



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Grado en Administración y Dirección de Empresas y
Análisis de Datos

MODELO MATEMÁTICO BASADO EN EL MÉTODO DE MONTE CARLO PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE COMPRA DE PRODUCTO ÓPTIMO EN LA INDUSTRIA DEL *FAST FASHION*.

Blanca Candela Estellés
Clave: 202010601
Dirigido por Raúl González Fabre

RESUMEN

El crecimiento exponencial de la conectividad a internet y, especialmente, de las redes sociales ha transformado radicalmente la forma en la que accedemos a la información. Hoy, desde cualquier lugar y en cuestión de segundos, es posible comparar miles de fuentes, descubrir nuevas tendencias y dejarnos influir por referentes globales. Esta hiperconectividad ha dado lugar a un consumidor más exigente, cambiante e impredecible, cuyos gustos evolucionan a gran velocidad y de forma masiva.

Este nuevo escenario representa un desafío crítico para el sector de la moda, y en particular para el *fast fashion*, que debe enfrentarse a una demanda cada vez más volátil y a ciclos de tendencias cada vez más fugaces. En este contexto, acertar con el tamaño de compra óptimo para cada producto se ha convertido en un factor decisivo para la rentabilidad de las marcas. Un error en la planificación puede derivar, por un lado, en excesos de *stock* que obliguen a aplicar promociones agresivas que erosionan los márgenes de beneficio; o, por otro lado, en roturas de *stock* que conlleven pérdidas significativas de ventas.

Este Trabajo de Fin de Grado aborda esta problemática y propone una solución innovadora: el desarrollo de un Modelo Matemático basado en la metodología de Monte Carlo, diseñado específicamente para determinar el tamaño de compra de producto que optimice los márgenes de los artículos en un entorno tan incierto como el actual.

Palabras Clave: hiperconectividad, *fast fashion*, demanda volátil, tamaño de compra óptimo, rentabilidad, Modelo Matemático, metodología de Monte Carlo.

ABSTRACT

The exponential growth of internet connectivity, and particularly of social media, has radically transformed the way we access information. Today, from virtually anywhere and within seconds, it is possible to compare thousands of sources, discover emerging trends, and be influenced by global figures. This state of hyperconnectivity has given rise to a more demanding, ever-changing, and unpredictable consumer, whose preferences evolve rapidly and on a large scale.

This new landscape poses a critical challenge for the fashion industry, particularly for fast fashion, which must contend with increasingly volatile demand and ever-shorter trend cycles. In this context, accurately determining the optimal purchase quantity for each product has become a decisive factor for brand profitability. A misstep in planning can lead, on the one hand, to excess inventory that requires aggressive discounting, eroding profit margins; or, on the other hand, to stockouts that result in significant lost sales.

This Final Degree Project addresses this issue and proposes an innovative solution: the development of a mathematical model based on the Monte Carlo methodology, specifically designed to determine the optimal purchase quantity that maximizes margins for products in an environment as uncertain as the current one.

Key Words: hyperconnectivity, fast fashion, volatile demand, optimal purchase quantity, profitability, mathematical model, Monte Carlo methodology.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. CONTEXTO.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA.....	4
1.4. METODOLOGÍA.....	5
1.5. ESTRUCTURA.....	8
2. SECTOR DE LA MODA RÁPIDA	8
2.1. CONTEXTO.....	8
2.2. KEY SUCCESS FACTORS	11
2.3. DESAFÍOS DEL SECTOR	13
3. MÉTODO DE MONTE CARLO	16
3.1. BASES TEÓRICAS	16
3.2. METODOLOGÍA APLICADA AL CÁLCULO ÓPTIMO DEL TAMAÑO DE COMPRA DE UN ARTÍCULO.....	20
4. CASO PRÁCTICO	26
4.1. PRESENTACIÓN DEL CASO PRÁCTICO	26
4.2. DATOS DE ENTRADA.....	30
4.2.1. Descripción.....	30
4.2.2. Limpieza.....	35
4.2.3. Análisis estadístico.....	35
4.2.4. Transformación de los datos en inputs para el modelo.....	41
4.3. MODELO MATEMÁTICO	46
4.3.1. Expresión matemática.....	46
4.3.2. Supuestos y alcance del modelo.....	48
4.3.3. Simulador	48

4.4.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	60
5.	CONCLUSIONES	67
5.1.	EVALUACIÓN DEL MODELO: OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	67
5.2.	POSIBILIDADES DE MEJORA Y EXTENSIÓN DEL MODELO	69
5.3.	SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS BASADAS EN MONTE CARLO	70
5.4.	CONCLUSIÓN FINAL.....	71
6.	DECLARACIÓN DEL USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA	71
7.	BIBLIOGRAFÍA	73

ANEXOS

Anexo I: Archivo Excel del Modelo Matemático	75
Anexo II: Guía para habilitar la macro en el archivo de Excel	76
Anexo III: Instrucciones para el uso del Modelo Matemático	77
Anexo IV: Video explicativo del funcionamiento del Modelo Matemático	78
Anexo V: Código utilizado para la elaboración de la macro.....	79
Anexo VI: Resumen de distribuciones de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas para todas las categorías del tipo de producto A.....	80
Anexo VII: Resumen de distribuciones de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas para todas las categorías del tipo de producto B.....	81
Anexo VIII: Resultados de ambas fases de la simulación para el tipo de producto A y la categoría T05 (ATO5)	82
Anexo IX: Resultados de ambas fases de la simulación para el tipo de producto B y la categoría T05 (BTO5)	83
Anexo X: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T04 (AT04)	84
Anexo XI: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T03 (AT03)	85
Anexo XII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T02 (AT02)	86
Anexo XIII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T01 (AT01)	87
Anexo XIV: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T04 (AT04)	88
Anexo XV: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T03 (AT03)	89
Anexo XVI: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T02 (AT02)	90

Anexo XVII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T01
(AT01) 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de la metodología utilizada.....	7
Figura 2: Evolución del ciclo de diseño-fabricación con la incorporación de nuevos actores en el sector.....	10
Figura 3: Ejemplo de modelos de distribución de variables aleatorias	18
Figura 4: Representación de puntos aleatorios en la función de probabilidad acumulada de una variable aleatoria.....	19
Figura 5: Esquema conceptual de la simulación de Monte Carlo para la estimación del margen bruto de un producto para una determinada cantidad de compra.	22
Figura 6: Esquema conceptual del uso de la simulación de Monte Carlo para la selección del tamaño de compra de productos que optimice los márgenes de la empresa.	25
Figura 7: Esquema de clasificación de artículos de la empresa	29
Figura 8: Tabla de clasificación de artículos según sus compras iniciales.....	31
Figura 9: Datos base aportados por la empresa	33
Figura 10: Cobertura teórica de la empresa en número de semanas	33
Figura 11: Diccionario de los datos de entrada	34
Figura 12: Descripción de las métricas calculadas para el análisis estadístico preliminar de los datos de entrada.....	37
Figura 13: Resumen de datos medios por tipo de producto	38
Figura 14: Resumen de los pesos de cada tipo de producto	38
Figura 15: Resumen de datos medios por categorías para el tipo de producto A.....	39
Figura 16: Resumen de los pesos por categorías para el tipo de producto A	39
Figura 17: Resumen de datos medios por categorías para el tipo de producto B.....	40
Figura 18: Resumen de los pesos por categorías para el tipo de producto B	40
Figura 19: Criterio de agrupación de artículos para cada categoría de producto en función de sus ventas semanales durante las primeras cuatro semanas.....	42
Figura 20: Tabla de distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto A y categoría T05 (AT05)	43
Figura 21: Tabla de distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto B y categoría T05 (BT05).....	43
Figura 22: Distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto A y categoría T05 (AT05)	44

Figura 23: Distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto B y categoría T05 (BT05).....	44
Figura 24: Tabla de datos estadísticos históricos para el tipo de producto A y categoría T05.....	45
Figura 25: Tabla de datos estadísticos históricos para el tipo de producto B y categoría T05.....	46
Figura 26: Compras teóricas para las categorías T05 y ambos tipos de producto (AT05 Y BT05) respectivamente.....	50
Figura 27: Esquema del modelo de cálculo del rango de compra para el tipo de producto A y categoría T05 (AT05).....	51
Figura 28: Esquema del modelo de cálculo del rango de compra para el tipo de producto B y categoría T05 (BT05).....	51
Figura 29: Precio medio por grupos de artículos para la categoría T05 y ambos tipos de producto (AT05 y BT05)	52
Figura 30: Ejemplo ilustrativo de simulación extraída del modelo en Excel.....	53
Figura 31: Resultado promedio de la décima ronda del último tramo de compra para el tipo de producto A y categoría de producto T05	56
Figura 32: Resultado promedio de la décima ronda del último tramo de compra para el tipo de producto B y la categoría de producto T05	56
Figura 33: Tablas resumen de resultados para el tipo de producto A y categoría de producto T05 (AT05).....	58
Figura 34: Tablas resumen de resultados para el tipo de producto B y categoría de producto T05 (BT05).....	59
Figura 35: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T05 (AT05).....	61
Figura 36: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T05 (BT05)	64
Figura 37: Tabla resumen de resultados por categoría para el tipo de producto A.....	66
Figura 38: Tabla resumen de resultados por categoría para el tipo de producto B.....	66
Figura 39: Tabla resumen de coberturas por categorías para los productos A y B.....	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO

Este trabajo se centra en la problemática de la gestión de compras de una empresa del sector del *fast fashion*, que gestiona todo el ciclo de vida del producto, desde su diseño hasta su venta al cliente final

La empresa gestiona distintos productos tales como ropa, calzado y complementos. Para cada tipo de producto, desarrolla una colección de artículos y, tras un proceso de selección, determina las cantidades a comprar de cada uno de ellos, coordinando la fabricación con proveedores externos. Posteriormente, almacena los artículos comprados en sus centros logísticos y desde allí, los distribuye semanalmente a sus distintos canales de venta: tiendas propias, franquicias o plataformas de comercio online.

Toda esta apuesta por las colecciones se lleva a cabo en un entorno altamente volátil, donde el cliente está muy informado y las tendencias de venta cambian constantemente. En este contexto, acertar con el tamaño de compra de cada artículo, entendido como la elección del volumen de compra de cada artículo que la empresa debe encargar a sus proveedores, se convierte en un factor clave para el éxito.

1.2. OBJETIVOS

Este trabajo tiene como finalidad desarrollar una metodología que permita determinar el tamaño de compra óptimo para cada artículo de la compañía.

Con este propósito, la investigación se centra en el desarrollo y análisis de viabilidad de un Modelo Matemático basado en el método de Monte Carlo, concebido como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones de compra. Para que dicho modelo sea considerado válido, debe cumplir con los criterios de renovación de colecciones definidos por la empresa y basarse en la desviación histórica del comportamiento de sus artículos. Adicionalmente, en orden de prioridad, deberá cumplir con los siguientes objetivos:

1. Servir como herramienta de análisis de apoyo en la toma de decisiones de compra en el sector del *fast fashion*.

2. Optimizar el margen sobre venta de los productos.
3. Minimizar los restos de producto.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA

La industria *fast fashion* se enfrenta a una competencia cada vez más feroz, con características que se asemejan a las de un océano rojo. En este sector altamente competitivo, las empresas que logran adaptarse con mayor rapidez a las necesidades del cliente y ofrecen la mejor relación calidad-precio son las que obtienen un mejor desempeño. Para ello, resulta fundamental contar con procesos altamente eficientes a lo largo de toda la cadena de suministro, desde el diseño hasta el punto de venta.

Cualquier consumidor de moda actual cuenta con acceso ilimitado a información gracias a internet y a redes sociales como Instagram o TikTok. La enorme cantidad de datos a los que tenemos acceso en cuestión de segundos ha provocado que estemos expuestos a estímulos constantemente, facilitando la comparación social y fomentando las compras impulsivas. Como resultado, el perfil promedio de la demanda en el mercado se caracteriza por seguir tendencias cortas y cambiantes.

Este escenario incrementa significativamente los desafíos de gestión para la empresa de estudio en este trabajo, ya que resulta cada vez más difícil predecir la demanda potencial de un artículo y acertar en la planificación de los pedidos de compra. Existe una gran incertidumbre y surgen dudas como: ¿Cuánto tiempo permanecerá vigente esta tendencia?, ¿Cuál es la cantidad óptima que debo adquirir?, ¿Existe el riesgo de que mi producto pierda relevancia rápidamente?

En tal contexto, este trabajo resulta de especial interés al centrarse en el estudio del cálculo del tamaño óptimo de compra de los artículos.

Al optimizar el tamaño de compra inicial de cada artículo, la empresa podrá maximizar la rentabilidad global, minimizando el volumen de promociones y restos, y evitando las pérdidas de ventas derivadas de roturas de *stock*. Por otro lado, le permitirá optimizar el volumen de compra de reposiciones, en los artículos que tengan muy buen comportamiento.

Además, esta optimización en la gestión de inventarios se alinea perfectamente con una de las mayores preocupaciones medioambientales de la industria: la acumulación de residuos textiles, una problemática que ha aumentado sus presiones con las nuevas regulaciones. Para 2030, las estrategias de la Unión Europea para el sector textil buscan “acabar con la destrucción de productos textiles no vendidos o devueltos” (Terraqui, 2022). Y en España, la Ley 7/2022 ya establece medidas para fomentar la reutilización de estos excedentes. Por ello, este estudio adquiere un interés añadido al buscar la optimización en los pedidos y reducir los excedentes de inventario, contribuyendo así a afrontar una preocupación real en las agendas europeas.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología empleada sigue un enfoque deductivo y cuantitativo, fundamentado en el estudio de la industria *fast fashion*, con especial enfoque en el tipo de empresa descrita en el primer apartado del capítulo, y el uso del modelo de Monte Carlo como ventaja competitiva para que la empresa en cuestión pueda determinar el volumen de compra de sus artículos, una problemática especialmente compleja dentro de la gestión operativa del sector.

De esta manera, el estudio se inicia sobre una base teórica que va dirigiéndose hacia lo particular. Para la elaboración del marco teórico, se ha llevado a cabo un análisis documental de diversas fuentes académicas disponibles en buscadores científicos como Dialnet y Google Scholar, así como en la biblioteca de la Universidad Pontificia Comillas. Además, se han consultado fuentes empresariales, como informes de consultoría y las últimas publicaciones en periódicos de renombre en los contextos estudiados, tales como *Modaes* y *Financial Times*.

En cuanto al sector *fast fashion*, gran parte del contenido se detalla gracias al informe *The State of Fashion 2025*, elaborado por Business of Fashion (BoF) y la consultora McKinsey. Este informe, publicado anualmente, ofrece un análisis exhaustivo de las tendencias y los factores clave que darán forma a la industria de la moda en los próximos años.

En cuanto al estudio de la metodología de Monte Carlo, gran parte de la investigación se basa en tres libros clave: *Fundamentos de probabilidad* de Martin-Pliego F.J. y Ruiz Maya L. (2006); *Simulación: aplicaciones prácticas en la empresa* de Pardo L. y Valdés T.

(1987) y *Decisiones óptimas de inversión y financiación* de Suárez Suárez A. S. (2003). Estos textos han proporcionado los fundamentos esenciales sobre probabilidad y el funcionamiento de la metodología de Monte Carlo.

Para complementar la información recopilada y con el fin de desarrollar el caso práctico, se emplean métodos de investigación cualitativos, los cuales incluyen consultas con profesionales del sector de la moda rápida y el establecimiento de relaciones con la empresa involucrada en el caso práctico.

El marco teórico se aplica mediante la creación de un Modelo Matemático orientado a determinar el tamaño óptimo de compra de un artículo, con el fin de optimizar sus márgenes. Este enfoque cuantitativo se realiza a través de los datos proporcionados en formato XLS por una empresa reconocida en el sector, cuyo nombre se omite por razones de confidencialidad. A partir de estos datos, se utiliza Excel para construir el Modelo Matemático y se emplea Visual Basic para automatizar procesos dentro del mismo mediante una macro. El caso práctico se centra principalmente en el desarrollo, la optimización y la evaluación del modelo.

La Figura 1 presenta un resumen de la metodología aplicada y las herramientas empleadas a lo largo del trabajo.

Figura 1: Esquema de la metodología utilizada

Marco Teórico		Caso Práctico	
Análisis del sector fast fashion	Análisis de la metodología de Monte Carlo	Trabajo de campo	Elaboración del modelo matemático
<p>Fuentes académicas recogidas a través de Dialnet, Google Scholar y la biblioteca de la universidad Pontificia de Comillas y Fuentes empresariales</p>		<p>Se emplean métodos de investigación cualitativos:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • “The State of Fashion 2025” (BoF-McKinsey, 2025) 	<ul style="list-style-type: none"> • “Fundamentos de probabilidad” (Martin-Pliego y Ruiz Maya, 2006) • “Simulación: aplicaciones prácticas en la empresa” (Pardo L., Valdés T., 1987). • “Decisiones óptimas de inversión y financiación” (Suárez Suárez, A. S., 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultas con profesionales del sector <i>fast fashion</i>. • Relaciones con la empresa involucrada en el caso práctico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se trabaja con una base de datos proporcionada en formato XLS • Uso de Excel para el desarrollo del modelo, complementado con la herramienta Visual Basic para la creación de macros que automatizan los cálculos.

Fuente: Elaboración propia

1.5. ESTRUCTURA

Este trabajo se estructura en tres secciones claramente diferenciadas: el marco teórico, la aplicación práctica y las conclusiones.

En primer lugar, el marco teórico se desarrolla en los capítulos 2 y 3. El capítulo 2 ofrece una introducción al sector de la moda rápida, comenzando con un contexto general, seguido de la identificación de los factores clave de éxito (*Key Success Factors*) y, finalmente, del análisis de los principales desafíos actuales. A continuación, el capítulo 3 presenta, en primer lugar, los fundamentos teóricos del Modelo de Monte Carlo, abordando su base conceptual, y posteriormente su aplicación específica en la industria del *fast fashion*.

A continuación, la aplicación práctica se aborda en el capítulo 4, donde se desarrolla un Modelo Matemático en Excel basado en los conceptos presentados en el marco teórico, con el objetivo de optimizar el volumen de compra de los pedidos y, con ello, maximizar los márgenes del producto. Este capítulo comienza con la descripción de los datos utilizados como *input* del modelo, continúa con el detalle de su elaboración y funcionamiento y finaliza con la evaluación de su desempeño a partir de los resultados obtenidos mediante una simulación.

Finalmente, el capítulo 5 recoge las principales conclusiones del estudio. En primer lugar, se evalúa la validez del modelo propuesto. A continuación, se plantean posibles líneas de mejora. Posteriormente se presentan soluciones alternativas fundamentadas en la misma metodología y, por último, se ofrece una conclusión final.

2. SECTOR DE LA MODA RÁPIDA

2.1. CONTEXTO

El sector de *fast fashion* es un mercado muy relevante en la economía mundial, valorado actualmente en 150,82 miles de millones de dólares (UniformMarket, 2025). Sin embargo, existe una deceleración estructural precedente del *boom* pospandémico, que está aumentando el nivel de competitividad del sector, provocando que las marcas

“prioricen capturar cuota, en lugar de cosechar las recompensas del enorme crecimiento del mercado de los últimos años” (BoF-McKinsey, 2025, p.10).

Son muchas las definiciones utilizadas para este mercado, Kellerher (2025) describe *fast fashion* como:

Término que describe la producción rápida de ropa económica y de baja calidad que a menudo imita estilos populares de marcas de moda, marcas de renombre y diseñadores independientes. Al ofrecer incesantemente nuevas tendencias a precios económicos, las marcas de moda rápida como Shein, Zara y H&M alientan a los consumidores a comprar continuamente más ropa. (párr. 1)

En común con las distintas descripciones de la industria, la idea principal desde la perspectiva del negocio es vender moda a un cliente masivo con el objetivo de que el producto tenga la máxima rotación en el punto de venta.

La industria creció gracias a la optimización de procesos con la introducción de metodologías como *JIT (Just In Time) Manufacturing*, centrada en reducir los tiempos de espera, y *Lean Manufacturing*, centrada en la estandarización y eliminación de residuos para añadir valor al consumidor, que permitieron que la industria ganase agilidad para dar respuesta al mercado y conseguir esa rotación de producto. Autores como Crofton y Dopico (2007) defienden que Zara fue la empresa que popularizó este modelo de negocio y democratizó el concepto de la moda, que previamente era relacionado con el lujo.

No obstante, el crecimiento más lento del mercado actual, junto con los retos adicionales del sector, pone a las empresas en una situación de gran dificultad en la gestión. Una de las problemáticas más destacables es la del comportamiento del consumidor, que es cada vez más volátil e impredecible. En este contexto, la producción ágil resulta altamente beneficiosa para las compañías, ya que les permite retrasar al máximo la decisión sobre qué productos adquirir de sus proveedores y en qué cantidad. En un escenario marcado por micro tendencias, resulta clave conseguir el menor tiempo de llegada a mercado. Según la autora Stanton (2025), “Hoy en día, las marcas de moda rápida producen alrededor de 52 microtemporadas al año, o una nueva colección a la semana” (párr. 8). Lo que evidencia el dinamismo constante de las tendencias y la necesidad de una gran agilidad para adaptarse a las cambiantes demandas del mercado. La china Shein, es uno de los mejores ejemplos para enfatizar esta agilidad, consiguiendo sacar nuevos estilos al mercado en cuestión de días (Cuofano, 2024). En la Figura 2 se puede observar cómo han

evolucionado los tiempos del *fast fashion* a medida que han entrado nuevos *players* en la industria.

