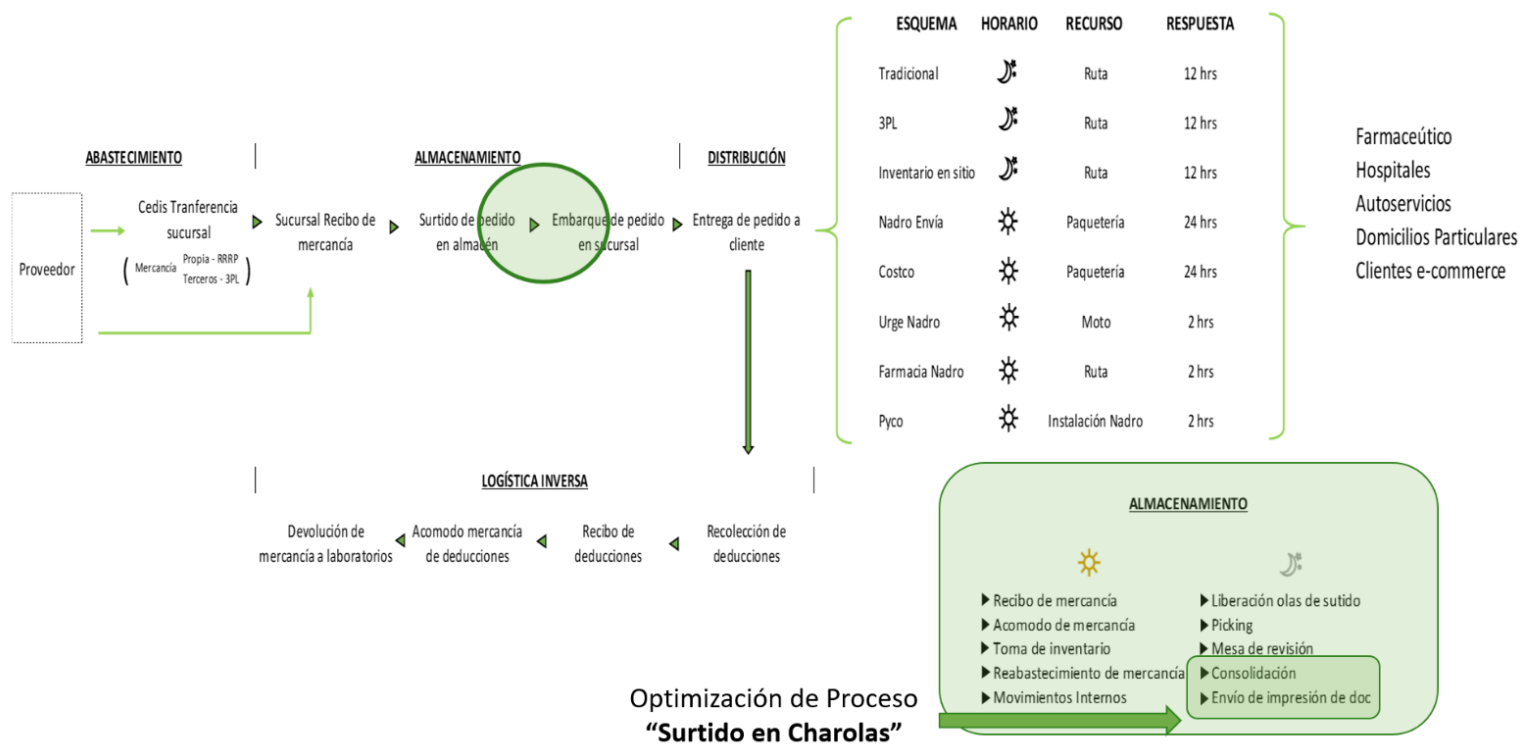
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14.1

### 5.3.8 Proceso de Mejora operativo para Odran

En el siguiente proceso se agrega en detalles sombreadados en verde donde impactara la inclusión de la tecnología es decir el proceso que se verá beneficiado, más adelante se detalle el flujograma del proceso

## ODRAN® Proceso Detalle (Alto Nivel)



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente se surte la mercancía a través de “Bolsas y Bultos” literalmente los medicamentos se ingresan a bolsas y posteriormente estas se acomodan en canastas ocasionando un espacio de aire que es lo que ocasiona un espacio inocupacional, es por ello que lo que se proyecta es que mediante tecnología optimice el acomodo de la mercancía en canastas mas pequeñas que las actuales y a su vez se eliminen las Bolsas actuales, con esto se estarían mejorando los tiempos y recursos actuales

**Figura 15.**

**ODRAN®**

### **Análisis surtido en cubetas**



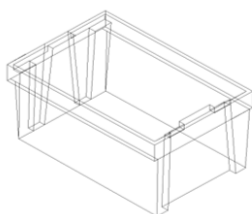
Fuente: Elaboración propia.

