



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Modelo de gestión de inventarios basado en Distribution Resource Planning**

**(DRP) de una distribuidora automotriz**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial**

**AUTOR(ES)**

**Becerra Tello, Pedro José (0000-0002-0474-538X)**

**Rojas Acuña, Junisse Alejandra (0000-0002-2928-0363)**

**ASESOR**

**Ramos Palomino, Edgar David (0000-0002-6135-2646)**

**Lima, 26 de enero de 2021**

*DEDICATORIA*

*Dedico este trabajo de investigación a mi mamá, Nidia, por enseñarme a enfrentar los nuevos retos con valor e impulsarme en todo momento a cumplir mis sueños*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a nuestras familias y amigos por confiar en nosotros, mostrarnos su apoyo y acompañarnos en este camino.

## RESUMEN

El sector comercial peruano viene creciendo constantemente debido a la aparición de nuevas pymes. Esto se ve evidenciado un aumento del 3,19% en las mismas respecto al 2019. No obstante, una gran cantidad de estas compañías presentan considerables pérdidas debido al gran número de existencias almacenadas durante bastante tiempo. Es decir, el sobre stock en los inventarios significa la presencia de un escenario crítico en empresas distribuidoras. Para resolver esta problemática, se buscará optimizar el stocks actual mediante su correcta distribución basada en la metodología del DRP, para una cadena de suministros del rubro automotriz. Se espera que con la metodología mencionada, se pueda reducir el impacto económico del sobre stock y se refleje con la reducción de los costos de inventario. Finalmente, para poder demostrar el éxito de esta propuesta, se realizará una simulación con nuevos parámetros hallados en base a la data del caso de estudio y escenario.

**Palabras clave:** Distribution Resource Planning (DRP); Cadena de suministros dinámica; Lean Supply Chain; sobre stock.

Inventory management model based on Distribution Resource Planning (DRP) of an  
automotive distributor

ABSTRACT

The Peruvian commercial sector is constantly growing due to the emergence of new SMEs. This shows an increase of 3.19% compared to 2019. However, a large number of these companies have considerable losses due to the large number of stocks held for quite some time. In other words, stock in inventories means the presence of a critical scenario in distribution companies. To solve this problem, the current stock will be optimized through its correct distribution based on the DRP methodology, for an automotive supply chain. It is expected that the above methodology will reduce the economic impact of the stock stock and reflect by reducing inventory costs. Finally, in order to demonstrate the success of this proposal, a simulation will be carried out with new parameters found based on the data of the case study and scenario.

Keywords: Distribution Resource Planning (DRP); Dynamic supply chain; Lean Supply Chain; overstock.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>2</b>
2.1	DEMAND DRIVEN .....	2
2.2	DISTRIBUTION RESOURCE PLANNING (DRP) .....	3
<b>3.</b>	<b>CASO DE ESTUDIO</b> .....	<b>3</b>
3.1	ANTECEDENTES .....	3
3.2	EMPRESA .....	3
<b>4</b>	<b>APORTE</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>14</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de la simulación .....	12
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología Demand Driven MRP .....	2
Figura 2: Cadena de distribución del caso de estudio .....	4
Figura 3: Demanda y pronóstico del 2019.....	5
Figura 4: Fórmula de desviación estándar.....	5
Figura 5: Fórmula de coeficiente de variación .....	6
Figura 6: Error porcentual absoluto medio por item .....	6
Figura 7: Fórmula del EOQ.....	8
Figura 8: Fórmula del Punto de reorden.....	8
Figura 9: Fórmula del Stock de seguridad.....	8
Figura 10: Modelo conceptual de gestión de inventarios .....	9
Figura 11: Costo de Inventario Promedio por escenario .....	12



## 1. INTRODUCCIÓN

La continua evolución de los mercados, con el pasar de los años, está provocando que las empresas enfrenten diferentes problemas internos, los cuales se buscan resolver mediante una correcta gestión y planificación de sus procesos. La globalización y la actual competitividad en el mundo laboral están causando que las compañías apuesten por mejores metodologías que garanticen la eficiencia en el desarrollo de sus cadenas de suministro [1][2], y así generar beneficios como el aumento de sus utilidades.

La cadena de suministro involucra la preparación, organización y distribución de un elemento para satisfacer la demanda [3][4]. Sin embargo, qué sucede cuando la demanda de los mercados presenta una constante variabilidad en cortos periodos de tiempo, resultaría complicado encontrar la cantidad de stock adecuado en los almacenes [5]. Además, aumentaría la probabilidad de presentarse escenarios como el sobre stock o desabastecimiento, afectando los costos de inventario y el nivel de servicio correspondientemente [6][7][8]. Las cadenas de suministros del sector automotriz presentan esta característica y poseen la peculiaridad de no tener periodos establecidos donde se puedan diagnosticar picos y bajas de demanda [1][4]. Este artículo desarrollará la problemática del sobre stock que presenta una empresa peruana dedicada a la importación y distribución de artículos automovilísticos, y la solución a la misma.