Figura 2: Evolución del ciclo de diseño-fabricación con la incorporación de nuevos actores en el sector.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Cuofano (2024)

El papel de las redes sociales, como canales de expresión, e *influencers* y *celebrities*, como referentes de moda, han sido muy relevantes en este panorama ya que influyen considerablemente en el nacimiento de tendencias y, en consecuencia, en el éxito de los productos. Como resultado, las empresas ya no realizan grandes compras de producto iniciales, sino que se apuesta más por la fabricación en pequeños lotes (*batch production*), que les permite tener capacidad de respuesta según cómo se comporte el producto. De esta manera, las marcas observan las respuestas del mercado en las primeras semanas desde el lanzamiento del producto y así deciden qué productos seguir produciendo.

Como he comentado previamente, son muchas las dificultades a las que se enfrenta el sector actualmente. Una encuesta ejecutiva realizada por BoF-McKinsey (2025) revela que la incertidumbre es el sentimiento más presente entre los grandes líderes de la moda. En 2025, esta preocupación entre los ejecutivos encuestados tiene sus principales raíces en tres aspectos de la economía global: “la confianza del consumidor y ganas de gastar”, “la inestabilidad geopolítica” y “la volatilidad económica”, considerados como mayores riesgos para el sector en ese orden (BoF-Mckinsey, 2025, p.9).

Los ratios de conversión y de retención se han visto afectados debido a la gran cantidad de oferta existente en el mercado que dificulta las decisiones de compra del consumidor (BoF-McKinsey, 2025). Este aspecto junto con las presiones macroeconómicas ha provocado que el comprador sea más sensible y valore la relación calidad-precio en mayor medida, dando crecimiento a segmentos como la reventa, el *offprice* y los *dupes*, entre otros (BoF-McKinsey, 2025). Por otro lado, la evolución de las políticas comerciales y los objetivos de sostenibilidad, también están reconfigurando la manera en que se

aprovisiona la industria (BoF-McKinsey, 2025). Todos estos puntos se tratarán en mayor profundidad en los apartados 2.2 y 2.3.

2.2. KEY SUCCESS FACTORS

Como se ha visto en el punto anterior, las empresas del sector del *fast fashion* se encuentran ante una batalla por la supervivencia ante los retos que a los que se enfrenta el sector y la lucha por ganar presencia en el mercado. A continuación, se exponen los factores clave de éxito (*Key Success Factors*) para mantenerse competitivo en la industria dado el panorama actual.

i. Agilidad de respuesta

Para dar respuesta a un mercado marcado por micro tendencias, es necesario conseguir rapidez en todo el proceso de desarrollo de producto, desde el diseño hasta su comercialización. La rapidez con la que se consiga realizar este proceso aportará una gran ventaja competitiva a las marcas permitiéndoles apurar en sus decisiones de compra para ajustar al máximo el diseño del producto a los gustos del momento y optimizar su comercialización.

Para conseguir esta agilidad, la industria está reconfigurando muchos de sus procesos. En el diseño, se utiliza IA para generar bocetos de producto. Empresas del sector utilizan IA para generar nuevos diseños de producto a partir de la combinación de muchos diseños históricos en tiempos récord. Al mismo tiempo, la industria consigue eficiencias mediante el uso de distintas tecnologías como la impresión en 3D y la realidad aumentada que permiten recortar tiempos y costes al reducir la necesidad de producir tantas muestras de producto.

Respecto a la producción, muchas empresas están apostando por el *nearshoring*, con EE. UU. dirigiéndose a América Latina y Europa enfocándose en Turquía (BoF-McKinsey, 2025). Aunque sacrifiquen sus costes de producción, esto les permite tener una respuesta más rápida al mercado.

Por último, la distribución también es un componente clave en la rapidez. Elegir de qué manera se abastecen las tiendas es un tema crítico para evitar roturas de *stock*. Zara y H&M difieren en su estrategia: así como Zara mantiene una gestión centralizada de todo

su inventario, H&M distribuye desde distintos almacenes más cercanos a sus puntos de venta. De esta forma, la española consigue una rotación más rápida en sus productos al tener mayor control, y la sueca menores costes al estar más próxima.

ii. Producto acertado

El consumidor de moda es cada vez más exigente y la oferta de un producto acertado es esencial para el éxito de cualquier marca *fast fashion*. De este modo, el producto debe ofrecer moda actualizada y acorde a los gustos y tendencias del momento. Como se ha introducido previamente, la sensibilidad en los precios es muy considerable y por ello, cualquier aumento en ellos debe ser justificado. Las marcas deben demostrar su valor, como recalca BoF-McKinsey (2025), “para captar cuota de mercado, los ejecutivos se están centrando en la diferenciación” (p.13). En su encuesta se señala cómo los líderes de moda creen que hay grandes oportunidades en la innovación de producto y sus características, suponiendo esto una oportunidad para los nuevos entrantes. La moda deportiva es un claro ejemplo de innovación como factor de éxito en el mercado; según BoF-McKinsey (2025), el 57% de las ventas en este segmento económico será generado por marcas retadoras, intensificando así la competitividad con las marcas incumbentes.

En este sentido, resulta evidente que las empresas deban entender cuáles son los gustos del consumidor en el momento actual y en el corto plazo. Para ello, técnicas de análisis de datos y *machine learning*, sobre datos de ventas, redes sociales u otros de interés, resultan muy útiles a la hora de diseñar el producto, pudiendo así ajustar todo lo posible la oferta a lo que demanda el consumidor.

iii. Posicionamiento de marca

El posicionamiento de marca es otra de las oportunidades señaladas por los líderes de moda en la encuesta de BoF-McKinsey (2025). Este se convierte en una pieza clave en las decisiones de compra de un consumidor desconfiado y abrumado por una oferta inmensa. El reconocimiento de marca puede aportar la confianza necesaria al consumidor para que elija una marca.

En este sentido, un factor influyente y que las empresas no deben descuidar, es la experiencia de compra del consumidor, tanto de manera presencial, cuya relevancia está resurgiendo tras la pandemia, como *online*.

En relación con las ventas digitales, BoF-McKinsey (2025) destaca que se avecina una nueva era en el descubrimiento de marcas y productos respaldada por la IA. De hecho, hay una demanda cada vez mayor por experiencias de compra impulsadas por IA, enfocadas en ofrecer recomendaciones personalizadas y agilizar el proceso de búsqueda BoF-McKinsey (2025).

Otro factor influyente en el posicionamiento de marca es el marketing. Elegir los canales adecuados, así como el público objetivo correcto es importante para generar presencia en la mente del consumidor y fomentar las ratios de conversión. BoF-McKinsey (2025) resalta el aumento de la importancia del uso de IA para el “descubrimiento de marcas” y en este sentido, menciona que empezar dirigiéndose a un volumen menor pero preciso de consumidores es una buena estrategia.

En el actual escenario del sector, observamos gran diversidad de estrategias. En el caso de Zara, el presupuesto destinado a publicidad es muy bajo y el reconocimiento se obtiene a través de la presencia de la marca en los lugares más transitados de cada ciudad. En el caso de Shein la estrategia es muy distinta, sus ventas son *online* en su totalidad y utiliza un marketing mucho más personalizado mediante canales como TikTok y embajadores.

2.3. DESAFÍOS DEL SECTOR

Los *Key Success Factors* del mercado solo pueden resultar realmente ventajosos si conviven con las exigencias del sector. Estos requisitos pueden resumirse en tres desafíos.

1. La sostenibilidad

La industria de la moda es una de las más contaminantes y, en consecuencia, está sujeta a crecientes presiones y restricciones. La Unión Europea ya ha iniciado medidas para reducir las emisiones de carbono ligadas al sector. En su plan para 2030, se centra en fomentar una mayor durabilidad de los productos y reducir sus residuos, con el objetivo de implementar el sistema RAP (Responsabilidad Ampliada del Productor). Además, busca transformar el diseño textil estableciendo mínimos obligatorios para la inclusión de fibras recicladas, mejorar la transparencia del producto a través de pasaportes digitales y reducir la liberación de microplásticos durante la producción (Comisión Europea, 2022).

Las regulaciones de cada país junto con las presiones de los movimientos ambientalistas e incluso las presiones del consumidor, cada vez más consciente del impacto ambiental del sector, está provocando que las empresas tengan que redefinir sus procesos para cumplir con los objetivos de descarbonización de 2030. Este contexto contribuye en el interés renovado por el *nearshoring*, donde se utiliza menos carbón para producir, aunque suponga unos costes de producción más elevados que el *farshoring*. Otra evidencia de la gestión estratégica de las marcas ante este escenario es la inversión de 100 millones de euros de H&M en Bangladesh para construir un parque eólico que aumente la energía renovable del país (Modaes, 2023)

BoF-McKinsey (2025) resalta que para tratar con este dilema es imprescindible que las empresas creen relaciones consolidadas y estables con sus proveedores para justificar el alto coste de las prácticas sostenibles.

2. Las presiones geopolíticas

La inestabilidad geopolítica es el segundo riesgo más relevante para el sector, según la encuesta ejecutiva realizada por BoF-McKinsey (2025). Desde 2015, “las barreras comerciales y las interrupciones de la cadena de suministro han aumentado cinco veces, con unas 3.000 restricciones comerciales impuestas en 2023” (BoF-McKinsey, 2025, p.17).

En el contexto de la guerra comercial, la reciente elección de Donald Trump como presidente de EE. UU. está generando un incremento generalizado en los aranceles de importación en EE.UU., siendo muy alto para los países asiáticos, y especialmente alto para China. Este incremento arancelario está siendo respondido con incrementos recíprocos del resto de países hacia los productos de EE.UU., provocando una guerra comercial muy importante. Este escenario tan proteccionista y volátil, es uno de los ejemplos que aceleran la necesidad de las marcas de diversificar su producción y sus fuentes de abastecimiento. De acuerdo con BoF-McKinsey (2025), mercados como India, Vietnam o Bangladesh, en combinación con mercados estratégicos más cercanos, como Turquía, Marruecos, México o Brasil, se convertirán en *hubs* clave de abastecimiento para el textil en EE. UU. y Europa.

Además, en la última década el sector ha enfrentado múltiples interrupciones en la cadena de suministro, con eventos como la pandemia de COVID-19 y la guerra en Ucrania como claros ejemplos. Más recientemente, los ataques hutíes en el Mar Rojo han afectado una

de las rutas marítimas más estratégicas para el comercio global, dificultando el transporte de mercancías entre Europa y Asia (Ximenis, 2024). Como consecuencia, muchas navieras han desviado sus rutas alrededor del Cabo de Buena Esperanza, lo que ha prolongado los tiempos de tránsito y aumentado significativamente los costos logísticos (Ximenis, 2024). Asimismo, las recientes revueltas en Bangladesh han generado incertidumbre sobre la estabilidad del país como proveedor clave para la industria textil (Riaño, 2024). Estos entornos continúan resaltando la necesidad del sector de contar con una cadena de suministro flexible y de rápida adaptación para asegurar su resiliencia.

3. Avances tecnológicos

Como se ha mencionado anteriormente, las crecientes exigencias derivadas del cambio climático y la inestabilidad geopolítica están obligando a las marcas a reconfigurar sus cadenas de suministro para hacerlas más flexibles y eficientes. A esto se suma la incertidumbre en las preferencias del consumidor, que dificulta la predicción de la demanda y exige una mayor rapidez en la entrada al mercado, reforzando la necesidad de una cadena de suministro ágil.

Las presiones medioambientales, geopolíticas y de rentabilidad impulsarán avances en la gestión de mercancías, lo cual tendrá un fuerte respaldo de las nuevas tecnologías (BoF-McKinsey, 2025). Por ello, las empresas deben mantenerse actualizadas a nivel tecnológico para seguir siendo competitivas en un entorno cada vez más desafiante.

La digitalización de los procesos y la incorporación de tecnologías como el RFID a lo largo de todo el ciclo de vida del producto permiten obtener una infinidad de datos, cuya explotación mediante modelos matemáticos o IA impulsa eficiencias sustanciales en el sector.

En la actualidad, algunas de las tecnologías más vanguardistas que están transformando la industria son la impresión 3D, la realidad aumentada y virtual, la IA y la tecnología *blockchain* (Creanavarra, 2024).

3. MÉTODO DE MONTE CARLO

3.1. BASES TEÓRICAS

El método de Monte Carlo se define como “un método para calcular un parámetro de una hipotética distribución, usando una secuencia de números aleatorios para construir una muestra de esta población y, a partir de ella, calcular su estimación estadística” (Halton, 1970, citado en Castilla y Chocano, 2023, p.87)

El método surgió en la década de 1940 en una partida de cartas de solitario, cuando el matemático Stanislaw Ulam se preguntó cómo estimar la probabilidad de éxito de su partida. Se dio cuenta de que calcular todas las posibles combinaciones de la partida resultaba más complejo que jugar varias veces y observar la proporción de éxitos. Este origen está directamente relacionado con la definición mencionada anteriormente, ya que ambos recalcan que, mediante muestras aleatorias de un universo más grande, es posible aproximar parámetros con bastante precisión.

La “hipotética distribución”, puede derivarse de un fenómeno incierto o un problema matemático de difícil solución. Es decir, de un problema probabilístico o determinístico dependiendo de si están relacionados o no con un comportamiento *random* (Hammersley, 2013). Como recalca Hammersley (2013), en el caso de problemas probabilísticos, el método imita directamente el proceso físico *random*; mientras que, en los problemas determinísticos, se aprovecha la ventaja teórica que ofrece la formulación de una ecuación al estructurar el problema, y se compensa la falta de resultados numéricos prácticos mediante la realización de experimentos. De esta forma, a través de procesos aleatorios, es posible resolver el problema matemático mediante una simulación de Monte Carlo. Un par de ejemplos para aclarar la tipología de problemas que trata el método pueden ser:

- Para un problema probabilístico: “Calcular la probabilidad de que la suma de dos dados lanzados al aire sea mayor que 6”
- Para un problema determinístico: “Calcular el número π ”

En ambos casos se usarían simulaciones para aproximar los resultados en vez de usar cálculos analíticos estrictos.

Según lo planteado por Castilla y Chocano (2023), el método sigue la siguiente estructura:

1. Se define un espacio muestral que engloba todos posibles valores de la variable aleatoria.

Para ello, se reemplaza el universo real por el universo teórico correspondiente, descrito por una función de cuantía o densidad adecuada. Esta función se modelizará de una forma u otra dependiendo de la naturaleza de los valores de la variable aleatoria.

Como recalcan Martin-Pliego y Ruiz Maya (2006), una variable aleatoria se define informalmente como “una cantidad variable cuyos valores dependen del azar y para la cual existe una distribución de probabilidad.” (p.44)

Además, una variable aleatoria puede definirse cuando “se conoce su campo de variación y el conjunto de probabilidades con que toma valores en ese campo” (Martin-Pliego y Ruiz Maya, 2006, p.44).

Estas se clasifican como “discretas” cuando el número de valores posibles es finito entre cada par de valores, y “continuas” cuando el número de valores posibles es infinito entre cada par de valores.

En el caso de que la variable sea discreta, la función de cuantía representa la probabilidad de que se dé un valor específico de dicha variable aleatoria, y la podemos designar de la siguiente manera:

$$P(\xi = x_i) = p_i$$

Para las variables de tipo continuo, la función de densidad representa la probabilidad de que se dé un rango específico de valores en dicha variable. Se utilizan rangos, ya que la probabilidad de que ocurra un único valor es extremadamente pequeña. En este caso, se puede expresar de la siguiente manera:

$$P(\xi \leq x_i) = F(x_i) = \int_{(-\infty, x_i)} f(x) dx$$

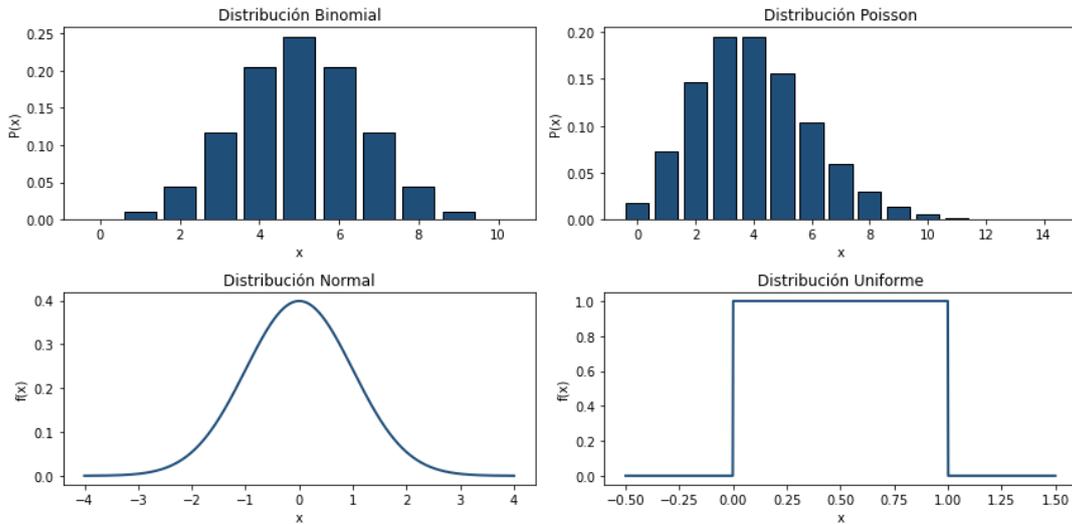
En ambos casos x_i representa el campo de variación de la variable para el cual:

$$P(\xi = x_i) > 0.$$

Como menciono en el inicio, estas funciones pueden modelizarse y así poder “experimentar” acerca de lo que la realidad nos impide alcanzar. Como bien establecen Martin-Pliego y Ruiz Maya (2006), “la modelización resulta especialmente útil siempre que responda con la realidad que pretende explicar o predecir poniendo en relieve las propiedades más importantes, aunque sea a costa de la simplificación” (p.179).

Cada modelo supone una distribución de probabilidad, que se define en función de ciertos parámetros propios. Existe una gran cantidad de ellos; en la Figura 3 se ha querido mostrar algunos de los más comunes correspondiendo la primera fila con distribuciones de variables discretas y la segunda, de variables continuas. Cada fenómeno aleatorio se debe moldear observando la semejanza entre su situación específica y la particularización de cada modelo. Las particularidades de cada modelo no se detallarán en este estudio.

Figura 3: Ejemplo de modelos de distribución de variables aleatorias



Fuente: Elaboración propia con ayuda de Chat GPT en la creación de datos ficticios.

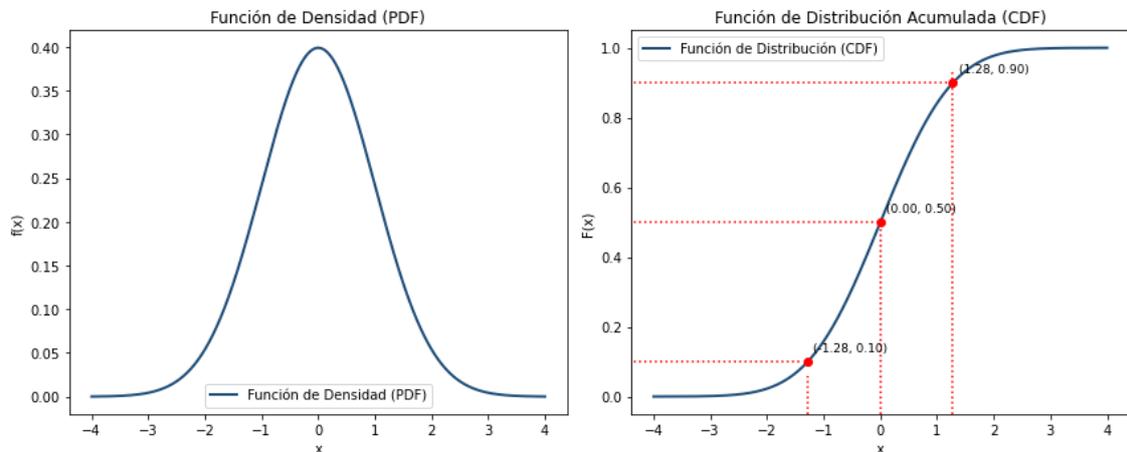
2. Se generan muestras artificiales mediante una distribución de probabilidad determinada.

Un experimento aleatorio es aquel en el que “se pueden enumerar de antemano los resultados posibles sin que se conozca cuál de ellos se va a presentar, aunque sí sus probabilidades, y este se pueda realizar en las mismas condiciones un número indefinido de veces” (Pardo y Valdés, 1987, p.13)

Esto es precisamente lo que realiza el método de Monte Carlo, genera números aleatorios y los convierte en observaciones de la variable aleatoria en estudio para crear una muestra artificial sobre la que realizar cálculos (Suarez, 2014)

La lógica detrás de esta generación de muestras se representa gráficamente en la Figura 4.

Figura 4: Representación de puntos aleatorios en la función de probabilidad acumulada de una variable aleatoria



Fuente: Fuente: Elaboración propia con ayuda de Chat GPT en la creación de datos ficticios.

Como bien explica Suarez (2014), una vez se obtiene la función de densidad de la que hablábamos antes, se representa gráficamente la función de probabilidad acumulada.

$$F(x) = P(\xi \leq x) = \sum P(\xi = x_i) \text{ donde } x_i \leq x, \text{ para variables discretas y}$$

$$P(\xi \leq x) = F(x) = \int (-\infty, x_i) f(x) dx, \text{ para variables continuas.}$$

Después se generan números al azar entre el 0 y el 1, los cuales “se llevan sobre el eje de ordenadas y se proyectan horizontalmente hasta que intercepte la curva representativa de $F(x)$ ” (p.169) así como se observa en las gráficas mostradas. Estos valores obtenidos en el eje X son los elementos que componen la muestra artificial. Se deben proyectar tantos números aleatorios como grande se quiera que sea la muestra.

