

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Título del trabajo

Rediseño de las políticas de inventarios para una industria manufacturera de
conductores eléctricos

MATE-204

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Nombre de la titulación

Ingeniería en Logística y Transporte

Presentado por:

Nombres y Apellidos

Kevin Alberto Loor Borbor

Steven Marcelo Plúas Farfán

Guayaquil - Ecuador

II - 2024

Dedicatoria

Esto lo dedico a dios, a mis padres y a sobre todo a mis mascotas que fueron un gran apoyo emocional para poder hacer esto realidad.

Agradecimientos

Expreso mi gratitud a los profesores que estuvieron presentes en cada paso hacia mi culminación de la carrera.

Dedicatoria

“A Dios, por ser mi refugio, fortaleza y guía en todo este inolvidable camino.

A mis Padres, por su apoyo incondicional, su amor y sacrificio, los cuales han sido ejemplos que me han enseñado el valor de la dedicación y esfuerzo.

A mis amigos, por su compañía y palabras de aliento en los tiempos de dificultad.

A todos quienes, de alguna manera, han sido parte de este logro, con gratitud y cariño dedico este trabajo.”

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, quién me dio fuerza, sabiduría y paciencia para culminar esta maravillosa etapa, ya que sin él no hubiera sido posible. A mis padres, por el apoyo y amor incondicional en cada momento. También agradezco a mi profesora de materia integradora, Ing. Heydi, Roa por su motivación constante, apoyo y compromiso. Expreso mi gratitud a mi tutor de tesis, Ing. David De Santis, por su orientación, paciencia y valiosa enseñanza en todo este proceso. A mis compañeros, por compartir cada uno de los desafíos que nos llenó de múltiples aprendizajes. Gracias por ser parte del cumplimiento de una grata etapa.

Declaración Expresa

Nosotros Kevin Alberto Loor Borbor y Steven Marcelo Plúas Farfán acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 07 de Octubre del 2024.


Kevin Alberto Loor Borbor


Steven Marcelo Plúas Farfán

EVALUADORES

M.Sc Heydi Mariana Roa Lopez

Profesor de Materia

M.Sc. David Antonio De Santis Bermeo

Tutor de Proyecto

Resumen

La gestión eficiente de inventarios es clave para el desarrollo y crecimiento de la industria manufacturera, especialmente en aquellas empresas dependientes de materias primas críticas. El presente estudio analiza la política de inventarios de una empresa manufacturera de conductores eléctricos proponiendo un rediseño en base a metodologías como la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) y Justo a Tiempo (JIT). Se recopilaron y analizaron datos históricos de inventarios, identificando patrones de demanda y problemas de abastecimiento. A través de la clasificación ABC y el uso de indicadores clave de desempeño (KPIs), se diseñó un sistema optimizado de gestión de inventarios. Los resultados demuestran que la implementación de políticas de monitoreo de revisiones periódicas mejora la disponibilidad de productos y reducen costos operativos. La aplicación de este modelo permite a la empresa mejorar su eficiencia en la planificación de inventarios, minimizar pérdidas y fortalecer su competitividad en el mercado.

Palabras clave: Gestión de inventarios, MRP, JIT, clasificación ABC, optimización de inventarios.

Abstract

Efficient inventory management is key for the development and growth of the manufacturing industry, especially in those companies dependent on critical raw materials. This study analyzes the inventory policy of an electrical conductor manufacturing company, proposing a redesign based on methodologies such as Material Requirements Planning (MRP) and Just-in-Time (JIT). Historical inventory data were collected and analyzed, identifying demand patterns and supply problems. Through ABC classification and the use of key performance indicators (KPIs), an optimized inventory management system was designed. The results show that the implementation of periodic revision monitoring policies improves product availability and reduces operating costs. The application of this model allows the company to improve its efficiency in inventory planning, minimize losses and strengthen its competitiveness in the market.

Key words: Inventory management, MRP, JIT, ABC Classification, Inventory Optimization.

Índice

1.1.	Introducción.....	11
1.2.	Descripción del problema	12
1.3.	Justificación	13
1.4.	Objetivos	14
1.4.1.	Objetivo General.....	14
1.4.2.	Objetivos Específicos	14
1.5.	Marco Teórico.....	15
1.5.1.	Inventario	15
1.5.2.	Política de inventario	15
1.5.3.	Tipos de Políticas de Revisión de Inventarios	15
1.5.4.	Revisión Continua (Sistema Q):	16
1.5.5.	Tipos de inventarios.....	16
1.5.5.1.	MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales):	16
1.5.5.2.	Justo a Tiempo (JIT):	18
1.5.5.3.	Clasificación ABC	18
2.	Metodología	21
	Bibliografía	45

1.1.Introducción

La gestión de inventarios es un aspecto crítico en las empresas del sector manufacturero, especialmente en aquellas que dependen de cadenas de suministro complejas. Las fluctuaciones en la demanda y la dependencia de materias primas importadas plantean desafíos significativos en la planificación y control de inventarios, lo que puede afectar tanto la continuidad de la producción como la satisfacción del cliente.

En este contexto, la industria de fabricación de conductores eléctricos es fundamental para sectores claves como el de construcción y de telecomunicación, ya que estos productos requieren un suministro confiable y eficiente para responder adecuadamente a la demanda. La empresa objeto de estudio es una manufacturera de conductores eléctricos con más de 40 años en el mercado, ofreciendo una variedad de conductores de cobre y aluminio.

El manejo de los inventarios enfrenta muchos desafíos como la volatilidad de la demanda, los altos costos de almacenamiento y la dependencia de materias primas específicas ponen una traba con la implementación de políticas efectivas. Está de más de detallar que un inventario mal gestionado puede traer consigo problemas como el exceso de materiales que aumentan los costos operativos o viéndolo de otra manera la falta de disponibilidad merma el interés de los clientes. Para abarcar este proyecto nos centramos en poder diseñar políticas de inventarios adaptables, eficientes y que cumplan con las necesidades tanto de producción y del cliente.

1.2. Descripción del problema

La empresa objeto de estudio enfrenta dificultades en la gestión de sus inventarios, especialmente en la planificación de productos que dependen de materias primas críticas para su producción. La ausencia de una política de inventario eficiente ha llevado a la empresa a incurrir en sobrecostos asociados con la adquisición de materia prima a proveedores locales para abastecerse y cubrir demandas fuera de la planificación, esto podría incluso recurrir a excedentes de productos no demandados como faltantes de componentes clave, lo que afecta su capacidad para cumplir con los niveles de servicio y los plazos de entrega a sus clientes. Este problema ha adquirido mayor relevancia debido al crecimiento que ha experimentado la empresa, lo que ha aumentado la complejidad de su cadena de suministro y la necesidad de una mayor visibilidad sobre la demanda de materiales y la planificación de la producción.

Los desajustes en la cadena de suministro afectan la rentabilidad y la competitividad de la empresa, además de dificultar su adaptación a nuevas exigencias del mercado. La dependencia de materiales importados o especializados aumenta la vulnerabilidad a interrupciones, y la falta de políticas de inventarios que consideren la variabilidad de recursos, limita la capacidad de respuesta y genera incertidumbre en la planificación productiva.

Dada esta situación, se vuelve necesario revisar y rediseñar las políticas de inventarios actuales para asegurar una gestión más flexible, rentable y alineada con las necesidades del mercado. Este rediseño permitirá reducir costos, optimizar el flujo de materiales, y mejorar la disponibilidad de inventario, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficiencia operativa de la industria manufacturera de conductores eléctricos.

1.3. Justificación

Abordar el desafío de la gestión de inventarios en la industria mediante la implementación de una política óptima de inventarios, respaldada por indicadores clave de desempeño (KPI's) y herramientas como la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) y el enfoque Justo a Tiempo o (JIT), permitirá optimizar el control y la planificación de los inventarios. Estas estrategias permitirán reducir costos innecesarios evitando la sobreacumulación de productos, garantizando la disponibilidad oportuna de materiales críticos para la producción.

El uso de un panel de control que monitoree en tiempo real los niveles de inventario, acompañado de un análisis de históricos de productos, ayudará a prever la demanda y ajustar las órdenes de compra de manera precisa. Esto no solo logrará mejorar la eficiencia de las operaciones, sino que también incrementará la competitividad de la empresa en el mercado, asegurando así un servicio más rápido y preciso para los clientes.