La solución que se presenta en este documento es modelo de gestión de inventarios enfocado en la de distribución de artículos. El nivel de inventario será simulado con el fin de identificar cuál es el mejor nivel para cada tipo de existencias, y se llevará a cabo bajo la metodología Distribution Resource Planning (DRP) mediante una simulación. Se espera que la empresa reduzca el impacto económico que está generando la problemática que presenta la empresa [9]. Asimismo, la motivación de esta investigación se basa en la deseada prosperidad económica y los beneficios que se obtendrán al utilizar el modelo de gestión propuesto, y de esta causar un impacto mayor y positivo a nivel nacional.

El documento está organizado en tres secciones adicionales a esta introducción. La segunda es la revisión de la literatura. La tercera presentará el caso de estudio; y finalmente, la cuarta sección incluirá la discusión de los resultados y las respectivas conclusiones de la investigación.

## 2. ESTADO DEL ARTE

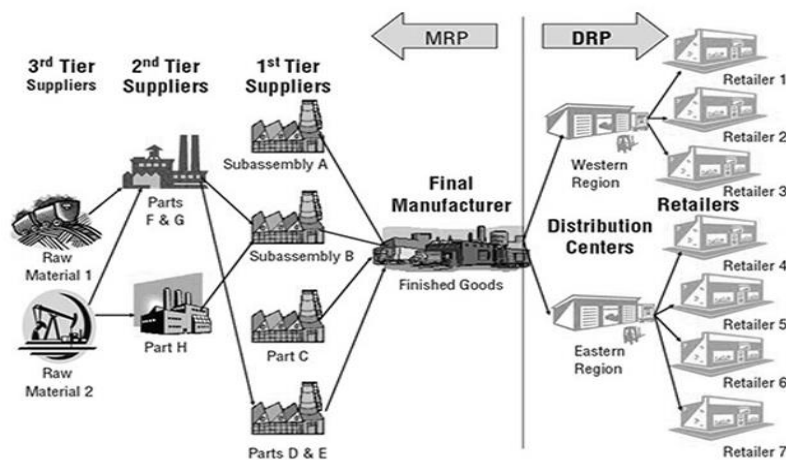
En esta sección se brindará una recopilación de los documentos analizados sobre las metodologías y técnicas mencionadas en la sección anterior. Estas se han implementado en empresas automotrices, retail, farmacéuticas y de alimentación, con resultados exitosos como el aumento de su productividad y disminución de costos y gastos [10][11].

### 2.1 Demand Driven

El Demand Driven MRP (DDMRP) es una metodología que permite gestionar el inventario de la empresa basado en las necesidades de la misma [12][13]. Su principal objetivo es obtener la mejor planificación de materiales [14] para la compañía y así prevenir errores en el aprovisionamiento de artículos que pueden afectar procesos posteriores como distribución o producción [15][16]. La aplicación de esta herramienta se basa en casos donde la demanda en empresas carezca de una tendencia y, por el caso contrario, presenten cambios drásticos en pequeños intervalos de tiempo [17]. El DDMRP propone nuevos enfoques de planificación de la demanda, donde maximiza el nivel de servicio y regula el sobre stock de productos, en otras palabras, mantiene un flujo eficiente de control de stocks [18].

Esta metodología es la unión del Material Requirement Planning (MRP) y Distribution Resource Plannign (DRP). Es decir, abarca desde los primeros proveedores implicados en el proceso de elaboración de un producto, analizado mediante el MRP; y el transporte y distribución hasta los clientes finales, analizado por el DRP [19] [20]. Se puede dar una explicación gráfica en la Figura 1.

Figura 1: Metodología Demand Driven MRP



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Distribution Resource Planning (DRP)

El Distribution Resource Planning (DRP) es una sección del Demand Driven MRP (DDMRP) que se enfoca en la planificación de recursos de distribución para poder determinar la ubicación del inventario y de esta manera satisfacer la demanda del cliente [17][21]. Además, permite visualizar los niveles de inventario en cada punto de la cadena de suministro, distribución e inventarios de artículos para que lleguen al cliente final o almacenes [2][3]. Esta metodología necesita los siguientes datos para poder aplicarse:

- Proyección de la demanda
- Pedidos de los clientes
- Inventario disponible para ventas
- Órdenes de compra
- Tiempos de entrega
- Políticas de stock de seguridad
- Cantidades mínimas de compra [22][23].

Los beneficios que se obtienen con el DRP es alcanzar el nivel óptimo de inventarios, lo que significa evitar las ventas perdidas y el exceso de existencias [19][23].