Es importante que la generación de este número sea lo más aleatoria posible. Se dice que una secuencia infinita o finita de números es aleatoria cuando “cualquier secuencia finita, seleccionada previamente a su diseño, es igualmente factible que esté incluida en aquella” (Pardo y Valdés, 1987, p.23)

Con la aparición de los ordenadores, el uso de tablas de números aleatorios como la de Rand Corporation suponía un proceso lento y costoso en memoria, por eso se crearon métodos capaces de generar números pseudoaleatorios, los cuales deterioran ligeramente la noción de “azar” al seguir ciertas reglas, pero por motivos de velocidad y memoria son más útiles (Pardo y Valdés, 1987). Algunos de los métodos de generación de números pseudoaleatorios más conocidos son el método de los cuadrados medios, el método de

Lehmer y los métodos congruenciales, cuya descripción detallada queda fuera del alcance de este estudio.

3. Se calculan distintos parámetros a partir de esos datos generados.

Una vez tenemos suficientes valores muestrales, después de un gran número de iteraciones en la generación de observaciones de la variable aleatoria, se pueden estimar distintos parámetros convenientes como son la media, la proporción o la varianza poblacional (Suarez, 2014).

$$\text{Media poblacional: } \mu = (1/N) \sum (\text{de } i=1 \text{ a } N) X_i$$

$$\text{Proporción poblacional: } P(X > a) = (\text{Número de simulaciones donde } X > a) / N$$

$$\text{Varianza poblacional: } \sigma^2 = (1/N) \sum (\text{de } i=1 \text{ a } N) (X_i - \mu)^2$$

De esta forma, estaríamos aproximando el valor esperado mediante nuestra simulación. Es relevante recalcar que el resultado es una aproximación a la solución exacta y, por lo tanto, el grado de error depende directamente del tamaño de la muestra realizada. El *Teorema Central del Límite* (TCL) establece que

Una suma de un número suficientemente grande de variables independientes, idénticamente distribuidas y con media y varianza finitas tendrá un comportamiento aproximadamente normal.

De acuerdo con el teorema, el error absoluto de la simulación disminuirá proporcionalmente a $1/\sqrt{N}$. Esto se debe a que, según el TCL, al realizar suficientes simulaciones independientes, la media de los valores converge hacia una distribución normal con varianza proporcional a $1/N$ (observable en la ecuación mostrada previamente). Esto significa que la desviación estándar de la media disminuye como $1/\sqrt{N}$, siendo N el tamaño muestral.

3.2. METODOLOGÍA APLICADA AL CÁLCULO ÓPTIMO DEL TAMAÑO DE COMPRA DE UN ARTÍCULO

Como hemos enfatizado en el capítulo 2, la industria del *fast fashion* está sujeta a una alta volatilidad en el comportamiento de sus artículos, debido al continuo cambio de las tendencias y preferencias de los consumidores. En este contexto, se presenta una aplicación del método de Monte Carlo, especialmente útil para el sector de la moda

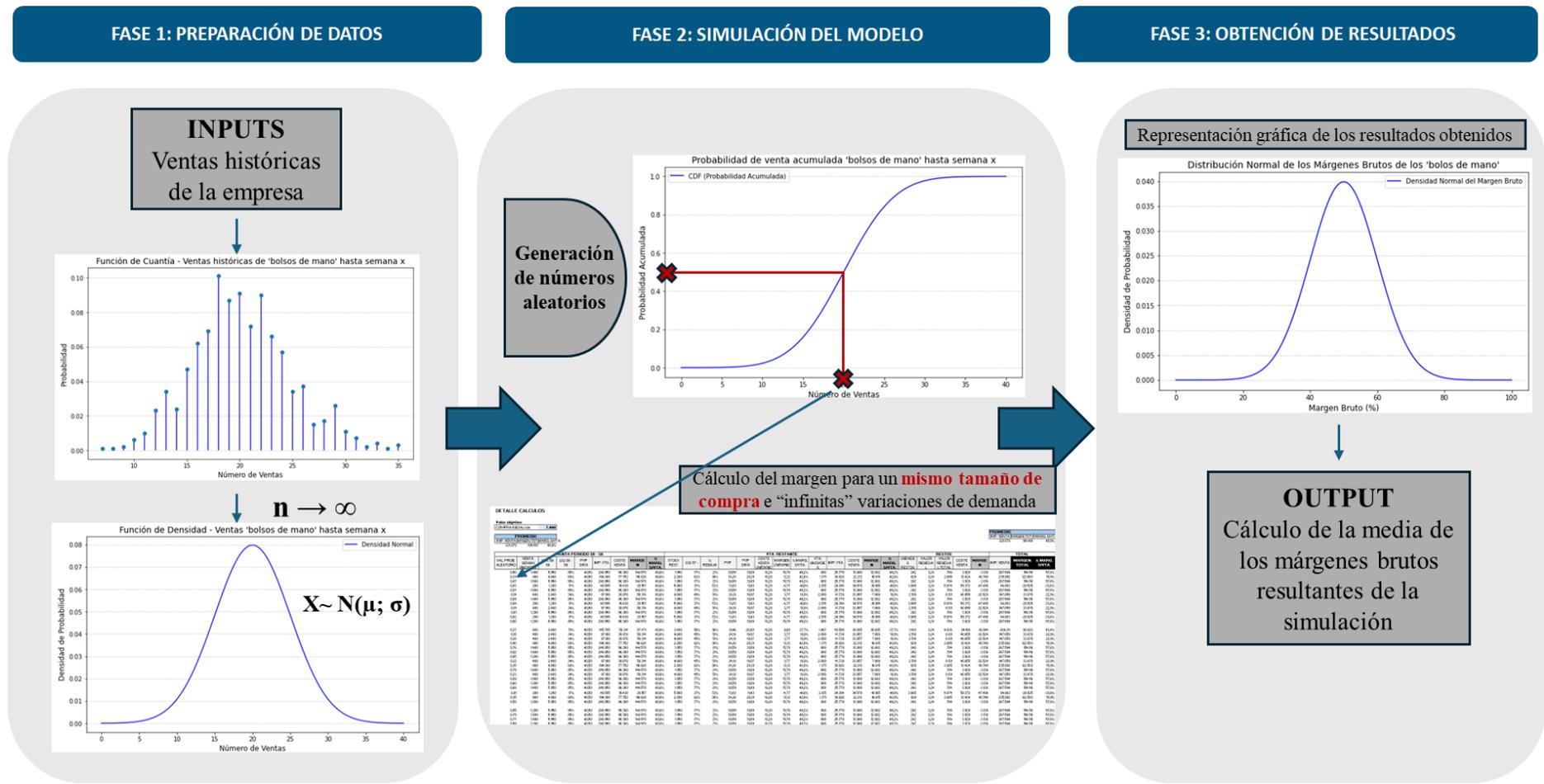
rápida. Esta implementación se enfoca en modelar la incertidumbre en la demanda para poder optimizar el tamaño de compra de los pedidos de producto y así maximizar los márgenes de la empresa.

La aplicación que se propone se puede descomponer en 4 elementos claves:

- *Los inputs*; basados en datos estadísticos históricos del comportamiento de los artículos. Estos podrán ser constantes o variables.
- La generación de un número aleatorio; que determina el *input* específico para cada caso simulado.
- La ecuación matemática; que establece para cada caso la relación entre el número aleatorio y los datos estadísticos para el cálculo del *output* resultante.
- El resultado objetivo; obtenido después de realizar miles de iteraciones para distintos planteamientos y seleccionar aquel cuyos resultados medios de todas las iteraciones optimice la variable resultante.

En resumen, se busca para distintos tamaños de pedido de compra de un artículo, iterar distintos valores de demanda seleccionados de forma aleatoria según una distribución de probabilidad de venta histórica suficientemente grande. Cada iteración genera un valor aleatorio de demanda con el que se calcula un margen bruto y al final de la simulación, se calcula la media de los márgenes brutos resultantes de todas las iteraciones para cada tamaño de pedido definido, seleccionando el tamaño de pedido que optimiza el margen de la empresa. En la Figura 5 se muestra un esquema conceptual de cómo se puede aplicar la metodología de Monte Carlo para estimar el margen bruto de un producto dado un cierto tamaño de compra.

Figura 5: Esquema conceptual de la simulación de Monte Carlo para la estimación del margen bruto de un producto para una determinada cantidad de compra.



Fuente: Elaboración propia con soporte de IA.

Para aplicar el modelo en una empresa, es fundamental contar con una amplia base de datos de ventas históricas. Además, se recomienda segmentar estos datos en distintos grupos para categorizar juntos los productos con patrones de venta similares. A continuación, se presenta la explicación de la Figura 5.

Fase 1

Como las ventas históricas representan variables discretas, al representar la función de cuantía de dichas ventas, tendríamos una gráfica con “saltos”, como la que se puede observar en el esquema de la Figura 5 (fase 1). No obstante, apoyándome en el teorema central del límite y asumiendo que dichos datos son suficientemente grandes, aceptamos que la distribución de ventas históricas se comporte de forma aproximadamente normal. Aunque esto suponga asumir que las ventas de las unidades de cada producto son independientes entre sí, la modelización de la variable en una distribución normal resulta conveniente en nuestra simulación.

Por otro lado, se definen distintos tamaños de pedido como *inputs* constantes, sobre los cuales se realiza la simulación para cada caso (destacado en rojo en la fase 2 de la figura 5).

Fase 2

Se genera una gran cantidad de números aleatorios entre el 0 y el 1 para seleccionar valores de demanda “al azar” sobre la función de distribución acumulada de ventas históricas. La lógica detrás de este proceso está representada en la Figura 5 y ha sido previamente comentada en el apartado 3.1.

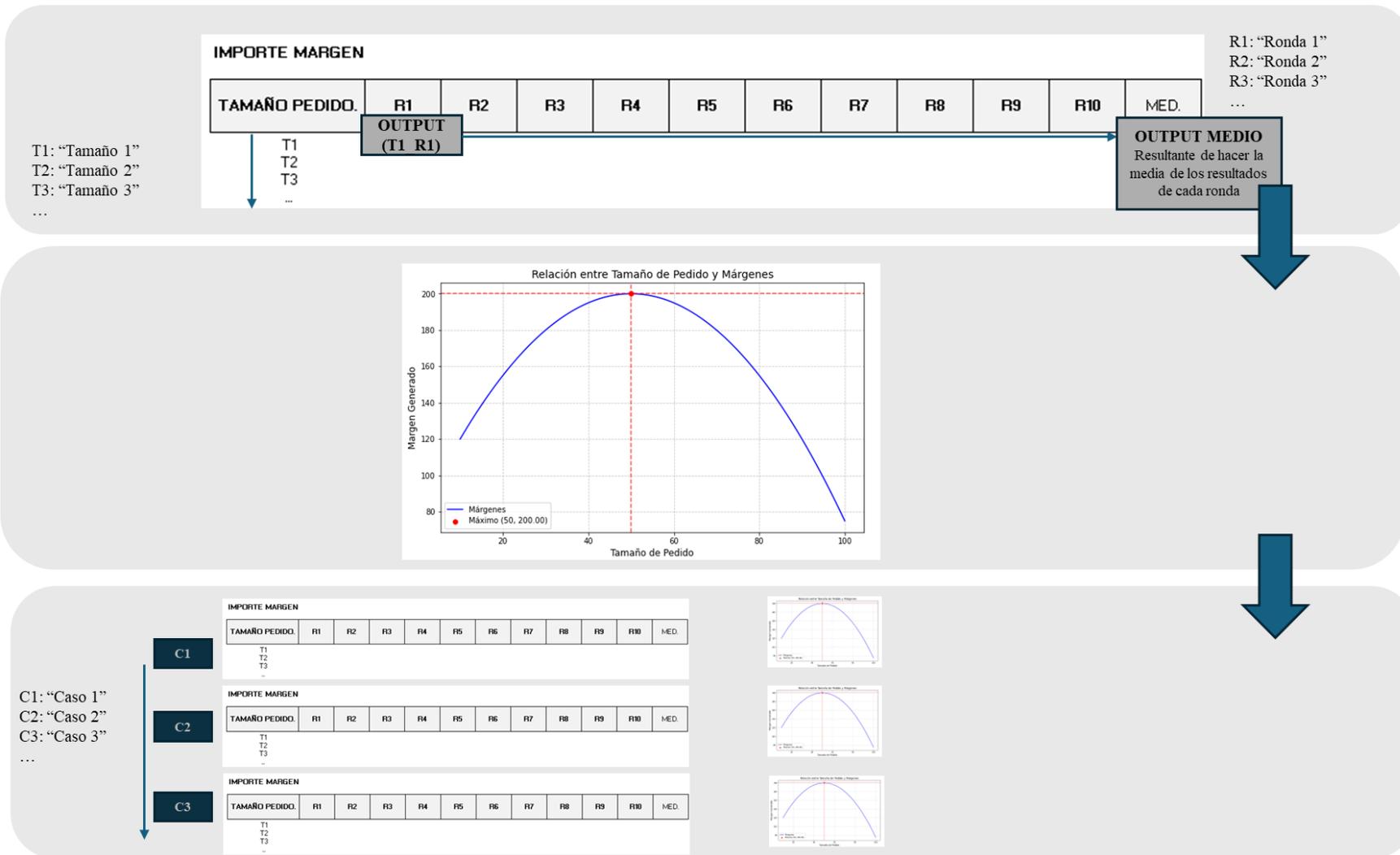
En esta fase entra en juego la fórmula del margen bruto del producto, como ecuación matemática, cuyos detalles se verán en el caso práctico. Manteniendo el tamaño de pedido constante, para cada valor de venta seleccionado de forma aleatoria, se calcula su margen bruto.

Fase 3

Una vez se ha iterado el proceso un número suficientemente grande de veces, se calcula la media de todos los márgenes brutos obtenidos. Resulta interesante mencionar que se puede obtener otra distribución normal con los resultados obtenidos.

A continuación, la Figura 6 muestra un esquema conceptual del siguiente paso en la aplicación de la metodología, orientado a seleccionar el tamaño de pedido de producto que optimice los márgenes de la empresa.

Figura 6: Esquema conceptual del uso de la simulación de Monte Carlo para la selección del tamaño de compra de productos que optimice los márgenes de la empresa.



Fuente: Elaboración propia con soporte de IA.

En la Figura 6 se muestra que, para cada tamaño de pedido conceptual, T1 ("Tamaño 1"), T2 ("Tamaño 2"), T3 ("Tamaño 3"), etc., el proceso representado en la Figura 5 se repite en 10 rondas ("R1", "R2", ...), calculando de nuevo la media del margen bruto de las 10 rondas.

Los distintos *outputs* (márgenes promedio) para las diferentes cantidades de compra se representan gráficamente de manera que el punto más alto de la gráfica indica el tamaño de pedido que maximiza el margen.

En la última parte del esquema, se ha querido enfatizar que este proceso completo debe realizarse para cada tipo de producto ("Caso 1", "Caso 2", ...). Cabe recordar que "cada tipo" hace referencia a los grupos de producto que se recomienda formar a partir de las ventas históricas, tal como se mencionó al inicio de este apartado.

En la industria del *fast fashion*, la optimización del tamaño del pedido dependerá de la política de rotación de artículos definida por la empresa y estará determinada tanto por el margen bruto generado por el artículo como por su porcentaje de margen sobre ventas.

Para cerrar el capítulo, resulta interesante destacar que la metodología de simulación de Monte Carlo también puede aplicarse a otras problemáticas dentro del sector. Por ejemplo, en la gestión de la cadena de suministro, puede utilizarse para optimizar los procesos logísticos en almacén, considerando la variabilidad en el volumen de pedidos diarios, o para mejorar las rutas de reparto en punto de venta a partir de datos históricos de volúmenes de entrega. Asimismo, en el ámbito de la planificación de promociones, esta metodología podría estimar el rendimiento esperado en función de distintos niveles de elasticidad al precio.

4. CASO PRÁCTICO

4.1. PRESENTACIÓN DEL CASO PRÁCTICO

En esta sección, los conceptos teóricos previamente expuestos se aplican a la construcción de un Modelo Matemático en Excel, diseñado para una empresa de moda rápida.

Tal y como se menciona en la introducción del trabajo (apartado 1.1 en concreto), la empresa gestiona todo el ciclo de vida del producto. Esto incluye el diseño de las

colecciones, la compra a proveedores, el almacenamiento, la distribución a sus distintos canales de venta, y la comercialización tanto en tiendas físicas (propias o franquiciadas) como a través de canales online (propios o mediante *marketplaces*).

El objetivo del modelo es servir como herramienta para optimizar la toma de decisiones de compra de productos dentro de la compañía para que esta pueda maximizar sus márgenes globales.

El modelo que se desarrolla a continuación muestra los distintos importes de márgenes brutos que se pueden esperar de la venta de un producto al variar sus cantidades de compra, permitiendo a la empresa elegir la opción de compra más rentable acorde a su política de rotación de producto.

En el primer párrafo he señalado que el objetivo del modelo es ayudar a la empresa a maximizar sus “márgenes globales”. Esto implica que la empresa no siempre elegirá el volumen de compra que proporcione el mayor importe de margen para un artículo en particular. En algunos casos, optar por un volumen menor de compra con mayor % Margen $s/vta.$, aunque reduzca el margen en importe de ese artículo, permite introducir otro artículo antes y, en conjunto, maximizan el margen global. Por ello, la decisión sobre el volumen de compra dependerá siempre de la empresa y de su estrategia de rotación, mientras que el modelo desarrollado servirá únicamente como herramienta de apoyo.

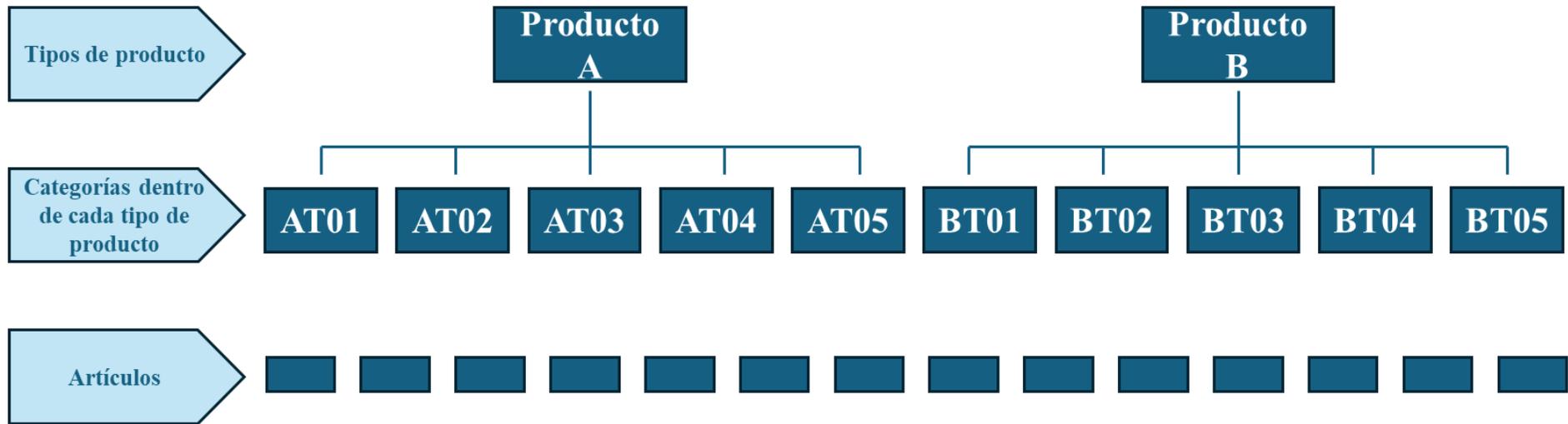
La empresa que proporciona los datos y para la que se desarrolla el modelo es una compañía real, perteneciente a un grupo de relevancia en la industria de la moda. No obstante, por motivos de confidencialidad, en este caso práctico se la identificará con el nombre ficticio "COOL".

La empresa comercializa distintos tipos de productos, pero este estudio se centrará únicamente en dos tipos: el producto A y el producto B, que corresponden a zapatos y bolsos, respectivamente. Aunque en la realidad la compañía distingue estos productos en familias más específicas, como botas, botines, zapato plano, zapato tacón o abierto en el caso del calzado, y *shopper*, bolso pequeño, bandolera, mochila o cartera en el caso de los bolsos, para este caso práctico ha decidido no hacer dicha diferenciación. Por ello, en la base de datos proporcionada, la empresa ha clasificado los artículos únicamente por tipo de producto y no por familias.

No obstante, además de clasificar los artículos por tipo de producto, la empresa los organiza según su compra inicial histórica. Esta compra inicial se refiere exclusivamente al primer pedido de cada producto, ya que posteriormente pueden realizarse compras de reposición. La empresa dispone de valores preestablecidos para estas compras iniciales, los cuales se detallarán en el siguiente apartado y sirven como referencia para clasificar los artículos en distintas categorías dentro de cada tipo de producto.

A lo largo del caso, utilizamos el término 'tipos de producto' para referirnos a los tipos A y B. Dentro de cada tipo, distinguimos diferentes 'categorías de producto', en base al tamaño de compra que realizamos, y finalmente empleamos el término 'artículo' para referirnos a cada 'referencia' específica. A continuación, en la Figura 7 se presenta un esquema conceptual que facilita la comprensión de estas clasificaciones.

Figura 7: Esquema de clasificación de artículos de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La clasificación en categorías se explica en detalle en el apartado 4.2

La estructura metodológica del ejercicio se articula en tres etapas claramente diferenciadas: en primer lugar, se presentan los datos de entrada y se explica el modo en que estos serán utilizados dentro del modelo; en segundo lugar, se expone la formulación matemática y se explica el funcionamiento del modelo; y, finalmente, se lleva a cabo la simulación y se evalúan sus resultados.

