

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



COMPARACIÓN DE PRONÓSTICOS CON DEMANDA INTERMITENTE EN UNA EMPRESA DE EMPAQUES DE PLÁSTICO

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Alex Victor Sanchez Garcia

Código 20162521

Asesor

Jose Antonio Taquía Gutierrez

Lima – Perú
Setiembre de 2024

Propuesta Carrera Ingeniería Industrial
Comparación de pronósticos con demanda intermitente para una empresa de empaques de plástico
Alex Victor Sanchez Garcia 20162521@aloe.ulima.edu.pe Universidad de Lima
<p>Resumen: En el presente artículo se comparan tres métodos de pronósticos de demanda, aplicados en una empresa peruana productora de envases de plástico para el sector cosmético con demanda intermitente. Los métodos comparados fueron Croston, Croston TSB y suavizamiento exponencial. Las métricas de error que se usaron y compararon para realizar los pronósticos fueron el error medio absoluto, el error porcentual medio y el error cuadrático medio. Se observó que el modelo de Croston TSB obtuvo un mejor rendimiento que los otros dos, con un error menor a 20 % contra la venta real.</p> <p>Palabras Clave: Envases de plástico / cadena de suministro / aprendizaje automático / previsión de ventas / oferta y demanda / suavizamiento exponencial / prospectiva</p> <p>Abstract: This article compares three demand forecasting methods applied to a Peruvian cosmetic plastic packaging company with intermittent demand. The comparison between the error metrics for forecasting Mean Absolute Error, Mean Percentage Error, and Mean Squared Error obtained by the Croston, Croston TSB, and Exponential Smoothing methods showed that the Croston TSB model outperformed the other two, with an error of less than 20 % compared to actual sales.</p> <p>Keywords: Plastic containers / supply chain / machine learning / sales forecasting / supply and demand / exponential smoothing / forecasting</p>
Línea de investigación IDIC – ULIMA
Área y Sub-áreas de Investigación: 8) Gestión de la cadena de suministro 8.2) Construcción de operaciones, planificación y logística competitivas 8.2.6) Establecer colaboraciones para reemplazar o mejorar las estimaciones de demanda
Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) 12) Producción y consumo responsables

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de operaciones en una empresa de consumo masivo requiere pronosticar con la mayor precisión posible los cambios de la demanda (Nikolopoulos et al., 2016), debido a que la demanda futura influye en la planificación de la producción y la gestión de inventarios. Además, el pronóstico de la demanda es crucial en la cadena de abastecimiento, tanto para la satisfacción del cliente como para el rendimiento financiero.

Usualmente, para calcular la cantidad de pedidos solo se requieren pronósticos generados con la demanda promedio por periodo; esto afecta el inventario y se tiene que calcular con parámetros de desviación estándar para los cuales se asume que no cambian con el tiempo (Willemain et al., 2004). Sin embargo, existen casos en que la demanda es esporádica o intermitente, lo que obliga a que la gestión de inventarios considere restricciones de tiempos de reabastecimiento de proveedores y asignación adecuada de espacios de almacenamiento que cambian periódicamente (Sharma et al., 2021).

Croston (1972), afirma que la demanda intermitente, puede aumentar el nivel de reposición de existencias y sesgar las estimaciones de la demanda media. Además, puede haber niveles de *stock* y, en estos casos, aumentan de manera considerable los costos de producción, almacenamiento, procesamiento de pedidos y entregas.

Pronosticar erróneamente la demanda trae consigo diferentes problemas, entre ellos la sobrestimación, es decir, una situación en que los registros de consumo de ventas para varios productos que se habían mantenido estables durante un periodo de tiempo, presentan existencias en almacén más altas que la demanda máxima que habían requerido para cumplir con la venta.

Uno de los sectores que más ha incorporado la incertidumbre en la gestión de demanda es el sector de manufactura, lo que ha provocado el desarrollo de muchos métodos y técnicas de pronóstico (Gutiérrez et al., 2008), aunque hay que tomar en cuenta que la demanda intermitente también se observa con frecuencia en otros rubros como los negocios de repuestos, maquinaria industrial, etcétera. En todos estos sectores se constata que es muy difícil predecir con precisión la demanda intermitente con las técnicas de pronóstico tradicionales como promedios móviles o suavización simple (Altay et al., 2008).

