

# Fijación de precios mediante la utilización de la elasticidad precio demanda en la industria papelera en México

Julio Ramiro

13 de noviembre de 2025

## 1. Introducción

Dentro de la empresa se comercializan más de cien números de parte distintos, cuya definición de precios se realiza principalmente de manera empírica. En la práctica, los precios se reevalúan conforme a las condiciones del mercado y al contexto interno de la organización; sin embargo, este proceso suele ser reactivo, lo que provoca que la compañía quede rezagada frente a sus principales competidores.

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología para la determinación de precios basada en la estimación de la elasticidad precio de la demanda, con el propósito de establecer una estructura de precios más objetiva, dinámica y alineada con el comportamiento del mercado.

En la primera etapa de la investigación se recopilará información relevante de diversos sectores industriales, con especial énfasis en la industria secundaria. Posteriormente, se desarrollará una metodología sustentada en conceptos macroeconómicos y en técnicas de estadística multivariada, orientada a estimar la elasticidad de cada producto y optimizar las decisiones de pricing dentro de la empresa.

Una de las principales herramientas empleadas para identificar los productos cuya elasticidad resulta significativa serán los métodos de agrupamiento, que permitirán segmentar los artículos según su comportamiento ante variaciones de precio.

Asimismo, con el fin de determinar las variables más relevantes, se aplicarán métodos de filtro para la selección de características, y para la reducción de dimensionalidad se utilizarán técnicas como el Análisis de Componentes Principales (PCA) y el Análisis Factorial, contribuyendo así a la construcción de un modelo más robusto y eficiente para la definición de precios.

Finalmente, la metodología propuesta busca aportar una herramienta analítica que permita fundamentar las decisiones de fijación de precios en criterios cuantitativos y replicables.

De esta forma, se pretende fortalecer la competitividad de la empresa mediante una estrategia de precios basada en datos, al mismo tiempo que se ofrece una aportación metodológica aplicable a otros contextos industriales con características similares.

## 2. Descripción de los datos

Para este artículo utilizaremos los datos de ventas desde el 2022, las variables que tenemos a disposición son las toneladas, el monto facturado en pesos, el ancho de la bobina, fecha de facturación, nombre del cliente y el producto o número de parte que compro el cliente.

Cuadro 1: Tabla 1.1 Descripción de los Datos					
	Promedio	Desviación Estándar	Min	Mediana	Máximo
Toneladas	7.03	11.03	0.01	3.26	404.66
Facturado (\$)	141,415.8	934,555.2	0.95	53,932.9	102.9 M
Ancho (cm)	93.1	40.6	12.7	86	250

Las toneladas se distribuyen por familia de la siguiente forma

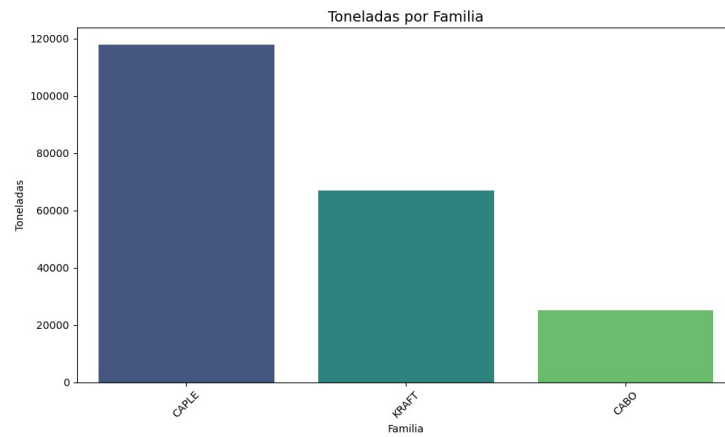


Figura 1: Gráfico de barras de toneladas por familia

Por mes podemos observar lo siguiente, se puede observar un pico bastante significativo a mediados del 2022, a principios del 2024 se observa una caída de la cual a partir de ahí se ha estado recuperando

Y el gráfico de cajas de los anchos se ve de la siguiente forma, el ancho máximo que se puede vender son 334 cm, de manera general un cliente no se lleva el ancho máximo, tanto por temas logísticos como uso final