Imagen donde se muestra el acomodo artesanal de las canastas dentro de una unidad de transporte., esta actividad se realiza durante la Operación Nocturna

### *Dimensiones de las canastas (Charolas) actuales*

#### **Dimensiones Charola**

|         |       |
|---------|-------|
| Largo   | 0.59  |
| Ancho   | 0.39  |
| Altura  | 0.273 |
| Volumen | 0.06  |



5.4 Comparativo Actual vs Proyecto Odran

A nivel analisis estadístico se muestran los datos de consumos de los recursos actuales (Bolsas)

Figura 16.

Escenario actual

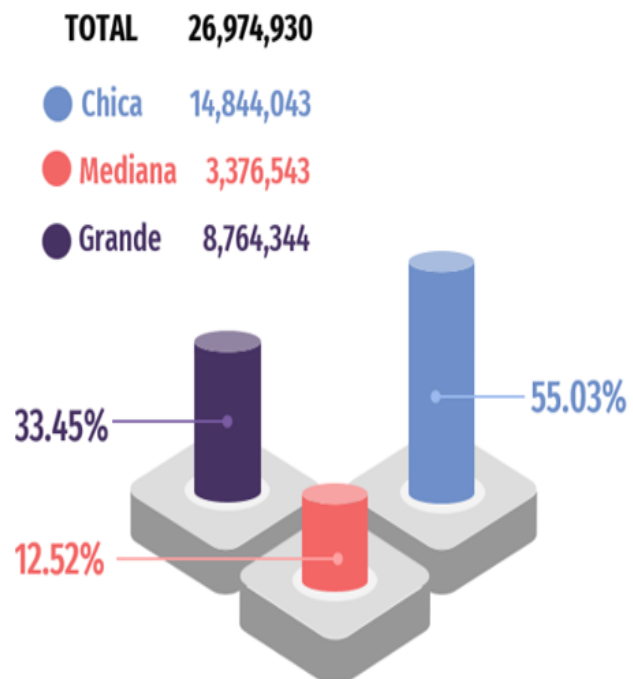


Fuente: Elaboración propia.

La figura 17, muestra el consumo actual de bolsas por tamaño.

**ODRAN®**

## Consumo de Bolsas por tamaño



| CDR          | % Chica | % Mediana | % Grande |
|--------------|---------|-----------|----------|
| Culiacán     | 65.92 % | 10.96 %   | 23.11 %  |
| México Norte | 62.06 % | 12.28 %   | 25.66 %  |
| Monterrey    | 69.58 % | 10.50 %   | 19.92 %  |
| Bajío        | 52.30 % | 11.73 %   | 35.97 %  |
| Chihuahua    | 54.05 % | 13.50 %   | 32.45 %  |
| Guadalajara  | 51.06 % | 13.10 %   | 35.84 %  |
| La Paz       | 50.50 % | 13.28 %   | 36.22 %  |
| Mérida       | 58.76 % | 12.91 %   | 28.34 %  |
| México Sur   | 61.74 % | 13.09 %   | 25.17 %  |
| Puebla       | 56.38 % | 12.88 %   | 30.74 %  |
| Veracruz     | 55.04 % | 12.96 %   | 32.00 %  |
| Morelia      | 39.62 % | 13.42 %   | 46.96 %  |
| Tijuana      | 40.53 % | 12.48 %   | 46.99 %  |
| Tuxtla       | 38.07 % | 12.25 %   | 49.67 %  |

