

APLICACIÓN DE UN MODELO ESTADÍSTICO DE PRONÓSTICOS UTILIZANDO EL MÉTODO WINTER PARA LA LOGÍSTICA INVERSA DEL VIDRIO POST CONSUMO

Application of an statistical forecasting model using the winter method for the inverse logistics of post consumer glass.

Marvin Wilfredo Arévalo Pineda

Mtr. en Gestión Industrial
marevalo572@gmail.com

Julio Roberto Ramírez Romero

Mtr. en Administración Industrial
juliodklogo@gmail.com

Recibido: 15 de noviembre de 2023 | Revisado: 22 de febrero de 2024 | Aprobado: 16 de junio de 2024

Resumen

La aplicación de un modelo estadístico para estimación de pronósticos de recuperación de vidrio post consumo como parte de la logística inversa, surge de la necesidad de controlar de manera efectiva los inventarios de materias primas y vidrio reciclado que se utilizan en el proceso de fabricación de nuevos envases. La estimación precisa de un pronóstico de recuperación de productos reciclables permite abastecer y controlar el flujo de materiales a lo largo de la cadena productiva de fabricación, evita quiebres de inventarios y atrasos en la entrega de un producto terminado.

El método Winter permite evaluar datos históricos de recuperación de vidrio reciclado, adaptando el modelo a constantes de suavizamiento para la tendencia, el ciclo y la estacionalidad, reduciendo el error de estimación de la demanda para identificar ahorros financieros y ambientales que se generan por cada tonelada métrica de vidrio reciclado adicional al pronóstico.

Palabras clave

Pronóstico de la demanda, inventarios, reciclaje, vidrio, envases.

Abstract

The application of a statistical model to estimate post-consumer glass recovery forecasts as part of reverse logistics arises from the need to effectively control the inventories of raw materials and recycled glass that are used in the manufacturing process of new glass. packaging. The accurate estimation of a recovery forecast for recyclable products allows you to supply and control the flow of materials throughout the manufacturing production chain, avoiding inventory breaks and delays in the delivery of a finished product.

The Winter method allows evaluating historical recycled glass recovery data, adapting the model to smoothing constants for trend, cycle and seasonality, reducing the demand estimation error to identify financial and environmental savings that are generated for each ton additional recycled glass metric to the forecast.

Keywords

Demand forecasts, inventories, recycling, recovery, packaging.

Introducción

La fabricación de envases de vidrio tiene como elemento principal el desarrollo de un programa de producción, que va desde el análisis de capacidad instalada, un programa de ventas, presupuestos financieros, inventarios de materias primas vírgenes (arena sílice, feldespato, carbonato de calcio, carbonato de sodio) y un pronóstico de recuperación de vidrio post consumo, para en conjunto fabricar envases de calidad y con costo de producción que permita ventajas comerciales en los mercados internacionales.

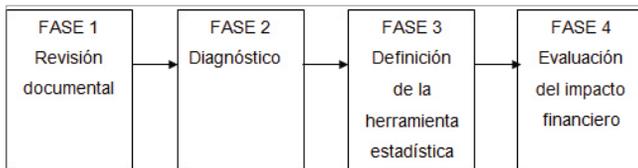
La importancia de utilizar el modelo estadístico Winter para la recuperación de vidrio post consumo, es minimizar el error de estimación de la demanda, monitorear el cumplimiento del pronóstico en función de la demanda histórica y generar beneficios medioambientales como maximizar el espacio en vertederos, proteger la explotación de minerales y la disminución de emisiones de dióxido de carbono.

Desarrollo del estudio

La investigación presenta un enfoque mixto ya que se compone de un análisis cuantitativo y cualitativo. En la parte cuantitativa se analizan datos históricos de recuperación de vidrio post consumo en la logística inversa del vidrio, índices estacionales, porcentajes de crecimiento y cumplimiento de pronósticos, y en la parte cualitativa se analizan los factores que afectan directamente el pronóstico de recuperación.

Figura 1.