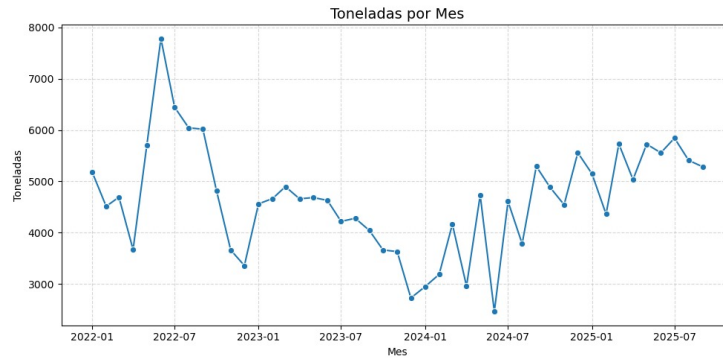


Figura 2: Gráfico de barras de toneladas por mes desde el 2022

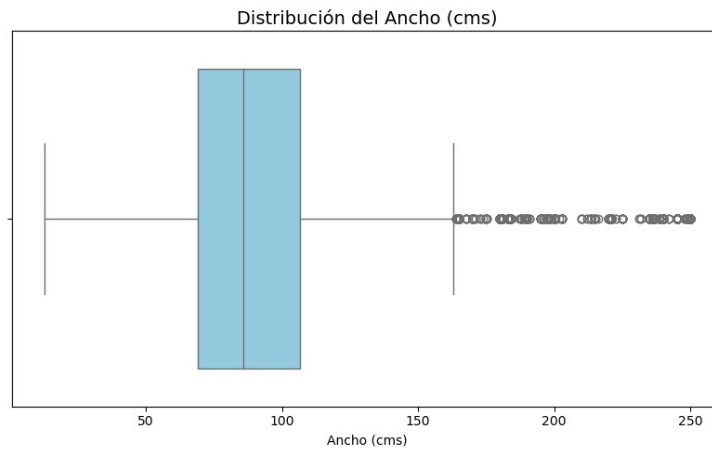


Figura 3: Gráfico de cajas del ancho de las cajas

### 3. Antecedentes

El principal precedente es el artículo de Guerrero Garzón en el cual explora la elasticidad de la demanda de refacciones automotrices en Colombia, estudia el análisis de conglomerados para determinar que estrategia seguir según las características de los productos de cada grupo. Emplea principalmente K-medias para determinar 7 grupos en los que según su elasticidad determina que estrategia debe seguir al momento de fijar precios.

### 4. Metodología

El presente estudio se desarrolló en tres etapas principales: la segmentación de clientes, la estimación de la demanda y el cálculo de la elasticidad precio

de la demanda para cada combinación de *Cluster/Familia*. A continuación, se describe la metodología empleada en cada fase.

#### 4.1. Segmentación de clientes mediante Gaussian Mixture Models (GMM)

Con el objetivo de identificar patrones homogéneos de comportamiento entre los clientes, se aplicó un algoritmo de *Gaussian Mixture Models* (GMM). Este método asume que los datos provienen de una combinación de distribuciones normales multivariadas, cada una representando un grupo o *cluster* [1].

El modelo se fundamenta en la estimación de la siguiente función de densidad de probabilidad:

$$p(x) = \sum_{k=1}^K \pi_k \mathcal{N}(x | \mu_k, \Sigma_k) \quad (1)$$

donde  $K$  representa el número de componentes gaussianos,  $\pi_k$  es el peso asociado a cada componente, y  $\mathcal{N}(x | \mu_k, \Sigma_k)$  denota la distribución normal multivariada con media  $\mu_k$  y matriz de covarianzas  $\Sigma_k$ . Los parámetros del modelo se estimaron mediante el algoritmo de *Expectation-Maximization* (EM), maximizando la verosimilitud de los datos observados [3].

Este enfoque permitió obtener una segmentación más flexible que los métodos tradicionales como *k-means*, ya que considera la forma, orientación y dispersión de los grupos en el espacio de variables. De este modo, fue posible clasificar a los clientes en distintos *clusters* según su comportamiento de compra y sensibilidad al precio.

#### 4.2. Estimación de la demanda mediante el IGAE

Para estimar la demanda esperada en cada *Cluster/Familia*, se utilizó como variable explicativa el *Índice Global de la Actividad Económica* (IGAE), el cual actúa como un indicador representativo del nivel de actividad económica del país [5].

Se asumió que la demanda ( $Q_t$ ) está relacionada con el comportamiento del IGAE ( $I_t$ ) mediante un modelo de regresión lineal:

$$Q_t = \alpha + \beta I_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

donde  $\alpha$  representa el término constante,  $\beta$  el coeficiente de respuesta de la demanda ante variaciones en la actividad económica y  $\varepsilon_t$  el término de error aleatorio.

Este enfoque permitió proyectar la demanda para el año 2025, considerando las variaciones macroeconómicas capturadas por el IGAE y su impacto diferenciado en cada segmento de clientes.

### 4.3. Cálculo de la elasticidad precio de la demanda

Con las proyecciones de demanda obtenidas, se calculó la elasticidad precio de la demanda a nivel de *Cluster/Familia*, con el fin de evaluar la sensibilidad de las ventas ante variaciones en los precios.