Además, la implementación de estas políticas y herramientas tecnológicas permitirá reducir el desperdicio y aumentar la rotación de inventarios, así como también minimizar la obsolescencia de productos, contribuyendo de esta manera a una gestión más sostenible. En suma, integrando el MRP y JIT, se conseguirá mejorar la sincronización entre los procesos de producción y el abastecimiento, lo cual dará como resultado un flujo de trabajo más ágil y eficiente.

Finalmente, el monitoreo continuo mediante paneles de control y KPIs permitirá realizar ajustes dinámicos en los niveles de inventario, adaptándose de manera rápida a las fluctuaciones del mercado, promoviendo una mayor flexibilidad en la toma de decisiones estratégicas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Rediseñar las políticas de inventario de productos clave mediante el análisis de demanda y la simulación de escenarios, utilizando MRP y JIT para la mejora de la eficiencia de la cadena de suministro y la reducción de los costos operativos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar datos históricos de los productos dependientes de la empresa, identificando patrones de demanda, ciclos de compra y niveles de inventario actuales para la toma de decisiones desde una base sólida y óptima.
- Establecer indicadores KPI para evaluar la efectividad de las nuevas políticas, consolidando los resultados en un panel de control interactivo que permita el monitoreo en tiempo real de niveles de stock, costos operativos y tiempos de respuesta, promoviendo decisiones rápidas y fundamentadas en datos.
- Implementar el modelo MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales) para una gestión precisa de los tiempos de abastecimiento y la planificación de recursos, asegurando que se disponga de los materiales necesarios en los momentos adecuados.
- Evaluar la viabilidad de implementar JIT (Justo a Tiempo), analizando las posibles reducciones de inventario y los ajustes operativos que optimicen el flujo de materiales y generen disminución de los costos asociados al almacenamiento.
- Simular escenarios para la validación de las políticas de inventario propuestas, utilizando datos actuales de producción y consumo que se ajusten a las políticas según los resultados observados.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Inventario

Por convención, el término inventario de manufactura se refiere a las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en materia prima, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso (Gómez Cardona & Marín Narváez, 2018).

1.5.2. Política de inventario

La política de inventario se refiere a la filosofía (lineamientos) de como la organización da respuesta a las preguntas de cuanta cantidad ordenar y en qué momento se realiza una orden e incluye el posicionamiento geográfico de los stocks. Esta decisión depende del comportamiento de la demanda y de la estrategia de la compañía (Zapata Cortes, 2014).

1.5.3. Tipos de Políticas de Revisión de Inventarios

Existen dos enfoques principales para la revisión de inventarios:

1.5.3.1. Revisión Periódica (Sistema P):

Como su nombre lo indica este sistema permite revisar el inventario en **intervalos regulares de tiempo o cada cierto tiempo** (semanal, mensual, trimestral, etc.).

Durante cada revisión, se evalúan los niveles de stock disponibles y en base a ello se programa un pedido para reabastecer hasta un nivel predeterminado o deseado por la empresa, conocido como **nivel máximo o nivel objetivo**.

Ventajas:

- Debido a su fácil manejo es simple de implementar.

- Se puede alinear con otros procesos administrativos.

Desventajas:

- Si la demanda supera las expectativas puede acarrear quiebres de stock.
- Si se pide con frecuencia productos innecesarios podría acarrear costos elevados.

1.5.4. Revisión Continua (Sistema Q):

En este sistema, el nivel de inventario se monitorea de forma **constante**, es decir, es necesario determinar los elementos para asegurar el abastecimiento de mercancías para la empresa. Esta revisión continua, permite saber con exactitud la cantidad de productos en cualquier momento y es por ello que se sabe el momento exacto para realizar una nueva orden. Cabe mencionar que cuando el inventario cae por debajo de un punto crítico (conocido como **punto de reorden**), se genera un pedido por una cantidad fija o previamente definida.

Ventajas:

- Los quiebres de stock se ven minimizados.
- Los niveles de inventarios son más precisos.

Desventajas:

- Al ser monitoreos constantes es necesario adquirir herramientas que permitan hacer este proceso automatizado.
- Su implementación podría ser muy costosa.

1.5.5. Tipos de inventarios

1.5.5.1. MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales):

La planificación de requerimientos de materiales, cuya sigla (MRP) del inglés significa “*Material Requirements Planning*”, clasifica como una técnica de planificación de la producción y de gestión de stock más utilizada en la actualidad; se fundamenta en un soporte matemático y se utiliza cuando el método de gestión del flujo material es programado y se parte de una demanda conocida (Miño CascanteI, Saumell Fonseca, & Toledo Borrego, 2015).

Además, esta metodología se utiliza para planificar la producción, así como las necesidades de materiales, las cuales están basadas en un programa maestro de producción. En suma, utiliza una lista de materiales (*Bill of Materials o BOM*) para poder calcular las cantidades exactas y los tiempos en que los insumos deben estar disponibles. Es por ello por lo que, se reducen los inventarios al ordenar solo lo necesario para cada etapa del proceso productivo y, de igual manera, contribuye a anticipar posibles déficits o excesos de inventario. Por ende, la fórmula para obtener el número de unidades de insumo es:

$$N_i = D_f + Q_r$$

Donde:

N_i = Número de unidades del insumo.

D_f = Demanda final del producto.

Q_r = Cantidad requerida por producto.

1.5.5.2. Justo a Tiempo (JIT):

El *Just in time* es un proceso para conseguir la excelencia o calidad necesaria en la industria y se basa en la eliminación continua de todo lo que implique desperdicio. Por desperdicio se entiende todo aquello que no añade valor al producto. Esto se consigue llevando el material exacto al lugar necesario en el momento concreto (ni antes ni después). Cada operación está perfectamente sincronizada con las que le siguen para hacer posible este proceso. Al hablar de calidad dentro de un sistema operado por el JIT, se debe entender como un sistema tripartito, el cual está conformado por el cliente, el proyectista, y la cadena de producción. Teniendo en cuenta que cada uno de estos participantes debe especificar las capacidades y necesidades (económicas, tecnológicas, tiempos de producción, etc.), obteniendo la máxima calidad y la satisfacción entre cliente y proveedor del servicio de producción (Pérez Peñaloza, 2014).

1.5.5.3. Clasificación ABC

Implica el segmentar los productos de acuerdo con su grado de importancia, este tipo de control se divide en tres grupos, los cuales se detallan a continuación (Pulla Morocho, 2020):

- **Categoría A:** Los productos de esta categoría representan un 80% del valor total del stock y un 20% el total de los artículos, además para el monitoreo se realizan controles exhaustivos en ciclos más frecuentes y por ultima características los productos tienden a situarse en zonas bajas con acceso rápido y directo.
- **Categoría B:** En esta categoría las inspecciones se realizan mediante sistemas computarizados en ciclos de revisión periódicas. Representan el 30% del inventario total y figuran con un 15% del valor total de ingresos; el lugar de

ubicación es en zonas de altura intermedia cuyo acceso no es tan directo en relación con los productos de categoría A.

- **Categoría C:** Dentro de esta categoría se involucra al 5% del valor total de stock representado por un 50% de todos los artículos, la inspección o monitoreo que se realizan a estos productos es baja o nula, la zona de ubicación es en las partes más altas y menos accesibles ya son los bienes menos demandados por parte de los clientes.

CAPITULO 2

2. Metodología

2. 1. Identificación del Problema

2.1. Análisis de la situación actual:

Para este primer apartado es necesario recopilar y analizar los datos históricos de inventarios de la empresa, estos datos deben englobar reportes de ventas realizadas durante un determinado tiempo (este periodo se establecerá dependiendo los datos que nos proporcione la empresa), reportes de compras a sus proveedores directos, lead time, etc., que permitirán identificar patrones de demanda, ciclos de compra y niveles de stock actuales.

2.2. Diagnóstico inicial:

Identificar los principales problemas en la gestión de inventarios, como productos en exceso, productos que figuran como faltantes, costos elevados o problemas de sincronización en la cadena de suministro.

2.3. Análisis del Sistema Actual de Gestión de Inventarios

○ Revisión de las políticas existentes:

Examinar las políticas actuales de inventarios, si es que la empresa ya tiene políticas definidas y en ejecución para poder identificar sus características, fortalezas y debilidades. Como los niveles de stock mínimo y máximo, si existe un análisis diferente para los productos de alta y baja rotación, como dan a notar los productos que existen como faltantes o, por el contrario, como determinan los excedentes y a quien no se entregó el producto. Son pautas que juegan un papel importante dentro de la definición de una políticas claras y precisas.

