

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



IMPROVEMENT PROPOSAL BASED ON MACHINE LEARNING, BIG DATA AND DDMRP TO IMPROVE FORECASTING COMPLIANCE IN A CONSUMER GOODS COMPANY

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Bruno Piero Gonzalez Jauregui

Código 20162088

Diana Micaela Mariscal Cruzado

Código 20191214

Asesor

Jose Antonio Taquia Gutierrez

Lima – Perú

Setiembre de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

IMPROVEMENT PROPOSAL BASED ON MACHINE LEARNING, BIG DATA AND DDMRP TO IMPROVE FORECASTING COMPLIANCE IN A CONSUMER GOODS COMPANY

Autor(es)

20162088@aloe.ulima.edu.pe

20191214@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: Hoy en día, es crucial pronosticar con precisión los productos, especialmente para una empresa que importa sus productos. Disponer de una previsión precisa permite a la empresa optimizar la gestión de recursos, aumentando la productividad y evitando la sobreventa o subventa de productos. Además, establecer un modelo de planificación de materiales basado en la demanda es esencial para garantizar que nuestros proveedores cumplan con sus compromisos de nivel de servicio.

En este proyecto de investigación, se emplean Machine Learning y Big Data para mejorar los métodos de previsión de las empresas de bienes de consumo. Se han entrenado los datos recopilados de las ventas de la empresa durante los últimos cuatro años para “la categoría de cabello” y se empleará el método Arima para predecir los primeros 8 meses del año 2023. Además, el Plan de requisitos de materiales impulsado por la demanda (DDMRP) se implementa para mejorar el nivel de servicio de los proveedores. El impacto del modelo propuesto se evaluará utilizando indicadores como el sesgo de pronóstico (FB), la precisión del pronóstico (FA), el error porcentual absoluto medio (MAPE) y el acuerdo de nivel de servicio (SLA).

Palabras Clave: Pronóstico de demanda, DDMRP, precisión del pronóstico, sesgo de pronóstico, acuerdo de nivel de servicio.

Abstract: Nowadays, is crucial to accurately forecast products, especially for a company that import its goods. Having an accurate forecasting enables the company to optimize resource management, increasing productivity and preventing overselling or underselling of products. Additionally, establishing a demand-based material planning model is essential to ensure that our suppliers meet their service level commitments.

In this research project, Machine Learning and Big Data are employed to enhance de forecasting methods of consumer goods company. The data collected from the company’s sales over the last four years for “the hair category” has been trained and the Arima method will be employed to predict the first 8 months of the year 2023. Furthermore, the Demand Driven Material Requirement Plan (DDMRP) is implemented to improve suppliers service level. The impact of the proposed model will be evaluated using indicators such as Forecast Bias (FB), Forecast Accuracy (FA), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Service Level Agreement (SLA).

Keywords: Demand Forecast, DDMRP, Forecast Accuracy, Forecast Bias, Service Level Agreement.

Línea de investigación IDIC – ULIMA: Operaciones y logística

Área y Sub-áreas de Investigación:

Área: Supply Chain Management

Sub-áreas: Gestión de compras y proveedores, nivel de servicio y satisfacción del cliente

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

ODS 9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La complejidad se intensifica al considerar que la demanda del cliente tiende a ser independiente y desconocida, lo que requiere la necesidad imperante de pronosticarla. Dentro de la manufactura no primaria se encuentran los bienes de consumo, que abarcan aspectos como cuidado personal, cuidado del hogar, alimentos, productos farmacéuticos, entre otros, definiéndose como mercancía final en un proceso de producción que satisface directamente las necesidades individuales para su beneficio.

La empresa estudiada en este trabajo ingresó al Perú en 1960 a través de otra empresa establecida; sin embargo, controlaba el 51% de las acciones. La empresa se dedica a la fabricación, comercialización y distribución de alimentos y bienes de consumo para el cuidado personal, como margarina, aceites, bebidas hidratantes, champús y artículos de tocador (EMIS, s.f.). Este trabajo de investigación se centrará en la categoría de cuidado del cabello, la cual es la categoría más importante de la empresa, con una facturación anual de \$30,952,521.50 al cierre del año 2022. Hoy en día, en términos de acciones de la empresa, esta es la segunda más importante del Perú.

Al igual que las otras categorías dentro de la empresa, la categoría de cabello utilizó el mismo método de predicción. Descubrimos que el pronóstico se desvió en un 12.88% durante 2022. Además, hubo un exceso de pronóstico del 10.3% cuando el margen aceptado por la empresa es del 4%. Finalmente, el nivel de servicio de la SU fue en promedio del 72%, con una brecha del 18% respecto a la meta establecida por la empresa del 90% (Company's Planner, 2023). Además, la abundancia de fuentes de información contribuye a la complejidad. Por otro lado, depender de la intervención humana en lugar de procesos automatizados para el procesamiento, la limpieza y la gestión de datos aumenta la probabilidad de errores.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es mejorar la precisión de forecasting mensual mediante la implementación de Big Data y Machine Learning. Con esta mejora, nuestro objetivo es construir un modelo de planificación de requisitos de materiales basado en la demanda (DDMRP) para mejorar el Acuerdo de nivel de servicio (SLA) de las unidades de origen (SU).