Mayor uso de bolsa chica

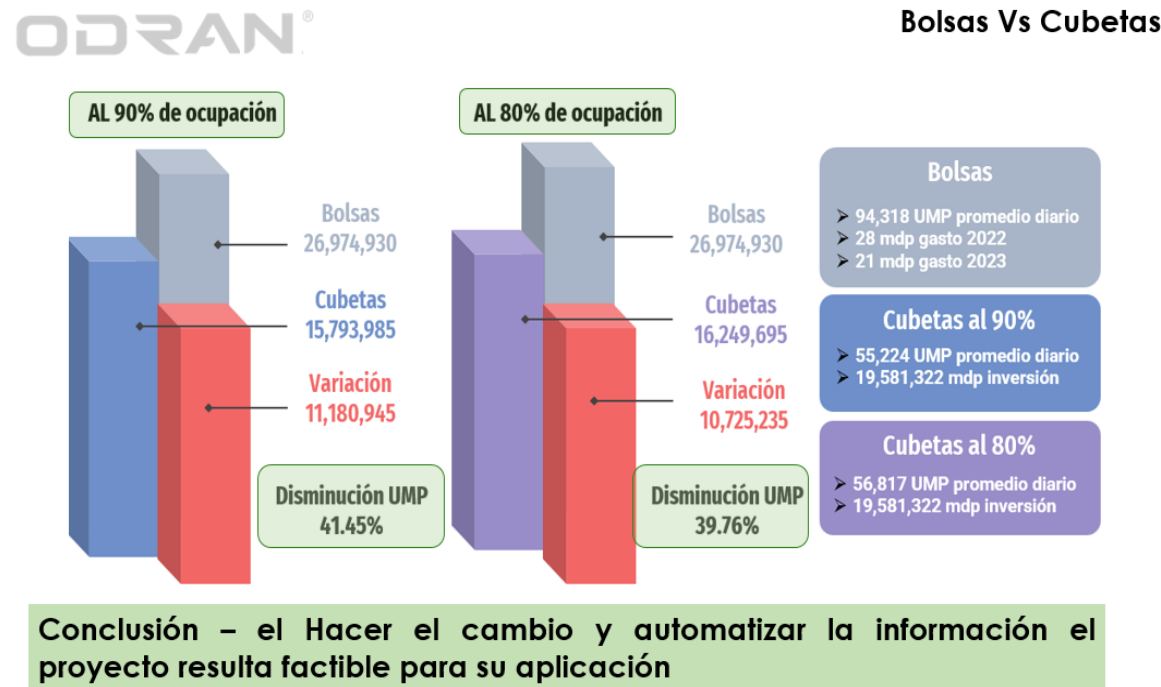
Mayor uso de bolsa grande

Fuente: Elaboración propia.

La figura 18, muestra los resultados al hacer el cambio y automatizar la información, haciendo que el proyecto resulte factible para su aplicación.

Al considerar tecnología para volumétrizar en canastas mas pequeñas el resultado es una optimización de los recursos en un 39% y se podría llegar hasta un 41%, no se considera el 100 % de optimización debido a que existe un sesgo de error de acuerdo con la probabilidad ya que es cambiar la modalidad del Picking – acomodo y Distribución también habría que modificar la cultura del recibo de los clientes, ahora bien lo que sigue con el nuevo modelo es hacer una difusión masiva a través de Gantt y PM para que todo sea ordenado y el resultado sea satisfactorio como se pretende

**Figura 18.**



*Beneficios al automatizar.*

Fuente: Elaboración propia.

## **5.5 Reflexiones acerca del caso**

El caso de estudio de la empresa Odran proporciona una visión integral sobre cómo la automatización está siendo percibida y anticipada por los colaboradores en el contexto de las operaciones logísticas. Los hallazgos revelan un optimismo generalizado respecto a los beneficios potenciales de la automatización en múltiples aspectos clave del trabajo y la gestión empresarial.

La expectativa de mejora significativa en la eficiencia operativa refleja la confianza de que los sistemas automatizados permitirán una ejecución más rápida y precisa de las tareas logísticas. Esta percepción no solo sugiere una reducción en los tiempos muertos y una mayor capacidad de respuesta frente a las demandas del mercado, sino también una optimización de recursos que podría traducirse en una reducción de costos operativos y una mejora en la competitividad de la empresa.

La precisión del inventario es otro aspecto crucial donde la automatización se percibe como un catalizador para la mejora. Con la capacidad de proporcionar datos en tiempo real y minimizar errores humanos en el conteo y seguimiento de existencias, los colaboradores anticipan una gestión más efectiva y confiable de los activos de la empresa. Esto no solo facilita una planificación más precisa, sino que también mejora la satisfacción del cliente al asegurar disponibilidad y exactitud en los productos ofrecidos.

La adaptación a los nuevos sistemas automatizados es identificada como un desafío importante, aunque la mayoría de los encuestados muestra una disposición positiva hacia la capacitación necesaria para aprovechar al máximo estas tecnologías. Esta preparación es crucial para mitigar cualquier resistencia al cambio y asegurar una implementación exitosa que maximice los beneficios esperados.

En términos de satisfacción laboral, la automatización es vista como una oportunidad para liberar a los empleados de tareas repetitivas y tediosas, permitiéndoles enfocarse en actividades más estratégicas y gratificantes. Sin

embargo, existen preocupaciones legítimas sobre el impacto en la interacción humana y la posible despersonalización del trabajo, lo que subraya la importancia de manejar cuidadosamente la transición hacia un entorno de trabajo más tecnológicamente avanzado, pero aún humano.

La seguridad en el trabajo es otro beneficio anticipado, ya que los sistemas automatizados pueden reducir la exposición a riesgos laborales y mejorar las condiciones de trabajo mediante la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y control. Esta mejora no solo protege a los empleados, sino que también fortalece la cultura de seguridad dentro de la organización.

La expectativa de innovación continua en automatización destaca la visión de los colaboradores de Odran sobre la evolución constante de la tecnología en el ámbito logístico. La demanda por sistemas más integrados, avanzados y adaptables subraya la necesidad de mantenerse a la vanguardia en un mercado competitivo donde la eficiencia y la innovación son factores determinantes para el éxito empresarial.