4.2. DATOS DE ENTRADA

Por motivos de confidencialidad, la empresa facilitó la base de datos con algunos valores codificados, como el número de referencia de los artículos, y con ciertos ajustes en los datos históricos. Por ejemplo, simplificó el cálculo del coste de venta estableciendo para todos los artículos, un margen medio de referencia sobre el PVP Inicial sin IVA, con el fin de obtener un coste unitario para cada artículo. Esta decisión se tomó al considerar que el detalle exacto del coste de cada artículo no era relevante para el análisis.

4.2.1. Descripción

La empresa proporciona una base de datos con el historial de ventas de 2.305 artículos. Es importante destacar que cada línea de la base de datos representa una referencia (o artículo) de producto, no una unidad individual. A partir de la información contenida en cada línea, es posible observar cuántas unidades se compraron de esa referencia, cuántas se vendieron, y el margen generado, entre otros datos relevantes.

Las referencias se agrupan en dos tipos de producto diferenciados: A y B. A su vez, dentro de cada tipo, los artículos se segmentan en distintas categorías: D, T01, T02, T03, T04 y T05, en función del volumen de compra inicial histórico asociado a cada artículo. La Figura 8 muestra los valores de compra inicial que la empresa establece para cada categoría.

Figura 8: Tabla de clasificación de artículos según sus compras iniciales

CATEGORÍA	COMPRA INIC.
D	1.239
T01	3.074
T02	5.566
T03	14.309
T04	27.177
T05	42.070

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Según nos explica la empresa, la asignación de una nueva referencia a una categoría concreta depende de la estimación de éxito que realizan sus equipos de compras. Es decir, si un producto se espera que tenga un alto rendimiento en ventas, por su éxito esperado y por el número de tiendas a las que se va a enviar, se clasifica como T05, lo que implica una compra inicial mayor. Cabe destacar que estos criterios de categorización se aplican de manera equivalente tanto para los productos tipo A como para los tipos B. Para el desarrollo del modelo, se tendrán en cuenta estos valores de compra inicial definidos por la empresa.

De este modo, para cada tipo de producto (A y B) se distinguen las categorías mostradas en la Figura 8. A partir de este punto, se utilizarán denominaciones como 'AT01' para referirse a todos los productos de tipo A que pertenecen a la categoría T01, es decir, aquellos zapatos cuya compra inicial histórica corresponde a 3.074 unidades.

Con el objetivo de facilitar la comprensión y la correcta interpretación de los datos aportados por la compañía COOL, se ha elaborado un diccionario (véase Figura 11) en el que se detalla el significado de cada una de las columnas que conforman la base de datos, incluyendo además el rango de valores que puede adoptar cada variable.

En resumen, la base de datos recoge toda la información relacionada con las ventas de las distintas referencias. Tal como se detalla en el diccionario de datos, la empresa proporciona información sobre la compra de unidades de cada referencia, las ventas realizadas durante las primeras cuatro semanas y las ventas totales, que incluyen tanto las de temporada como las de saldo, entendidas estas últimas como ventas en periodo de rebajas. Adicionalmente, hemos calculado para cada artículo, el margen total correspondiente a la venta total de temporada más saldo, así como el importe obtenido por la venta de restos correspondiente a las unidades no vendidas. Finalmente se obtiene

el margen total de cada artículo, resultante de la suma del margen de la venta total y el generado por la venta de restos. Las columnas adicionales calculadas para este estudio también se incluyen en el diccionario de datos. Para más detalle, puede consultarse la Figura 11.

Para que pudiésemos realizar el cálculo de estas columnas complementarias, así como de otros indicadores útiles para nuestro modelo que se desarrollarán más adelante, la empresa ha proporcionado dos tablas con unos *inputs* que ve coherentes utilizar para los cálculos a realizar. Estos datos se explican y representan en las Figuras 9 y 10.

La Figura 9 presenta una serie de datos base que, según la empresa, reflejan el comportamiento habitual de sus productos y, por tanto, se utilizan como referencia para los cálculos del modelo.

La Figura 10 muestra los valores que la empresa tiene definidos internamente para calcular sus compras iniciales teóricas de cada artículo. Este valor teórico se basa en la venta estimada media semanal durante las primeras cuatro semanas de cada artículo, multiplicada por la cobertura objetivo establecida. La empresa fija una cobertura objetivo de tres semanas en el punto de venta y de seis semanas en el almacén

Para una consulta más detallada de la base de datos y de todos los elementos mencionados, se puede acceder al archivo Excel adjunto (véase Anexo I).

Figura 9: Datos base aportados por la empresa

Concepto	Valor	Descripción
IVA	21%	Porcentaje de IVA
% MARG. S/VTA	60%	Usado para calcular el coste de venta unitario
Nº SEM. REF.	4	Semana de referencia
% STOCK PENDIENTE MIN S5	1%	% de stock sobrante mínimo en la sem. 5. Utilizado en el modelo para evitar <i>outliers</i>
% STOCK PENDIENTE MIN. RESTOS	0,5%	% de stock sobrante mínimo al final de la venta. Utilizado en el modelo para evitar <i>outliers</i>
% VALOR RESIDUAL S/PVP INIC.	8%	Usado para calcular el valor residual unitario

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 10: Cobertura teórica de la empresa en número de semanas

Coberturas	Descripción
TIENDA	3
ALMACEN	6
TOTAL	9

Stock para una cobertura de 3 semanas en tienda basado en los tiempos de reposición de la empresa

Stock para una cobertura de 6 semanas en almacén basado en los tiempos de reposición de la empresa

La empresa busca una compra que le de una cobertura de 9 semanas

Nota : $Compra\ Teórica = N^{\circ} Sem. Cobertura\ Teórica * Vta. Uds Sem. S1-S4$

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 11: Diccionario de los datos de entrada

Origen	Concepto	Término	Descripción	Valores
DATOS FACILITADOS	CLASIFICACION	CATEGORÍA	Clasificación del artículo según su compra inicial	D, T01, T02, T03, T04 , T05
		PRODUCTO	Tipo de producto	A, B
		CAMPAÑA	Campaña en la que se vendió el artículo	C1, C2
		ARTICULO	Numero identificador del artículo	A01 - A2305
	COMPRA	COMPRA INIC. UDS	Compra inicial del artículo en unidades	1.239 - 42.070
		COMPRA REPO UDS	Compra de reposicion en unidades	10 - 201.813
		COMPRA TOTAL UDS	Compra total en unidades	200 - 201.813
		IMP. COMPRA PVP INIC.	Importe de la compra total a precio inicial en euros	8105 - 10.939.191
	VENTA S1-S4	VTA. UDS S1-S4	Venta en unidades hasta la semana 4	(-59) - 414.910
		% LIQ. S1-S4	Liquidación (% sobre compra total) hasta la semana 4	(-4,7%) - 33.481,3%
		VTA. UDS SEM. S1-S4	Venta media semanal en unidades durante las primeras 4 semanas	(-15) - 103.727
		PVP INIC. UNIT	Precio inicial de cada artículo en euros	19 - 393
		VTA. IMP. S1-S4 PVP INIC.	Importe de venta a precio inicial en euros hasta la semana 4	(-3.804) - 31.632.143
		VTA. IMP. S1-S4	Importe de venta a precio real en euros hasta la semana 4	(-3.804) - 31.632.143
	VENTA TOTAL	VTA. UDS T+S TOTAL	Venta total (temporada+ saldo) en unidades	(-75) - 722.084
		% LIQ. T+S TOTAL	Liquidación total (temporada+ saldo) (% sobre compra total)	(-6%) - 58.268,8%
		VTA. IMP. T+S PVP INIC. TOTAL	Importe de venta total (temporada+ saldo) a precio inicial en euros	(-5.019) - 55.050.675
		VTA. IMP. T+S TOTAL	Importe de venta total (temporada+ saldo) a precio real en euros	45727800
		CORTE T+S TOTAL	Corte sobre la venta total (temporada+ saldo) (% medio de rebaja en todo el periodo)	(-108,1%) - 65,4%
		VTA. IMP. T+S TOTAL SIN IVA	Importe total de venta (temporada+ saldo) a precio real en euros sin IVA	(-2.144) - 37.791.570
COSTE UNIT		Coste unitario en euros	6 - 130	
COSTE VENTA T+S TOTAL		Coste de venta total del artículo (temporada+ saldo) en euros	(-1.659) - 18.198.570	
MARGEN T+S TOTAL		Margen absoluto de la venta total (temporada+ saldo) en euros	(-118.328) - 19.593.000	
% MARGEN S/VTA. T+S		Margen sobre ventas de la venta total (temporada+ saldo)	(-249,5%) - 595,1%	
DATOS CALCULADOS	VENTA RESTOS	UNDADES RESTOS	Unidades restantes no vendidas	(-720.845) - 33.198
		VALOR RESIDUAL UNITARIO SIN IVA	Valor residual de venta unitario en euros	1,29 - 26
		VALOR RESIDUAL TOTAL SIN IVA	Importe total en euros sin IVA de la venta a valor residual de las unidades restantes	(-3.633.468) - 123.127
		COSTE VENTA RESTOS	Coste de venta de las unidades restantes en euros	(-18.167.338) - 615.636
		MARGEN RESTOS	Margen absoluto de las unidades restantes en euros	(-492.509) - 14.533.851
	TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	Importe de venta total (temporada+ saldo + residuos) en euros sin IVA	2.553 - 34.158.103
		MARGEN TOTAL	Margen absoluto de la venta total (temporada+ saldo + residuos) en euros	(-423.042) - 34.126.870
		% MARGEN S/VTA. TOTAL	Margen sobre ventas de la venta total (temporada+ saldo + residuos)	(-656,2%) - 99,9%
	FILTROS	FILTRO REPO	0 = sin reposición, 1 = con reposicion	0,1
		FILTRO VALIDOS	Filtro para detectar valores nulos (con venta negativa o venta mayor a la compra), nulos=1	0,1

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

4.2.2. *Limpieza*

Antes de poder utilizar los datos, se realizó un proceso de depuración para evitar resultados atípicos o inconsistentes. La base de datos presentaba ciertos errores, por lo que se eliminaron aquellas referencias que podían distorsionar el análisis.

La limpieza de datos se realizó en tres etapas. En primer lugar, se descartaron todas las referencias pertenecientes a la categoría D, cuya compra inicial era de 1.239 unidades (véase Figura 8). Según indicó la empresa, estos productos deben excluirse del análisis, ya que su reducido volumen de compra responde a fines de imagen o a casuísticas específicas que no se alinean con los objetivos de esta práctica.

En segundo lugar, siguiendo las indicaciones de la empresa, se eliminaron aquellos productos que presentaban compras de reposición, es decir, artículos para los que se realizaron pedidos adicionales tras la compra inicial. Tal como se muestra en el diccionario del apartado 4.2.1 (Figura 11), se creó una columna en la base de datos denominada 'filtro repos', que asigna el valor 1 a las referencias con reposición y 0 a aquellas sin ella. A partir de este criterio, se eliminaron todas las referencias que presentaban un valor 1 en dicha columna. En este análisis, nos centraremos únicamente en los modelos que realizaron una única compra inicial, quedando fuera del alcance aquellos con reposiciones posteriores.

Por último, se suprimieron los registros con errores en los datos de venta. Se excluyeron aquellas referencias cuyas ventas totales, en temporada y en saldo (ventas a precio rebajado), fueran negativas o superiores a la cantidad inicialmente comprada. Para ello, también se creó un filtro adicional en la base de datos denominado 'filtro válidos', el cual puede consultarse en la Figura 11.

Tras aplicar estos filtros, se conservaron 1.497 registros de producto válidos para el análisis.

4.2.3. *Análisis estadístico*

Con el objetivo de obtener una primera impresión de los datos de entrada, se llevaron a cabo análisis estadísticos preliminares y sencillos que permiten sintetizar la información y ofrecer una visión clara de los datos que se van a tratar. Para cada uno de los tipos de

producto A y B, y dentro de ellos, para cada categoría T01, T02, T03, T04 y T05, se calcularon los valores medios y los pesos sobre el total, sobre distintas métricas relevantes en el contexto del análisis. El análisis fue reflejado en distintos esquemas calculados mediante tablas dinámicas con los datos aportados por la empresa, las descripciones de cada una de las métricas calculadas se detallan en la Figura 12.

Figura 12: Descripción de las métricas calculadas para el análisis estadístico preliminar de los datos de entrada

Métricas de valores medios

TIPO DE PRODUCTO	A, B
CATEGORIA	T01, T02, T03, T04, T05
Nº ARTÍCULOS	Se hace un recuento del numero de artículos de dicho tipo de producto y categoría
COMPRA INIC.	Valor medio de las compras iniciales de todos los artículo de dicho tipo de producto y categoría
VTA. UDS T+S TOTAL	Venta media total en unidades de todos los artículo de dicho tipo de producto y categoría
% CORTE TOTAL	% de corte medio total de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría
% LIQ. T+S TOTAL	% de liquidacion media total sobre la compra inicial de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría
VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	Importe de venta total medio de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el importe total de ventas de todos los artículos
MARGEN TOTAL	Margen medio total de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría
% MARG. S/VTA. TOTAL	% de margen sobre venta total medio de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría

Métricas de pesos sobre el total

TIPO DE PRODUCTO	A, B
CATEGORIA	T01, T02, T03, T04, T05
Nº ARTÍCULOS	Proporción del número de artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el total de todos los artículos
COMPRA INIC.	Representacion de las compras iniciales de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el total de compras de todos los artículos
VTA. UDS T+S TOTAL	Representacion de la venta total en unidades de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el total de ventas de todos los artículos
VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	Representacion del importe de venta total de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el importe total de ventas de todos los artículos
MARGEN TOTAL	Representación del margen total de todos los artículos de dicho tipo de producto y categoría sobre el margen total de todos los artículos

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Los resultados obtenidos se presentan en diferentes tablas que se muestran a continuación. En primer lugar, las Figuras 13 y 14 recogen un resumen de las métricas clave a un nivel general, diferenciando únicamente entre los dos tipos de producto. A continuación, las Figuras 15, 16, 17 y 18 ofrecen un desglose por categorías dentro de cada tipo: las Figuras 15 y 16 corresponden al tipo A, mientras que las Figuras 17 y 18 muestran los resultados para el tipo B.

Figura 13: Resumen de datos medios por tipo de producto

TIPO PRODUCTO	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDST+S TOTAL	% CORTE TOTAL	% LIQ. T+S TOTAL	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
A	1.126	16.108	14.349	-17,4%	88,6%	213.667	46,0%
B	371	15.130	13.065	-19,2%	86,0%	143.405	43,3%
TOTAL	1.497	15.866	14.031	-17,8%	88,0%	196.254	45,5%

Nota: Los datos totales representan los valores medios agregados de todas las referencias, considerando ambos tipos de producto

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Tal y como se muestra en la Figura 13, el producto A presenta, en promedio, un volumen de venta en unidades superior y un % Margen s/vta. del 46,0 %, lo que representa un valor más alto que el obtenido por el producto B.

Figura 14: Resumen de los pesos de cada tipo de producto

TIPO PRODUCTO	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDST+S TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL
A	75,2%	76,4%	76,9%	81,0%	81,9%
B	24,8%	23,6%	23,1%	19,0%	18,1%
Total general	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

La Figura 14 muestra que, entre los productos A y B, el producto A concentra el 76,9 % del volumen total de ventas en unidades y genera el 81,0 % del Margen Total.

Figura 15: Resumen de datos medios por categorías para el tipo de producto A

CATEGORIA	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDST+S TOTAL	% CORTE TOTAL	% LIQ. T+S TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
T01	126	3.074	2.564	-19,6%	82,8%	114.262	46.982	41,1%
T02	199	5.566	4.920	-19,6%	87,3%	201.765	88.338	43,8%
T03	484	14.309	12.638	-18,9%	88,2%	425.899	190.790	44,8%
T04	243	27.177	24.118	-15,6%	88,1%	750.489	351.883	46,9%
T05	74	42.070	38.882	-16,1%	92,4%	1.086.126	530.264	48,8%
TOTAL	1.126	16.108	14.349	-17,4%	88,6%	464.854	213.667	46,0%

Nota: Los datos totales representan los valores medios agregados de todas las referencias para el tipo de producto A

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

En el caso del producto A, la Figura 15 muestra que el % Margen s/vta. Total por categoría de producto tiende a incrementarse a medida que aumenta la compra inicial. Esta evolución se explica, principalmente, por un menor % Corte Total y un mayor % Liquidación Total, reflejo de una mayor precisión en la compra en las categorías de producto con mayor compra.

Figura 16: Resumen de los pesos por categorías para el tipo de producto A

CATEGORIA	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDST+S TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL
T01	11,2%	2,1%	2,0%	2,8%	2,5%
T02	17,7%	6,1%	6,1%	7,7%	7,3%
T03	43,0%	38,2%	37,9%	39,4%	38,4%
T04	21,6%	36,4%	36,3%	34,8%	35,5%
T05	6,6%	17,2%	17,8%	15,4%	16,3%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

La categoría T05, pese a representar solo el 6,6 % del total de referencias, destaca por tener la compra media inicial más alta, mayor venta media, un alto nivel de liquidación y el mejor margen medio. No obstante, el grueso de las ventas se concentra en las categorías T03 y T04, que representan más del 70 % del total de referencias vendidas. Por su parte, las categorías T01 y T02 presentan una baja representatividad tanto en ventas como en generación de margen.

Figura 17: Resumen de datos medios por categorías para el tipo de producto B

CATEGORIA	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDS T+S TOTAL	% CORTE TOTAL	% LIQ. T+S TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
T01	53	3.074	2.724	-21,8%	88,7%	99.261	42.719	43,0%
T02	80	5.566	4.890	-18,5%	86,8%	153.521	67.931	44,2%
T03	138	14.309	12.107	-19,6%	84,3%	332.917	139.975	42,0%
T04	79	27.177	23.651	-20,0%	86,9%	531.222	230.000	43,3%
T05	21	42.070	36.781	-15,6%	86,9%	825.447	381.807	46,3%
TOTAL	371	15.130	13.065	-19,2%	86,0%	330.960	143.405	43,3%

Nota: Los datos totales representan los valores medios agregados de todas las referencias para el tipo de producto B

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Para el producto B, en la Figura 17 podemos comprobar que el % Margen s/vta. Total por categoría de producto, se comporta de un modo distinto al producto A. En este caso los % Margen s/vta. por categoría se comportan de un modo más estable, siendo los artículos correspondientes a la categoría T03 con un 42,0%, los que reflejan un peor % Margen s/vta. Por otro lado, la categoría T05 sigue siendo la que presenta los mejores márgenes, siendo además la que recibe una menor promoción media.

Figura 18: Resumen de los pesos por categorías para el tipo de producto B

CATEGORIA	Nº ARTICULOS	COMPRA INIC.	VTA. UDS T+S TOTAL	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL
T01	14,3%	2,9%	3,0%	4,3%	4,3%
T02	21,6%	7,9%	8,1%	10,0%	10,2%
T03	37,2%	35,2%	34,5%	37,4%	36,3%
T04	21,3%	38,2%	38,5%	34,2%	34,2%
T05	5,7%	15,7%	15,9%	14,1%	15,1%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Las categorías T03 y T04 continúan siendo los que más contribuyen tanto en ventas como en Margen Total, mientras que las categorías T01 y T02, aunque representan un nº de artículos significativo, su volumen de compra inicial es bastante menor que el resto de las categorías y representan respectivamente el 2,9% y el 7,9% del volumen total de ventas.

4.2.4. *Transformación de los datos en inputs para el modelo*

Nuestro Modelo Matemático, que se detallará en el apartado siguiente, se basa en dos elementos clave. Por un lado, se utilizan para cada producto y categoría, tablas específicas que recogen la distribución histórica de las ventas semanales durante las primeras cuatro semanas. Por otro lado, se emplean tablas estadísticas que relacionan el % de Liquidación en las primeras cuatro semanas con el % de Liquidación Total, así como con el % medio de Corte Total. Estas tablas también se elaboran de forma individual para cada categoría definida dentro de cada tipo de producto. Las tablas fueron elaboradas a lo largo del trabajo a partir de los datos proporcionados por la empresa, los cuales pueden consultarse en el diccionario de datos (Figura 11) y en el archivo Excel adjunto (Anexo I). En este apartado se describe el proceso seguido para generar estos *inputs*, fundamentales para el correcto funcionamiento del modelo.

Ambos *inputs* se obtienen individualmente para cada categoría dentro de cada tipo de producto como se ha comentado previamente. No obstante, en el cuerpo del análisis solo se mostrará una categoría por tipo producto, aquellas sobre las que posteriormente haremos la simulación.

- a. Tablas de distribución de la venta semanal histórica de los productos durante las primeras cuatro semanas desde su lanzamiento

Para obtener las distribuciones, se elaboraron tablas dinámicas en las que se agruparon los artículos de cada categoría, dentro de cada tipo de producto, en función de rangos definidos según su venta media semanal durante las primeras cuatro semanas. Esta agrupación permitió clasificar los artículos en distintos grupos dentro de cada categoría. Para cada categoría de producto, se definió una amplitud de rango específica, adaptada al volumen de datos disponible y al volumen de venta por categoría: cuanto menor es la dispersión del volumen de venta por categoría de producto, menor es la amplitud del rango. Esta lógica permite mantener un número adecuado de agrupaciones de artículos resultantes para cada categoría, facilitando así un análisis representativo. Los rangos establecidos para cada categoría se pueden observar en la Figura 19.

Figura 19: Criterio de agrupación de artículos para cada categoría de producto en función de sus ventas semanales durante las primeras cuatro semanas

CATEGORÍA	RANGOS VENTA
T01	50
T02	75
T03	200
T04	300
T05	500

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

En el caso práctico, se trabajará sobre la categoría T05 para ambos tipos de producto, A y B. Para simplificar, nos referiremos a ellos como 'AT05' y 'BT05', respectivamente. Dentro de esta categoría, los artículos se agruparán en función de sus ventas semanales, utilizando intervalos de 500 unidades.