## 3. CASO DE ESTUDIO

### 3.1 Antecedentes

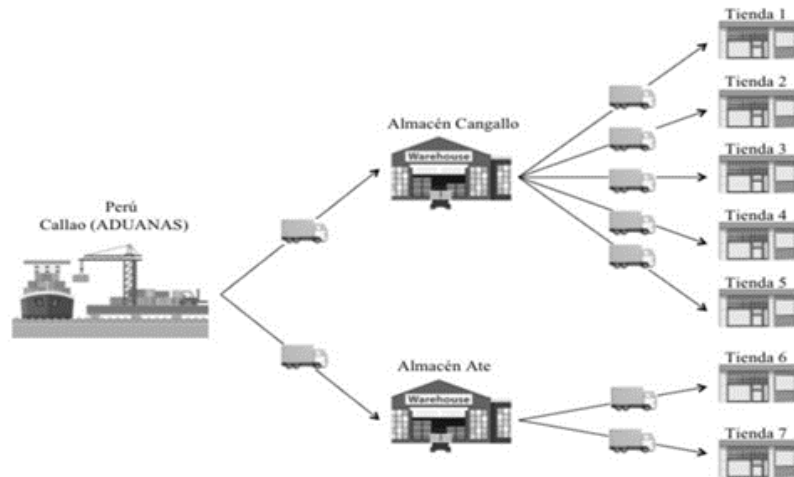
En la actualidad, el sector comercial ha presentado un incremento en los últimos años, debido a la constante evolución de las organizaciones. Incluso, el 45,3% de la actividad económica corresponde a las actividades comerciales. Dentro de este sector, el 6,1% de las empresas se dedican a la venta y reparación de vehículos automotrices y motocicletas. Esto da origen a la necesidad de adquirir suministros para su reparación, motivo por el cual se considera importante estudiar un sector que se encuentra creciendo. Además, aumentó la venta al por mayor de artículos automovilísticos en un 3,19%.

### 3.2 Empresa

La empresa donde se realiza el caso de estudio es una empresa peruana dedicada a la importación y distribución de artículos automovilísticos. Esta compañía cuenta con dos almacenes ubicados en diferentes distritos, los cuales suministran artículos a siete tiendas

(Figura 2). Las importaciones se realizan desde China, sin embargo, solo se hará enfoque en la distribución de las existencias desde que llegan al suelo peruano hasta el final de la cadena de suministro.

Figura 2: Cadena de distribución del caso de estudio

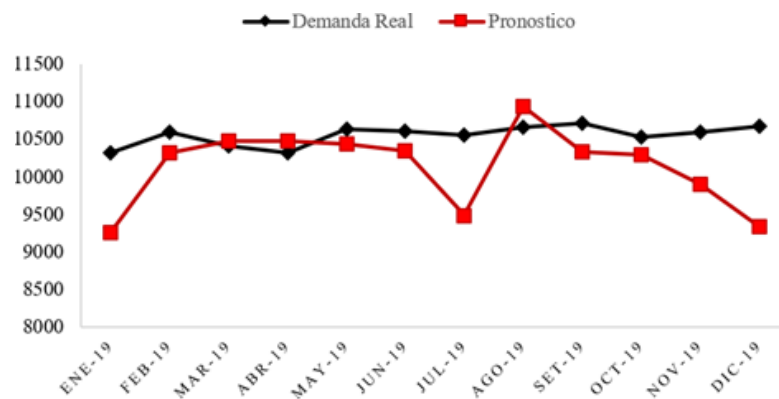


Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación, solo se trabajará con los datos del almacén Cangallo, ubicado en el jirón Cangallo 433 en el distrito de Cercado de Lima, en la provincia de Lima – Perú. Se realizó el análisis para once artículos, los cuales representan el 77.45% de ingresos anuales de la empresa. Esta información se obtuvo al realizar un análisis ABC con las ventas de la totalidad de artículos. Se considera importante resaltar que los artículos elegidos solo se almacenan en el local de Cangallo, motivo por el cual el presente trabajo se enfoca en este almacén.

El problema que presenta el caso de estudio es el sobre stock de existencias en los almacenes. Se están originando costos de inventarios innecesarios y pérdidas respecto a los costos de oportunidad por obsolescencia en productos. Las utilidades anuales de la empresa se ven directamente afectadas, ya que este problema representa el 6% de la facturación anual. En la Figura 3, se puede observar la relación entre la demanda con respecto al pronóstico del año 2019. Se destaca el diferente comportamiento de cada data y la poca coincidencia entre las mismas. Esto es causado por que los pronósticos fueron en base a la facturación y no a la demanda real, originándose un error del 15%. Se destaca que el nivel aceptable en el sector del caso de estudio debe de estar dentro del 10%, o en el mayor de los casos dentro del 5% [24].

Figura 3: Demanda y pronóstico del 2019



Fuente: Elaboración propia

#### 4 APORTE

La metodología propuesta se centra en la gestión y distribución de la cadena de suministro [36]. Anteriormente las empresas solo centraban sus conocimientos en agregar valor al producto, sin embargo, en estos días se centran en satisfacer la demanda del cliente [55]. Este nuevo enfoque operacional que, a la más mínima interrupción de un producto, tiene un fuerte impacto en el desempeño organizacional. Los problemas asociados a la gestión de inventarios en las Pymes son: i) rotura de stock, ii) costos de orden de compra, iii) costo de mantenimiento de inventario, iv) sobre stock de productos. Este proyecto de investigación hace énfasis en este último.