Fases de la investigación



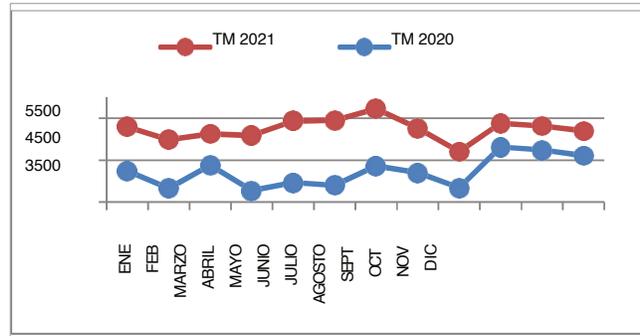
Nota. Elaboración propia.

Resultados obtenidos

Con el análisis gráfico de la demanda histórica de las toneladas métricas de vidrio reciclado recuperadas durante los años 2020 y 2021, se identifica un comportamiento de crecimiento y estacionalidad que se repite en los años que se analizan.

Figura 2.

Análisis de TM recuperadas 2020-2021



Nota. Elaboración propia.

Con la definición de la herramienta estadística se evalúan diferentes métodos cuantitativos con la finalidad de estimar el menor error promedio.

Tabla 1.

Definición de modelos estadísticos

Mes	Demanda real 2021	Suavizam Exponen	Error Suaviz Expon	HOLT	Error HOLT	Winter	Error Winter
Enero	5295	5295	0			4857	-438
Febrero	4991	5295	304	5297	306	4922	-69
Marzo	5129	5143	14	5237	108	5160	31
Abril	5093	5136	43	5236	143	5019	-74
Mayo	5435	5115	-321	5220	-215	5409	-26
Junio	5452	5275	-177	5272	-180	5398	-54
Julio	5727	5363	-364	5294	-433	5890	163
Agosto	5268	5545	277	5363	95	5392	124
Septiembre	4706	5407	701	5314	608	4550	-156
Octubre	5380	5056	-324	5199	-181	5124	-256
Noviembre	5319	5218	-101	5272	-47	5319	0
Diciembre	5198	5269	71	5277	79	4989	-209
Prom Error			225		218		133

Nota. Elaboración propia.

Se determina que, al evaluar la demanda histórica en los métodos estadísticos más significativos para la elaboración de pronósticos, el método Winter es el más confiable, pues genera un error promedio acumulado de 133 toneladas métricas.

Tabla 2.

Análisis económico sobre inventario de vidrio post consumo

Mes	Pronóstico TM 2022	Recuperadas TM 2022	Error	Costo sobre inventario	Ahorro bunker	Ahorro por precio compra	Ahorro total sobre inven.
Enero	5600	5468					\$ -
Febrero	5350	5363	13	\$ 1,358.11	\$982.80	\$461.89	\$1,444.69
Marzo	5450	5399					\$ -
Abril	4470	4556	86	\$8,984.42	\$6,502	\$3,055.58	\$9,557.18
Mayo	5300	5396	96	\$10,029.12	\$7,258	\$3,410.88	\$10,668.48
Junio	5825	5914	89	\$9,297.83	\$6,728	\$3,162.17	\$9,890.57
Julio	5100	5011					\$ -
Agosto	5475	5521	46	\$4,805.62	\$3,477.60	\$1,208.02	\$5,111.98
Septiembre	5040	5074	34	\$3,551.98	\$2,570.40	\$1,208.02	\$3,778.42
Total	47610	47702	364	\$38,27.08	\$27,518.40	\$12,932.92	\$40,451.32
Ahorro de combustible: 30 galones de bunker / TM vidrio reciclado.						Bunker \$/gal	\$2.52
Ahorro por diferencia de precio MP virgen vs vidrio reciclado.						Dif. Compra \$/TM	\$35.53

Nota. Elaboración propia.

Respecto al impacto financiero, se determina que un sobre inventario de vidrio reciclado genera ahorros en el uso de bunker, ahorros por diferencia de precio de compra y beneficios ambientales como ahorro de espacio en vertederos.

Tabla 3.

Toneladas métricas pronosticadas, recuperadas y porcentaje de cumplimiento

Mes	Pronóstico TM 2022	Recuperadas TM 2022	Diferencia	% Cumplimiento
Enero	5600	5468	-132	97.64%
Febrero	5350	5363	13	100.24%
Marzo	5450	5399	-51	99.06%
Abril	4470	4556	86	101.92%
Mayo	5300	5396	96	101.81%
Junio	5825	5914	89	101.53%
Julio	5100	5011	-89	98.25%
Agosto	5475	5521	46	100.84%
Septiembre	5040	5074	34	100.67%
Promedio	5290	5300		

Nota. Elaboración propia.