A través de la tabla dinámica, se contabiliza el número de casos históricos que se han registrado dentro de cada rango de ventas definido y se calcula su representatividad sobre el total de observaciones. Posteriormente, para cada grupo definido por dichos rangos, se obtiene la venta media semanal durante las primeras cuatro semanas. De este modo, se construye la distribución histórica de ventas semanales para la categoría analizada, que será utilizada como distribución de probabilidad de venta en nuestro modelo. Estas tablas se presentan a continuación en las Figuras 20 y 21, correspondientes a la categoría T05 para los productos A y B (AT05 y BT05), respectivamente.

Figura 20: Tabla de distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto A y categoría T05 (AT05)

GRUPOS	Nº CASOS	%CASOS	LIM. INFERIOR	% CASOS ACUM.	VTA.UDS SEM. S1-S4	RANGOS
G1	1	1%	0	1%	1.258	1000-1500
G2	4	5%	1%	7%	1.792	1500-2000
G3	2	3%	7%	9%	2.294	2000-2500
G4	7	9%	9%	19%	2.657	2500-3000
G5	11	15%	19%	34%	3.242	3000-3500
G6	8	11%	34%	45%	3.672	3500-4000
G7	8	11%	45%	55%	4.194	4000-4500
G8	7	9%	55%	65%	4.792	4500-5000
G9	10	14%	65%	78%	5.226	5000-5500
G10	5	7%	78%	85%	5.733	5500-6000
G11	6	8%	85%	93%	6.158	6000-6500
G12	1	1%	93%	95%	6.905	6500-7000
G13	1	1%	95%	96%	7.003	7000-7500
G14	3	4%	96%	100%	7.689	7500-8000
TOTAL	74	100%			4.306	

Nota: La tabla está representada de forma óptima para su uso en el modelo; los datos de venta semanal se recuperarán posteriormente mediante una función BUSCARV().

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 21: Tabla de distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto B y categoría T05 (BT05)

GRUPOS	Nº CASOS	%CASOS	LIM. INFERIOR	% CASOS ACUM.	VTA.UDS SEM. S1-S4	RANGOS
G1	2	10%	0	10%	1.686	1500-2000
G2	2	10%	10%	19%	2.545	2500-3000
G3	3	14%	19%	33%	3.289	3000-3500
G4	3	14%	33%	48%	3.775	3500-4000
G5	3	14%	48%	62%	4.297	4000-4500
G6	6	29%	62%	90%	4.697	4500-5000
G7	1	5%	90%	95%	5.518	5500-6000
G8	1	5%	95%	100%	7.155	7000-7500
TOTAL	21	100%			3.971	

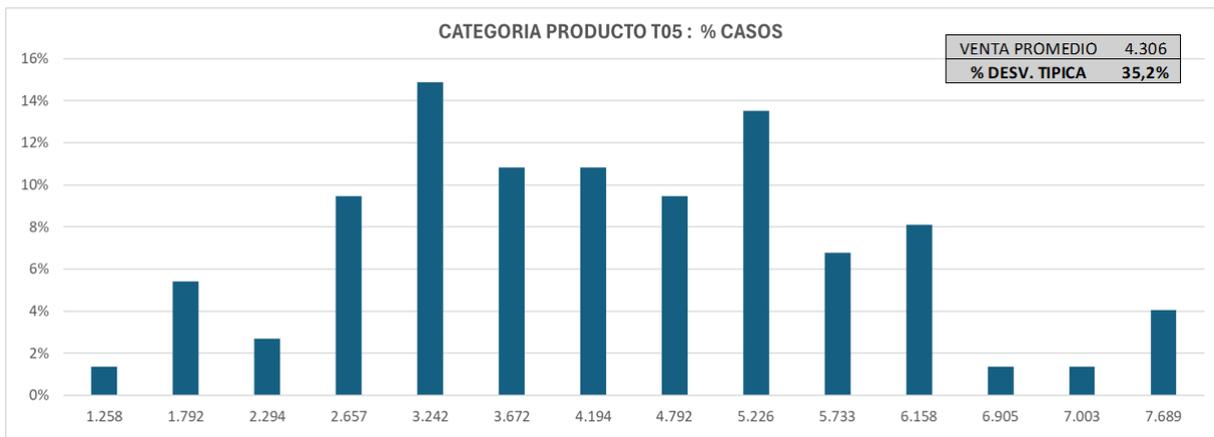
Nota 1: La tabla está representada de forma óptima para su uso en el modelo; los datos de venta semanal se recuperarán posteriormente mediante una función BUSCARV().

Nota 2: Dado que la categoría T05, para el tipo productos B cuenta con un menor número de referencias, se han agrupado en un menor número de intervalos.

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

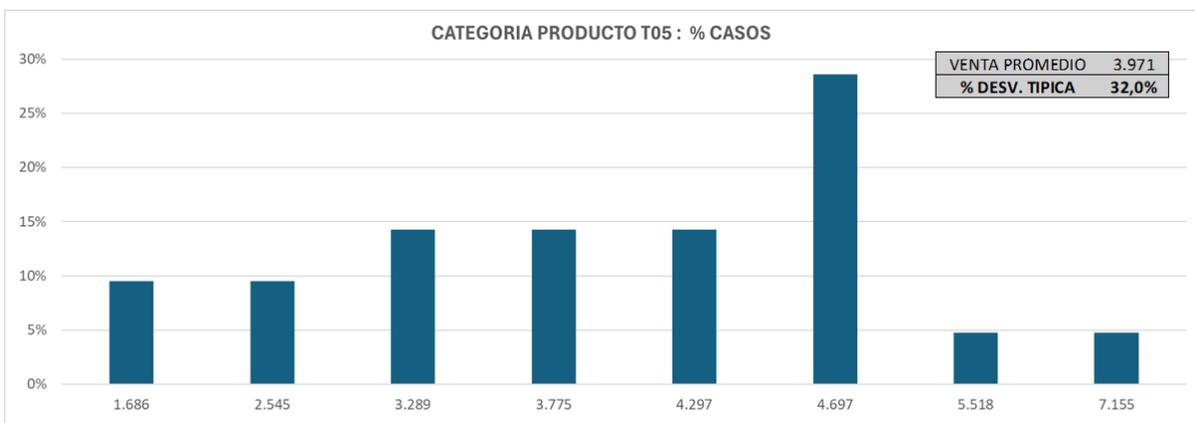
A continuación, se representan ambas tablas de forma gráfica en las Figuras 22 y 23. En ellas, el eje X muestra las ventas semanales medias para cada grupo definido durante las primeras cuatro semanas, mientras que el eje Y indica el porcentaje de casos históricos, dentro de cada grupo dentro de cada categoría, que registraron ese nivel de venta media semanal.

Figura 22: Distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto A y categoría T05 (AT05)



Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 23: Distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas del tipo de producto B y categoría T05 (BT05)



Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Los gráficos de distribución de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas para las demás categorías de cada producto se pueden consultar en el Anexo VI y VII además de en el Excel adjunto (Anexo I)

b. Tablas estadísticas de datos históricos

A partir de la misma tabla dinámica empleada para la elaboración de las tablas anteriores, se obtienen también los datos estadísticos históricos que se explican a continuación. Para cada agrupación de artículos (véase Figura 19 para el criterio de agrupación por categoría), dentro de cada tipo de producto y categoría, se calculan tres métricas: la liquidación media durante las primeras cuatro semanas, la promoción media a lo largo de todo el periodo y la liquidación total media acumulada para todo el periodo.

Los datos correspondientes a la “liquidación media durante las primeras cuatro semanas”, la “promoción media a lo largo de todo el periodo” y la “liquidación total media acumulada para todo el periodo” son proporcionados por la empresa para cada artículo. Estos pueden consultarse en el diccionario de datos (Figura 11) y en el archivo Excel adjunto (Anexo I). La tabla dinámica se utiliza exclusivamente para calcular la media de cada métrica dentro de cada agrupación de artículos, en función de su categoría. En las tablas que se presentan a continuación, los campos calculados aparecen sombreados en gris para facilitar su identificación. Las tablas resultantes se presentan a continuación.

Figura 24: Tabla de datos estadísticos históricos para el tipo de producto A y categoría T05

GRUPOS	PER. S1- S4	TOTAL		
	LIQ. S1 - S4	% CORTE	LIQ. T+S TOTAL	% RESTOS
G1	12%	-51%	95%	5%
G2	17%	-39%	94%	6%
G3	22%	-19%	92%	8%
G4	25%	-27%	95%	5%
G5	31%	-23%	94%	6%
G6	35%	-9%	94%	6%
G7	40%	-18%	95%	5%
G8	45%	-6%	77%	23%
G9	50%	-8%	93%	7%
G10	54%	-4%	87%	13%
G11	59%	-15%	96%	4%
G12	66%	-6%	98%	2%
G13	67%	-2%	97%	3%
G14	73%	-1%	96%	4%

Nota: La tabla está representada de forma óptima para su uso en el modelo; los datos de % Corte medio y la Liquidación Total (Temporada + Saldo) se recuperarán posteriormente por el modelo mediante una función BUSCARV()

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 25: Tabla de datos estadísticos históricos para el tipo de producto B y categoría T05

GRUPOS	PER. S1- S4	TOTAL		
	LIQ. S1 - S4	% CORTE	LIQ. T+S TOTAL	% RESTOS
G1	16%	-40%	97%	3%
G2	24%	-26%	54%	46%
G3	31%	-9%	72%	28%
G4	36%	-12%	98%	2%
G5	41%	-7%	70%	30%
G6	45%	-11%	98%	2%
G7	52%	0%	98%	2%
G8	68%	-35%	100%	0%

Nota: La tabla está representada de forma óptima para su uso en el modelo; los datos de % Corte medio y la Liquidación Total (Temporada + Saldo) se recuperarán posteriormente por el modelo mediante una función BUSCARV().

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

4.3. MODELO MATEMÁTICO

4.3.1. Expresión matemática

La ecuación del margen bruto de la venta de los productos de la empresa COOL constituye la base sobre la que se construye nuestro Modelo Matemático. Su formulación se ha adaptado específicamente a los datos proporcionados por la propia empresa. A través del cálculo del margen bruto en nuestro modelo, se busca estimar el margen que generaría para cada producto y categoría, un volumen de compra inicial distinto. Estos cálculos se realizan aplicando las distribuciones de probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas y las tablas estadísticas correspondientes a cada categoría.

Para facilitar su comprensión, la ecuación se ha dividido en tres bloques:

El primer bloque calcula para cada artículo, el % de liquidación, y su margen bruto correspondiente, hasta la semana cuatro, periodo durante el cual, según los datos históricos aportados, se mantiene el precio inicial del artículo sin aplicar descuentos. Este tramo se interpreta como una fase de implantación del producto en tienda, en el cual se valora su desempeño con el fin de decidir durante las primeras semanas, su reposición o definir su estrategia de liquidación a partir de la semana cuatro.

El segundo bloque del modelo contempla las ventas totales del producto, incluyendo tanto las de temporada como las de saldo. Para ello, se aplican el % de Corte Total medio y el % de Liquidación Total previamente calculados para cada grupo de artículos dentro de cada categoría de producto (véanse Figuras 24 y 25).

Por último, el tercer bloque contempla el volumen de restos que tiene cada artículo y su consiguiente venta a terceros a valor residual.

En consecuencia, la ecuación del margen en valores absolutos se representa de la siguiente forma:

$$\text{Margen S1-S4} = \text{Uds. vendidas hasta sem. 4}^* \times (\text{PVP sin IVA} - \text{Coste unitario}^*)$$

$$\text{Uds. vendidas hasta sem. 4}^* = \text{Venta semanal media hasta sem. 4} \times 4 \text{ semanas}$$

$$\text{PVP sin IVA}^* = \text{PVP} / (1 + 0,21)$$

$$\text{Coste unitario}^* = \text{PVP sin IVA} \times (1 - 0,60)$$

Nota: Los datos proporcionados por la empresa que han servido de base para definir la ecuación pueden consultarse en la Figura 9, donde se recoge el valor del IVA y el margen del 60 % para cada artículo y en la Figura 11, que corresponde al diccionario de datos.

$$\% \text{Liq. S1-S4} = \text{Uds. vendidas hasta sem. 4} / \text{Compra inicial}$$

Nota: El valor de %Liq. S1-S4 es necesario para recuperar el % de liquidación total medio en el siguiente bloque.

$$\text{Margen T+S Total} = \text{Total Uds. vendidas}^* \times (\text{PVP sin IVA}^* - \text{Coste unitario})$$

$$\text{Total Uds. vendidas}^* = \text{Compra inicial} \times \% \text{ de Liquidación Total medio}$$

$$\text{PVP sin IVA}^* = \text{PVP Inicial sin IVA} \times (1 - \% \text{Corte medio})$$

Nota: T + S, Temporada + Saldo

$$\text{Margen restos} = \text{Uds. restos}^* \times (\text{Valor residual unitario}^* - \text{Coste unitario})$$

$$\text{Uds. restos}^* = \text{Compra inicial} - \text{Total Uds. vendidas}$$

$$\text{Valor residual unitario}^* = \text{PVP sin IVA} \times 8\%$$

Nota: Los datos proporcionados por la empresa que se han utilizado como base para la definición de la ecuación pueden consultarse en la Figuras 9, de donde se ha extraído el valor del 8 % correspondiente al valor residual, y en la Figura 11, que recoge el diccionario de datos.

$$\text{Margen total} = \text{Margen T+S Total} + \text{Margen restos}$$

4.3.2. *Supuestos y alcance del modelo*

El modelo se ha desarrollado a partir de cuatro premisas fundamentales, algunas de las cuales ya se han reflejado en la formulación de la ecuación matemática del margen bruto del producto. Estas suposiciones son las siguientes:

1. Se asume un margen sobre PVP inicial constante para todos los productos
2. Se asume que el producto se vende en el mismo número de tiendas que en el periodo correspondiente a los datos históricos proporcionados por la empresa.
3. No se contempla el comportamiento asociado a la reposición de producto. Los modelos con reposición quedan fuera del alcance de este análisis.
4. Se considera que los productos se comercializan únicamente durante una única temporada.

4.3.3. *Simulador*

El proceso de cálculo lo dividimos en dos fases, una Fase 1 donde calculamos el tamaño de compra ajustado, y una Fase 2 donde calculamos el tamaño de compra óptimo, en base a los criterios de la empresa. A continuación, de un modo muy simplificado se introducen los cálculos realizados en cada una de las fases. El detalle se expone a continuación, tras esta introducción, con el objetivo de aclarar las posibles dudas que puedan surgir a partir de su lectura.

Fase 1

Para cada tipo de producto y categoría, se calcula un valor teórico de compra. Este valor se obtiene multiplicando la venta semanal media durante las primeras cuatro semanas, calculada específicamente para cada combinación de tipo de producto y categoría, por un factor de 9 semanas, que corresponde a la cobertura estándar establecida por la empresa.

Una vez tenemos las compras teóricas de cada categoría de producto, mediante unas horquillas de compra basadas en unos porcentajes sugeridos por la empresa, se generan 10 tramos de compra medios.

Para cada uno de estos tramos de compra se realizan 10 rondas de iteración, en las que se simulan 5.000 casos por ronda. Como resultado, se obtiene un valor medio de los resultados de las 10 rondas.

El proceso sigue la siguiente lógica: en cada caso simulado (5.000 por ronda), se generan números aleatorios que determinan la venta media semanal durante las primeras cuatro semanas del producto ficticio, utilizando la tabla de distribución de probabilidad de venta explicada en el apartado 4.2.4 (véanse Figuras 20 y 21). A partir de este valor de venta simulado, se calcula el Margen Total y el % Margen s/vta. mediante la tabla estadística (véanse Figuras 24 y 25). Finalmente, se obtienen los valores promedio para los 5.000 casos de cada ronda, y se calcula la media de los resultados obtenidos en las 10 rondas para cada tamaño de compra.

Finalmente, se analizan los valores medios de margen absoluto y % Margen s/vta. para cada tamaño de compra definido, seleccionando el mejor valorado bajo los criterios de la empresa, y denominando dicha selección con el término de “Compra Ajustada”.

Fase 2

A partir de la “Compra Ajustada” se definen otros 10 rangos de compra acotados entre el valor precedente y posterior del tamaño de compra ajustada. Con estos nuevos tramos de compra más estrechos se repite el procedimiento de cálculo descrito en la Fase 1, seleccionando de nuevo el tamaño de pedido mejor valorado, denominando dicha selección con el término de “Compra Óptima”.

A continuación, se detalla para las categorías T05 y tipos de producto A y B (AT05 y BT05), el procedimiento de simulación estructurado en 5 bloques principales:

I. Elección del rango de tamaños de compra

El modelo comienza con la elección de los tramos de los tamaños de compra del producto sobre los que simular. Para ello, se establece una regla que automatiza el proceso, a partir de la estimación de ventas medias semanales durante las primeras cuatro semanas de vida comercial, dato obtenido de nuestro análisis histórico de datos que ya ha sido desarrollado en apartados anteriores. A partir de este dato, determinamos una compra teórica aplicando las reglas de cobertura utilizadas habitualmente por la empresa (véase Figura 10). En este caso, la política de inventario establece una cobertura de nueve semanas, dividida en tres semanas de stock en tienda y seis semanas en almacén, calculando la compra teórica de la siguiente forma:

$$\text{Compra Teórica} = \text{N.º Sem. Cobertura Teórica} * \text{Vta. Uds. Sem. S1-S4}$$

Figura 26: Compras teóricas para las categorías T05 y ambos tipos de producto (AT05 Y BT05) respectivamente

Compra Media Actual	42.070	Compra Media Actual	42.070
Vta. Sem. Med. 4s	4.306	Vta. Sem. Med. 4s	3.971
Compra Teórica	38.750	Compra Teórica	35.742
PVP MED.	39,97	PVP MED.	31,90

Nota: Mirar Figura 8 para consultar la compra media actual y las Figuras 20 y 21 para consultar las ventas medias semanales durante las primeras cuatro semanas.

Nota 2: El cálculo el PVP med. se explica al final de este apartado.

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Una vez determinada la compra teórica, se aplican márgenes de holgura para definir un rango de valores sobre el cual realizar la simulación. A partir de este intervalo, se establece una segmentación en diez tramos equidistantes, lo que permite simular diez posibles tamaños de compra. Este planteamiento se representa de forma visual para ambos tipos de producto, en las Figuras 27 y 28.

Dentro de las Figuras, cabe mencionar que “COMPRA INICIAL Uds.” hace referencia a la celda vinculada al modelo que recoge en cada simulación, el valor de compra correspondiente al tramo que se está evaluando. Esta celda se actualiza automáticamente mediante una macro una vez finaliza la simulación de la totalidad de las rondas del tamaño anterior.

Figura 27: Esquema del modelo de cálculo del rango de compra para el tipo de producto A y categoría T05 (AT05)

COMPRA INICIAL Uds.		Holgura s/ C.T.
Tamaño Pedido 0	32.937	0,85
Tamaño Pedido Fin	42.625	1,1
Tramos	10	
Núm. Rondas por tramo	10	

Nota 1: Holgura s/ C.T. es un dato acordado con la empresa que indica el rango de holgura máximo y mínimo considerado sobre la compra teórica, utilizado para definir el intervalo de simulación.

Nota 2: Tramos indica el número de particiones que vamos a realizar entre el tamaño máximo y mínimo del tamaño de compra.

Nota 3: Núm. Rondas por tramo corresponde al número de repeticiones del proceso de iteraciones asociado a cada valor de cantidad de compra simulado.

Nota 4: Todos estos parámetros interactúan en la macro que genera de un modo automático todas las iteraciones, reflejando de un modo resumido sus valores resultantes.

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 28: Esquema del modelo de cálculo del rango de compra para el tipo de producto B y categoría T05 (BT05)

COMPRA INICIAL Uds.		Holgura s/ C.T.
Tamaño Pedido 0	30.381	0,85
Tamaño Pedido Fin	39.316	1,1
Tramos	10	
Núm. Rondas por tramo	10	

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

El modelo toma como base los valores establecidos como Pedido 0 y Pedido fin, dividiendo dicho rango en diez tramos que se recorren de forma secuencial. Para cada uno de estos tramos se ejecutan diez rondas de simulación independientes. Todos los resultados promedio obtenidos se registran de forma automatizada en una tabla resumen, que se presenta en una sección posterior del documento.

El valor del PVP medio se ha obtenido a través de la misma tabla dinámica utilizada previamente para calcular la venta media semanal durante las primeras cuatro semanas. Los resultados correspondientes se presentan a continuación en la Figura 29.

Figura 29: Precio medio por grupos de artículos para la categoría T05 y ambos tipos de producto (AT05 y BT05)

GRUPOS	PVP INIC UNIT	GRUPOS	PVP INIC UNIT
G1	74,77	G1	33,70
G2	37,91	G2	29,92
G3	31,74	G3	28,33
G4	35,12	G4	33,71
G5	42,45	G5	29,57
G6	35,63	G6	34,07
G7	46,66	G7	29,49
G8	36,81	G8	33,93
G9	38,35	TOTAL	31,90
G10	43,07		
G11	33,82		
G12	39,81		
G13	40,40		
G14	52,34		
TOTAL	39,97		

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

II. Modelo

El simulador ejecuta 10 rondas de simulación para cada uno de los tramos definidos en el rango de cantidades de compra. En cada ronda, se realizan 5.000 iteraciones calculando las ventas totales, y el margen bruto total a partir de las tablas estadísticas, lo que permite alcanzar un elevado nivel de precisión en los resultados obtenidos. Asimismo, todo este proceso se desarrolla en cuestión de segundos, gracias a la macro implementada en el Excel, lo que pone de manifiesto la eficiencia operativa y el alto potencial analítico del modelo implementado.