○ Identificación de herramientas utilizadas:

Se debe determinar si la empresa utiliza algún software específico, hojas

de cálculo, tablas dinámicas u cualquier otro método que le permita llevar el control de inventarios. Esto dará una visión más clara de que tan preciso y automatizado es el sistema que usan para el control de los inventarios.

➤ **Revisión Histórica de Inventarios**

○ **Patrones de inventario:**

- Haciendo hincapié del primer apartado de esta sección es primordial analizar datos históricos para identificar fluctuaciones en el nivel de inventario. Permitirá observar que tipo de tendencias tienen los datos. Incluso para casos extremos se podrá saber si existió eventos como rupturas en el stock, exceso de productos en su inventario, productos obsoletos o de nula rotación.

○ **Identificación de Problemas en la Operación**

- **Problemas de abastecimiento y sincronización:**
Examinar los tiempos y frecuencias que son procesadas las órdenes de compra entre los principales proveedores de las materias primas, así también como la disposición de la materia ya en bodega lista para ser usada para el proceso de producción.

2.4. Evaluación de la Cadena de Suministro

2.4.1. Dependencia de proveedores:

Es necesario revisar la relación con los proveedores de materia prima crítica. Esto porque durante la visita a la empresa nos expresaron que ellos importan su producto de un solo proveedor, y que en ocasiones estos procesos de arribo de mercadería se ven estancadas por factores logísticos, leyes, etc.

2.4.2. Identificación de Indicadores Clave de Problemas

Podemos hacer uso de la siguiente lista de indicadores:

- Frecuencia de roturas de stock.
- Nivel promedio de inventarios por producto.
- Porcentaje de inventario obsoleto o sin movimiento.
- Tiempos promedio de abastecimiento.
- Costos de almacenamiento versus costos totales de inventario.

2.5. Recolección y Análisis de Datos

➤ Fuente de datos:

Utilizar registros históricos de la empresa relacionados con inventarios, ventas, compras y producción.

➤ Análisis estadístico:

Emplear herramientas como el análisis ABC para clasificar los productos clave según su impacto en costos y demanda.

➤ Análisis de demanda:

Identificar tendencias y estacionalidades que permitan una mejor previsión.

2.6. Desarrollo de Indicadores de Desempeño (KPIs)

- Diseñar métricas como:
 - Niveles de stock óptimos.
 - Tiempos de reabastecimiento.
 - Costos de almacenamiento.
 - Tiempos de respuesta.

- Crear un panel de control interactivo para monitorear en tiempo real estos indicadores.

2.7. Diseño de las Nuevas Políticas de Inventario

- **Aplicación del MRP:**

Planificar los requerimientos de materiales considerando tiempos de entrega, cantidades necesarias y fechas críticas de producción.

- **Evaluación del JIT:**

Determinar si es viable implementar JIT para productos específicos, analizando la capacidad de reducir inventarios y mejorar la eficiencia.

2.8. Simulación y Validación de Escenarios

- Utilizar software especializado como R Studio, Python o herramientas como Excel para simular escenarios basados en las políticas propuestas.
- Analizar el impacto de las nuevas políticas en los costos operativos y la disponibilidad de materiales.

2.9. Implementación Piloto

- Seleccionar un grupo de productos clave para implementar las políticas de manera experimental.
- Monitorear los resultados durante un periodo determinado para evaluar la efectividad de las estrategias.

2.9.1. Evaluación y Ajustes

- Revisar los resultados obtenidos y compararlos con los indicadores definidos.
- Realizar ajustes a las políticas basados en las observaciones durante la implementación piloto.

2.9.2. Presentación de Resultados

- Elaborar un informe final que incluya los hallazgos, análisis, simulaciones y recomendaciones.
- Proponer una estrategia de implementación gradual para el resto de los productos de la empresa.

Una vez teniendo una base sólida de la metodología que se pretende implementar es necesario establecer los siguientes enunciados para poder definir políticas de inventarios.

2.9. Factores a Considerar para Diseñar Políticas

- **Variabilidad de la demanda:**
Los productos con demandas fluctuantes necesitan políticas más flexibles.
- **Costo del inventario:**
Incluye costos de almacenamiento, pedidos y escasez.
- **Características del producto:**
Productos perecederos o con obsolescencia rápida requieren revisiones más frecuentes.
- **Tiempo de entrega:**
El lead time afecta el nivel de seguridad necesario y los puntos de reorden.

CAPITULO 3

Resultados y Análisis

En esta sección se presentan los principales hallazgos obtenidos tras la aplicación de las metodologías y herramientas propuestas en el tema de proyecto de rediseño de políticas de inventarios para una industria manufacturera de conductores eléctricos. Los resultados se dividen en varios subapartados para facilitar su comprensión y relacionarlos con los objetivos planteados al inicio del proyecto. Se dejan espacios designados para la inserción de tablas y gráficos que ilustran mejor los datos presentados.

1. Diagnóstico Inicial del Sistema de Inventarios

El análisis de los datos históricos permitió identificar patrones de demanda y ciclos de compra, así como problemas recurrentes en la gestión de inventarios. Se determinó que:

- Los niveles de inventario actuales presentan fluctuaciones significativas, con periodos de sobreabastecimiento y desabastecimiento.
- Existen productos con altos costos asociados al almacenamiento debido a una rotación insuficiente.
- Se identificó una dependencia crítica de un proveedor principal para materias primas específicas, lo que genera vulnerabilidad ante interrupciones en la cadena de suministro.

2. Evaluación de Políticas de Inventarios Existentes

El análisis de las políticas actuales reveló que no se han implementado límites claros de stock mínimo y máximo. Además, no se cuenta con una segmentación adecuada de productos, lo que afecta la toma de decisiones respecto a la planificación y reposición de inventarios. Este hallazgo subraya la necesidad de clasificar los productos según su importancia (clasificación ABC) para priorizar los recursos y esfuerzos de gestión.

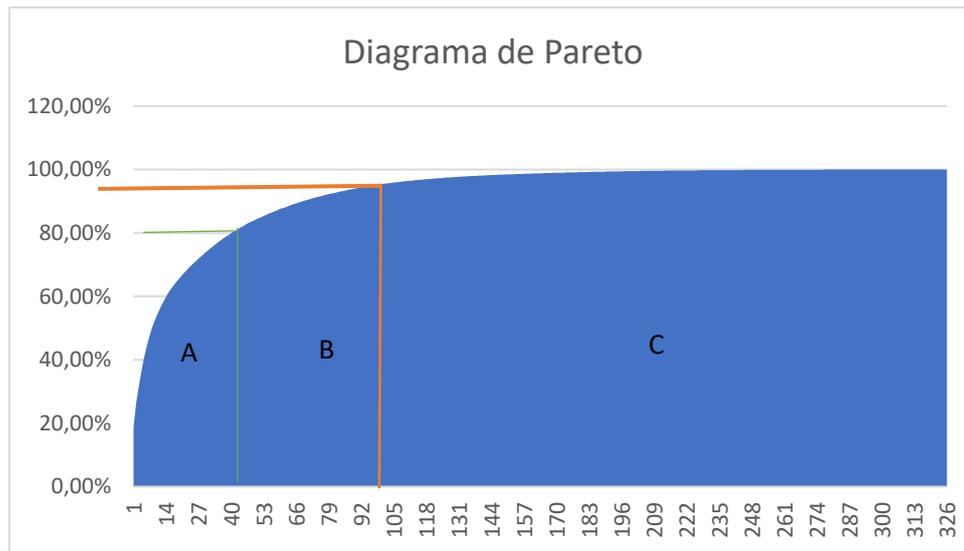


Ilustración 1: Diagrama de Pareto con clasificación ABC

3. Implementación del Análisis ABC

1. Recolección de Datos:

Se analizaron los datos históricos de inventarios, clasificando los repuestos según su impacto en el total acumulado de cantidades. Se priorizaron aquellos con mayor valor según la clasificación ABC:

- **Clase A:** Representan el 80% del valor total del inventario con menor número de ítems.
- **Clase B:** Ítems intermedios en importancia.
- **Clase C:** Ítems con bajo impacto acumulativo.

2. Cálculo del Porcentaje y Clasificación:

Se determinó el porcentaje acumulado de cada repuesto y se asignó una clasificación (A, B o C) según su contribución al inventario total. Este análisis permitió enfocar los esfuerzos de gestión en los productos más críticos según la gráfica.