Los pasos a seguir de esta metodología se describirán líneas más abajo, la descripción abarca las fórmulas y los criterios del análisis.

Paso 01: Clasificar el inventario bajo la metodología ABC/XYZ, la finalidad de esta herramienta es de poder clasificar el inventario con respecto a la demanda del cliente en una matriz multicriterio [26]. La necesidad de esta herramienta fue para depurar productos de portafolio, ya que en su mayoría se encontraban productos obsoletos con baja rotación con respecto al sector. Este problema representa un 11% con respecto al problema raíz, que es el sobre stock de productos. Para realizar el análisis se consideró las siguientes ecuaciones.

Figura 4: Fórmula de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Fuente: [25]

Donde:

$X$ : Variable

$X_i$ : Observación número  $i$  de la variable  $X$ .

$N$ : Número de observaciones.

$\bar{X}$ : Media de la variable  $X$ .

Figura 5: Fórmula de coeficiente de variación

$$CV = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100\%$$

Fuente: [25]

Donde:

$\sigma_x$ : Desviación estandar de la población.

$\bar{X}$ : Media aritmética de la población.

Con ayuda de las ecuaciones descritas previamente, se realizó la clasificación multicriterio donde se determine que 9 productos serán depurados de portafolio. Cabe resaltar que a estos no se realizará el análisis del mejor modelo de pronóstico debido a su participación y demanda. Sin embargo, se aplicarán políticas de inventarios asociadas a estos productos obsoletos.

Paso 02: Debido al error de los pronósticos mencionados anteriormente, se procedió a analizar la demanda del año 2019 para aplicar el ajuste y línea de tendencia [26][27][28]. En base a las características de este ajuste, se identificó qué métodos de pronóstico es el mejor para cada caso. Como se muestra en la Figura 6, se identificó el error porcentual absoluto medio para cada producto, por temas de confidencialidad, no se colocarán sus nombres de estos.

Figura 6: Error porcentual absoluto medio por ítem

ITEM	MÉTODO DE PRONÓSTICO	%ERROR (PEMA)
1	Promedio móvil ponderado	3.90%
2	Promedio móvil simple	12.95%
3	Holt - Winters	6.80%
4	Promedio móvil simple	5.04%
5	Promedio móvil ponderado	4.82%
6	Promedio móvil ponderado	1.83%
7	Promedio móvil ponderado	1.67%
8	Promedio móvil ponderado	5.25%
9	Promedio móvil ponderado	2.66%
10	Holt - Winters	8.61%
11	Holt - Winters	4.29%

Fuente: Elaboración Propia

Paso 03: Las políticas actuales de la organización, no están generando el impacto deseado para la empresa. El incumplimiento de dichas políticas se ve reflejado en los problemas en el stock de la compañía. Dichas políticas se describirán a continuación:

Política de Inventario Obsoleto: Esta política de depuración consta de tres criterios: i) Retorno económico, donde el objetivo es obtener el mayor ingreso posible, ii) Tiempo de venta, donde se realiza la depuración en el menor lapso de tiempo posible, iii) Costos involucrados en la venta, costos relacionados con el proceso de venta, incluido el costo de oportunidad. En base a estos criterios se realizará la liquidación de artículos mediante la venta directa y con los mismos recursos de la organización, se liquidará el stock a través de la venta a mayoristas, la tercerización de venta con empresa especializadas en la venta de productos obsoletos.

Política de revision periódica: Revisiones en los almacenes de la empresa semanalmente para aumentar el indicador exactitud de inventarios (ERI).

Política de abastecimiento: Donde se revisará la nueva mercadería para evitar almacenamiento de productos dañados, codificar inmediata la nueva mercadería, situar correctamente la nueva mercadería y declarar e informar sobre mercadería nueva en mal estado [12].

Política de despacho: Cumplir con la técnica de gestión de inventario FIFO [29], registrar cualquier salida de productos de los almacenes y todos los productos retirados deben tener la codificación correcta.

Paso 04: Este paso describe las diferentes ecuaciones que fueron empleadas para obtener el nivel óptimo de inventario para cada producto analizado.

Para calcular la cantidad óptima de pedido, la Figura 7 muestra la fórmula y cada uno de los componentes. Esta nos permite obtener el menor costo posible, en relación a los costos por ordenar y el costo del mantenimiento [30].

Figura 7: Fórmula del EOQ

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times P \times K_z}{K_u} + \sigma_{DL}^2}$$

Fuente: [31]

Donde:

$P$ : Demanda del producto durante un periodo.

$K_z$ : Costo unitario.

$K_u$ : Costo de almacenamiento.

$\sigma_{DL}^2$ : Varianza de la demanda durante un tiempo determinada.