A continuación, se presenta el simulador tal y como se observa en el Excel, donde se puede obtener una primera aproximación al funcionamiento del sistema antes de abordar su explicación detallada.

Figura 30: Ejemplo ilustrativo de simulación extraída del modelo en Excel

VENTA PERIODO S1 - S4														
VAL. PROB. ALEATORIO	VTA.UDS SEM. S1-S4	VTA. UDS S1-S4	% LIQ. S1 - S4	PVP S/IVA UNIT.	VTA. IMP. SI-S4 SIN IVA	COSTE VENTA S1-S4	MARGEN S1-S4	% MARG. S/VTA. S1-S4	COMPRA TOTAL UDS	VENTA UDS	% LIQ. T+S TOTAL	PVP INIC. UNIT	% CORTE T+S TOTAL	PVP UNIT.
0,46	4.125	16.501	59,0%	33,03	545.075	218.030	327.045	60,0%	27.969	26.849	96,0%	39,97	-21%	31,57
0,45	4.125	16.501	59,0%	33,03	545.075	218.030	327.045	60,0%	27.969	26.849	96,0%	39,97	-21%	31,57
0,41	3.691	14.765	52,8%	33,03	487.737	195.095	292.642	60,0%	27.969	23.766	85,0%	39,97	-7%	36,99
0,19	2.688	10.752	38%	33,03	355.156	142.062	213.094	60,0%	27.969	26.745	95,6%	39,97	-9%	36,28
0,08	2.392	9.566	34%	33,03	316.002	126.401	189.601	60,0%	27.969	26.256	93,9%	39,97	-12%	35,04
0,26	3.106	12.422	44%	33,03	410.337	164.135	246.202	60,0%	27.969	26.250	93,9%	39,97	-18%	32,83
0,98	7.654	27.689	99%	33,03	914.642	365.857	548.785	60,0%	27.969	26.607	95,1%	39,97	-1%	39,43
0,98	7.654	27.689	99%	33,03	914.642	365.857	548.785	60,0%	27.969	26.607	95,1%	39,97	-1%	39,43
0,05	1.878	7.511	27%	33,03	248.101	99.241	148.861	60,0%	27.969	26.707	95,5%	39,97	-28%	28,87
0,78	5.524	22.095	79%	33,03	729.839	291.935	437.903	60,0%	27.969	26.607	95,1%	39,97	-1%	39,43
0,89	6.068	24.271	87%	33,03	801.720	320.688	481.032	60,0%	27.969	26.607	95,1%	39,97	-1%	39,43

VENTA PERIODO TOTAL							RESTOS					TOTAL		
PVP UNIT. S/IVA	VTA. IMP. T+S PVP INIC. TOTAL	VTA. IMP. T+S TOTAL	VTA. IMP. T+S TOTAL SIN IVA	COSTE VENTA T+S TOTAL	MARGEN T+S TOTAL	% MARG. S/VTA. T+S	UNDADES RESTOS	VALOR RESIDUAL UNITARIO SIN IVA	VALOR RESIDUAL TOTAL SIN IVA	COSTE VENTA RESTOS	MARGEN RESTOS	VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
26,09	1.073.112	847.641	700.529	354.748	345.782	49,4%	1.120	2,64	2.961	14.805	-11.844	703.490	333.938	47,5%
26,09	1.073.112	847.641	700.529	354.748	345.782	49,4%	1.120	2,64	2.961	14.805	-11.844	703.490	333.938	47,5%
30,57	949.925	879.219	726.628	314.025	412.603	56,8%	4.203	2,64	11.106	55.528	-44.422	737.733	368.181	49,9%
29,98	1.068.978	970.208	801.825	353.381	448.444	55,9%	1.224	2,64	3.234	16.171	-12.937	805.059	435.507	54,1%
28,96	1.049.432	920.020	760.347	346.920	413.427	54,4%	1.713	2,64	4.527	22.633	-18.106	764.873	395.321	51,7%
27,13	1.049.179	861.756	712.195	346.836	365.359	51,3%	1.719	2,64	4.543	22.716	-18.173	716.738	347.186	48,4%
32,58	1.063.444	1.049.042	866.976	351.552	515.425	59,5%	1.362	2,64	3.600	18.001	-14.400	870.577	501.024	57,6%
32,58	1.063.444	1.049.042	866.976	351.552	515.425	59,5%	1.362	2,64	3.600	18.001	-14.400	870.577	501.024	57,6%
23,86	1.067.438	771.002	637.192	352.872	284.320	44,6%	1.262	2,64	3.336	16.680	-13.344	640.528	270.976	42,3%
32,58	1.063.444	1.049.042	866.976	351.552	515.425	59,5%	1.362	2,64	3.600	18.001	-14.400	870.577	501.024	57,6%
32,58	1.063.444	1.049.042	866.976	351.552	515.425	59,5%	1.362	2,64	3.600	18.001	-14.400	870.577	501.024	57,6%

Nota: Se muestran 10 iteraciones a modo ilustrativo, aunque en el modelo completo se ejecutan 5.000 iteraciones por simulación.

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Una vez calculada la compra teórica y definidos los tramos de compra a partir de las holguras, se ejecuta la macro, que completa automáticamente las celdas correspondientes a la simulación. La macro comienza con el primer tamaño de compra establecido y lo va actualizando de forma automática según la regla de iteración establecida.

Una vez completados los 10 tramos establecidos, se introduce manualmente en el modelo la compra ajustada que se considere adecuada. Esto permite recalcular un nuevo rango de cantidades de compra, más acotado. A continuación, se vuelve a ejecutar la macro para obtener los resultados correspondientes a los nuevos 10 tramos, lo que permite evaluar cuál es el tamaño de compra óptimo.

A continuación, se detalla la simulación paso a paso y para facilitar la comprensión, se seguirá el orden de la estructura representada en la Figura 30.

a. Venta periodo S1-S4

El llenado de cada línea del modelo se inicia con la generación de un número aleatorio utilizando la función *ALEATORIO()* de Excel, que representa una probabilidad aleatoria asociada a la venta semanal. Este valor se utiliza como criterio de búsqueda mediante la función *BUSCARV()*, que localiza el valor correspondiente en las tablas de distribución de probabilidad previamente generadas (véanse Figuras 20 y 21). De este modo, se determina la venta semanal media durante las primeras cuatro semanas para cada iteración

Dicho valor se emplea para calcular la venta acumulada correspondiente al periodo de las cuatro primeras semanas, mediante la multiplicación de la venta semanal por un factor de 4, tal y como se recoge en la fórmula del margen bruto explicada en el apartado anterior.

No obstante, dado que resulta poco realista asumir un *sold out* durante dicho periodo, se aplica la función *MIN()* con el objetivo de limitar el valor de ventas al menor entre dicha multiplicación y el 99% de la compra inicial (véase Figura 8). Esto evita sobreestimar las ventas, asegurando que, en las primeras cuatro semanas, el producto no supere el 99% del volumen de compra inicial en ventas.

Posteriormente, se calcula el importe de venta multiplicando las unidades vendidas por el PVP sin IVA. De forma análoga, el coste de venta se obtiene multiplicando el coste unitario por las unidades vendidas. El PVP medio de cada tipo de producto y categoría, se obtiene de la tabla dinámica. A partir del PVP se calcula el coste unitario, descontando el IVA y el % de margen establecido.

Finalmente, el margen se calcula tanto en valor absoluto como en porcentaje sobre el importe de venta. Para una comprensión más detallada del procedimiento, se recomienda consultar el archivo de Excel adjunto en el Anexo I.

b. Venta periodo total

A partir de los datos obtenidos para el periodo comprendido entre la semana 1 y la semana 4 (S1–S4), se dispone de la información necesaria para estimar el margen correspondiente al total del periodo de venta.

Este bloque se inicia con la obtención del valor de Liquidación Total medio para todo el periodo, a partir de la tabla de datos estadísticos históricos previamente calculada (véanse Figuras 23 y 24).

A través de la función *BUSCARV()*, se identifica en la tabla de datos estadísticos el valor de liquidación correspondiente al periodo S1–S4 y se localiza su valor asociado de Liquidación Total media para todo el periodo. De manera análoga, se obtiene también el % de Corte Total medio. Cabe destacar que, como se observa en la tabla, cuando la liquidación en las semanas S1–S4 es inferior, el corte total tiende a ser mayor, reflejando una relación inversa entre ambos indicadores.

A partir del % de Corte Total medio obtenido, se calcula el nuevo PVP unitario medio sin IVA. Este valor se emplea posteriormente para estimar el importe total de venta correspondiente a todo el periodo, utilizando las unidades totales vendidas, obtenidas del % medio total liquidado de la tabla.

Con las unidades vendidas estimadas para el total del periodo, se procede nuevamente al cálculo del coste total de venta. A partir de ello, se obtienen tanto el margen absoluto como el margen relativo correspondientes al conjunto del periodo de comercialización.

c. Restos

En este bloque se calcula el margen correspondiente a las unidades no vendidas. Margen que se obtiene a partir del valor residual establecido del 8% del PVP inicial, menos el coste de las unidades no vendidas. El procedimiento se lleva a cabo aplicando la misma metodología descrita previamente en la fórmula del “Margen Restos”, expuesta en el apartado 4.3.1.

d. Total

En este último bloque, se realiza la suma de las ventas y márgenes obtenidos de las ventas realizadas durante el periodo total de temporada y saldo, y las ventas de restos, obteniendo el importe de Margen Total y el %Margen s/vta. Total. De nuevo, para una comprensión más detallada del procedimiento, se recomienda consultar archivo de Excel adjunto en el Anexo I.

III. Simulación

Para cada ronda dentro de cada tramo de compra, se calcula como variables resultantes el promedio del Margen Total, el promedio del Importe de venta total, y el % Restos promedio resultante de las 5.000 iteraciones. Calculando también el % Margen Total s/vta. a partir del promedio del Margen Total y el promedio del Importe de venta total. A partir de cada uno de los valores resultantes de las 10 rondas de cada tramo de compra (véase Figuras 31 y 32), se calculan los valores medios representativos de cada variable resultante. A continuación, se presentan los resultados observados en la décima ronda del último tramo de compra para dos de las simulaciones realizadas.

Figura 31: Resultado promedio de la décima ronda del último tramo de compra para el tipo de producto A y categoría de producto T05

PROMEDIO		
VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
1.065.606	502.372	47,1%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 32: Resultado promedio de la décima ronda del último tramo de compra para el tipo de producto B y la categoría de producto T05

PROMEDIO		
VTA. IMP. TOTAL SIN IVA	MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA. TOTAL
766.621	351.956	45,9%

Nota: Ambas Figuras 31 y 32 muestran los resultados promedio obtenidos a partir de 5.000 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

La macro utilizada permite volcar de forma automática los resultados generados en cada ronda de simulación para cada tramo de compra en una tabla resumen. Dichas tablas se

presentan a continuación en la Figuras 33 y 34 para la primera fase de cálculo (donde se determina la Compra Ajustada) y la categoría T05 para ambos tipos de producto.

Figura 33: Tablas resumen de resultados para el tipo de producto A y categoría de producto T05 (AT05)

TABLA RESULTADOS COMPRA AJUSTADA

FASE 1 Cálculo

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
1.086.126	530.264	48,82%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA.	% VAR. ACUM.
32.937	475.418	473.140	473.570	472.339	473.917	473.999	473.101	476.233	474.987	475.447	474.215	-10,6%	6,8%	-4,5%
33.906	459.882	464.456	464.656	460.019	462.131	463.981	463.698	461.815	460.126	465.520	462.628	-12,8%	4,1%	-9,2%
34.875	471.563	469.397	470.722	470.723	471.343	471.131	470.930	470.476	470.606	473.897	471.079	-11,2%	3,5%	-8,0%
35.844	481.185	481.052	483.690	480.328	482.039	483.164	480.411	483.789	481.379	479.796	481.683	-9,2%	3,3%	-6,2%
36.813	493.546	492.488	495.915	493.405	497.210	495.984	496.740	494.268	493.818	492.660	494.603	-6,7%	3,3%	-3,7%
37.782	488.020	487.637	487.213	491.790	487.309	490.255	488.314	488.736	489.778	490.048	488.910	-7,8%	1,3%	-6,6%
38.751	491.091	488.411	486.921	487.751	488.922	487.076	488.031	489.686	484.462	490.336	488.269	-7,9%	0,0%	-7,9%
39.720	504.859	505.569	504.106	501.714	505.636	502.893	503.010	504.474	501.067	505.340	503.867	-5,0%	0,3%	-4,7%
40.689	513.871	515.720	517.670	514.766	514.172	514.191	516.119	517.643	514.997	514.368	515.352	-2,8%	0,2%	-2,6%
41.658	527.430	527.979	525.071	528.357	526.879	524.411	526.099	527.430	527.678	527.535	526.887	-0,6%	0,2%	-0,5%
42.627	501.479	501.694	504.889	501.608	502.112	502.555	497.166	501.368	503.818	507.034	502.372	-5,3%	-3,4%	-8,5%

% MARGEN S/VTA.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.937	52,2%	52,1%	52,1%	52,0%	52,1%	52,1%	52,1%	52,3%	52,2%	52,2%	52,1%
33.906	50,7%	50,9%	50,9%	50,7%	50,8%	50,9%	50,9%	50,8%	50,7%	51,0%	50,8%
34.875	50,6%	50,5%	50,5%	50,5%	50,6%	50,6%	50,5%	50,5%	50,5%	50,7%	50,6%
35.844	50,4%	50,4%	50,5%	50,4%	50,4%	50,5%	50,4%	50,5%	50,4%	50,3%	50,4%
36.813	50,4%	50,3%	50,5%	50,4%	50,5%	50,5%	50,5%	50,4%	50,4%	50,3%	50,4%
37.782	49,4%	49,4%	49,4%	49,6%	49,4%	49,5%	49,4%	49,5%	49,5%	49,5%	49,5%
38.751	49,0%	48,8%	48,7%	48,8%	48,8%	48,8%	48,8%	48,9%	48,6%	48,9%	48,8%
39.720	49,0%	49,1%	49,0%	48,9%	49,1%	48,9%	48,9%	49,0%	48,8%	49,1%	49,0%
40.689	48,9%	49,0%	49,1%	48,9%	48,9%	48,9%	49,0%	49,1%	48,9%	48,9%	48,9%
41.658	48,9%	49,0%	48,8%	49,0%	48,9%	48,8%	48,9%	48,9%	48,9%	48,9%	48,9%
42.627	47,1%	47,1%	47,3%	47,1%	47,1%	47,2%	46,9%	47,1%	47,2%	47,4%	47,1%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.937	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	6,0%	5,9%	5,9%	5,9%
33.906	7,4%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,6%	7,4%	7,6%	7,5%	7,6%	7,5%
34.875	7,4%	7,3%	7,3%	7,4%	7,4%	7,3%	7,4%	7,5%	7,5%	7,3%	7,4%
35.844	8,3%	8,3%	8,3%	8,2%	8,1%	8,2%	8,3%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
36.813	8,1%	8,3%	8,3%	8,4%	8,3%	8,1%	8,2%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
37.782	6,3%	6,3%	6,5%	6,4%	6,3%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,4%	6,3%
38.751	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,1%	7,0%	7,0%	7,0%	7,2%	7,1%	7,0%
39.720	7,9%	7,8%	7,7%	7,7%	7,7%	7,8%	7,6%	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%
40.689	7,7%	7,6%	7,8%	7,7%	7,7%	7,8%	7,6%	7,5%	7,7%	7,6%	7,7%
41.658	7,6%	7,8%	7,6%	7,7%	7,8%	7,7%	7,8%	7,7%	7,8%	7,7%	7,7%
42.627	8,6%	8,8%	8,6%	8,6%	8,9%	8,7%	8,6%	8,6%	8,6%	8,5%	8,6%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	32.937	33.906	34.875	35.844	36.813	37.782	38.751	39.720	40.689	41.658	42.627	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	474.215	462.628	471.079	481.683	494.603	488.910	488.269	503.867	515.352	526.887	502.372	491.806
% MARGEN S/VTA.	52,15%	50,80%	50,55%	50,42%	50,42%	49,48%	48,81%	48,98%	48,94%	48,91%	47,14%	49,69%
% RESTOS	5,92%	7,52%	7,37%	8,22%	8,28%	6,34%	7,05%	7,74%	7,68%	7,70%	8,65%	7,50%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa

Figura 34: Tablas resumen de resultados para el tipo de producto B y categoría de producto T05 (BT05)

TABLA RESULTADOS COMPRA AJUSTADA

FASE 1 Cálculo

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
825.447	381.807	46,25%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA.	% VAR. ACUM.
30.381	339.343	337.759	337.434	338.918	339.779	339.910	339.148	339.034	342.902	337.683	339.191	-11,2%	11,2%	-1,2%
31.275	348.159	347.340	345.662	349.855	346.652	349.000	347.818	351.153	346.918	349.529	348.209	-8,8%	11,0%	1,3%
32.169	357.157	356.415	361.647	356.810	363.525	358.709	358.447	359.508	357.825	354.768	358.481	-6,1%	11,1%	4,3%
33.063	367.360	370.390	378.569	375.152	372.526	372.409	370.066	371.498	372.362	371.363	372.169	-2,5%	11,6%	8,8%
33.957	356.248	356.966	359.695	358.765	357.757	358.620	354.372	355.866	355.912	362.109	357.631	-6,3%	8,0%	1,2%
34.851	370.964	364.795	367.072	360.931	366.873	366.329	366.150	364.363	366.671	366.337	366.049	-4,1%	7,9%	3,4%
35.745	377.044	371.393	373.471	374.149	373.818	371.164	372.395	375.447	373.499	381.708	374.409	-1,9%	7,7%	5,6%
36.639	353.892	351.149	355.756	356.383	352.641	354.436	352.606	355.789	357.888	355.076	354.562	-7,1%	3,5%	-3,9%
37.533	364.495	366.768	363.110	361.282	367.276	361.068	364.331	364.126	363.265	362.413	363.813	-4,7%	3,5%	-1,3%
38.427	370.179	371.636	375.024	372.201	372.757	371.575	375.605	369.910	368.704	378.324	372.591	-2,4%	3,6%	1,1%
39.321	347.617	352.935	349.352	352.977	353.433	349.184	352.616	353.783	351.918	355.748	351.956	-7,8%	-0,7%	-8,5%

% MARGEN S/VTA.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
30.381	51,4%	51,3%	51,3%	51,4%	51,5%	51,5%	51,4%	51,4%	51,7%	51,3%	51,4%
31.275	51,4%	51,3%	51,2%	51,5%	51,2%	51,4%	51,3%	51,6%	51,3%	51,5%	51,4%
32.169	51,3%	51,2%	51,6%	51,3%	51,7%	51,4%	51,4%	51,5%	51,3%	51,1%	51,4%
33.063	51,3%	51,5%	52,1%	51,8%	51,7%	51,6%	51,5%	51,6%	51,6%	51,6%	51,6%
33.957	49,9%	49,9%	50,1%	50,0%	50,0%	50,0%	49,7%	49,8%	49,8%	50,3%	50,0%
34.851	50,2%	49,8%	50,0%	49,5%	50,0%	49,9%	49,9%	49,8%	49,9%	49,9%	49,9%
35.745	50,0%	49,6%	49,8%	49,8%	49,8%	49,6%	49,7%	49,9%	49,8%	50,3%	49,8%
36.639	47,8%	47,6%	47,9%	48,0%	47,7%	47,8%	47,7%	47,9%	48,1%	47,9%	47,9%
37.533	47,9%	48,1%	47,8%	47,7%	48,1%	47,7%	47,9%	47,9%	47,9%	47,8%	47,9%
38.427	47,7%	47,8%	48,1%	47,9%	47,9%	47,8%	48,1%	47,7%	47,6%	48,3%	47,9%
39.321	45,6%	46,0%	45,7%	46,0%	46,0%	45,7%	46,0%	46,0%	45,9%	46,2%	45,9%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
30.381	8,3%	8,5%	8,5%	8,6%	8,5%	8,4%	8,6%	8,6%	8,4%	8,5%	8,5%
31.275	8,6%	8,3%	8,7%	8,5%	8,5%	8,2%	8,7%	8,4%	8,6%	8,4%	8,5%
32.169	8,4%	8,6%	8,2%	8,6%	8,3%	8,2%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%	8,4%
33.063	6,6%	6,5%	5,9%	6,1%	6,3%	6,2%	6,4%	6,3%	6,2%	6,2%	6,3%
33.957	10,4%	10,1%	10,4%	10,3%	10,1%	9,9%	10,2%	10,3%	10,1%	9,6%	10,1%
34.851	9,9%	10,3%	10,1%	10,6%	10,5%	10,3%	10,1%	10,3%	10,3%	10,3%	10,3%
35.745	10,2%	10,6%	10,4%	10,2%	10,3%	10,6%	10,8%	10,1%	10,3%	9,7%	10,3%
36.639	10,4%	10,6%	10,3%	9,9%	10,4%	10,3%	10,5%	10,3%	10,3%	10,5%	10,3%
37.533	9,7%	9,9%	10,0%	10,2%	9,8%	10,4%	9,8%	9,8%	9,9%	9,9%	10,0%
38.427	10,3%	10,0%	10,0%	10,2%	10,1%	10,2%	10,1%	10,2%	10,1%	9,5%	10,1%
39.321	14,3%	14,0%	14,2%	13,8%	13,9%	14,2%	14,0%	13,9%	14,2%	13,7%	14,0%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	30.381	31.275	32.169	33.063	33.957	34.851	35.745	36.639	37.533	38.427	39.321	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	339.191	348.209	358.481	372.169	357.631	366.049	374.409	354.562	363.813	372.591	351.956	359.915
% MARGEN S/VTA.	51,43%	51,36%	51,38%	51,63%	49,97%	49,90%	49,83%	47,85%	47,89%	47,90%	45,91%	49,55%
% RESTOS	8,48%	8,48%	8,38%	6,28%	10,14%	10,28%	10,33%	10,35%	9,95%	10,06%	14,01%	9,70%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

A partir de los resultados se selecciona el tamaño de pedido que presenta unos valores medios más idóneos de Margen absoluto y % Margen s/Vta. acordes a la estrategia de la empresa, definiendo dicha selección como Compra Ajustada.