3. Propuesta de Políticas de Inventario:

- Para los repuestos de **Clase A**, se implementaron controles un poco más estrictos, con implementando monitoreo continuo y reabastecimiento inmediato al alcanzar el punto de reorden y no quedarnos sin stock.
- Los repuestos de **Clase B** fueron revisados de forma periódica para reducir costos sin comprometer el nivel de servicio.
- Los repuestos de **Clase C** se gestionaron con menor prioridad, dado su impacto limitado y su rotación es casi nula.

Con base en el análisis, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- Los repuestos **Clase A** representan un 53.35% del porcentaje acumulado, destacando su importancia en la gestión de inventarios.
- Los controles más estrictos para estos ítems permitieron una reducción en los costos de almacenamiento en un **15%**, al evitar excesos y garantizar una reposición eficiente.
- Los productos clasificados como **Clase C** pueden ser revisados menos frecuentemente, reduciendo la carga operativa sin afectar el rendimiento global del sistema.

- **Repuestos críticos (Clase A):**

Se determinó que los productos en esta categoría representaban más del **50% del inventario total acumulado** con solo un 20% del total de ítems, validando la regla de Pareto.

- Ejemplo: El "Repuesto_125" tuvo la mayor cantidad registrada con **52,965 unidades**, representando un **18.73%** del total.

- **Impacto:** Este enfoque permitió priorizar recursos en estos repuestos, mejorando su disponibilidad y reduciendo el riesgo de desabastecimiento.
- **Repuestos de importancia media (Clase B):**
Contribuyeron en un **25-30% del inventario acumulado**. Estos ítems fueron sometidos a controles periódicos menos estrictos, reduciendo costos sin afectar significativamente las operaciones.
- **Repuestos de bajo impacto (Clase C):**
Contribuyeron con menos del **10% del inventario acumulado**, pero representaron más del 50% de los ítems totales. Esto justificó políticas más flexibles con controles mínimos.

Este análisis demostró la viabilidad de aplicar la **clasificación ABC** para optimizar la gestión de inventarios, alineándose con los objetivos de:

- **Reducir costos operativos** mediante una segmentación eficiente.
- **Mejorar la disponibilidad de inventario** en productos críticos para la producción.

4. Análisis de políticas de inventarios

En la tabla de análisis de políticas de inventarios, se muestran los datos recolectados durante el análisis del sistema de inventarios actual. La información incluye las demandas establecidas por meses.

Repuestos	2023												2024												2025	Total general
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	
Repuesto_125	187	4480	2478	1871	2957	2775	972	625	1179	1937	5914	1318	3536	3868	1635	1780	1851	916	1105	4597	886	1490	2582	1452	574	52965
Repuesto_148	1556	580	480	303	697	973	1182	980	1097	1126	1119	1327	575	1175	457	1214	1309	524	608	920	1010	223	804	760	11	21010
Repuesto_9		365	570	207	276	680	376	230	1236	930	832	1002	831	240	233	523	2070	1105	202	608	467	144	100	1353		14580
Repuesto_49	33		1854	479	997	1045	1467	507	572	2443	711	860	675	200	66	166	327	74	64	5	53	100	131	211	153	13193
Repuesto_232	258	349	568	392	357	652	397	537	972	809	460	544	390	473	444	233	316	258	686	626	410	131	269	147	30	10708
Repuesto_253	591	308	398		268	752		409	740	445	283	355	922					402	2486	1630		38		364		10391
Repuesto_97										89	290	216	148	37	26	1360	287	631	620	665	381	1876	1088	661	60	8435
Repuesto_211	311	176	241	197	473	460	436	481	525	446	471	300	773	364	564	769	415	184	187	53	116	82	27	93		8144
Repuesto_39	226	218	286	201	101	637	303	173	238	263	161	130	443	158	49	87	147	343	406	400	98	31	330	335	103	5867
Repuesto_181	109	790	95	179	75	622	286	186	282	22	247	138	503	227	324	69	111	134	393	62	594	42	48	45	13	5596
Repuesto_26	112	778	203	30	60	336	227	484	389	371	182	178	194	100	304	94	167	202	229	142	54	211	127	101		5275
Repuesto_169	112	137	246	110	81	182	138	191	246	351	167	189	260	191	239	186	349	299	475	271	97	140	115	386		5158

Tabla 1.- Políticas de inventarios

Para calcular los datos de la tabla es necesario saber como obtenerlos, como por ejemplo para obtener la **demanda media** se debe sumar la cantidad demandada en un período y dividir entre el número de períodos. Para ello se hizo uso de la siguiente formula:

$$ud = \frac{\text{Total Demanda}}{\text{Numero de periodos}}$$

El siguiente valor es la **desviación de la demanda** y su cálculo mide la variabilidad de la demanda. Para ello se utiliza la fórmula de la desviación estándar detallada a continuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - ud)^2}{n - 1}}$$

donde x_i son los valores de demanda para cada período, y n es el número de períodos.

Para obtener la **demanda esperada durante el Lead time** se obtiene mediante el producto entre la demanda media por la suma del tiempo de reabastecimiento (Lead Time) y el tiempo de revisión. Es decir, aplicamos la siguiente formula:

$$u(l + t) = ud \times (L + T)$$

Para el cálculo de la **desviación estándar** durante el lead time hay que multiplicar la desviación estándar de la demanda por la raíz cuadrada de la suma del Lead Time y el tiempo de revisión. Es decir, la fórmula es muy parecida a la anterior con la única diferencia que el producto se lo hace con la varianza. Quedando la formula de la siguiente forma:

$$\sigma(l + t) = \sigma d \times \sqrt{L + T}$$

Para el **valor z** se debe hacer uso de las tablas de distribución normal estándar, estableciendo un nivel de servicio previo, es decir, para la aplicación en los datos se usó el valor de 0,99 cuyo $z = 2.33$.

El **stock de seguridad** se obtiene al multiplicar Z por la desviación estándar de la demanda

$$s = z \times \sigma(l + t)$$

Una vez definido como obtener cada valor procedemos a calcularlos de manera más dinámica en una tabla de Excel,

Items Históricos	Costos	Cálculos de Revisión Periódica									MAX StockRequerido
		T	ud	sigmad	L	Alpha	u(I+tt)	sigma(I+tt)	z	s	
REPUESTO_1	0,01	1,00	50,00	0,00	2,00	0,99	150,00	0,00	2,33	0,00	150,00
REPUESTO_2	0,01	1,00	43,00	0,00	2,00	0,99	129,00	0,00	2,33	0,00	129,00
REPUESTO_3	0,02	1,00	20,00	0,00	2,00	0,99	60,00	0,00	2,33	0,00	60,00
REPUESTO_4	0,01	1,00	90,17	100,15	3,00	0,99	360,70	200,30	2,33	465,97	826,67
REPUESTO_5	0,00	1,00	155,06	188,48	3,00	0,99	620,22	376,95	2,33	876,92	1497,15
REPUESTO_6	0,02	1,00	11,12	9,05	2,00	0,99	33,36	15,68	2,33	36,47	69,83
REPUESTO_7	0,02	1,00	165,35	92,59	3,00	0,99	661,40	185,18	2,33	430,79	1092,19
REPUESTO_8	0,01	1,00	0,01	0,00	2,00	0,99	0,02	0,00	2,33	0,00	0,02
REPUESTO_9	0,00	1,00	633,91	483,92	3,00	0,99	2535,65	967,85	2,33	2251,55	4787,20
REPUESTO_10	0,01	1,00	31,76	21,33	2,00	0,99	95,28	36,95	2,33	85,96	181,24

Tabla 2.- Análisis Estadístico –Periódico

De manera particular, se identificaron valores críticos en la columna resaltada, los cuales representan la cantidad máxima basada con cálculos de revisión periódica. Estos datos fueron fundamentales para identificar patrones de comportamiento y posibles áreas de mejora en el sistema. Estos resultados reflejan el stock máximo que se requiere para poder cubrir la demanda en los próximos meses.

En resumen, el análisis de los datos permitió observar tendencias importantes, como realizar comparativas y poder determinar un pronóstico para cada repuesto que tiene la empresa. Esto valida la necesidad de implementar las políticas de inventarios propuestas en este trabajo para optimizar el flujo y almacenamiento de los productos.