Entre los aportes de la academia al sector industrial está el diseño de métodos de pronóstico adaptados de un enfoque de serie de tiempo con autocorrelación (Kourentzes, 2013). Entre estos enfoques tenemos el suavizamiento exponencial, el método de Croston Syntetos y la aproximación de Boylan (Syntetos & Boylan, 2001) y, más recientemente, el método Teunter, Syntetos y Babai. Es importante para el adecuado funcionamiento de los métodos de pronóstico de la demanda intermitente que, por la naturaleza incierta de esta, incorporen la idea de recurrencia para hacer más robusta la proyección (Prak et al., 2017).

Ante lo expuesto, la pregunta de investigación para el presente artículo es:

¿Cuál de las técnicas se desempeña mejor como método de pronóstico ante una demanda intermitente?

OBJETIVO

Objetivo general:

- Comparar tres métodos de pronóstico de la demanda, como son: Método de suavizamiento exponencial simple, Método de Croston y Método de Croston TSB y seleccionar el más adecuado para una demanda intermitente.

Objetivo específico:

- Comparar los niveles de error, para escoger el mejor método de pronóstico de demanda intermitente
- Evaluar que método de pronóstico es el mejor para mantener un adecuado nivel de existencias.



JUSTIFICACIÓN

La investigación resulta relevante al buscar brindar la mejor alternativa para seleccionar el mejor método de pronóstico de demanda, para una empresa que desarrolla una demanda intermitente, ya sea en el sector de producción, como también en otras industrias (automotriz, farmacéutica, etc). Asimismo, este trabajo ayudará a generar un mejor control en la producción y consumo responsables, que está relacionado el ODS #12, al generar un mejor control en la demanda y por ende en el nivel de existencias de la empresa a desarrollar.

HIPOTESIS

No aplica

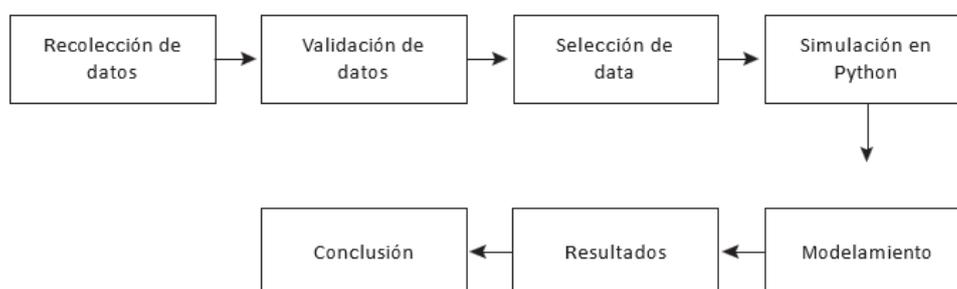
DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo descriptivo. Se utilizó la base de datos de PIERIPLAST SAC, una empresa proveedora de empaques para el sector de higiene y cuidado personal del rubro de cosméticos, líder en el mercado, con una facturación anual de US\$ 30 millones.

En la figura 1, se muestra la gráfica de la metodología empleada para el presente trabajo de investigación.

Figura 1

Esquema del trabajo



En la etapa de recolección de datos se hizo a partir del ERP de la empresa en estudio, el cual es el SOFTGAP, de ahí se exportó información de los últimos 5 años de los productos vendibles por la empresa PIERIPLAST SAC. La validación de datos se hizo con el área comercial y con el área de planeamiento de la producción, en base a sus reportes de ventas y planificación de la demanda. Para la selección de data se hizo un diagrama de Pareto, para seleccionar los productos que tienen un mayor impacto en las ventas de la compañía. A partir de ello se simuló en Python la demanda y se modeló de acuerdo a cada tipo de pronóstico.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, sin Él no hubiera podido lograr ningún objetivo que me había trazado, siempre ha sido su gracia y su amor lo que ha guiado toda mi vida. En segundo lugar, quiero agradecer a mis amados padres (Rosario y Víctor), son el motor de mi vida y el mayor regalo que me pudo dar Dios, agradezco mucho por sus vidas, los amo y amaré por siempre. En tercer lugar, la vida de mi hermano Jesús, mi mejor amigo y mi mano derecha. Y, por último, gracias Universidad de Lima, por estos 5 años de experiencias y aprendizajes increíbles, siempre dejaré el nombre de mi alma máter en lo más alto.