En conjunto, el caso de estudio de Odran ilustra cómo una planificación estratégica y una gestión cuidadosa del cambio pueden aprovechar al máximo los beneficios de la automatización, al tiempo que se abordan las preocupaciones legítimas de los empleados. Es un testimonio de cómo la tecnología puede transformar positivamente las operaciones logísticas, siempre que se gestione con una atención continua a las necesidades y expectativas de los individuos que conforman la fuerza laboral de la empresa.

## **5.6 Sugerencias y estrategias para una implementación exitosa de la automatización en Odran**

Para garantizar una implementación exitosa de la automatización en Odran, es crucial adoptar una serie de estrategias bien planificadas que aborden tanto los aspectos técnicos como los impactos organizacionales y humanos de este proceso transformador.

Es fundamental realizar una evaluación de las necesidades actuales y las capacidades existentes de la empresa. Esto implica llevar a cabo un análisis detallado de los procesos operativos y logísticos, identificando claramente las áreas que podrían beneficiarse más de la automatización. Al entender dónde y cómo se pueden aplicar las soluciones tecnológicas, Odran estará mejor preparada para definir objetivos claros y alcanzables para el proyecto de automatización.

Una vez establecidos los objetivos, es esencial diseñar un plan de implementación detallado que incluya un cronograma estructurado con hitos específicos a corto, mediano y largo plazo. Este plan debe ser comunicado de manera clara a todos los niveles de la organización, asegurando que haya una comprensión común y un compromiso con el proceso de cambio. Además, es recomendable formar equipos de trabajo multidisciplinarios que incluyan no solo a expertos en tecnología, sino también a representantes de cada departamento relevante. Esta diversidad de perspectivas facilitará una implementación más integrada y colaborativa, abordando de manera proactiva las necesidades y preocupaciones de todos los sectores de la empresa.

La capacitación y preparación de los empleados son aspectos críticos durante todo el proceso. Es fundamental ofrecer programas de formación continuos que no solo enseñen cómo operar los nuevos sistemas automatizados, sino también cómo estos afectarán y mejorarán las funciones diarias de cada equipo. La capacitación debe ser práctica y centrada en resolver problemas específicos que los empleados podrían enfrentar durante la transición, asegurando así una adopción efectiva y fluida de la nueva tecnología.

La comunicación transparente y efectiva juega un papel crucial en la gestión del cambio. Es vital compartir de manera abierta los objetivos, beneficios y desafíos del proceso de automatización en todos los niveles de la organización. Esto no solo ayuda a alinear expectativas, sino que también fomenta un ambiente de confianza y colaboración. Establecer canales de comunicación abiertos donde los empleados puedan expresar sus inquietudes y recibir retroalimentación constante sobre el progreso del proyecto es fundamental para gestionar cualquier resistencia al cambio y mantener el compromiso a lo largo del tiempo.

Una vez implementados los sistemas automatizados, es esencial realizar una evaluación continua y un monitoreo riguroso de su desempeño. Esto permite identificar oportunidades de mejora, ajustar procesos según sea necesario y asegurar que se cumplan los objetivos iniciales de eficiencia, precisión y seguridad. La retroalimentación regular de los empleados también es invaluable, proporcionando información directa sobre cómo los cambios están impactando su trabajo diario y cómo se pueden optimizar los sistemas para maximizar el rendimiento general.

Mantener una mentalidad de adaptación continua y flexibilidad organizacional es clave. La tecnología y las necesidades del mercado evolucionan constantemente, por lo que Odran debe estar preparada para ajustar sus estrategias y sistemas conforme surjan nuevas oportunidades y desafíos en el entorno competitivo. Esta capacidad de adaptación asegurará que la empresa siga siendo ágil y receptiva a medida que avanza en su viaje hacia una automatización efectiva y beneficiosa para todos los aspectos de sus operaciones.

Una implementación exitosa de la automatización en Odran requiere no solo de una planificación técnica meticulosa, sino también de una gestión cuidadosa del cambio organizacional y humano. Al seguir estas sugerencias y estrategias, la empresa estará mejor posicionada para capitalizar los beneficios de la automatización mientras minimiza los riesgos y maximiza la adopción por parte de sus empleados, asegurando así un futuro más eficiente y competitivo en el mercado.

## 5.7 Temas para futuras investigaciones

Explorar temas para futuras investigaciones en el contexto de la automatización y sus efectos en las operaciones logísticas de empresas como Odran abre un amplio abanico de posibilidades que pueden generar insights valiosos y contribuir al desarrollo tanto teórico como práctico en diversas áreas. Aquí se presentan algunos temas relevantes:

**Impacto de la Automatización en la Productividad y Eficiencia:** Investigar cómo la implementación de tecnologías automatizadas influye en la productividad y eficiencia operativa de las empresas. Esto podría incluir estudios comparativos antes y después de la automatización, así como análisis de casos en diferentes sectores industriales para entender patrones y factores determinantes.