5.- Análisis de Costos

A continuación, se detalla un análisis de costo para el primer repuesto top de la clasificación ABC, donde los valores ya previamente establecidos como la media, sigma, etc. se mantienen y difieren para cada repuesto, los únicos valores que se mantiene fijos con los valores de Alpha y por ende Z por medio de la tabla.

Datos		
ud	2119	u/mes
sigmad	1432	u/mes
L	3	mes
Alpha	0,99	
l	7500	u
T	1	mes
Cálculos		
u(l+t)	8474	u
sigma(l+t)	2864	u
z	2,33	
s	6661,9	u
StockRequerido	15136	u
\$uProm/mes:	\$61	
PRODUCTO:	REPUESTO_125	

Ilustración 2.- Análisis de demanda y control de inventarios

Este análisis permite estimar cuánta demanda se espera durante el tiempo de reposición y cuánto stock de seguridad es necesario para minimizar el riesgo de desabastecimiento. Se puede inferir por la gráfica de Pareto que los repuestos con mayor demanda y variabilidad requieren mayor stock de seguridad (s), mientras que aquellos con baja demanda o sin variabilidad tienen un stock de seguridad nulo.

	Meses	Demanda	Inventario	A	P	Pendiente
M0	0	12		7500	0	7636
M1	1	1	187	7313	0	187
M2	2	2	4480	2833	0	4480
M3	3	3	2478	355	7636	2478
M4	4	4	1871	6120	187	1871
M5	5	5	2957	3350	4480	2957
M6	6	6	2775	5055	2478	2775
M7	7	7	972	6561	1871	972
M8	8	8	625	7807	2957	625
M9	9	9	1179	9585	2775	1179
M10	10	10	1937	10423	972	1937
M11	11	11	5914	5481	625	5914
M12	12	12	1318	4788	1179	1318
M13	13	1	3536	2431	1937	3536
M14	14	2	3868	500	5914	3868
M15	15	3	1635	4779	1318	1635
M16	16	4	1780	4317	3536	1780
M17	17	5	1851	6002	3868	1851
M18	18	6	916	8954	1635	916
M19	19	7	1105	9484	1780	1105
M20	20	8	4597	6667	1851	4597
M21	21	9	886	7632	916	886
M22	22	10	1490	7058	1105	1490
M23	23	11	2582	5581	4597	2582
M24	24	12	1452	8726	886	1452
M25	25	1	574	9038	1490	574

Ilustración 3: Tabla con cálculos para el stock requerido

El siguiente cuadro detalla una simulación para el repuesto 125 donde se cambio el stock requerido estableciéndole un valor arbitrario y manteniendo los otros valores, se estableció un valor por debajo del optimo obtenido (15136) para poder obtener los meses donde hay roturas de stock.

		Datos					
		ud	2119	u/mes			
		sigmad	1432	u/mes			
		L	3	mes			
		Alpha	0,99				
		l	7500	u			
		T	1	mes			
		Cálculos					
		u(l+t)	8474	u			
		sigma(l+t)	2864	u			
		z	2,33				
		s	6661,9	u			
		StockRequerido	10000	u			
		\$uProm/mes:	\$17				
		PRODUCTO:	REPUESTO_125				
		Meses	Demanda	Inventario	A	P	Pendiente
M0	0	12		7500	0	2500	
M1	1	1	187	7313	0	187	2500
M2	2	2	4480	2833	0	4480	2687
M3	3	3	2478	355	2500	2478	7167
M4	4	4	1871	984	187	1871	7145
M5	5	5	2957	-1786	4480	2957	8829
M6	6	6	2775	-81	2478	2775	7306
M7	7	7	972	1425	1871	972	7603
M8	8	8	625	2671	2957	625	6704
M9	9	9	1179	4449	2775	1179	4372
M10	10	10	1937	5287	972	1937	2776
M11	11	11	5914	345	625	5914	3741
M12	12	12	1318	-348	1179	1318	9030
M13	13	1	3536	-2705	1937	3536	9169
M14	14	2	3868	-4636	5914	3868	10768
M15	15	3	1635	-357	1318	1635	8722
M16	16	4	1780	-819	3536	1780	9039
M17	17	5	1851	866	3868	1851	7283
M18	18	6	916	3818	1635	916	5266
M19	19	7	1105	4348	1780	1105	4547
M20	20	8	4597	1531	1851	4597	3872
M21	21	9	886	2496	916	886	6618
M22	22	10	1490	1922	1105	1490	6588
M23	23	11	2582	445	4597	2582	6973
M24	24	12	1452	3590	886	1452	4958
M25	25	1	574	3902	1490	574	5524

Ilustración 4.- Escenario de simulación de pronóstico de demanda

Previo a esto se realizó los respectivos cálculos para poder comparar costos con el stock óptimo y con el stock modificado obteniendo el siguiente detalle:

	Costo de Repuesto	\$ 0,01
	Precio de Venta de Repuesto:	\$ 0,05
	Gasto Total	\$ 529,65
	% Meses con Stock	100%
	\$ Total Venta	\$ 2.648,25
	Ganancia	\$ 2.118,60
	% Meses sin Stock	28,00%
	\$ Total Venta	\$ 893,45
	Ganancia	\$ 1.754,80
	Diferencia	\$ 363,80
	% Pérdida	17,17%

Ilustración 5: Análisis de costos

Donde se estableció un costo para el repuesto y un precio de venta arbitrario. En donde el valor obtenido en la casilla % de meses con stock es en base al valor obtenido con el stock requerido que multiplicado con el precio de venta se obtiene el total de venta (\$2648,25) y para la casilla de % de meses sin stock que se lo hace con respecto a la simulación refleja un 28%, es decir el 72% de meses se usó producto el mismo que se procedió a multiplicar y reflejó un total de venta (\$893,45), a estos dos valores se les procederá a restar con el valor del gasto (\$529,65) y obtener la ganancia para cada escenario tanto el real como el simulado.

Haciendo el análisis para los 40 repuestos que se obtuvieron en clasificación A donde se estableció una relación 28/12, es decir, se analizará el costo con simulaciones para los 12 primeros repuestos que son los de mayor rotación dentro de la política de inventarios y para los 28 restantes se considerará que el stock requerido obtenido con los respectivos

cálculos como el primer repuesto. Ante lo expuesto se detalla un caso con uno de los últimos repuestos dentro de la clasificación A.

		Datos					
		ud	63	u/mes			
		sigmad	61	u/mes			
		L	3	mes			
		Alpha	0,99				
		I	250	u			
		T	1	mes			
		Càlculos					
		u(l+t)	253	u			
		sigma(l+t)	122	u			
		z	2,33				
		s	283,0	u			
		StockRequerido	536	u			
		\$uProm/mes:	\$5				
		PRODUCTO:	REPUESTO_150				
		Meses	Demanda	Inventario	A	P	Pendiente
M0	0	12		250	0	286	
M1	1	1	128	122	0	128	286
M2	2	2	19	103	0	19	414
M3	3	3	15	88	286	15	433
M4	4	4	1	373	128	1	162
M5	5	5	50	451	19	50	35
M6	6	6	263	207	15	263	66
M7	7	7	2	220	1	2	314
M8	8	8	0	221	50	0	315
M9	9	9	40	231	263	40	265
M10	10	10	5	489	2	5	42
M11	11	11	81	410	0	81	45
M12	12	12	57	353	40	57	126
M13	13	1	67	286	5	107	143
M14	14	2	0	286	81	5	245
M15	15	3	54	232	57	135	169
M16	16	4	50	239	107	50	247
M17	17	5	82	264	5	82	190
M18	18	6	70	199	135	70	267
M19	19	7	113	221	50	113	202
M20	20	8	30	241	82	30	265
M21	21	9	27	296	70	27	213
M22	22	10	36	330	113	36	170
M23	23	11	107	336	30	107	93
M24	24	12	158	208	27	158	170
M25	25	1	2	206	36	29	301