IV. Cálculo del valor óptimo

Como hemos descrito previamente, el cálculo del tamaño óptimo de compra se lleva a cabo mediante la ejecución de dos fases secuenciales. En la fase 1, se determina el tamaño de Compra Ajustado a partir de los rangos definidos en función del tamaño de compra teórico y las holguras previamente establecidas. Una vez identificado el tamaño de Compra Ajustado, se delimitan nuevos rangos de compra entre el valor anterior y posterior a dicho tamaño de Compra Ajustado, con el objetivo de realizar un cálculo más preciso. A partir de ahí, se repite el proceso descrito en los apartados II y III, lo que permite establecer finalmente el tamaño de Compra Óptimo. Las tablas resumen de los resultados para la segunda fase de cálculo de la categoría T05 para ambos tipos de producto se pueden ver en los Anexos VIII y IX.

V. Macro

Todas las simulaciones se ejecutan de forma ágil gracias a la macro desarrollada en Visual Basic, que, mediante dos bucles integrados, permite generar todas las casuísticas definidas y recopilar todos los resultados de manera muy rápida y eficiente. El código utilizado para la definición de la macro se incluye en el Anexo V.

4.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Este apartado presenta y analizan los resultados gráficos obtenidos a partir de las simulaciones realizadas para la categoría T05 y ambos tipos de producto (AT05 y BT05).

Se analizan los resultados de ambos modelos por separado, en la primera fase de cálculo se define la Compra Ajustada, para posteriormente en la siguiente fase secuencial definir la Compra Óptima. Los resultados gráficos obtenidos para el resto de las categorías de productos para ambos tipos A y B se recogen del Anexos X al XVI.

A continuación, en las Figuras 35 y 36 se muestran las fichas de evaluación de resultados correspondientes al producto A y categoría T05 (AT05) y al producto B y categoría T05 (BT05), con el objetivo de proceder a su análisis.

Figura 35: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T05 (AT05)

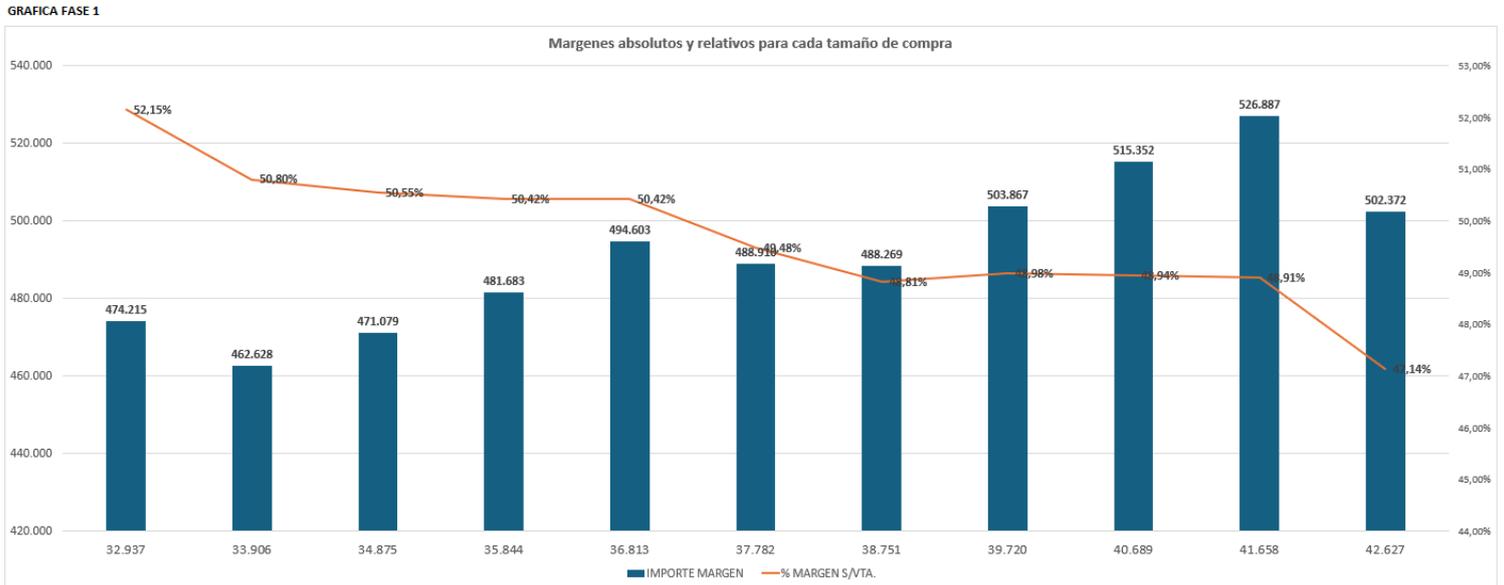
PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

A
T05

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	42.070	9,8
COMPRA TEORICA	38.750	9,0
COMPRA AJUSTADA	36.813	8,6

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	4.306
DESVIACION TIPICA	1.517
% DESV. TIPICA	35,2%

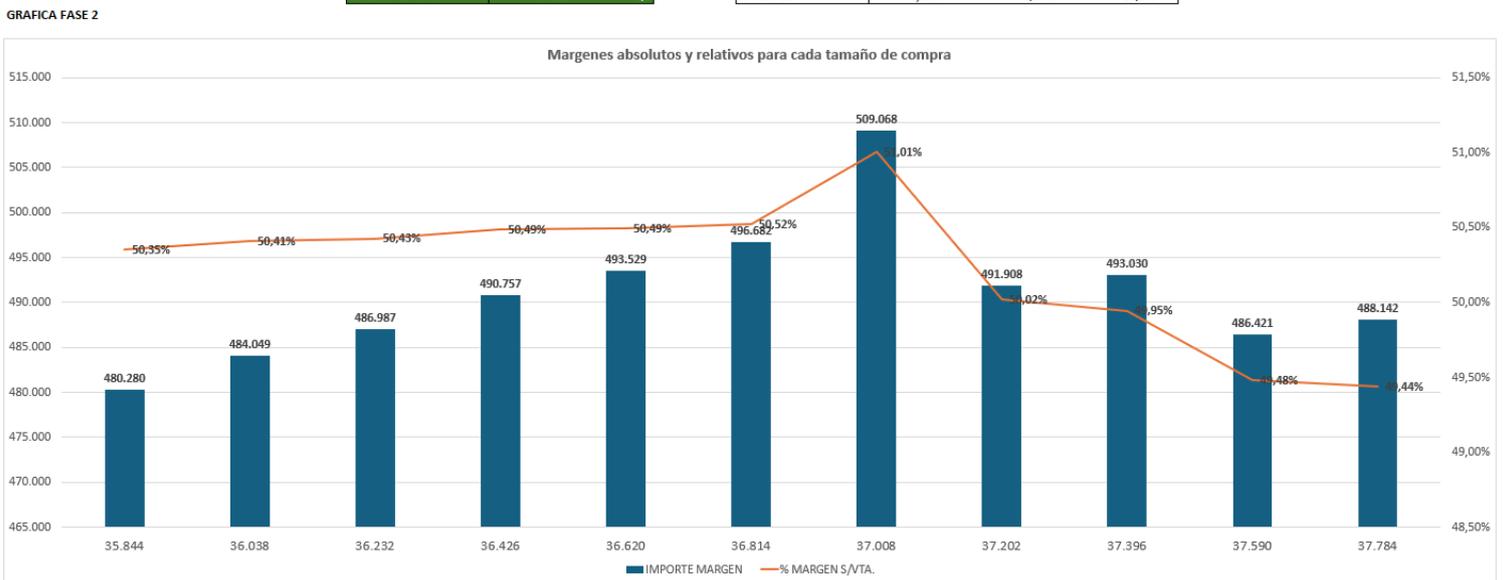
PVP MED. 39,97



CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	42.070	9,8
COMPRA AJUSTADA	36.813	8,6
COMPRA MIN	35.844	8,3
COMPRA MAX	37.782	8,8
COMPRA OPTIMA	37.008	8,6

	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	42.070	37.008	-12,0%
MARGEN TOTAL	530.264	509.068	-4,0%
% MARG. TOTAL S/VTA.	48,82%	51,01%	4,5%
% RESTOS	7,59%	6,34%	-16,5%



Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa

Conforme vemos en la Figura 35, para el producto A categoría T05 (ATO5), la fase 1 evidencia un incremento progresivo del Margen Total a medida que aumenta el tamaño de compra, alcanzando su valor máximo con una adquisición de 41.658 unidades, que genera un Margen absoluto de 526.887 €. Por otro lado, el %Margen s/vta. muestra una tendencia decreciente conforme se incrementa el volumen de compra, pasando del 52,15% en el nivel más bajo de compra al 41,14 % en el nivel más elevado de compra.

Cabe destacar que, a nivel general, conforme el tamaño de compra inicial aumenta, puede ser más compleja la liquidación de los artículos provocando un aumento de los % Corte y % Restos, provocando unos % Márgenes s/vta. inferiores.

Por otro lado, debemos tener presente que el hecho de tener un mayor % Margen s/vta. mediante una compra más ajustada, nos permite tener una cobertura menor, posibilitando una renovación mayor de los artículos, y generando un mayor Margen Bruto y % Margen s/vto. total, de todos los artículos. Esta lógica debe aplicarse siempre que se cumplan los criterios de renovación de colección que la empresa determine.

En base a estas reflexiones, en esta primera fase del análisis la elección del tamaño de Compra Ajustada que realizamos es de 36.813 unidades. Este planteamiento permite alcanzar un equilibrio entre ambas métricas, obteniendo un Margen Bruto relevante de 494.603 €, y un % Margen s/vta. de 50,42%, notablemente superior al de opciones de compra mayores.

En la segunda etapa del análisis, cuyo objetivo es afinar el tamaño de compra óptimo dentro de un rango más acotado, se observa que el tamaño de compra de 37.008 unidades permite alcanzar un valor estimado de Margen Bruto de 509.068 € y un % Margen s/vta. del 51,01 %, siendo ambos valores superiores a los estimados para el resto de tamaños de compra evaluados.

De este modo, la elección final del tamaño de Compra Óptimo se establece en 37.008 unidades, lo que representa una reducción del 12 % respecto al volumen de compra que la empresa ha realizado para este producto y categoría. Tal y como se muestra en la Figura 35, en el cuadro de comparación de escenarios situado en la parte inferior (Gráfica Fase 2) esta propuesta incrementa en 219 puntos básicos el % Margen s/vta. obtenido con la compra actual (que era de 48,82%). Este aumento supone un % Variación del % Margen s/vta de un 4,5 %, superior a la reducción del 4,0 % que se produce en el Margen Bruto al optar por esta opción.

Cabe destacar que, con este planteamiento de Compra Óptima, se obtendría un % Restos estimado de 6,34 %, lo que supone una reducción de 125 puntos básicos frente al 7,59 % alcanzado con las compras actuales.

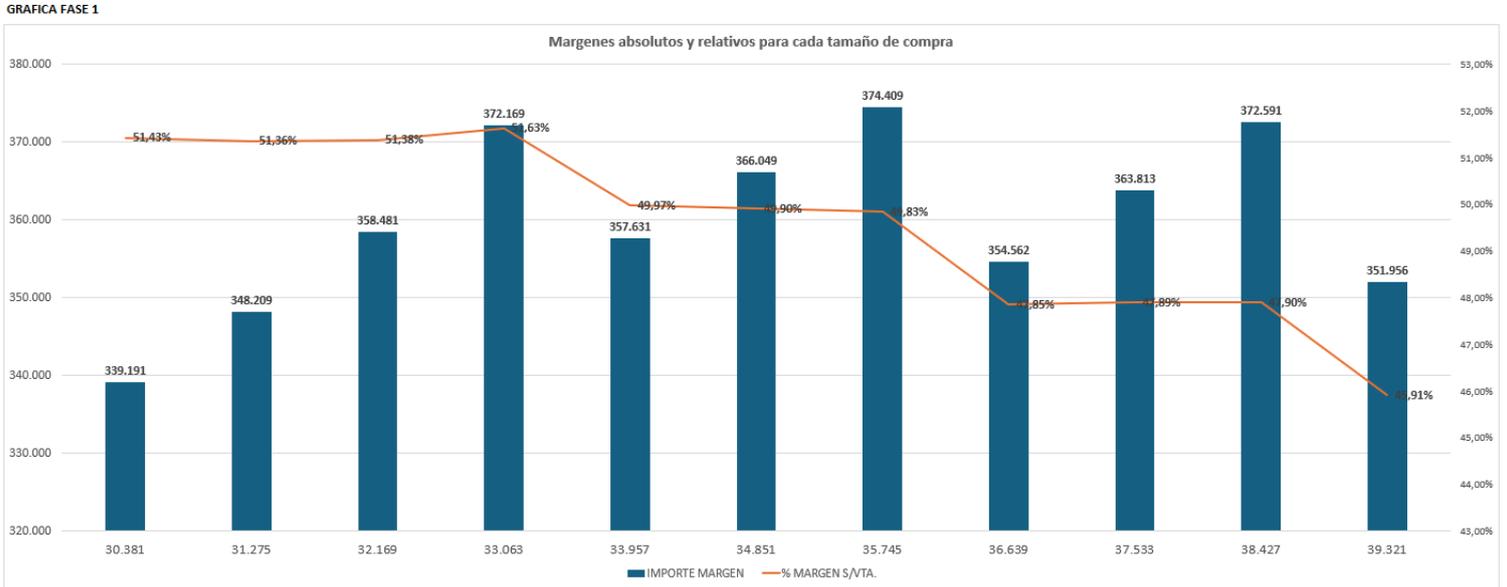
Figura 36: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T05 (BT05)

PRODUCTO **B**
CATEGORIA PRODUCTO **T05**

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	42.070	10,6
COMPRA TEORICA	35.742	9,0
COMPRA AJUSTADA	33.063	8,3

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	3.971
DESVIACION TIPICA	1.271
% DESV. TIPICA	32,0%

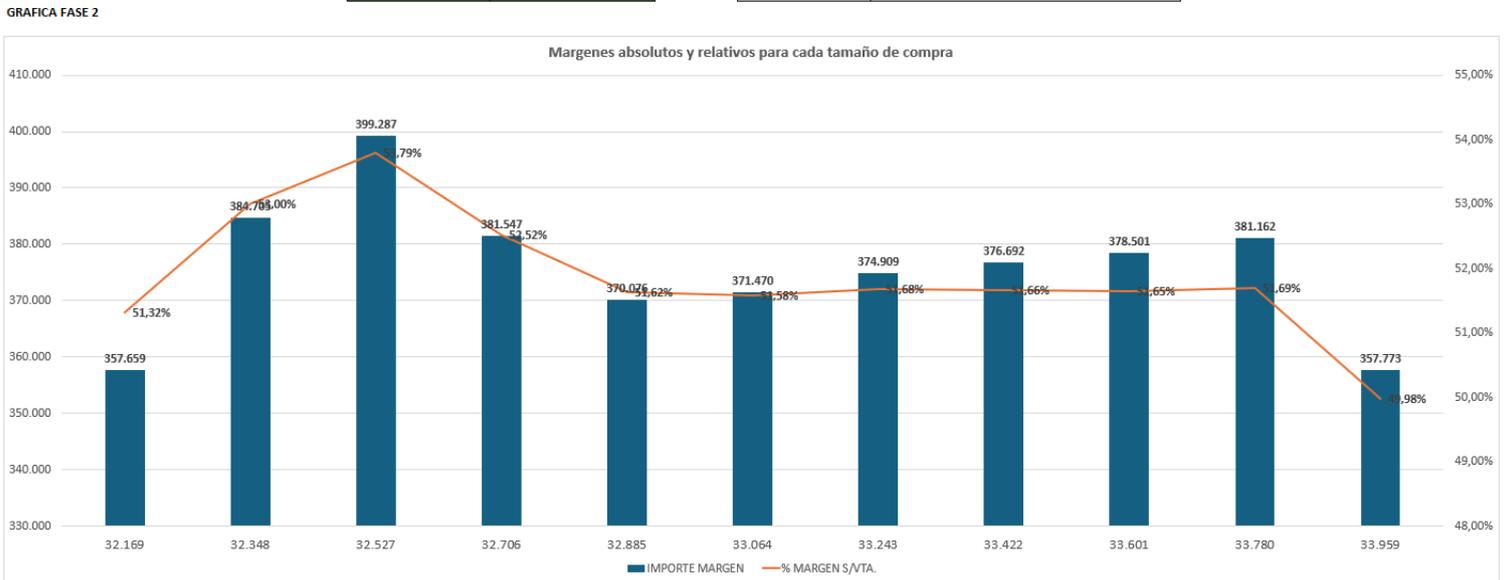
PVP MED. 31,90



CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	42.070	10,6
COMPRA AJUSTADA	33.063	8,3
COMPRA MIN	32.169	8,1
COMPRA MAX	33.957	8,6
COMPRA OPTIMA	32.527	8,2

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	42.070	32.527	-22,7%
MARGEN TOTAL	381.807	399.287	4,6%
% MARG. TOTAL S/VTA.	46,25%	53,79%	16,3%
% RESTOS	13,07%	4,51%	-65,5%



Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

A partir de los datos presentados para el producto B y la categoría T05 (BT05) en la Figura 36, y conforme a la fase 1 del análisis mostrada en la parte superior de dicha Figura, se opta por un tamaño de Compra Ajustado de 33.063 unidades. Con esta elección, se obtienen unos valores estimados de Margen Bruto por artículo de 372.169 € y un % Margen s/vta. De un 51,63 %. Con este tamaño de compra, y considerando una venta semanal media de 3.971 unidades durante las primeras cuatro semanas (ver Figura 21), permite alcanzar una cobertura estimada de 8,3 semanas, notablemente inferior a las 10,6 semanas asociadas al tamaño de compra actual según los datos históricos.

En la fase 2 del análisis, representada en la segunda gráfica de la Figura 36, se identifica un tamaño de compra óptimo de 32.527 unidades. Con esta cantidad, se estima un Margen Bruto de 399.287 € por artículo y un % Margen s/vta. de 53,79 %.

Este planteamiento óptimo de compra implica una reducción del 22,7 % en el tamaño de compra actual para este producto y categoría. En comparación con los valores obtenidos con las compras actuales, se estima un aumento del 4,6 % en el Margen Bruto (% Var. de Margen Bruto) y una mejora del 16,3 % en el % Margen s/vta., (% Var. del % Margen s/vta.) equivalente a 754 puntos básicos. Además, con esta propuesta, el % Restos alcanza un valor esperado del 4,51 %, muy inferior al 13,07 % registrado en los datos históricos, como resultado directo de la disminución del tamaño de compra óptimo planteado, sobre el tamaño de compra actual.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados de los análisis realizados para todas las categorías de cada tipo de producto. El detalle gráfico de dichos análisis se puede consultar en los Anexos X al XVI como se ha comentado previamente.

Figura 37: Tabla resumen de resultados por categoría para el tipo de producto A

CATEGORIA	COMPRAS ACTUALES				COMPRAS OPTIMAS				% VARIACIONES			
	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS
T05	42.070	530.264	48,8%	7,6%	37.008	509.068	51,0%	6,3%	-12,0%	-4,0%	4,5%	-16,3%
T04	27.177	351.883	46,9%	11,3%	26.996	353.061	47,1%	11,4%	-0,7%	0,3%	0,5%	1,1%
T03	14.309	190.790	44,8%	11,7%	13.982	190.670	45,4%	11,3%	-2,3%	-0,1%	1,2%	-3,2%
T02	5.566	88.338	43,8%	11,6%	5.504	91.665	45,0%	12,0%	-1,1%	3,8%	2,7%	3,3%
T01	3.074	46.982	41,1%	16,6%	2.990	46.295	41,4%	17,6%	-2,7%	-1,5%	0,8%	5,7%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Figura 38: Tabla resumen de resultados por categoría para el tipo de producto B

CATEGORIA	COMPRAS ACTUALES				COMPRAS ÓPTIMAS				% VARIACIONES			
	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS	COMPRA	MARGEN TOTAL	% MARG. TOTAL S/VTA.	% RESTOS
T05	42.070	381.807	46,3%	12,6%	32.527	399.287	53,8%	4,5%	-22,7%	4,6%	16,3%	-64,1%
T04	27.177	230.000	43,3%	13,0%	21.807	216.716	47,3%	12,2%	-19,8%	-5,8%	9,2%	-6,3%
T03	14.309	139.975	42,0%	15,4%	11.223	132.808	46,7%	13,4%	-21,6%	-5,1%	11,2%	-12,9%
T02	5.566	67.931	44,2%	12,1%	5.534	68.640	44,7%	12,6%	-0,6%	1,0%	0,9%	4,1%
T01	3.074	42.719	43,0%	11,4%	2.601	40.314	45,7%	8,2%	-15,4%	-5,6%	6,3%	-28,4%

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

Como se puede observar, los resultados para el tipo de producto A se ajustan más a las compras actuales, con variaciones poco significativas del tamaño de Compra Óptimo sugerido, a excepción de la categoría T05 antes mencionado.

En cambio, en el caso del producto B, los resultados son más concluyentes, ya que todas las categorías, excepto la T04, presentan planteamientos de Compra Óptima considerablemente inferiores a las compras actuales, con reducciones que oscilan entre el -15,4% en la categoría T01 y el -22,7% en la T05. Estas reducciones se traducen en incrementos muy significativos del % Margen s/vta. esperado.