JUSTIFICACIÓN

El estudio posee una importancia significativa puesto que una mejora en la precisión de la demanda contribuirá a una mejora en el nivel de servicio de las SU y ello contribuirá a la eficiencia operativa, satisfacción del cliente y sostenibilidad financiera de la empresa.

HIPÓTESIS (Si aplica)

¿Es factible implementar un modelo utilizando Big Data y Machine Learning para mejorar la exactitud en el pronóstico de la demanda y utilizar un Plan de Requisitos de Materiales Impulsado por la Demanda (DDMRP) para mejorar el nivel de servicio de las Source Units (SU)?

DISEÑO METODOLÓGICO

A lo largo del estudio, se han empleado varios métodos para lograr los resultados. Para determinar la categoría más crucial, se utilizó un análisis ABC. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de muestreo para identificar las líneas de productos más importantes para un mayor enfoque.

En cuanto a la experimentación, se empleó un enfoque de métodos mixtos, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para aprovechar las fortalezas de cada uno y minimizar sus debilidades. En el aspecto cuantitativo del estudio, es esencial comprender la aplicación de Machine Learning (ML) para mejorar la precisión del pronóstico de la demanda y la importancia del DDMRP. Además, se ha elegido un modelo univariante, donde sólo se considerarán las ventas como variable a estimar. En este modelo no se tendrán en cuenta otros factores potenciales que puedan afectar la demanda mensual.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Sincero agradecimiento a nuestro asesor José Antonio Taquía que estuvo guiándonos a lo largo de todo este trabajo de investigación, a nuestros familiares y a la Universidad de Lima por las herramientas y facilidades brindadas durante estos años.

REFERENCIAS

Company's Planner. *Anonymous Company*. (2023)

EMIS, Lima. Available: https://www.emis.com/php/companyprofile/PE/Unilever_Andina_Peru_SA_es_2023331.html- (2023)

Goltsos, T. E., Syntetos, A. A., Glock, C. H., & Ioannou, G. Inventory – forecasting: Mind the gap. *European Journal of Operational Research*, 299(2), 397-419. doi:10.1016/j.ejor.2021.07.040 (2022)

Guillaume Martin; Matthieu Lauras. Dynamical multi-parameter sizing of DDMRP buffers in finite capacity flow-shops. *Computers & Industrial Engineering*. Doi: 10.1016/j.cie.2022.108858 (2023)

Louis Duhem; Maha Benali. Parametrization of a demand-driven operating model using reinforcement learning. *Computers in Industry*. Doi: 10.1016/j.compind.2023.103874 (2023)

Metin İfraz, Adnan Aktepe, Süleyman Ersöz, Tahsin Çetinyokuş. Demand forecasting of spare parts with regression and machine learning methods: Application in a bus fleet. *Journal of Engineering Research*, Volume 11, Issue 2. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100> (2023)

Minitab. Example of Augmented Dickey-Fuller Test. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/augmented-dickey-fuller-test/before-you-start/example/> (2023)

Pavlyshenko, B.M. Machine-Learning Models for Sales Time Series Forecasting. *Data* 2019, 4, 15. <https://doi.org/10.3390/data4010015> (2019)

Sturtz. Introduction to Python 3. *Realpython.com*; *Real Python*. <https://realpython.com/python-introduction/>

Institute of Business Forecasting & Planning, What Is Forecast Accuracy? <https://ibf.org/knowledge/glossary/forecast-accuracy-2-128>, June 22, 2021 (2018)

Thivakaran, T. K., & Ramesh, M. Exploratory data analysis and sales forecasting of bigmart dataset using supervised and ANN algorithms. *Measurement: Sensors*, 23 doi:10.1016/j.measen.2022.100388 (2022)

Youssef Lahrichi; David Damand. A first MILP model for the parameterization of Demand-Driven MRP. *Computers & Industrial Engineering*. Doi: 10.1016/j.cie.2022.108769 (2023)

ANEXOS:

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Improvement Proposal Based on Machine Learning, Big Data and DDMRP to Improve Forecasting Compliance in a Consumer Goods Company
- **Autores:** BRUNO PIERO GONZALEZ JAUREGUI y DIANA MICAELA MARISCAL CRUZADO
- **Co autor(es):** JOSE ANTONIO TAQUIA GUTIERREZ

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** IEOM INDEX - FOREFRONT OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS
- **Volumen:** 1
- **Número:** 1
- **Año:** 2024
- **Pp:** Improvement Proposal Based on Machine Learning, Big Data and DDMRP to Improve Forecasting Compliance in a Consumer Goods Company
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 5th South American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM Society International
- **Sede:** Bogotá, Colombia
- **Año:** 2024
- **Pp:** Improvement Proposal Based on Machine Learning, Big Data and DDMRP to Improve Forecasting Compliance in a Consumer Goods Company
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://index.ieomsociety.org/index.cfm/article/view/ID/16113>

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.