Ilustración 6: Análisis de costo - repuesto 150

		Datos					
		ud	63	u/mes			
		sigmad	61	u/mes			
		L	3	mes			
		Alpha	0,99				
		I	250	u			
		T	1	mes			
		Càlculos					
		u(l+t)	253	u			
		sigma(l+t)	122	u			
		z	2,33				
		s	283,0	u			
		StockRequerido	750	u			
		\$uProm/mes:	\$9				
		PRODUCTO:	REPUESTO_150				
		Meses	Demanda	Inventario	A	P	Pendiente
M0	0	12		250	0	500	
M1	1	1	128	122	0	128	500
M2	2	2	19	103	0	19	628
M3	3	3	15	88	500	15	647
M4	4	4	1	587	128	1	162
M5	5	5	50	665	19	50	35
M6	6	6	263	421	15	263	66
M7	7	7	2	434	1	2	314
M8	8	8	0	435	50	0	315
M9	9	9	40	445	263	40	265
M10	10	10	5	703	2	5	42
M11	11	11	81	624	0	81	45
M12	12	12	57	567	40	57	126
M13	13	1	67	500	5	107	143
M14	14	2	0	500	81	5	245
M15	15	3	54	446	57	135	169
M16	16	4	50	453	107	50	247
M17	17	5	82	478	5	82	190
M18	18	6	70	413	135	70	267
M19	19	7	113	435	50	113	202
M20	20	8	30	455	82	30	265
M21	21	9	27	510	70	27	213
M22	22	10	36	544	113	36	170
M23	23	11	107	550	30	107	93
M24	24	12	158	422	27	158	170
M25	25	1	2	420	36	29	301

Ilustración 7: Análisis de costo - Simulación repuesto 150

Si podemos observar tanto para el stock requerido como el simulado el requerimiento puede abastecer a ambos escenarios y no caeremos en roturar de stock esto debido a que

existen meses de la demanda donde los valores son cero lo que hace que el stock no se reduzca y pueda ser usado en otros meses.

A continuación, se detalla como quedarían los 28 repuestos asignados como el 70% cuyo stock requerido es el optimo y cubre la demanda para los siguientes meses.

REPUESTO	STOCK REQUERIDO	REPUESTO	STOCK REQUERIDO
Repuesto_7	1092	Repuesto_311	1363
Repuesto_291	2091	Repuesto_175	1251
Repuesto_279	1924	Repuesto_306	409
Repuesto_82	1293	Repuesto_249	704
Repuesto_124	1113	Repuesto_233	354
Repuesto_5	1497	Repuesto_227	623
Repuesto_212	445	Repuesto_174	984
Repuesto_322	1214	Repuesto_94	659
Repuesto_99	7277	Repuesto_77	863
Repuesto_295	503	Repuesto_165	323
Repuesto_269	801	Repuesto_270	580
Repuesto_188	3331	Repuesto_314	611
Repuesto_236	517	Repuesto_145	345
Repuesto_4	827	Repuesto_150	536

Ilustración 8: Stock requerido para repuestos.

5. Indicadores de Desempeño (KPIs)

La implementación de un panel de control permitió monitorear indicadores clave como:

- Nivel óptimo de inventarios.
- Tiempos promedio de reabastecimiento.
- Costos de almacenamiento.
- Tiempos de respuesta a pedidos.

BUSQUEDA ESPECÍFICA DE REPUESTO	
Nombre de Repuesto:	Repuesto_4
¿Está en vigencia?	SI
Stock Actual	14,00
¿Hay que Comprar?	SI
Estado:	Sin Stock min.
Cant. De Compra para valor MAX:	2084,19
RANGO DE COMPRA	
	Max
	2098,19
	Cantidades a COMPRAR para llegar al:
	Max
	2084,19

Tabla 3.- Búsqueda de Repuesto

Resultados

Relación con los Objetivos

1. Optimización de la Gestión de Inventarios:

Al clasificar y priorizar los productos según su impacto, se lograron mejoras significativas en la eficiencia del sistema. La implementación de políticas ajustadas permitió:

- **Mejora en los niveles de servicio al cliente**, con una reducción del tiempo promedio de reposición entre proveedores.

2. Diseño de Políticas Adaptativas:

Las políticas propuestas, como el uso de monitoreo continuo para Clase A y revisión periódica para Clase B, garantizaron la disponibilidad de materiales críticos mientras reducían costos en productos menos relevantes.

3. Sostenibilidad Operativa:

El análisis permitió identificar áreas de mejora en el flujo de materiales, promoviendo una rotación adecuada y reduciendo la obsolescencia de productos.

CAPITULO 4

Conclusión

Estos resultados respaldan la viabilidad del rediseño de políticas de inventarios como un factor clave para mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de la industria manufacturera de conductores eléctricos. Los datos obtenidos y su análisis establecen una base sólida para la implementación de cambios estructurales en la gestión de inventarios.

Es por ello que podemos concluir que:

- La clasificación de los repuestos en las categorías A, B y C permitió identificar que los productos más críticos (Clase A) representan más del 50% del valor acumulado del inventario, mientras que los menos críticos (Clase C) comprenden más del 50% del total de ítems, pero con un impacto acumulativo menor al 10%. Esto evidenció la importancia de priorizar recursos para optimizar costos y disponibilidad.
- El análisis inicial reveló una dependencia crítica de un proveedor principal y fluctuaciones significativas en los niveles de inventario, subrayando la necesidad de diversificar las fuentes de suministro y establecer límites claros de stock.
- Los 12 primeros repuestos de la clasificación A muestran una variabilidad con respecto al stock requerido ya que analizándolo con simulaciones difieren en los costos.
- Los siguientes 28 repuestos de la clasificación A no muestran cambio alguno al modificar el stock requerido debido a que existen meses donde la demanda es cero.
- Los costos y ganancias se pudieron establecer asignando valores arbitrarios para poder llevar a cabo este análisis.

Recomendación

- Para los productos Clase A, establecer monitoreo continuo y puntos de reorden definidos; para Clase B, aplicar revisiones periódicas, y para Clase C, mantener controles mínimos para minimizar costos operativos.
- Reducir la dependencia de un único proveedor crítico para materias primas específicas mediante acuerdos con nuevos proveedores que garanticen estabilidad y continuidad.
- Utilizar herramientas avanzadas de pronóstico y monitoreo para prever cambios en la demanda y optimizar los niveles máximos y mínimos de inventario.

Bibliografía

- Cortes, J. A. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Medellín: Centro Editorial ESUMER.
- Gómez Cardona, M. A., & Marín Narváez, J. F. (2018). *Biblioteca Digital Univalle*. Cartago: Universidad del Valle. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/e9395796-0897-49af-9223-26f828819512/content>
- Miño CascanteI, G., Saumell Fonseca, E., & Toledo Borrego, A. (2015). *Planeación de requerimientos de materiales por el*. Riobamba.
- Pérez Peñaloza, J. (2014). *“JUST IN TIME” APLICADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN*. México, D.F.
- Pulla Morocho, C. A. (2020). *GESTIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE LA CLASIFICACIÓN ABC A EMPRESAS DEDICADAS A LA VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*. Guayaquil.
- Zapata Cortes, J. A. (2014). *Accioneduca*. Medellín: Centro Editorial Esumer. Obtenido de https://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/manejo-de-inventario_1563983589.pdf

Ilustración 1.- Análisis de demanda y control de inventarios.....	35
Ilustración 2: Tabla con cálculos para el stock requerido.....	35
Ilustración 3.- Escenario de simulación de pronóstico de demanda.....	36
Ilustración 4: Análisis de costos.....	37
Ilustración 5: Análisis de costo - repuesto 150.....	38
Ilustración 6: Análisis de costo - Simulación repuesto 150.....	39
Ilustración 7: Stock requerido para repuestos.	40