REFERENCIAS

- Altay, N., Rudisill, F., & Litteral, L. A. (2008). Adapting Wright's modification of Holt's method to forecasting intermittent demand. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 389–408. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.01.009>
- Amirkolaii, K. N., Baboli, A., Shahzad, M. K., & Tonadre, R. (2017). Demand forecasting for irregular demands in business aircraft spare parts supply chains by using Artificial Intelligence (AI). *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 15221–15226. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2371>
- Babai, M. Z., Syntetos, A., & Teunter, R. (2014). Intermittent demand forecasting: An empirical study on accuracy and the risk of obsolescence. *International Journal of Production Economics*, 157(1), 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.08.019>
- Cheng, C. Y., Chiang, K. L., & Chen, M. Y. (2016). Intermittent demand forecasting in a tertiary pediatric intensive care unit. *Journal of Medical Systems*, 40, Artículo 217. <https://doi.org/10.1007/S10916-016-0571-9>
- Croston, J. D. (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands. *Operational Research Quarterly (1970-1977)*, 23(3), 289–303. <http://dx.doi.org/10.2307/3007885>
- Gutierrez, R. S., Solis, A. O., & Mukhopadhyay, S. (2008). Lumpy demand forecasting using neural networks. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 409–420. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.01.007>
- Kourentzes, N. (2013). Intermittent demand forecasts with neural networks. *International Journal of Production Economics*, 143(1), 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.01.009>
- Nikolopoulos, K. I., Babai, M. Z., & Bozos, K. (2016). Forecasting supply chain sporadic demand with nearest neighbor approaches. *International Journal of Production Economics*, 177, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.04.013>
- Petropoulos, F., & Kourentzes, N. (2015). Forecast combinations for intermittent demand. *Journal of the Operational Research Society*, 66(6), 914–924. <https://doi.org/10.1057/jors.2014.62>
- Prak, D., Teunter, R., & Syntetos, A. (2017). On the calculation of safety stocks when demand is forecasted. *European Journal of Operational Research*, 256(2), 454–461. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.035>
- Prestwich, S. D., Tarim, S. A., & Rossi, R. (2021). Intermittency and obsolescence: A Croston method with linear decay. *International Journal of Forecasting*, 37(2), 708–715. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.08.010>
- Sharma, M., Joshi, S., Luthra, S., & Kumar, A. (2021). Managing disruptions and risks amidst COVID-19 outbreaks: role of blockchain technology in developing resilient food supply chains. *Operations Management Research*, 15, 268–281. <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00198-9>
- Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2001). On the bias of intermittent demand estimates. *International journal of production economics*, 71(1-3), 457–466. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00143-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00143-2)

- Teunter, R., & Sani, B. (2009). On the bias of Croston's forecasting method. *European Journal of Operational Research*, 194(1), 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.12.001>
- Willemain, T. R., Smart, C. N., & Schwarz, H. F. (2004). A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. *International Journal of Forecasting*, 20(3), 375–387. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(03\)00013-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(03)00013-X)
- Yang, Y., Ding, C., Lee, S., Yu, L., & Ma, F. (2021). A modified Teunter-Syntetos-Babai method for intermittent demand forecasting. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(1), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.02.008>

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Comparación de pronósticos con demanda intermitente en una empresa de empaques de plástico
- **Autores:** Alex Victor Sanchez Garcia
- **Co autor(es):** Jose Antonio Taquia Gutierrez

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** Revista de la Universidad de Lima
- **Volumen:** Edición especial
- **Año:** 2024
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n.6715>

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** II Congreso Internacional de Ingeniería Industrial “Supply Chain 4.0: Tecnología e Innovación”
- **Organizador:** Universidad de Lima
- **Sede:** Universidad de Lima
- **Año:** 2024
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n.6715>

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 40 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  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 incongruencias que permitirán 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.