Para calcular el punto de reorden (ROP), la Figura 8 muestra la fórmula y cada uno de los componentes. El ROP determina la cantidad mínima de existencias, por lo que, si el nivel del inventario se encuentra en esa cantidad, el producto debe reponerse.

Figura 8: Fórmula del Punto de reorden

$$ROP = D_{sr} \times L_{sr} + k \times \sigma_d \times \sqrt{L_{sr}}$$

Fuente: [31]

Para calcular el stock de seguridad (SS), la Figura 9 muestra la fórmula y cada uno de los componentes. Este sirve como un margen de seguridad para hacer frente a una demanda inusualmente alta [9].

Figura 9: Fórmula del Stock de seguridad

$$SS = k \times \sigma_L$$

Fuente: [31]



Paso 05: Para este paso se aplicaron 3 actividades, tales como, i) Control de stocks, ii) Exactitud de inventarios y iii) Estructura organizacional.

Para el control de stocks, realizada mediante una simulación en el software ARENA [32]. Los parámetros que se tomarán en cuenta para la simulación son cálculos del valor de lote económico de compra, stock de seguridad y punto de reorden. Estos valores fueron obtenidos en base a los alcances de la empresa, su capacidad para manejar el inventario de la misma y los nuevos pronósticos obtenidos como resultado del análisis previo de la demanda de la organización.

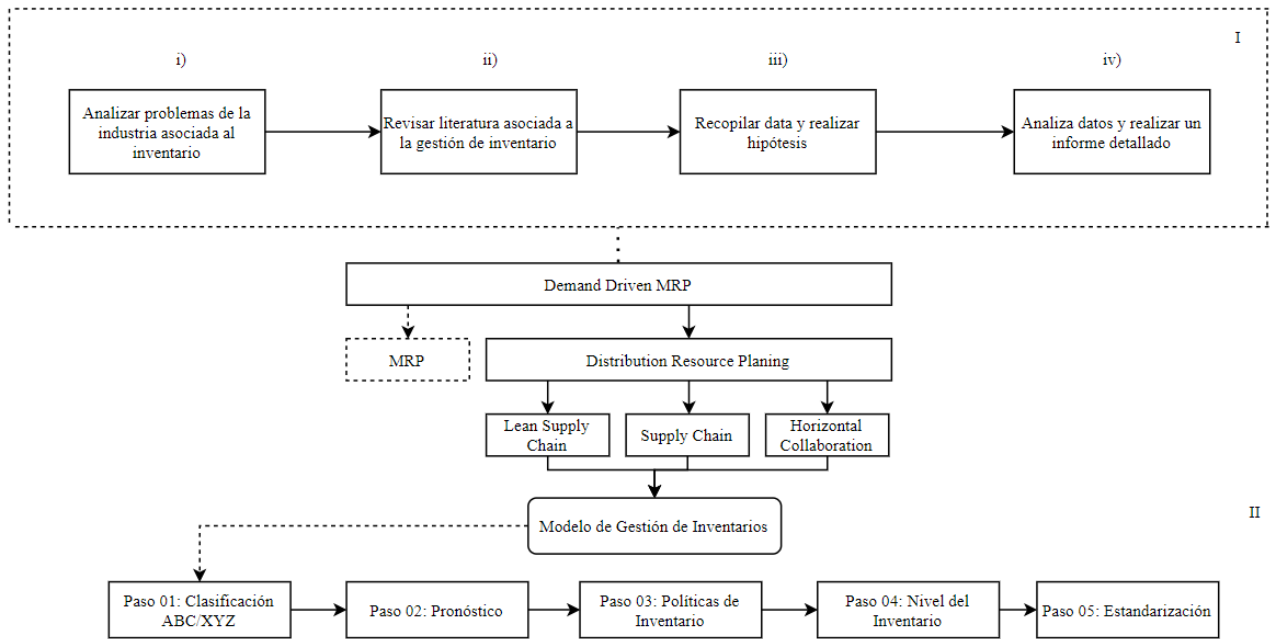
Los resultados que se obtuvieron con el uso de estos parámetros en la simulación, certificarían el éxito de haberlos estandarizado para obtener un nuevo nivel de inventario más acorde a la situación de la empresa. Asimismo, será de utilidad para determinar los días de inventario para cada tipo de producto.

Para la exactitud de inventarios, se estandarizará mediante el uso de registros respecto a la ubicación de las existencias. El problema que causa una baja exactitud de inventario radica en el desorden y desorganización de los almacenes. Por este motivo, se procederá a llevar un control donde se indique la ubicación exacta de los tipo de existencias. De esta manera, al momento de llevar a cabo el conteo y comparación con el inventario que se tiene en el sistema, sí existe coincidencia entre ambos. Por último esta exactitud será evaluada con su respectivo indicador para certificar la eficacia de esta estandarización.