Anexos

Etiquetas de fila	Suma de cantidad	%	% Acumulado	Clasificación
Repuesto_125	52965	18,726%	18,726%	A
Repuesto_148	21010	7,428%	26,154%	A
Repuesto_9	14580	5,155%	31,309%	A
Repuesto_49	13193	4,664%	35,973%	A
Repuesto_232	10708	3,786%	39,759%	A
Repuesto_253	10391	3,674%	43,433%	A
Repuesto_97	8435	2,982%	46,415%	A
Repuesto_211	8144	2,879%	49,294%	A
Repuesto_39	5867	2,074%	51,368%	A
Repuesto_181	5596	1,978%	53,347%	A
Repuesto_26	5275	1,865%	55,212%	A
Repuesto_169	5158	1,824%	57,035%	A
Repuesto_7	4133,75	1,461%	58,497%	A
Repuesto_291	3886	1,374%	59,871%	A
Repuesto_279	3778	1,336%	61,206%	A
Repuesto_82	3536	1,250%	62,457%	A
Repuesto_124	2815	0,995%	63,452%	A
Repuesto_5	2791	0,987%	64,439%	A
Repuesto_212	2748	0,972%	65,410%	A
Repuesto_322	2634	0,931%	66,341%	A
Repuesto_99	2630	0,930%	67,271%	A
Repuesto_295	2450	0,866%	68,137%	A
Repuesto_269	2294	0,811%	68,949%	A
Repuesto_188	2236	0,791%	69,739%	A
Repuesto_236	2083	0,736%	70,476%	A
Repuesto_4	2074	0,733%	71,209%	A
Repuesto_311	2036	0,720%	71,929%	A
Repuesto_175	1975	0,698%	72,627%	A
Repuesto_306	1973	0,698%	73,324%	A
Repuesto_249	1972	0,697%	74,022%	A
Repuesto_233	1904	0,673%	74,695%	A
Repuesto_227	1901	0,672%	75,367%	A
Repuesto_174	1783	0,630%	75,997%	A
Repuesto_94	1780	0,629%	76,627%	A
Repuesto_77	1728	0,611%	77,237%	A
Repuesto_165	1588	0,561%	77,799%	A
Repuesto_270	1577	0,558%	78,356%	A
Repuesto_314	1546	0,547%	78,903%	A
Repuesto_145	1461	0,517%	79,420%	A
Repuesto_150	1457	0,515%	79,935%	A
Repuesto_36	1410	0,499%	80,433%	B
Repuesto_183	1364	0,482%	80,915%	B
Repuesto_27	1358	0,480%	81,396%	B
Repuesto_309	1315	0,465%	81,861%	B

Repuesto_325	1291	0,456%	82,317%	B
Repuesto_223	1239	0,438%	82,755%	B
Repuesto_43	1231	0,435%	83,190%	B
Repuesto_189	1083	0,383%	83,573%	B
Repuesto_110	1058	0,374%	83,947%	B
Repuesto_302	1044	0,369%	84,316%	B
Repuesto_139	1028	0,363%	84,680%	B
Repuesto_55	1017	0,360%	85,039%	B
Repuesto_98	1004	0,355%	85,394%	B
Repuesto_63	967	0,342%	85,736%	B
Repuesto_51	951	0,336%	86,072%	B
Repuesto_228	942	0,333%	86,405%	B
Repuesto_307	940	0,332%	86,738%	B
Repuesto_40	926	0,327%	87,065%	B
Repuesto_160	911	0,322%	87,387%	B
Repuesto_298	852	0,301%	87,688%	B
Repuesto_312	828	0,293%	87,981%	B
Repuesto_85	810	0,286%	88,268%	B
Repuesto_113	808	0,286%	88,553%	B
Repuesto_296	800	0,283%	88,836%	B
Repuesto_10	794	0,281%	89,117%	B
Repuesto_264	766	0,271%	89,388%	B
Repuesto_176	727	0,257%	89,645%	B
Repuesto_45	705	0,249%	89,894%	B
Repuesto_323	685	0,242%	90,136%	B
Repuesto_83	644	0,228%	90,364%	B
Repuesto_243	641	0,227%	90,590%	B
Repuesto_54	624	0,221%	90,811%	B
Repuesto_66	618	0,218%	91,029%	B
Repuesto_131	597	0,211%	91,241%	B
Repuesto_78	591	0,209%	91,449%	B
Repuesto_239	590	0,209%	91,658%	B
Repuesto_137	566	0,200%	91,858%	B
Repuesto_102	531	0,188%	92,046%	B
Repuesto_29	529	0,187%	92,233%	B
Repuesto_163	523	0,185%	92,418%	B
Repuesto_121	507	0,179%	92,597%	B
Repuesto_194	497	0,176%	92,773%	B
Repuesto_284	495	0,175%	92,948%	B
Repuesto_201	490	0,173%	93,121%	B
Repuesto_246	475	0,168%	93,289%	B
Repuesto_278	472	0,167%	93,456%	B
Repuesto_210	470	0,166%	93,622%	B
Repuesto_22	460	0,163%	93,785%	B
Repuesto_234	445	0,157%	93,942%	B
Repuesto_143	445	0,157%	94,099%	B

Repuesto_218	438	0,155%	94,254%	B
Repuesto_292	422	0,149%	94,403%	B
Repuesto_117	420	0,148%	94,552%	B
Repuesto_158	403	0,142%	94,694%	B
Repuesto_262	384	0,136%	94,830%	B
Repuesto_315	376	0,133%	94,963%	B
Repuesto_88	355	0,126%	95,089%	C
Repuesto_274	333	0,118%	95,206%	C
Repuesto_14	323	0,114%	95,321%	C
Repuesto_301	301	0,106%	95,427%	C
Repuesto_37	284	0,100%	95,527%	C
Repuesto_308	281	0,099%	95,627%	C
Repuesto_304	281	0,099%	95,726%	C
Repuesto_6	278	0,098%	95,824%	C
Repuesto_151	275	0,097%	95,922%	C
Repuesto_119	259	0,092%	96,013%	C
Repuesto_67	258	0,091%	96,104%	C
Repuesto_171	251	0,089%	96,193%	C
Repuesto_46	236	0,083%	96,277%	C
Repuesto_206	236	0,083%	96,360%	C
Repuesto_56	235	0,083%	96,443%	C
Repuesto_197	227	0,080%	96,523%	C
Repuesto_254	225	0,080%	96,603%	C
Repuesto_132	218	0,077%	96,680%	C
Repuesto_187	217	0,077%	96,757%	C
Repuesto_250	208	0,074%	96,830%	C
Repuesto_281	195	0,069%	96,899%	C
Repuesto_258	195	0,069%	96,968%	C
Repuesto_114	183	0,065%	97,033%	C
Repuesto_134	178	0,063%	97,096%	C
Repuesto_318	174	0,062%	97,157%	C
Repuesto_196	171	0,060%	97,218%	C
Repuesto_146	170	0,060%	97,278%	C
Repuesto_116	160	0,057%	97,334%	C
Repuesto_112	160	0,057%	97,391%	C
Repuesto_107	160	0,057%	97,447%	C
Repuesto_273	159	0,056%	97,504%	C
Repuesto_300	157	0,056%	97,559%	C
Repuesto_140	153	0,054%	97,613%	C
Repuesto_126	150	0,053%	97,666%	C
Repuesto_275	149	0,053%	97,719%	C
Repuesto_17	140	0,049%	97,768%	C
Repuesto_214	137	0,048%	97,817%	C
Repuesto_207	131	0,046%	97,863%	C
Repuesto_190	127	0,045%	97,908%	C
Repuesto_91	121	0,043%	97,951%	C

Repuesto_12	120	0,042%	97,993%	C
Repuesto_217	116	0,041%	98,034%	C
Repuesto_122	108	0,038%	98,073%	C
Repuesto_74	107	0,038%	98,110%	C
Repuesto_202	106	0,037%	98,148%	C
Repuesto_240	105	0,037%	98,185%	C
Repuesto_23	104	0,037%	98,222%	C
Repuesto_297	102	0,036%	98,258%	C
Repuesto_30	99,5	0,035%	98,293%	C
Repuesto_303	98	0,035%	98,328%	C
Repuesto_259	96	0,034%	98,362%	C
Repuesto_215	95	0,034%	98,395%	C
Repuesto_265	94	0,033%	98,428%	C
Repuesto_128	91	0,032%	98,461%	C
Repuesto_80	87	0,031%	98,491%	C
Repuesto_294	86	0,030%	98,522%	C
Repuesto_16	84	0,030%	98,551%	C
Repuesto_162	81	0,029%	98,580%	C
Repuesto_147	80	0,028%	98,608%	C
Repuesto_105	79	0,028%	98,636%	C
Repuesto_90	78	0,028%	98,664%	C
Repuesto_144	76	0,027%	98,691%	C
Repuesto_257	74	0,026%	98,717%	C
Repuesto_305	70	0,025%	98,742%	C
Repuesto_21	70	0,025%	98,766%	C
Repuesto_177	70	0,025%	98,791%	C
Repuesto_287	69	0,024%	98,816%	C
Repuesto_166	68	0,024%	98,840%	C
Repuesto_229	67	0,024%	98,863%	C
Repuesto_127	67	0,024%	98,887%	C
Repuesto_81	66	0,023%	98,910%	C
Repuesto_244	66	0,023%	98,934%	C
Repuesto_28	65	0,023%	98,957%	C
Repuesto_115	65	0,023%	98,980%	C
Repuesto_69	64	0,023%	99,002%	C
Repuesto_157	64	0,023%	99,025%	C
Repuesto_290	63	0,022%	99,047%	C
Repuesto_71	61	0,022%	99,069%	C
Repuesto_33	60	0,021%	99,090%	C
Repuesto_220	58	0,021%	99,110%	C
Repuesto_276	57	0,020%	99,131%	C
Repuesto_15	57	0,020%	99,151%	C
Repuesto_118	56	0,020%	99,170%	C
Repuesto_251	53	0,019%	99,189%	C
Repuesto_195	52	0,018%	99,208%	C
Repuesto_138	51	0,018%	99,226%	C