**Adaptación y Capacitación de la Fuerza Laboral:** Explorar cómo las estrategias de capacitación y desarrollo profesional influyen en la adaptación de los empleados a entornos de trabajo automatizados. Investigar qué métodos y enfoques son más efectivos para preparar a los trabajadores para el uso y gestión de nuevas tecnologías.

**Efectos Psicológicos y Satisfacción Laboral:** Investigar cómo la automatización impacta la percepción del trabajo y la satisfacción laboral de los empleados. Esto podría incluir estudios sobre el cambio en la naturaleza del trabajo, la percepción de autonomía y la satisfacción con nuevas responsabilidades.

**Seguridad y Gestión de Riesgos:** Estudiar cómo la automatización afecta la seguridad laboral y la gestión de riesgos en entornos industriales y logísticos. Investigar la incidencia de accidentes laborales antes y después de la automatización, así como el papel de los sistemas automatizados en la prevención de incidentes.

**Impacto Económico y Financiero:** Investigar los costos y beneficios económicos de la automatización en términos de retorno de inversión (ROI), costos de implementación y efectos a largo plazo en la rentabilidad de las empresas. Esto

podría incluir modelos de evaluación económica y análisis de casos de estudio en diferentes contextos empresariales.

**Innovación y Desarrollo Tecnológico:** Explorar las tendencias futuras en tecnologías de automatización, incluyendo el desarrollo de inteligencia artificial, robótica colaborativa (cobots), y sistemas de gestión autónomos. Investigar cómo estas innovaciones podrían transformar aún más las operaciones logísticas y estrategias empresariales.

**Aspectos Éticos y Sociales:** Investigar las implicaciones éticas y sociales de la automatización, incluyendo el impacto en el empleo, la equidad laboral y las relaciones laborales. Esto podría incluir estudios sobre la redistribución de roles y la integración de tecnologías para promover entornos laborales justos y sostenibles.

**Sostenibilidad e Impacto Ambiental:** Estudiar cómo la automatización puede contribuir a la sostenibilidad ambiental a través de la reducción de residuos, la optimización de recursos y la eficiencia energética. Investigar casos de estudio y mejores prácticas en empresas que han implementado tecnologías automatizadas con un enfoque en la sostenibilidad.

**Gestión del Cambio Organizacional:** Investigar estrategias efectivas para la gestión del cambio durante la implementación de tecnologías automatizadas en organizaciones. Esto podría incluir estudios sobre resistencia al cambio, liderazgo transformacional y comunicación organizacional en contextos de cambio tecnológico.

Cada uno de estos temas representa una oportunidad para profundizar en áreas clave de investigación que pueden proporcionar nuevas perspectivas y conocimientos fundamentales sobre la transformación que la automatización está llevando a cabo en el entorno empresarial contemporáneo. Estudiar estos temas no solo contribuirá al avance académico, sino que también ofrecerá directrices prácticas para empresas como Odran que buscan optimizar sus operaciones a través de la tecnología avanzada.

## **Glosario de términos**

**Aceleración de Procesos:** Estrategias que buscan reducir el tiempo de producción y entrega (Ramírez, 2021).

**AGV (Vehículo Guiado Automáticamente):** Vehículo autónomo que transporta mercancías dentro de un entorno industrial (Ramos, 2018).

**Análisis de Datos:** Proceso de inspeccionar, limpiar y modelar datos para extraer información útil (García, 2018).

**Análisis Predictivo:** Uso de datos para prever resultados futuros y tomar decisiones informadas (Serrano, 2020).

**AS/RS (Sistema Automatizado de Almacenamiento y Recuperación):** Sistema que optimiza el almacenamiento y recuperación de productos (González, 2020).

**Automatización de Procesos:** Implementación de tecnología para mejorar y acelerar procesos (Ruiz, 2019).

**Automatización:** Uso de tecnologías para realizar procesos sin intervención humana.

**Blockchain:** Tecnología que permite el registro seguro y descentralizado de transacciones (López, 2021).

**Cadena de Frío:** Sistema de control de temperatura para mantener la calidad de productos sensibles (Morales, 2021).

**Cadenas de Suministro:** Redes de producción y distribución que entregan un producto al consumidor final (Zambrano, 2019).

**Calidad:** Grado en que un conjunto de características cumple con requisitos (Juran & Godfrey, 2017).

**Capacitación Continua:** Proceso de formación constante para mejorar habilidades y conocimientos (Castro, 2018).

**Ciberseguridad:** Conjunto de técnicas y procesos para proteger sistemas y datos (Martínez, 2020).

**Cloud Computing (Computación en la Nube):** Servicio que permite el almacenamiento y acceso a datos a través de Internet (García, 2017).

