

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



EOQ INVENTORY MODEL IN A METALWORKING MSE WITH INTERMITTENT DEMAND: A CASE STUDY

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Jaime Abel Jiménez Ayhuasi

Código 20184046

Asesor

José Antonio Taquía Gutiérrez

Lima – Perú

Noviembre de 2023

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

EOQ Inventory Model in a Metalworking MSE with Intermittent Demand: A Case Study.

Autor(es)

20184046@aloe.ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Resumen: El presente artículo de investigación tiene como objetivo principal optimizar costos y KPIs logísticos mediante la aplicación de un modelo de inventario (EOQ) en una MYPE metalmecánica con demanda intermitente. El objeto en estudio, luego de la clasificación ABC, corresponde a la familia ubicados en la clase A por su valorización y participación en el inventario. En primer lugar, se selecciona el modelo de pronóstico con la MAD (desviación media) y ECM (error cuadrático) más bajo. El método de Croston se considera el modelo de pronóstico más efectivo. En segundo lugar, se desarrolla una planificación agregada para satisfacer la proyección. Luego, se implementa el sistema EOQ o modelo Wilson para reducir los costos de inventario. Finalmente, para validar los datos calculados, se construye un modelo de simulación en Arena con 50 repeticiones. Como resultado, los costos de inventario se redujeron a 22.6%

Palabras Clave: Pronóstico de demanda intermitente, planeación agregada, Método de Croston, Clasificación ABC, sistema EOQ, indicadores logísticos, simulador Arena.

Abstract: The main objective of this research article is to optimize costs and logistic KPIs applying an economic order quantity (EOQ) inventory model in a metalmechanic MSE with intermittent demand. Firstly, the forecast model with the lowest MAD and ECM is selected. The object under study, after ABC classification, belongs to the family of products located in class A due to its valuation and participation in the inventory. The Croston method is considered the most effective forecast model. Secondly, an aggregate planning is developed to satisfy the projection. Then, the EOQ or Wilson model is implemented to reduce inventory costs. Finally, to validate the calculated data, a simulation model is built in Arena with 50 replications. As a result, the inventory costs were reduced to 22.6%.

Keywords: Intermittent demand forecasting, aggregate planning, Croston Method, ABC Classification, Pareto Chart, EOQ Model, Logistic indicators, Arena simulator.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

Operaciones y logística

Área y Sub-áreas de Investigación:

Supply Chain Managment

Reducing complexity in demand planning.

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.

ODS 9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con relación a la importancia de las micro y pequeñas empresas (MYPES) en el Perú, la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG), señaló un 96% de participación en el sector; sin embargo, el 96,7% de ellas no cuenta con un sistema completo e integrado que pueda registrar cada movimiento de la empresa (ComexPerú, 2021). Para lograr ventajas competitivas, deben gestionar correctamente su cadena de suministro como forma de supervivencia; sin embargo, su planificación resulta ser poco desarrollado a pesar de influir directamente en la rentabilidad de la empresa (Banda et al., 2022).

La primera Encuesta Nacional de Logística del Perú (ENL) concluyó que las microempresas de menor escala enfrentan mayores costos; el costo logístico es del 21.1% del valor de las ventas (ComexPerú, 2021). Lagarda et al. (2018) mencionan que la gestión de inventarios es un tema incierto para estas empresas y solo se ahorra de forma empírica, omitiendo otras variables significativas. En efecto, los costos de inventario para el diseño de las cadenas de suministro han sido mínimamente desarrollados en la literatura científica (Bolaños y Vidal, 2021).

Otra dificultad cuando los minoristas toman decisiones sobre el inventario es que la información es incompleta en situaciones diarias. Por ejemplo, las funciones de demanda exactas generalmente se desconocen de antemano y deben aprenderse a partir de la acumulación de datos. Estas dificultades hacen que sea muy difícil obtener una política óptima de inventario (Peeters et al., 2022). Por este motivo, la planificación de la producción se torna en un problema por los diferentes cambios que presenta la demanda (Campillo-Arredondo et al., 2022).

Es preciso señalar que la incertidumbre en la demanda ha aumentado el riesgo de administrar un inventario. Se puede buscar la mayor parte de ella en la ocurrencia de la demanda, la cantidad de esta y el intervalo de tiempo entre dos demandas consecutivas distintas de otras (Faghidian et al., 2022). Por lo tanto, un factor fundamental para una oportuna gestión de inventarios es el pronóstico real de la demanda (Bonett et al., 2019).

En conclusión, los problemas generados por la carencia de análisis, además de la informalidad para tomar decisiones se acrecientan por la defectuosa gestión en la demanda e inventarios (Lasluisa, 2019). Por ello, el ideal de toda organización debe ser cumplir con lo requerido por el cliente y examinar que todos los procesos de la entidad se encuentren interconectados (Rodríguez et al., 2020).

OBJETIVOS

El actual trabajo de investigación tiene como principal objetivo optimizar los costos e indicadores logísticos aplicando un modelo de inventario EOQ en una MYPE metalmecánica con demanda intermitente. Además, se plantearon los siguientes objetivos específicos: seleccionar el método de pronóstico adecuado, desarrollar una planeación agregada, establecer una política de inventario, optimizar los indicadores propuestos a través del modelo EOQ y simular el proceso para validar el estudio aplicado.