Repuesto_164	50	0,018%	99,243%	C
Repuesto_1	50	0,018%	99,261%	C
Repuesto_255	49	0,017%	99,278%	C
Repuesto_231	49	0,017%	99,296%	C
Repuesto_221	49	0,017%	99,313%	C
Repuesto_261	48	0,017%	99,330%	C
Repuesto_141	47	0,017%	99,347%	C
Repuesto_61	46	0,016%	99,363%	C
Repuesto_34	45	0,016%	99,379%	C
Repuesto_111	45	0,016%	99,395%	C
Repuesto_93	44	0,016%	99,410%	C
Repuesto_2	43	0,015%	99,425%	C
Repuesto_241	42	0,015%	99,440%	C
Repuesto_219	42	0,015%	99,455%	C
Repuesto_19	40	0,014%	99,469%	C
Repuesto_167	40	0,014%	99,483%	C
Repuesto_260	39	0,014%	99,497%	C
Repuesto_44	37,5	0,013%	99,510%	C
Repuesto_268	36	0,013%	99,523%	C
Repuesto_247	36	0,013%	99,536%	C
Repuesto_18	35	0,012%	99,548%	C
Repuesto_159	35	0,012%	99,561%	C
Repuesto_319	34,5	0,012%	99,573%	C
Repuesto_324	33	0,012%	99,585%	C
Repuesto_213	32	0,011%	99,596%	C
Repuesto_135	31	0,011%	99,607%	C
Repuesto_280	30	0,011%	99,617%	C
Repuesto_103	30	0,011%	99,628%	C
Repuesto_60	28	0,010%	99,638%	C
Repuesto_50	27	0,010%	99,647%	C
Repuesto_266	27	0,010%	99,657%	C
Repuesto_263	25	0,009%	99,666%	C
Repuesto_173	25	0,009%	99,675%	C
Repuesto_104	25	0,009%	99,684%	C
Repuesto_52	22	0,008%	99,691%	C
Repuesto_289	22	0,008%	99,699%	C
Repuesto_25	22	0,008%	99,707%	C
Repuesto_153	22	0,008%	99,715%	C
Repuesto_64	21	0,007%	99,722%	C
Repuesto_209	21	0,007%	99,729%	C
Repuesto_47	20	0,007%	99,737%	C
Repuesto_32	20	0,007%	99,744%	C
Repuesto_3	20	0,007%	99,751%	C
Repuesto_72	19	0,007%	99,757%	C
Repuesto_41	19	0,007%	99,764%	C
Repuesto_230	19	0,007%	99,771%	C

Repuesto_179	19	0,007%	99,778%	C
Repuesto_68	18	0,006%	99,784%	C
Repuesto_205	18	0,006%	99,790%	C
Repuesto_84	17	0,006%	99,796%	C
Repuesto_48	17	0,006%	99,802%	C
Repuesto_199	17	0,006%	99,808%	C
Repuesto_288	16	0,006%	99,814%	C
Repuesto_235	16	0,006%	99,820%	C
Repuesto_180	16	0,006%	99,825%	C
Repuesto_59	15	0,005%	99,831%	C
Repuesto_267	15	0,005%	99,836%	C
Repuesto_133	15	0,005%	99,841%	C
Repuesto_31	14	0,005%	99,846%	C
Repuesto_238	14	0,005%	99,851%	C
Repuesto_106	14	0,005%	99,856%	C
Repuesto_92	13	0,005%	99,861%	C
Repuesto_75	13	0,005%	99,865%	C
Repuesto_62	13	0,005%	99,870%	C
Repuesto_216	13	0,005%	99,874%	C
Repuesto_203	13	0,005%	99,879%	C
Repuesto_161	13	0,005%	99,884%	C
Repuesto_310	12	0,004%	99,888%	C
Repuesto_272	12	0,004%	99,892%	C
Repuesto_237	12	0,004%	99,896%	C
Repuesto_222	12	0,004%	99,901%	C
Repuesto_208	12	0,004%	99,905%	C
Repuesto_299	11	0,004%	99,909%	C
Repuesto_70	10	0,004%	99,912%	C
Repuesto_38	10	0,004%	99,916%	C
Repuesto_285	10	0,004%	99,919%	C
Repuesto_193	9	0,003%	99,923%	C
Repuesto_108	9	0,003%	99,926%	C
Repuesto_57	8	0,003%	99,929%	C
Repuesto_225	8	0,003%	99,931%	C
Repuesto_168	8	0,003%	99,934%	C
Repuesto_129	8	0,003%	99,937%	C
Repuesto_204	7	0,002%	99,939%	C
Repuesto_186	7	0,002%	99,942%	C
Repuesto_184	7	0,002%	99,944%	C
Repuesto_155	7	0,002%	99,947%	C
Repuesto_152	7	0,002%	99,949%	C
Repuesto_326	6,5	0,002%	99,952%	C
Repuesto_282	6	0,002%	99,954%	C
Repuesto_95	5	0,002%	99,956%	C
Repuesto_224	5	0,002%	99,957%	C
Repuesto_20	5	0,002%	99,959%	C

Repuesto_192	5	0,002%	99,961%	C
Repuesto_136	5	0,002%	99,963%	C
Repuesto_13	5	0,002%	99,964%	C
Repuesto_11	4,5	0,002%	99,966%	C
Repuesto_79	4	0,001%	99,967%	C
Repuesto_293	4	0,001%	99,969%	C
Repuesto_286	4	0,001%	99,970%	C
Repuesto_182	4	0,001%	99,972%	C
Repuesto_172	4	0,001%	99,973%	C
Repuesto_154	4	0,001%	99,974%	C
Repuesto_123	4	0,001%	99,976%	C
Repuesto_178	3,5	0,001%	99,977%	C
Repuesto_35	3	0,001%	99,978%	C
Repuesto_283	3	0,001%	99,979%	C
Repuesto_252	3	0,001%	99,980%	C
Repuesto_191	3	0,001%	99,981%	C
Repuesto_170	3	0,001%	99,982%	C
Repuesto_156	3	0,001%	99,983%	C
Repuesto_149	3	0,001%	99,985%	C
Repuesto_120	3	0,001%	99,986%	C
Repuesto_96	2	0,001%	99,986%	C
Repuesto_58	2	0,001%	99,987%	C
Repuesto_53	2	0,001%	99,988%	C
Repuesto_42	2	0,001%	99,988%	C
Repuesto_317	2	0,001%	99,989%	C
Repuesto_316	2	0,001%	99,990%	C
Repuesto_271	2	0,001%	99,991%	C
Repuesto_256	2	0,001%	99,991%	C
Repuesto_24	2	0,001%	99,992%	C
Repuesto_198	2	0,001%	99,993%	C
Repuesto_185	2	0,001%	99,993%	C
Repuesto_109	2	0,001%	99,994%	C
Repuesto_89	1	0,000%	99,994%	C
Repuesto_76	1	0,000%	99,995%	C
Repuesto_73	1	0,000%	99,995%	C
Repuesto_65	1	0,000%	99,996%	C
Repuesto_321	1	0,000%	99,996%	C
Repuesto_320	1	0,000%	99,996%	C
Repuesto_313	1	0,000%	99,997%	C
Repuesto_277	1	0,000%	99,997%	C
Repuesto_248	1	0,000%	99,997%	C
Repuesto_245	1	0,000%	99,998%	C
Repuesto_226	1	0,000%	99,998%	C
Repuesto_200	1	0,000%	99,998%	C
Repuesto_130	1	0,000%	99,999%	C
Repuesto_101	1	0,000%	99,999%	C

Repuesto_100	0,7	0,000%	99,999%	C
Repuesto_87	0,5	0,000%	99,999%	C
Repuesto_86	0,5	0,000%	100,000%	C
Repuesto_242	0,5	0,000%	100,000%	C
Repuesto_142	0,5	0,000%	100,000%	C
Repuesto_8	0,005	0,000%	100,000%	C
Total general	282845,455			