**Competitividad:** Capacidad de una empresa para mantener y aumentar su cuota de mercado (Porter, 2018).

**Desarrollo Sostenible:** Estrategias que buscan un equilibrio entre crecimiento económico y conservación ambiental (Martínez, 2017).

**Distribución:** Proceso de hacer llegar los productos al consumidor final (Aguirre, 2021).

**E-commerce:** Comercio electrónico que permite la compra y venta de productos en línea (Torres, 2021).

**Eficacia:** Capacidad para lograr los objetivos propuestos (Vargas, 2016).

**Eficiencia:** Relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos (Romero, 2015).

**Evaluación de Desempeño:** Proceso para medir y analizar el rendimiento de empleados y sistemas (Bravo, 2021).

**Fabricación Justo a Tiempo:** Estrategia que busca reducir inventarios al producir solo lo necesario (Ohno, 2016).

**Flujo de Trabajo:** Secuencia de procesos necesarios para completar una tarea específica (Rojas, 2019).

**Gestión de Proyectos:** Aplicación de conocimientos, habilidades y técnicas para alcanzar objetivos específicos (Hernández, 2020).

**Industria 4.0:** Cuarta revolución industrial caracterizada por la interconexión digital de procesos (Pérez, 2019).

**Innovación:** Introducción de novedades en procesos, productos o servicios (Fernández, 2017).

**Integración de Sistemas:** Proceso de conectar diferentes sistemas para trabajar juntos de manera eficiente (Torres, 2020).

**Inteligencia Artificial (IA):** Sistemas computacionales que simulan la inteligencia humana (Castro, 2020).

**Inteligencia de Negocios:** Conjunto de tecnologías y procesos para analizar datos empresariales (Aguirre, 2019).

**Internet de las Cosas (IoT):** Red de dispositivos conectados que intercambian datos (Silva, 2021).

**KPI (Indicadores Clave de Desempeño):** Métricas utilizadas para evaluar el rendimiento de una organización (Gutiérrez, 2021).

**Lean Manufacturing:** Filosofía de producción enfocada en la reducción de desperdicios (Womack, & Jones, 2016).

**Logística:** Proceso de planificación, ejecución y control de la distribución de productos (Torres, 2018).

**Mantenimiento Predictivo:** Estrategia para prever fallas mediante análisis de datos (Díaz, 2020).

**Métricas de Desempeño:** Indicadores utilizados para medir la eficiencia y eficacia de procesos (Vega, 2020).

**Optimización:** Proceso de mejorar un sistema para lograr los mejores resultados (Morales, 2017).

**Prototipado Rápido:** Método para crear rápidamente modelos de productos para evaluación (Pérez, 2021).

**Proveedores:** Entidades que suministran productos o servicios a otras organizaciones (Morales, 2020).

**Redes Logísticas:** Conjunto de actores y actividades que facilitan el flujo de productos y servicios (Bravo, 2020).

**Robótica:** Rama de la ingeniería que trata el diseño y uso de robots (Ortega, 2019).

**Simulación:** Técnica que replica el funcionamiento de un proceso en un entorno controlado (López, 2019).

**Sistema de Control:** Herramienta que permite supervisar y gestionar procesos industriales (Mendoza, 2019).

**Sistemas de Almacenamiento:** Métodos y tecnologías utilizadas para organizar y guardar productos (Núñez, 2020).

**Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS):** Software que optimiza la gestión del inventario en almacenes (Hernández, 2020).

**Sistemas de Información:** Conjunto de componentes que recolectan, procesan y almacenan datos (Navarro, 2018).

**Sostenibilidad:** Capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos futuros (García, 2020).

**Transacciones Electrónicas:** Intercambio de datos y pagos a través de plataformas digitales (Salas, 2018).

**Transformación Digital:** Proceso de integración de tecnologías digitales en todos los ámbitos de una organización (González, 2021).