JUSTIFICACIÓN

La justificación económica de este estudio de investigación se fundamenta en la aplicación de diversos métodos, tales como EOQ, ajuste de demanda, clasificación ABC, entre otros. Estos métodos tienen como objetivo principal la optimización de costos en los procesos internos de la empresa.

Para respaldar el desarrollo del proyecto de mejora, se llevaron a cabo búsquedas exhaustivas de artículos indexados en bases de datos reconocidas, como Scopus con una antigüedad no mayor a los 5 años.

Adicionalmente, se implementó una investigación aplicada en una Micro y Pequeña Empresa (MYPE) del sector metalmecánico. La recopilación de datos se realizó mediante diversas técnicas, como entrevistas estructuradas y observación directa. Además, se analizaron detalladamente documentos, como registros de ventas y almacén, estructura de costos, y diagramas de procesos, entre otros.

HIPÓTESIS (Si aplica)

La aplicación del modelo EOQ en la gestión de inventarios es un factor clave para la optimización de costos e indicadores logísticos en una Micro y Pequeña Empresa (MYPE) del sector metalmecánico, especialmente cuando se enfrenta a una demanda intermitente.

DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada está orientada a un proyecto de mejora de procesos con enfoque cuantitativo aplicada en un MYPE metalmecánica. Para la elección del diseño el investigador debe considerar si intervendrá o no participará en el desarrollo de los acontecimientos (Manterola et al., 2019), se define un diseño experimental debido a la manipulación de las variables. Se combina un alcance descriptivo – correlacional.

Las herramientas metodológicas son el conjunto de técnicas e instrumentos utilizados para analizar el objeto de estudio (Granados, 2020). Para el caso de estudio las técnicas empleadas son: clasificación ABC, modelo de inventario EOQ y simulación de inventarios; todos ellos cuentan con sus respectivos instrumentos: registro de ventas, fichas de almacén, diagrama de Pareto, gráficos EOQ, entrevista estructurada y flujo de procesos.

Ahora bien, para la selección subjetiva e intersubjetiva de indicadores (a través de conceptos y variables), son en esencia modelos matemáticos definidos en la resolución de problemas que surgen durante el desarrollo de los proyectos de investigación (Montes de Oca et al., 2022). Estas son clasificadas de la siguiente manera: el modelo de inventario EOQ (variable dependiente) y la previsión de la demanda (variable independiente). El estudio se lleva a cabo en la empresa PROCMET S.R.L, MYPE del sector metalmecánica ubicada en Lima - Perú. Se toma como muestra los productos pertenecientes a la línea de agua y saneamiento.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Quiero expresar mi profundo agradecimiento en primer lugar a Dios, por guiarme en cada decisión y darme la capacidad de culminar con éxito este trabajo de investigación. Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, que ha sido fundamental para alcanzar mis metas profesionales. Reconozco y agradezco a la Universidad de Lima por acogerme durante estos años y proporcionarme una educación de calidad a través de su distinguido cuerpo docente. También, extendiendo mi gratitud a la Gerencia de la empresa PROCMET S.R.L por su disposición y colaboración constante durante el desarrollo de este estudio. Por último, agradezco a cada lector de este artículo académico, cuyo interés contribuye al avance de la investigación y al desarrollo de nuestro país.

REFERENCIAS

- Banda Ortiz, H., Garza Morales, R., y Cepeda Villasana, L. A. (2022). Cadena de suministro para pequeñas y medianas empresas de servicios industriales: Desarrollo y aplicación de modelo de gestión. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(97), 274-288. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.97.19>
- Bolaños-Zúñiga, L., & Vidal-Holguín, C. J. (2021). The impact of inventory holding costs on the strategic design of supply chains. [El impacto de los costos de mantenimiento de inventario sobre el diseño estratégico de cadenas de suministro] *Revista Facultad De Ingeniería*, (101), 45-54. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200692>
- Bonett, J., Silva, L., Viacava, G., & Raymundo, C. (2019). Integrated inventory system for forecasts based on knowledge management for the reduction of stock breaks in a distribution SME. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.34>
- Campillo-Arredondo, J. E., Cuamea-Cruz, G., & Anaya-Eredias, C. (2022). Development of a strategic planning model through historical demand in an expanded polystyrene product company. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI *International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.591>
- Carreño Dueñas, D. A., Amaya González, L. F., Ruiz Orjuela, E. T., & Javier Tiboche, F. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1), 113–132. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16530>
- ComexPerú (2021). *Las micro y pequeñas empresas en el Perú. Resultados en 2021*. <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-comexperu-001.pdf>
- Croston, J.D., (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands. *Journal of Operational Research Society*, 23(3), pp. 289-303. <https://doi.org/10.1057/jors.1972.50>
- Garzón Quiroga, J., & Linares Vanegas, A. I. (2021). Comparación del desempeño de modelos teóricos de inventarios individuales y multiproducto en una PYME distribuidora de productos de consumo

masivo a nivel regional. *Ingeniería Industrial*, (41), 15-28.
<https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n41.4993>

Granados, R. (2020). Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica. *Derecho y Cambio social*. 59, 501–511. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3858045>

Guo, Z., & Wang, H. (2023). Implications on managing inventory systems for products with stock-dependent demand and nonlinear holding cost via the adaptive EOQ policy. *Computers and Operations Research*, 150 <https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.106080>

Lagarda, E. A., Bueno, A., Cedillo, M. G., & Velarde, J. M. (2018). Case study: Supply Chain Scenarios in a Plastic Container Company. *Nova Scientia*, 10(20), 510-538.
<https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1155>.