La elasticidad se definió como:

$$E_p = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P} = \frac{\Delta Q / Q}{\Delta P / P} \quad (3)$$

donde  $E_p$  representa la elasticidad precio de la demanda,  $\Delta Q$  el cambio en la cantidad demandada,  $\Delta P$  la variación en el precio, y  $Q$  y  $P$  sus valores iniciales [6].

Los resultados obtenidos permitieron identificar los segmentos más sensibles al precio y aquellos con mayor potencial de ajuste, sirviendo como base para la formulación de una estrategia de precios óptima orientada a maximizar la rentabilidad y la participación de mercado.

## 5. Resultados

A partir de la estimación de la elasticidad precio de la demanda para cada combinación de *Cluster/Familia*, se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 2. Los indicadores considerados incluyen la elasticidad estimada, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el valor de significancia estadística (*p-value*).

Cuadro 2: Elasticidad precio de la demanda por Cluster y Familia

Familia	Cluster	Elasticidad	$R^2$	p-value
CAPLE	3	-4.2951	0.6087	0.0224
CABO	3	-3.6687	0.1917	0.5622
KRAFT	3	-3.6087	0.1630	0.3213
KRAFT	0	-0.6323	0.1465	0.3493
KRAFT	2	0.0128	0.0003	0.9689
KRAFT	1	0.0658	0.0008	0.9458
CAPLE	2	0.2319	0.0019	0.9189
CAPLE	1	0.6779	0.1209	0.3987
CABO	1	2.4833	0.4086	0.0879
CAPLE	0	2.8655	0.1657	0.5929

Los resultados muestran una amplia variabilidad en los coeficientes de elasticidad, indicando comportamientos heterogéneos entre los distintos segmentos. En particular, los valores negativos de elasticidad en los *Clusters* 3 de las familias CAPLE, CABO y KRAFT reflejan una relación inversa entre el precio y la cantidad demandada, consistente con la teoría económica tradicional.

El caso de la familia CAPLE en el *Cluster* 3 presenta una elasticidad de -4,29 con un  $R^2$  de 0.61 y un *p-value* de 0.02, lo cual sugiere una relación

estadísticamente significativa y un alto grado de sensibilidad al precio. En contraste, varios segmentos, como KRAFT en los *Clusters 1 y 2*, muestran elasticidades cercanas a cero y valores de  $p > 0,9$ , indicando una baja respuesta de la demanda ante cambios en el precio.

Asimismo, se identifican algunos casos con elasticidad positiva (por ejemplo, CABO Cluster 2 y CAPLE Cluster 0), lo cual podría explicarse por fenómenos de sustitución o por la influencia de factores no considerados en el modelo, como estrategias promocionales, calidad percibida o disponibilidad de inventario.

En general, los resultados permiten identificar los segmentos donde la elasticidad es significativa y el modelo presenta un ajuste razonable ( $R^2 > 0,5$  y  $p < 0,05$ ), como es el caso de CAPLE-Cluster 3. Estos hallazgos resultan relevantes para definir estrategias de precios diferenciadas, priorizando aquellos productos y grupos de clientes con mayor sensibilidad ante variaciones de precio.

## 6. Conclusiones y discusión

En términos generales, los resultados obtenidos aportan información valiosa que contribuye a una comprensión más clara y objetiva del proceso de determinación de precios. No obstante, la ausencia de una estimación precisa del mercado disponible limita la capacidad para evaluar si una estrategia de precios más agresiva se traduce efectivamente en un incremento de la participación de mercado.

Como línea de trabajo futuro, se propone fortalecer la estimación del tamaño del mercado total, tomando como referencia la información publicada anualmente por la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel [2]. Este ajuste permitiría contextualizar los resultados obtenidos y validar la efectividad de la metodología de para definir los precios propuesta frente a las condiciones reales del sector.

Así mismo se le dará continuidad al proyecto usando como punto de partida para la definición de precios los resultados obtenidos en el artículo y documentando los resultados obtenidos.

## Referencias

- [1] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, New York, 2006.
- [2] Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel. Informe anual de la industria papelera en México, 2025. Disponible en: <https://www.cnicip.org.mx/>.
- [3] A. P. Dempster, N. M. Laird, and D. B. Rubin. Maximum likelihood from incomplete data via the em algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 39(1):1–38, 1977.

- [4] D. F. D. M. L. G. Guerrero Garzón, Patricia Paola Hernández Losada. Metodología para la fijación de precios mediante la utilización de la elasticidad precio-demanda. caso tipo: repuestos del sector automotor. *Apuntes del Cenes*, 2012. ISSN 0120-3053. URL <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=479548635002>.
- [5] INEGI. Índice global de la actividad económica (igae). <https://www.inegi.org.mx/temas/igae/>, 2025. Consultado en 2025.
- [6] R. S. Pindyck and D. L. Rubinfeld. *Microeconomics*. Pearson Education, Boston, 9th edition, 2017.