**Transporte Intermodal:** Uso de diferentes modos de transporte para el movimiento de mercancías (López, 2019).

**Trazabilidad:** Capacidad de rastrear el origen y la trayectoria de un producto (López, 2018).

## Referencias bibliográficas

- Aguirre, P. (2021). Distribución y logística en la cadena de suministro. Editorial Oxford.
- Alpaydin, E. (2010). Introducción a la máquina de aprendizaje. MIT Press.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2014). Warehouse & Distribution Science. Release 0.95.
- Bogue, R. (2018). The Role of Collaborative Robots in Manufacturing. *Industrial Robot: An International Journal*, 45(2), 156-161.
- Bravo, R. (2020). Redes logísticas y su impacto en la eficiencia. *Revista de Logística*, 7(2), 20-32.
- Carroll, B. W., & Ostlie, D. J. (2007). *An Introduction to Modern Astrophysics* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Cascio, W. F., & Boudreau, J. W. (2016). Investing in people: Financial impact of human resource initiatives. Pearson.
- Castro, E. (2020). Inteligencia artificial: una guía completa. Ediciones de la UAM.
- Cruz, J., & Fernández, P. (2019). Gestión integrada de la cadena de suministro. Editorial McGraw-Hill.
- Delgado, M., Moreno, A., Lara, J., & Cañón, J. (2019). Blockchain y Supply Chain: Una revisión de la literatura. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 28(3), 279-288. doi: 10.1016/j.redee.2019.03.004
- Díaz, F. (2020). Mantenimiento predictivo en la industria moderna. *Revista de Mantenimiento*, 9(2), 50-60.
- Domínguez-Navarro, J. A., López-Pérez, M. V., & Poveda-Bautista, R. (2021). Las tecnologías de la Industria 4.0 y la colaboración entre actores en la gestión de la cadena de suministro. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 27(1), 26-35. doi: 10.1016/j.iedee.2020.05.001
- Extendeal. (n.d.). Las principales distribuidoras farmacéuticas en México. <https://extendeal.com/blog-extendeal-pharma/las-principales-distribuidoras-farmac%C3%A9uticas-en-m%C3%A9xico>

- Fernández, J. (2017). Innovación y competitividad en la empresa. Ediciones Díaz de Santos.
- Fernández, J. (2019). Innovación y competitividad en la empresa. Ediciones Díaz de Santos.
- Fernández, L., & Rodríguez, M. (2021). Sistemas de visión artificial en la logística moderna. Editorial Tecno.
- Fernández, M. (2019). La automatización en la industria moderna. Editorial Universitaria.
- Forbes México. (2023). *Nadro: la farmacia de las farmacias busca nuevos negocios*. <https://www.forbes.com.mx/nadro-la-farmacia-de-las-farmacias-busca-nuevos-negocios/>
- Forbes México. (2023). *Distribuidora Nadro en la mira por monopolio de medicinas en México*. [https://www.forbes.com.mx/distribuidora-nadro-en-la-mira-por-monopolio-de-medicinas-en-mexico/#google\\_vignette](https://www.forbes.com.mx/distribuidora-nadro-en-la-mira-por-monopolio-de-medicinas-en-mexico/#google_vignette)
- Forbes México. (2023). *Despacho defiende independencia entre Marzam y Nadro*. <https://www.forbes.com.mx/despacho-defiende-independencia-entre-marzam-y-nadro/>
- García, A. (2018). Análisis de datos: métodos y técnicas. Editorial UOC.
- García, M. (2020). Sostenibilidad en la logística. Revista de Medio Ambiente, 9(2), 60-72.
- Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Apress.
- Gómez, A., & Sánchez, L. (2021). Automatización en la logística interna: AGV y otras tecnologías. Editorial Técnica.
- Gómez, A. (2023). *Nadro y su estrategia de expansión en el mercado farmacéutico*. Revista de Farmacología, 12(2), 45-60.
- González, A. (2020). Sistemas automatizados en la logística moderna. Logística y Transporte, 15(1), 25-38.
- González, A. (2020). Sistemas automatizados en la logística moderna. Logística y Transporte, 15(1), 25-38.

- González, A. (2020). Sistemas automatizados en la logística moderna. *Logística y Transporte*, 15(1), 25-38.
- González, A. (2023). La automatización en la industria farmacéutica: Desafíos y oportunidades en la era de la Industria 4.0. Editorial Científica
- González, M., & Ramírez, J. (2017). Sistemas automatizados de almacenamiento: eficiencia y sostenibilidad en la logística moderna. Editorial Logística.
- González-Rodríguez, M. R., & Martínez-Conesa, I. (2020). La digitalización y su impacto en la logística y la cadena de suministro. *Revista Española de Logística*, 48, 67-79.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1-21.
- Guerrero-Germán, D. (2018). Tecnologías avanzadas en la gestión de almacenes. Editorial Téchni.
- Gutiérrez, C. (2021). KPI en la gestión empresarial. Editorial Anaya.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 3928-3937.
- Hernández, M. (2018). Sistemas de gestión en la logística. Editorial Pearson.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Aguirre, M. (2019). Inteligencia de negocios: conceptos y aplicaciones. Editorial UAM.
- Kurfess, T. R. (2019). *Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design* (2nd ed.). CRC Press.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- López, C. (2019). Blockchain y su aplicación en la cadena de suministro. *Revista de Tecnología*, 8(2), 72-85.