Con la aplicación del método Winter se puede obtener un porcentaje de cumplimiento que oscila entre un 97.64% y un 101.92%, lo cual muestra su efectividad de pronóstico.

Discusión de resultados

Con los datos históricos presentados en la figura 2 es posible predecir una estimación de pronósticos. Con lo que Villareal (2016) afirma que los pronósticos son una estimación de un evento futuro a través del análisis de factores variables cuantitativos o cualitativos.

Gutiérrez (2013), establece que en toda empresa o negocio es de vital importancia estimar lo que puede suceder en el futuro, pues de la correcta utilización del modelo de pronósticos, se deriva su utilidad como una herramienta interna en la toma de decisiones que puede generar múltiples beneficios a la organización.

En la tabla 1 se evidencia que todo método para desarrollar pronósticos genera un error de

estimación. Hanke y Wichem (2010), en su investigación definen que el método Winter es el que mejor se adapta al pronóstico de la demanda, ya que considera en su análisis las variables de estacionalidad y suavizamiento exponencial para ajustar el modelo y obtener información más precisa.

La tabla 2 muestra ahorros económicos y ambientales al generar un sobre inventario de vidrio reciclado estimado con el método Winter, y como detalla Cabeza (2012), la actividad de recuperar productos o parte de ellos a través del reciclaje, permiten valorizar los mismos, maximizando su aprovechamiento como materia prima. De igual manera, Feitó (2020) establece que la logística inversa es un conjunto de actividades que se ocupa de recuperar productos y materiales que han llegado al final de su ciclo de vida útil, los devuelve a un proceso productivo dentro de las empresas con el fin de lograr muchas ventajas competitivas y reducción del impacto negativo a la naturaleza.

Conclusiones

1. Se analiza la metodología de recuperación de vidrio post consumo donde se determina que el comportamiento de recuperación en el tiempo, muestra un porcentaje de crecimiento del 19.58% en relación con los años analizados, y que el índice estacional de septiembre está influenciado por el clima lluvioso, que repercute en una recuperación menor de vidrio post consumo.
2. Se identifica el modelo estadístico Winter para la elaboración de pronósticos de recuperación de vidrio post consumo, como un modelo funcional, que al integrar variables de suavizamiento para la estacionalidad, tendencia y ciclo, permite obtener una estimación precisa de la demanda y menor error de estimación acumulado.
3. Se evalúa el impacto financiero con el método Winter para la estimación de la demanda,

donde se establece que el porcentaje de cumplimiento oscila entre un 97.64% a 101.92%. Además, se determina que el costo de inventario por déficit de vidrio post consumo es de \$76,107.08, mientras que el costo por sobre inventario de vidrio genera un ahorro en uso de combustibles, con una diferencia de precio de compra y beneficios ambientales de \$40,415.32.

Recomendaciones

1. Respecto al análisis de la metodología de recuperación de vidrio post consumo, se sugiere al departamento de Reciclaje hacer un análisis del índice estacional para determinar de qué manera puede influir en la estimación de la demanda futura.
2. Con relación a la definición de la herramienta estadística, evaluar el método de estimación de la demanda para determinar si las variables de suavizamiento se ajustan a la demanda real con el fin de minimizar el error de estimación.

Referencias bibliográficas

- Gutiérrez, A. (2013). *Manual de pronósticos para la toma de decisiones*. México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Villareal, F. (2016). Introducción a los Modelos de Pronósticos. Universidad Nacional Del Sur, 1(1), 1-121.
- Hanke, J. E., y Wichern, D. W. (2010). *Pronósticos en los negocios*. México: Pearson educación
- Cabeza, D. (2012). Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro. España: Marge books.
- Feitó, M. (2020). La construcción de escenarios utilizando un sistema de inferencia difuso para la optimización estocástica del rediseño de la cadena de suministro de reciclaje. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 476-498

Información del autor

Ingeniero Industrial, Marvin Wilfredo Arévalo Pineda, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2022.

Maestro en Artes en Gestión Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2023.

Afiliación Laboral: Grupo Vical.

Ingeniero Mecánico Julio Roberto Ramírez Romero, graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.

Maestro en Administración Industrial y Empresas de Servicio de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017.

Afiliación Laboral: Walmart México y Centroamérica.