Lasluisa Tarco, F. V. (2019). Características emprendedoras en las PYMES del Sector Industrial. *Revista De Investigación Sigma*. *Revista de investigación SIGMA*, 6(1), 40-49.
<https://doi.org/10.24133/sigma.v6i01.1235>

Lozano Ramirez, R. M., & Zendejas González, F. J. (2022). Desarrollo, análisis e interpretación de indicadores de procesos aplicados a la cadena de suministros. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3262-3288. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2087

Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., García, N. (2019) Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30 (1) ,36-49, ISSN 0716-8640. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005>.

Miñan-Olivos, G. S., Simpalo-Lopez, W. D., & Castillo-Martinez, W. E. (2020). Design and evaluation of strategies for the aggregate planning of a company dedicated to the manufacture of canned fish in Ancash - Peru. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.254>

Montes de Oca Rojas, Y., Barros Bastidas, C. I., & Castillo Cabeza, S. N. (2022). Metodología de investigación en emprendimiento: Una estrategia para la producción científica de docentes universitarios. *Revista De Ciencias Sociales*, 28(2), 381-391.
<https://doi.org/10.31876/rcs.v28i2.37945>

Nikolopoulos, K. (2020). We need to talk about intermittent demand forecasting. *Eur. J. Oper. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.12.046>

Peeters, Y., V. den Boer, A. & Mandjes, M. (2022) Continuous Assortment Optimization with Logit Choice Probabilities and Incomplete Information. *Operations Research* 70(3):1613-1628.
<https://doi.org/10.1287/opre.2021.2235>

- Pulido, A., Ballestas, C., Del Castillo, K., Navarro, M., Fuentes, T., Pizarro, A. & Rodríguez, Y. (2022). Simulación de un Sistema de Inventarios para la Determinación de Niveles de Reposición y de Servicios: Un caso de estudio. *Memorias de la Décima Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2022)*, pp. 191-196. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/CICIC2022.01.191>
- Rodríguez, S.; López, H.; Viacava, G. & Del Carpio, C. (2020). Inventory planning and management in the automotive after-sales supply chain [Planificación y gestión de inventarios en la cadena de suministro del sector post venta automotriz]. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.178>
- Santa Cruz, R., & Corrêa, C. (2017). Previsión de demanda intermitente con métodos de series de tiempo y redes neuronales artificiales: Estudio de caso. *DYNA*, 84(203), 9-16. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.63141>
- Teunter, R. H., Syntetos, A. A., & Babai, M. Z. (2017). Stock keeping unit fill rate specification. *European Journal of Operational Research*, 259(3), 917-925. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.11.017>
- Tian, X., Wang, H., & E, E. (2021). Forecasting intermittent demand for inventory management by retailers: A new approach. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102662>
- Torres Vega, P.J., (2016). Simulación de sistemas con el software Arena. Universidad de Lima. *Fondo editorial*. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10729>
- Türkmen, A. C., Januschowski, T., Wang, Y., & Cemgil, A. T. (2021). Forecasting intermittent and sparse time series: A unified probabilistic framework via deep renewal processes. *PLoS ONE*, 16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259764>
- Viar Narro, A. B., Muñoz Luna Victoria, M. S. C., & Adrianzén, M. A. (2022). Proposal for improvement in maintenance and logistics according to linear scheduling, KPI and EOQ to reduce cost overruns at Transportes Joselito S.A.C., Moche 2021. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.147>

ANEXO. Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** EOQ Inventory model in a Metalworking MSE with Intermittent Demand: A Case Study.
- **Autores:** Jiménez Ayhuasi, Jaime Abel
- **Co autor(es):** Taquíá Gutiérrez, José Antonio
- **Publicación en revista**
- **Nombre de la revista:**
- **Volumen:**
- **Número:**
- **Año:**
- **Pp:**

- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso: 2023 International Conference on Industrial Engineering and Applications**
- **Organizador: ICIEA 2023**
- **Sede: Phuket, Tailandia**
- **Año: 2023**
- **Pp: 128-139**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes): [10.3233/ATDE230038](https://doi.org/10.3233/ATDE230038)**

JimenesAyhausi_ieee

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

qdoc.tips

Fuente de Internet

1%

2

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

1%

3

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

ciencialatina.org

Fuente de Internet

<1%

5

www.upo.es

Fuente de Internet

<1%

6

produccioncientificaluz.org

Fuente de Internet

<1%

7

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

8

laccei.org

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%