Con respecto a lo mencionado al modelo propuesto para esta investigación, en la Figura 10, se puede observar el modelo conceptual de gestión de inventarios y su composición. Cabe señalar que el punto I) corresponde a la literatura revisada y analizada para formar el modelo de gestión de inventarios. El punto II) son los pasos a seguir del modelo para brindar solución a la problemática presentada.

La metodología para abarcar temas asociados al inventario incluye: i) Analizar los problemas de la industria asociado a los inventarios, ii) Revisar la literatura relacionada a la gestión de inventarios. Esta búsqueda de literatura se divide en cuatro componentes: sector, problemática, casos de éxito y técnica, iii) Recopilar data para la ejecución y formular hipótesis, iv) Analizar datos y realizar un informe detallado de los pasos a seguir del modelo.

Figura 10: Modelo conceptual de gestion de inventarios



Fuente: [33]

## 5 RESULTADOS

Para la validación del modelo propuesto se utilizó el software ARENA, el cual muestra los resultados obtenidos, tanto de la situación actual del caso de estudio del año 2019 en comparación con la propuesta de mejora. Previo a la simulación del sistema, se analizaron las distribuciones de las variables a analizar, donde todas aquellas cumplieron con los requisitos de Kolmogorov y Chi Cuadrado[24].

Por otro lado, cabe mencionar también que el software se utilizó para simular el paso del nivel de inventario y el paso de la estandarización en cuanto a la exactitud de inventarios. Con respecto a los otros pasos del modelo, se validaron mediante cálculos, donde se compara la situación actual y la propuesta de mejora.

Los aspectos a considerar dentro de la simulación, fueron los siguientes:

- Arribo de clientes de 1285 clientes aproximadamente.
- Distribución de la demanda de los 11 items analizados.
- Nuevos puntos de reposición.
- Nuevos stocks de seguridad.
- Nuevos lotes bajo el método EOQ.

A continuación, en la tabla 1, se presentarán todos los resultados anteriormente mencionados, por lo que se puede realizar una comparación de la simulación de la situación actual y la simulación de la propuesta de mejora.

Con respecto a los resultados de la simulación, se puede observar que aproximadamente el 80% de los inventarios de los productos analizados se redujeron significativamente con respecto a sus inventarios. Los inventarios de los ítems 7 y 9 se incrementaron en un 25% aproximadamente. Sin embargo, este no afecta mucho en cuanto al costo de inventario final, ya que al finalizar la simulación esta se reduce en un 19%.

Cabe señalar que el nivel de servicio aumento a 95% con respecto a la situación actual y los quiebres de stock disminuyeron a un 5%. Además, el error porcentual absoluto medio, no conformó parte de la simulación, pero se considera dentro del análisis de resultado, ya que el modelo escogido de manera global en promedio tiene un error del 5%.

Como se mencionó previamente, para la simulación se ha considera el arribo de 1284 clientes, por lo tanto, se optó por realizar 3 escenarios diferentes. Para el primer y segundo escenario se optó por subir el nivel de la exactitud de inventarios en 90% y 93% para observar el comportamiento de la demanda. Para el tercer escenario, se consideraron, los lotes óptimos de compra, stock de seguridad y punto de reorden calculados para cada ítem analizado. Los resultados de estos escenarios muestran los mismos valores mencionados en la tabla 1, por lo tanto se mostrará el costo de inventario promedio de dichos escenarios