- López, H. (2019). Transporte intermodal y su importancia en la logística. *Revista de Transporte*, 10(2), 22-35.
- Martínez, F., & López, D. (2018). *Sistemas de gestión de transporte y su impacto en la eficiencia logística*. Editorial Logística.
- Martínez, J. (2021). Desarrollo sostenible en la industria moderna. *Revista de Medio Ambiente*, 4(2), 22-36.
- Méndez, C., & García, R. (2019). Internet de las Cosas y su aplicación en la logística. Editorial Innovación.
- Mendoza, J. (2019). *Sistemas de control en la automatización*. Editorial Paraninfo.
- Morales, R. (2021). La cadena de frío en la logística farmacéutica. *Revista de Logística*, 7(3), 70-80.
- Nadro. (2023). *Quiénes somos*. <https://www.nadro.com.mx/quienes-somos>
- Nadro. (2023). *Productos y servicios*. <https://www.nadro.com.mx/productos-y-servicios>
- Navarro, B. (2020). *Sistemas de información en la logística moderna*. Editorial Alfaomega.
- Núñez, P. (2020). *Sistemas de almacenamiento y su optimización*. Editorial Síntesis.
- Ortega, J. (2019). *Robótica industrial: fundamentos y aplicaciones*. Ediciones Paraninfo.
- Ortiz, L., & Aguirre, P. (2016). *Automatización y eficiencia en la cadena de suministro*. Editorial Industrial.
- Pérez, J. (2019). Industria 4.0: un nuevo paradigma. *Revista de Innovación*, 11(4), 30-42.
- Pérez, J. (2019). Industria 4.0: un nuevo paradigma. *Revista de Innovación*, 11(4), 30-42.
- Pérez, J. (2019). Industria 4.0: un nuevo paradigma. *Revista de Innovación*, 11(4), 30-42.
- Pérez, J., & Castillo, R. (2020). *Tecnologías avanzadas en almacenes: AS/RS y su integración*. Editorial Industrial.

- Picon, A. (2017). El Gran Libro de la Revolución Industrial. Ediciones Nowtilus.
- Ponce-Cueto, E., & Parra, F. (2014). Gestión avanzada de almacenes y logística interna. Editorial Díaz de Santos.
- Ramírez, A. (2020). Automatización y tecnologías emergentes en la logística. Editorial McGraw-Hill.
- Ramírez, A. (2020). Automatización y tecnologías emergentes en la logística. Editorial McGraw-Hill.
- Ramírez, A. (2020). Automatización y tecnologías emergentes en la logística. Editorial McGraw-Hill.
- Ramírez, A. (2021). Aceleración de procesos en la industria farmacéutica. Revista de Producción, 12(2), 45-58.
- Ramos, J. (2018). Introducción a los vehículos guiados automáticos. Revista de Ingeniería, 12(3), 45-50.
- Rojas, L. (2019). Optimización del flujo de trabajo en la industria. Editorial Anaya.
- Romero, L. (2015). Eficiencia operativa en la industria. Editorial Síntesis.
- Ruiz, L. (2019). Automatización de procesos en la industria. Editorial McGraw-Hill.
- Ruiz, S., & Hernández, T. (2018). Automatización del picking en almacenes: Estrategias y tecnologías. Editorial Logis.
- Sadeghi, A., & Akbari, M. (2020). Automated Guided Vehicles: A Review of Applications and Technologies. Robotics and Autonomous Systems, 126, 103351.
- Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Crown Business.
- Serrano, L. (2020). Análisis predictivo en la industria. Revista de Big Data, 6(1), 30-45.
- Serrano, L. (2020). Análisis predictivo en la industria. Revista de Big Data, 6(1), 30-45.
- Silva, A. (2021). Internet de las cosas en la logística. Revista Tecnología y Sociedad, 3(1), 15-27.

- Slimstock. (2024). *Nivel de servicio en la distribución farmacéutica*. Recuperado de <https://www.slimstock.com/es/descargas/nivel-de-servicio-en-la-distribucion-farmaceutica/>
- Torres, F. (2020). Integración de sistemas en la cadena de suministro. *Revista de Sistemas*, 6(1), 22-34.
- Torres, J. (2021). E-commerce: tendencias y perspectivas. *Revista de Comercio Electrónico*, 3(1), 10-23.
- Torres, M., & Navarro, E. (2020). *Big Data y análisis predictivo en la cadena de suministro*. Editorial DataTech.
- Vargas, T. (2016). *Eficacia en la gestión empresarial*. Editorial Alfaomega.
- Vázquez, R., & Morales, A. (2015). *Logística integral y operaciones automatizadas*. Editorial Alfaomega.
- Vega, L., & Martínez, H. (2017). *RFID en la gestión de inventarios: Ventajas y aplicaciones*. Editorial Alfa.
- Velatia. (2018). ¿Cuáles son las claves de la industria 4.0?. Recuperado de <https://www.velatia.com/es/blog/cuales-son-las-claves-de-la-industria-4-0/>
- Womack, J., & Jones, D. (2016). *Lean Thinking: una nueva forma de pensar*. Ediciones del Ser.
- Zambrano, J. (2019). *Gestión de la cadena de suministro*. Editorial Pearson.