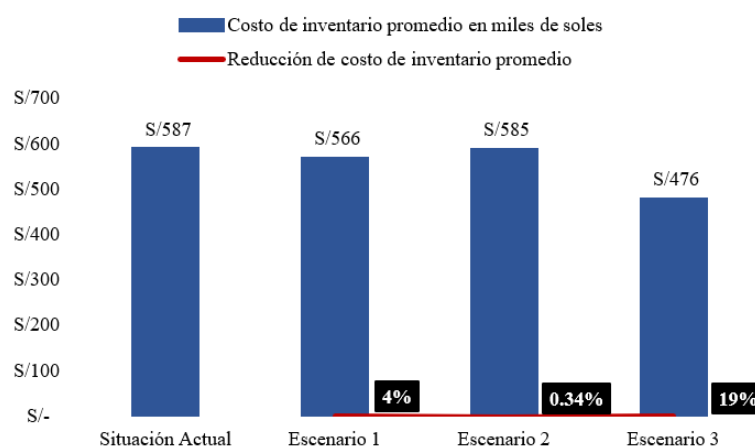
Tabla 1: Resultados de la simulación

Concepto	Situación Actual	Propuesta de Mejora	Variación (%)	Resultados Esperados
Quiebre de Stock	372	66	-0.82	
Inventario Item 1	3015	3075	0.02	
Inventario Item 2	1832	1171	-0.36	
Inventario Item 3	988	997	0.01	
Inventario Item 4	2192	1311	-0.4	
Inventario Item 5	1954	1070	-0.45	
Inventario Item 6	2732	2485	-0.09	
Inventario Item 7	1864	2396	0.29	
Inventario Item 8	1261	851	-0.32	
Inventario Item 9	2359	2892	0.23	
Inventario Item 10	1443	1427	-0.01	
Inventario Item 11	1221	1235	0.01	
Nivel Servicio	61%	95%	0.56	90%
ERI	75%	95%	0.27	95%
Quiebre de stock	29%	5%	-0.83	10%
Error porcentual absoluto medio	15%	5%	-0.67	5%
Promedio Inventario	1896	1719	-0.09	
Costo de inventario	S/587,841	S/476,161	-0.19	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 11, da a conocer los costos asociados al inventario promedio en el periodo de simulación tanto para la situación actual como los tres escenarios. Dentro de estos el que más destaca en cuanto a reducción es el escenario 3 con una reducción del 19% en comparación a los otros donde muestra una reducción de 1% a 4%. Por tal motivo, los resultados significativos de este escenario se pueden observar en la Tabla 1.

Figura 11: Costo de Inventario Promedio por escenario



Fuente: Elaboración Propia

## 6 CONCLUSIÓN

El presente trabajo de investigación llega a concluir de acuerdo con los resultados mostrados anteriormente, que es posible lograr una óptima gestión de inventarios y de la demanda mediante diferentes metodologías y herramientas en tres fases.

Debido al escenario mundial y las restricciones a lo largo de todo el año 2020, el método de validación que se utilizó fue la simulación, exactamente en la Fase 2. Para llevar a cabo la simulación del nivel de inventario, se consideraron las restricciones y entradas que menciona la metodología utilizada, DRP. Para la Fases 1 se utilizaron cálculos matemáticos observados también en la literatura analizada. La estandarización para la Fase 3 también fue realizada en la base a la información adquirida en los documentos de investigación revisados.

Con el modelo de gestión propuesto, se redujo un 10% el error de los pronósticos con la demanda de los artículos. También se logró depurar el 10% de productos de portafolio (productos obsoletos) y finalmente lo que busca estandarizar el proceso de abastecimiento es de mantener la exactitud de inventarios en un 95% a más. No obstante, el 80% de los inventarios de los productos analizados fueron reducidos, el nivel de servicio aumentó a 95% con respecto a la situación actual y los quiebres de stock disminuyeron a un 5%.

El estudio necesitó desarrollar múltiples escenarios con diferentes modificaciones para poder evaluar los indicadores propuestos en cada fase del modelo. Los cálculos de los niveles de inventario bajo políticas de lote económicos de compra ayudó a reducir los costos asociados a los inventarios.

El modelo propuesto sí puede ser aplicado para diversas Pymes, y no solo automotrices, sino pequeñas empresas distribuidoras dedicada a la importación y venta de productos, ya que la cadena de suministros en la mayoría de casos puede ser compatible con la que se ha presentado en la investigación.

## 7 REFERENCIAS

- [1] A. H. Y. Lim and C. L. Tan, "JIT and supply chain disruptions following a major disaster: A case study from the auto industry," *Glob. Bus. Organ. Excell.*, vol. 37, no. 6, pp. 51–58, 2018.
- [2] A. Salam, F. Panahifar, and P. J. Byrne, "Retail supply chain service levels: the role of inventory storage," *J. Enterp. Inf. Manag.*, vol. 29, no. 6, pp. 887–902, 2016.
- [3] M. Kessentini, N. B. Ben Saoud, and S. Sboui, "Agent-Based Modeling and Simulation of Inventory Disruption Management in Supply Chain," *Proc. - 2018 Int. Conf. High Perform. Comput. Simulation, HPCS 2018*, pp. 1008–1014, 2018.
- [4] P. Priore, B. Ponte, R. Rosillo, and D. de la Fuente, "Applying machine learning to the dynamic selection of replenishment policies in fast-changing supply chain environments," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 11, pp. 3663–3677, 2019.
- [5] Y. S. Cho, R. Maysami, J. Jung, C. C. Lee, U. States, and U. States, "International Journal of Supply and Operations Management," vol. 3, no. 1, pp. 1102–1111, 2016.
- [6] K. Modi, H. Lowalekar, and N. M. K. Bhatta, "Revolutionizing supply chain management the theory of constraints way: a case study," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 11, pp. 3335–3361, 2019.
- [7] R. Qiu, M. Sun, and Y. F. Lim, "Optimizing (s, S) policies for multi-period inventory models with demand distribution uncertainty: Robust dynamic programming approaches," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 261, no. 3, pp. 880–892, 2017.
- [8] H. Kotzab, I. Darkow, I. Bäumler, and C. Georgi, "Coordination , cooperation and collaboration in logistics and supply chains : a bibliometric analysis," vol. 5411, 2019.
- [9] C. Archetti and M. G. Speranza, "The inventory routing problem: The value of integration," *Int. Trans. Oper. Res.*, vol. 23, no. 3, pp. 393–407, 2016.
- [10] R. Caridade, T. Pereira, L. Pinto Ferreira, and F. J. G. Silva, "Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1096–1103, 2017.
- [11] B. Erkeyman, "Transition to a JIT production system through ERP implementation: a case from the automotive industry," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 17, pp. 5467–5477,

2019.

- [12] Z. U. Rizqi and A. Khairunisa, "Integration of deterministic and probabilistic inventory methods to optimize the balance between overstock and stockout," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 722, no. 1, 2020.
- [13] D. Adebajo, T. Laosirihongthong, and P. Samaranayake, "Prioritizing lean supply chain management initiatives in healthcare service operations: a fuzzy AHP approach," *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no. 12, pp. 953–966, 2016.
- [14] J. Lee and H. B. Kwon, "Progressive performance modeling for the strategic determinants of market value in the high-tech oriented SMEs," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 183, no. October 2016, pp. 91–102, 2017.
- [15] J. Chancasanampa-Mandujano, K. Espinoza-Poblete, J. Sotelo-Raffo, J. M. Alvarez, and C. Raymundo-Ibañez, "Inventory management model based on a stock control system and a kraljic matrix to reduce raw materials inventory," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 33–38, 2019.
- [16] M. Pekarcíková, P. Trebuna, M. Kliment, and J. Trojan, "Demand driven material requirements planning. some methodical and practical comments," *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 10, no. 2, pp. 50–59, 2019.
- [17] A. P. Velasco Acosta, C. Mascle, and P. Baptiste, "Applicability of Demand-Driven MRP in a complex manufacturing environment," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–13, 2019.
- [18] M. J. Shofa and W. O. Widyarto, "Effective production control in an automotive industry: MRP vs. demand-driven MRP," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1855, 2017.
- [19] R. Miclo, M. Lauras, F. Fontanili, J. Lamothe, and S. A. Melnyk, "Demand Driven MRP: assessment of a new approach to materials management," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 1, pp. 166–181, 2019.
- [20] A. Kortabarria, U. Apaolaza, A. Lizarralde, and I. Amorrortu, "Material management without forecasting: From MRP to demand driven MRP," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 4, pp. 632–650, 2018.
- [21] S. Ankersmit, J. Rezaei, and L. Tavasszy, "The potential of horizontal collaboration

- in airport ground freight services,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 40, pp. 169–181, 2014.
- [22] D. Mathivathanan, D. Kannan, and A. N. Haq, “Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 128, pp. 284–305, 2018.
- [23] G. A. Marodin, G. L. Tortorella, A. G. Frank, and M. Godinho Filho, “The moderating effect of Lean supply chain management on the impact of Lean shop floor practices on quality and inventory,” *Supply Chain Manag.*, vol. 22, no. 6, pp. 473–485, 2017.
- [24] V. Sillanpää and J. Liesiö, “Forecasting replenishment orders in retail: value of modelling low and intermittent consumer demand with distributions,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 7543, pp. 1–17, 2018.
- [25] B. Szczygieł, W. Bartosz, and M. Magerčiaková, “PERIODYK NAUKOWY AKADEMII POLONIJNEJ 30 (2018) nr 5,” *Periodyk Akad. Pol.*, vol. 30, no. 5, pp. 99–106, 2018.
- [26] N. Nemtajela and C. Mbohwa, “Relationship between Inventory Management and Uncertain Demand for Fast Moving Consumer Goods Organisations,” *Procedia Manuf.*, vol. 8, no. October 2016, pp. 699–706, 2017.
- [27] V. Navickas, V. Gru, and E. Gim, “Forecasting accuracy in influence on logistics clusters activities: The case of the food industry,” vol. 240, 2019.
- [28] J. R. Do Rego and M. A. De Mesquita, “Demand forecasting and inventory control: A simulation study on automotive spare parts,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 161, pp. 1–16, 2015.
- [29] H. Ensafian and S. Yaghoubi, “Robust optimization model for integrated procurement, production and distribution in platelet supply chain,” *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 103, pp. 32–55, 2017.
- [30] C. Çalı, “Short communication A simple derivation of the optimal solution for the EOQ model for deteriorating items with planned backorders,” vol. 89, pp. 1373–1381, 2021.
- [31] E. Ramos, T. J. Pettit, M. Flanigan, L. Romero, and K. Huayta, “Inventory management model based on lean supply chain to increase the service level in a



distributor of automotive sector,” *Int. J. Supply Chain Manag.*, vol. 9, no. 2, pp. 113–131, 2020.

- [32] A. Aghaie and M. Hajian Heidary, “Simulation based optimization of a stochastic supply chain considering supplier disruption: An agent-based modeling and reinforcement learning,” *Sci. Iran.*, vol. 0, no. 0, pp. 0–0, 2018.
- [33] K. P. Mubiru, “Stochastic Inventory Model for the Global Supply Chain Problem Stochastic Inventory Model for the Global Supply Chain Problem,” no. May, pp. 0–7, 2019.