Por último, la Figura 39 presenta un resumen comparativo de las coberturas resultantes de las Compras Óptimas estimadas por el modelo para cada tipo y categoría de producto, en relación con las coberturas actualmente utilizadas por la empresa. En dicho cuadro se observa que las categorías de producto en las que se han propuesto mayores ajustes respecto a la compra actual presentan reducciones de cobertura más significativas.

Cabe destacar que el cálculo de la cobertura se obtiene dividiendo el volumen de compra entre la venta media semanal estimada, lo que permite determinar el número de semanas durante las cuales la demanda estaría cubierta.

Figura 39: Tabla resumen de coberturas por categorías para los productos A y B

CATEGORÍA	PROD. A		PROD. B	
	ACTUAL	OPTIMO	ACTUAL	OPTIMO
T05	9,8	8,6	10,6	8,2
T04	8,8	8,8	10,3	8,2
T03	8,6	8,4	9,6	7,6
T02	7,9	7,8	8,4	8,3
T01	8,6	8,3	8,8	7,4

Fuente: Elaboración propia mediante los datos aportados por la empresa.

5. CONCLUSIONES

5.1. EVALUACIÓN DEL MODELO: OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Dada la elevada volatilidad que caracteriza al comportamiento de los artículos en la industria del *fast fashion*, consecuencia directa de la continua evolución de tendencias y preferencias de los consumidores, el objetivo principal de este estudio ha sido desarrollar un modelo matemático en Excel, basado en la metodología de Monte Carlo, con el fin de determinar el tamaño de compra inicial óptimo para cada artículo dentro de una empresa del sector. Nuestra intención ha sido ofrecer un modelo de análisis que sirva como una herramienta de apoyo para la empresa en su toma de decisiones de compra.

El modelo ha sido diseñado para calcular el tamaño óptimo de pedido de compra inicial que, para cada tipo de producto y categoría, optimice los % Margen Bruto s/vta. estimados. Todo ello con el objetivo de, aplicando los criterios de renovación de colecciones definidos por la empresa, maximizar el Margen Bruto Total de todos los productos.

El modelo desarrollado se ajusta a los criterios de renovación de colecciones definidos por la empresa, ya que tiene en cuenta la cobertura deseada tanto en tienda como en almacén (véase Figura 10) para el cálculo del tamaño de compra teórico (véase Figura 26). Esta integración garantiza que las decisiones propuestas por el modelo estén alineadas con la política de rotación de producto establecida por la compañía.

Además, el modelo incorpora la desviación histórica en el comportamiento de los artículos, al utilizar como inputs principales las tablas de distribución de probabilidad de venta histórica (véanse Figuras 20 y 21) y las tablas estadísticas correspondientes (véanse Figuras 24 y 25). De este modo, se garantiza una mayor precisión en la estimación de la demanda y en la proyección de márgenes esperados.

Cabe señalar que la base de datos proporcionada, tal y como se mencionó en la presentación de los datos de entrada (apartado 4.1), presenta ciertos sesgos derivados de su propia elaboración por parte de la compañía. No obstante, constituye una fuente de información muy adecuada para llevar a cabo el análisis propuesto en este Trabajo de Fin de Grado.

En este contexto, y teniendo en cuenta los objetivos definidos en la introducción, a continuación, se evalúa en qué medida el modelo desarrollado cumple con los criterios establecidos para ser considerado válido.

1. Servir como herramienta de análisis de apoyo en la toma de decisiones de compra en el sector del *fast fashion*.

En este sentido, cabe destacar que, a lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha puesto de manifiesto tanto la utilidad como la facilidad de uso de la herramienta, la cual permite analizar de forma ágil las estimaciones asociadas a los distintos posibles escenarios de compra inicial. Gracias a su funcionamiento intuitivo, resulta muy sencillo identificar qué tamaño de pedido puede ser más óptimo en función de los planteamientos y objetivos que marque la empresa.

2. Optimizar el margen sobre venta de los productos

A partir de los resultados obtenidos (véanse Figuras 37 y 38), se observa que para las distintas categorías del producto tipo A, los tamaños de compra actuales de la empresa se encuentran relativamente alineados con los valores óptimos sugeridos por el modelo, a excepción de la categoría T05, donde el modelo sugiere una reducción del tamaño de compra inicial, adaptando la cobertura del modelo a un valor más alineado con el resto de las categorías (ver Figuras 37 y 39). En cambio, en el caso del producto tipo B, los resultados son más convincentes, los tamaños de compra actuales superan considerablemente los niveles óptimos estimados, lo que evidencia una oportunidad

significativa para ajustarlos a la baja y, con ello, mejorar de forma notable los márgenes sobre ventas.

No obstante, aunque las oportunidades de mejora sean más significativas en el caso del producto tipo B, el modelo propone, para ambos tipos de producto y todas sus categorías, tamaños de compra que permiten obtener márgenes más rentables que los actuales.

Con todo ello, puede afirmarse que el modelo desarrollado ha conseguido optimizar el margen sobre venta de los productos analizados, constituyéndose como una herramienta de análisis de gran ayuda para poder analizar de un modo muy ágil qué tamaño de compra inicial es más óptimo para optimizar el margen de los productos.

3. Minimizar los excedentes de inventario.

Por otro lado, los resultados evidencian que, gracias al ajuste en los tamaños de compra propuesto por el modelo, se consigue una reducción significativa del volumen de unidades no vendidas en todos los productos y categorías donde se sugiere una reducción significativa del tamaño de la compra inicial (véanse Figuras 37 y 38). En consecuencia, puede afirmarse que el modelo también ha logrado minimizar los restos de producto. Este aspecto cobra especial relevancia en el contexto actual del sector, en el que las empresas han empezado a asumir una responsabilidad completa sobre la gestión de sus excedentes y residuos, al tiempo que contribuye a reducir el impacto medioambiental asociado a la sobreproducción.

Como resultado del cumplimiento de los tres criterios establecidos, podemos concluir que el modelo desarrollado es válido en su funcionamiento y aplicable a la problemática de planificación de compras en el sector del *fast fashion*.

5.2. POSIBILIDADES DE MEJORA Y EXTENSIÓN DEL MODELO

En cuanto a las posibles mejoras del modelo, aún existe margen de perfeccionamiento, cuyos principales aspectos se detallan a continuación.

1. Disponer de un mayor número de datos históricos que den más consistencia al análisis.

2. La segmentación de los productos podría definirse de manera más precisa, incorporando criterios como el precio de venta al público (PVP), la familia de producto o el momento de campaña, entre otros posibles criterios.
3. El modelo podría ampliarse mediante la incorporación de márgenes específicos para cada artículo o categoría, en lugar de asumir un margen fijo sobre venta homogéneo. Esta adaptación permitiría reflejar con mayor precisión la realidad económica de cada categoría, mejorando así la exactitud de los resultados.

5.3. SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS BASADAS EN MONTE CARLO

El modelo desarrollado en Excel ha demostrado ser una herramienta eficaz, práctica y conceptualmente robusta para abordar la optimización de compras, al permitir iterar miles de simulaciones en segundos, con escasos recursos y de forma intuitiva. Además, al estar implementado en Excel, se beneficia de un entorno accesible y de bajo coste. No obstante, existen alternativas tecnológicas que permiten realizar este mismo ejercicio con un mayor nivel de sofisticación.

Algunas de ellas son los softwares Risk Simulator o Crystal Ball, de Real Options Valuation Inc y Oracle respectivamente, que se integran como add-in's en Excel y destacan por su robustez y versatilidad en la realización de simulaciones Monte Carlo. Su principal ventaja radica en su capacidad para generar miles de escenarios probabilísticos de forma automática, permitiendo visualizar la distribución completa de los posibles resultados y no simplemente un valor estimado.

Estas herramientas facilitan la creación de modelos dinámicos donde la definición de variables aleatorias puede definirse muy fácilmente con la selección de distribuciones estadísticas (normal, triangular, uniforme, lognormal, entre otras) en un solo clic. Cabe mencionar que estos softwares tienen un coste elevado, que puede oscilar entre los 1.000 y 5.000 dólares, en función de la versión seleccionada y del tipo de licencia, ya sea de suscripción o de pago perpetuo.

5.4. CONCLUSIÓN FINAL

Como conclusión final, cabe señalar que el Modelo de Monte Carlo puede ser de gran ayuda para desarrollar modelos estadísticos de análisis, como el desarrollado en este TFG, que faciliten y optimicen la toma de decisiones de múltiples cuestiones dentro de la industria del *fast fashion*. Un sector cada vez más digitalizado y con un volumen creciente de datos disponibles para su análisis.

6. DECLARACIÓN DEL USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Por la presente, yo, Blanca Candela Estellés, estudiante de Dirección y Administración de Empresas y Análisis de Datos de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Modelo Matemático basado en el método de Monte Carlo para determinar el volumen de compra de producto óptimo en el sector del *fast fashion*", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación.

1. *Brainstorming* de ideas de investigación: Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. Referencias: Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
3. Metodólogo: Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
4. Corrector de estilo literario y de lenguaje: Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
5. Generador previo de diagramas de flujo y contenido: Para esbozar diagramas iniciales.
6. Sintetizador y divulgador de libros complicados: Para resumir y comprender literatura compleja.

7. Generador de datos sintéticos de prueba: Para la creación de conjuntos de datos ficticios.

8. Revisor: Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.

9. Traductor: Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 09 de Abril de 2025



Firma: Blanca Candela Estellés

7. BIBLIOGRAFÍA

- BoF-McKinsey & Company (2025). *The State of Fashion 2025*.
- Castilla, E. y Chocano, P. J. (2023). Una breve introducción al método de Monte Carlo. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, Vol. 26, Núm. 1, Págs. 87–108*
- Creanavarra. (13 de febrero de 2024). Innovación en la Moda: 5 Tecnologías que están cambiando la Industria. *Creanavarra*. <https://goo.su/sxAXZ>
- Crofton, S., & Dopico, L. (2007). Zara-Inditex and the growth of fast fashion. *Essays in Economic & Business History, 25*, 41-54.
- Cuofano, G. (21 de marzo de 2024). *Real-Time Retail: The Rising Of Real-Time Fashion*. FourWeekMBA. <https://fourweekmba.com/real-time-retail/>
- Hammersley, J.M. (2013). *Monte Carlo Methods: Monographs on Applied Probability and Statistics*. Chapman and Hall.
- Kelleher, D. (5 de febrero de 2025). *Fast fashion*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/art/fast-fashion>
- Lee, L. H. (2019, diciembre). How extreme agility put Zara ahead in fast fashion. *Financial Times, 10*.
- Ley 7/2022, de 10 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Boletín Oficial del Estado (BOE), 85, 9 de abril de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7/con>
- Martin-Pliego F.J., Ruiz Maya, L. (2006). *Fundamentos de probabilidad* (2da edición). Madrid. ALFA CENTAURO.
- Modaes. (5 de diciembre de 2023). Bestseller y H&M invierten 100 millones en un parque eólico en Bangladesh. *Modaes*. <https://www.modaes.com/empresa/bestseller-y-hm-invierten-100-millones-en-un-parque-eolico-en-bangladesh>
- Pardo L., Valdés T. (1987). *Simulación: aplicaciones prácticas en la empresa*. Madrid. Ediciones Díaz De Santos.

- Riaño, P. (25 de Julio de 2024). *Bangladesh: la industria textil pierde 150 millones dólares por día de bloqueo*. Modaes. <https://www.modaes.com/entorno/bangladesh-la-industria-textil-pierde-150-millones-dolares-por-dia-de-bloqueo>
- Riaño, P. (5 de febrero de 2025). *¿A quién afectan los aranceles? La guerra comercial alienta el caos en el 'sourcing' de moda*. Modaes. <https://www.modaes.com/entorno/a-quien-afectan-los-aranceles-la-guerra-comercial-alienta-el-caos-en-el-sourcing-de-moda>
- Stanton, A. (11 de Marzo de 2025). *What Is Fast Fashion, Anyway?. The good trade* <https://www.thegoodtrade.com/features/what-is-fast-fashion/>
- Suárez Suárez, A. S. (2003). *Decisiones óptimas de inversión y financiación*. Madrid. Pirámide.
- Terraquí. (2022). La normativa ambiental marca el compás de la transformación de la cadena de valor del textil. *RETEMA: revista técnica de medio ambiente*
- UNIFORM MARKET (2025, Febrero). *Environmental Impact of Fast Fashion Statistics (2025): Fast Fashion Statistics*. <https://www.uniformmarket.com/statistics/fast-fashion-statistics>
- Web oficial de la Unión Europea. (2022, Marzo). *Preguntas y respuestas sobre la Estrategia de la UE sobre los Productos Textiles Sostenibles y Circulares*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_22_2015
- Ximenis, G. (20 de enero de 2024). *El mar Rojo, nueva amenaza sobre la industria y los precios*. Coche Global. https://www.coheglobal.com/industria/mar-rojo-nueva-amenaza-sobre-industria-precios_808880_102.html?utm_source=chatgpt.com

ANEXOS

Anexo I: Archivo Excel del Modelo Matemático

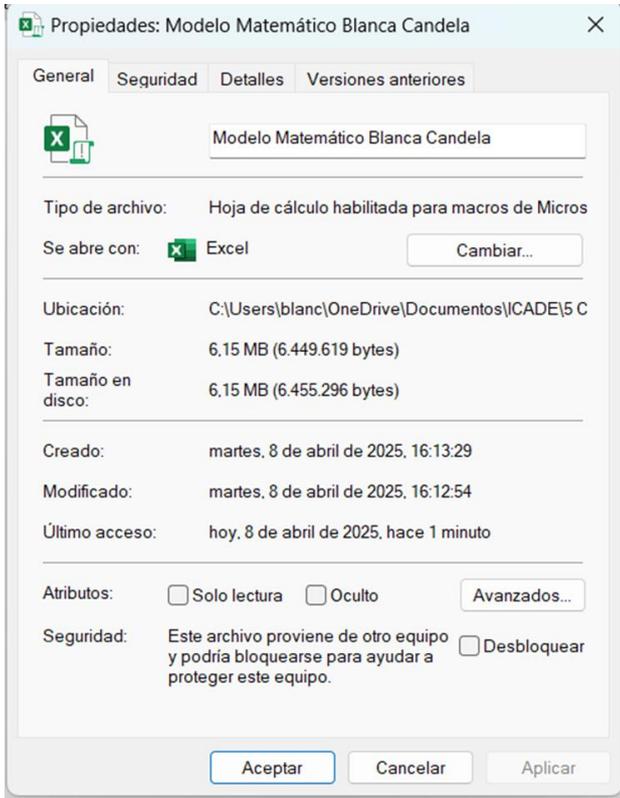
[Modelo Monte Carlo - Compra Óptima - TFG Blanca Candela Estellés \(1\).xlsm](#)

El fichero ha sido protegido dejando habilitadas únicamente las celdas necesarias para ejecutar la simulación, con el fin de preservar la integridad del modelo y respetar los derechos asociados al trabajo. No obstante, aunque algunas celdas no se pueden seleccionar, las fórmulas son completamente visibles en todo el documento. En caso de que durante la corrección se quiera acceder a funcionalidades adicionales, puede solicitarse el código de desbloqueo escribiendo a: 202010601@alu.comillas.edu o bcandelaestelles@gmail.com.

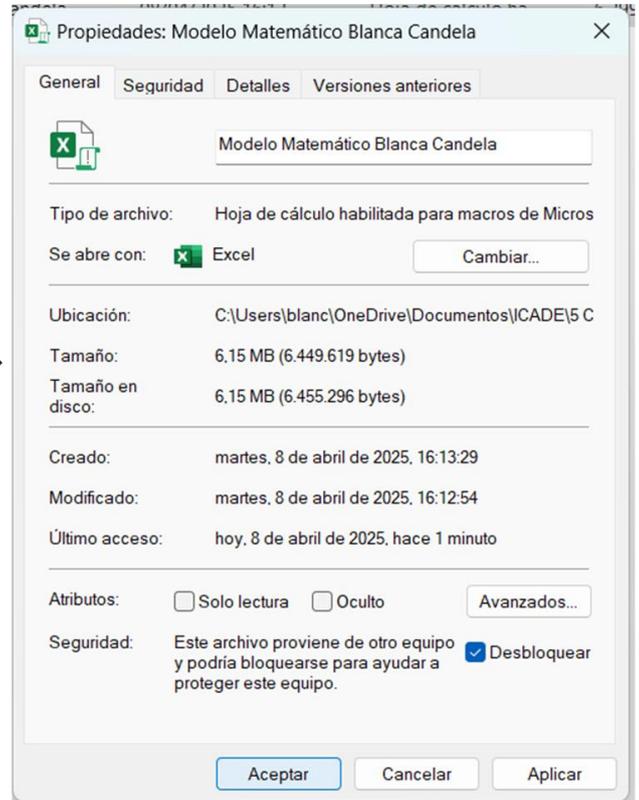
Además, el fichero contiene una macro, por lo que se recomienda descargarlo y desbloquearlo desde las propiedades del archivo (clic derecho > Propiedades > Desbloquear) antes de abrirlo, para garantizar su correcto funcionamiento. Este proceso se explica de forma visual en el Anexo II.

Anexo II: Guía para habilitar la macro en el archivo de Excel

Paso 1: Haz clic derecho sobre el archivo y selecciona la opción "Propiedades" en el menú desplegable.



Paso 2: Marca la casilla "Desbloquear" (si aparece) y haz clic en "Aceptar" para guardar los cambios.



Fuente: Elaboración propia

Anexo III: Instrucciones para el uso del Modelo Matemático

Orden	Acción	Ubicación	Descripción
		<i>Hoja H4 Simulación</i>	
1º	BORRAR DATOS PREVIOS	<i>BQ6;BQ56</i>	Borrar datos planteados simulación anterior
2º	SELECTOR PRODUCTO Y CATEGORIA	<i>Columna CE</i>	Seleccionar el Tipo de Producto y Categoría
3º	TABLA ESTADISTICA CATEGORIA PRODUCTO	<i>Columna CH</i>	Agrupar la Tabla Dinamica con los valores establecidos según Categoría de Producto
4º	GENERAR CASOS Y COPIAS	<i>Columna BB - BD</i>	Doble click en el Boton para activar la Macro
5º	ANALISIS RESULTADOS FASE 1	<i>Columna BM</i> <i>Columna BF-BH</i>	Analizar la Grafica F1 TABLA % Var. Med. s/compra actual
6º	TAMAÑO COMPRA AJUSTADA	<i>BQ6</i>	Completar con el tamaño de pedido que mejor resultados presente
7º	REPETIR EL PASO 4º	<i>Columna BB - BD</i>	Doble click en el Boton para activar la Macro
8º	ANALISIS RESULTADOS FASE 2	<i>Columna BM</i> <i>Columna BF-BH</i>	Analizar la Grafica F1 TABLA % Var. Med. s/compra actual
9º	TAMAÑO COMPRA OPTIMO	<i>BQ56</i>	Completar con el tamaño de pedido que optimice los resultados
10º	RESUMEN OPTIMIZACION COMPRA OPTIMA	<i>BT51:BW56</i>	Analizar los Resultados Estimados aplicando la Compra Optima

Fuente: Elaboración propio

Anexo IV: Video explicativo del funcionamiento del Modelo Matemático

https://drive.google.com/file/d/1BEELrqYGdtE3_GyxTof3vZSk3dTazgiX/view?usp=sharing

Se ha realizado un vídeo en el que se recorren todas las hojas del archivo Excel, incluidas las hojas anexas. En primer lugar, se ofrece una vista general de las hojas principales relacionadas con la simulación y, a continuación, se muestra el proceso de ejecución paso a paso siguiendo el orden indicado en las instrucciones (Anexo III). Finalmente, se recorren los resultados obtenidos para todas las categorías de ambos tipos de producto.

Anexo V: Código utilizado para la elaboración de la macro

Foto 1:

```
Sub Genera_Casos()  
  
Application.Calculation = xlManual  
  
Dim TamanoPedido0 As Long  
Dim TamanoPedidoFin As Long  
Dim FraccionPedido As Long  
  
Dim NumTramos As Integer  
Dim NumCasos As Integer  
  
Dim t As Integer  
Dim c As Integer  
  
Dim Columna0 As Integer  
Dim ColumnaMargen As Integer  
Dim ColumnaPctMargen As Integer  
Dim ColumnaRestos As Integer  
Dim ColumnaVentatotal As Integer  
Dim FilaMargen As Integer  
  
TamanoPedido0 = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(6, 14).Value  
TamanoPedidoFin = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(7, 14).Value  
NumTramos = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(8, 14).Value  
NumCasos = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(9, 14).Value  
  
FraccionPedido = (TamanoPedidoFin - TamanoPedido0) / NumTramos  
  
Columna0 = 45  
ColumnaMargen = 40  
ColumnaPctMargen = 41  
ColumnaRestos = 35  
ColumnaVentatotal = 39  
FilaMargen = 8  
  
For t = 1 To (NumTramos + 1)  
  
    Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(12 + t, Columna0) = TamanoPedido0 + (FraccionPedido * (t - 1))  
    Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(5, 14).Value = TamanoPedido0 + (FraccionPedido * (t - 1))  
    Application.Calculation = xlManual  
  
    For c = 1 To NumCasos
```

Foto 2:

```
        Application.Calculation = xlAutomatic  
        Application.Calculation = xlManual  
        Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(12 + t, Columna0 + c) = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(FilaMargen, ColumnaMargen)  
        Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(27 + t, Columna0 + c) = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(FilaMargen, ColumnaPctMargen)  
        Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(43 + t, Columna0 + c) = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(FilaMargen, ColumnaRestos)  
        Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(66 + t, Columna0 + c) = Worksheets("H4 SIMULADOR").Cells(FilaMargen, ColumnaVentatotal)
```

```
    Next c
```

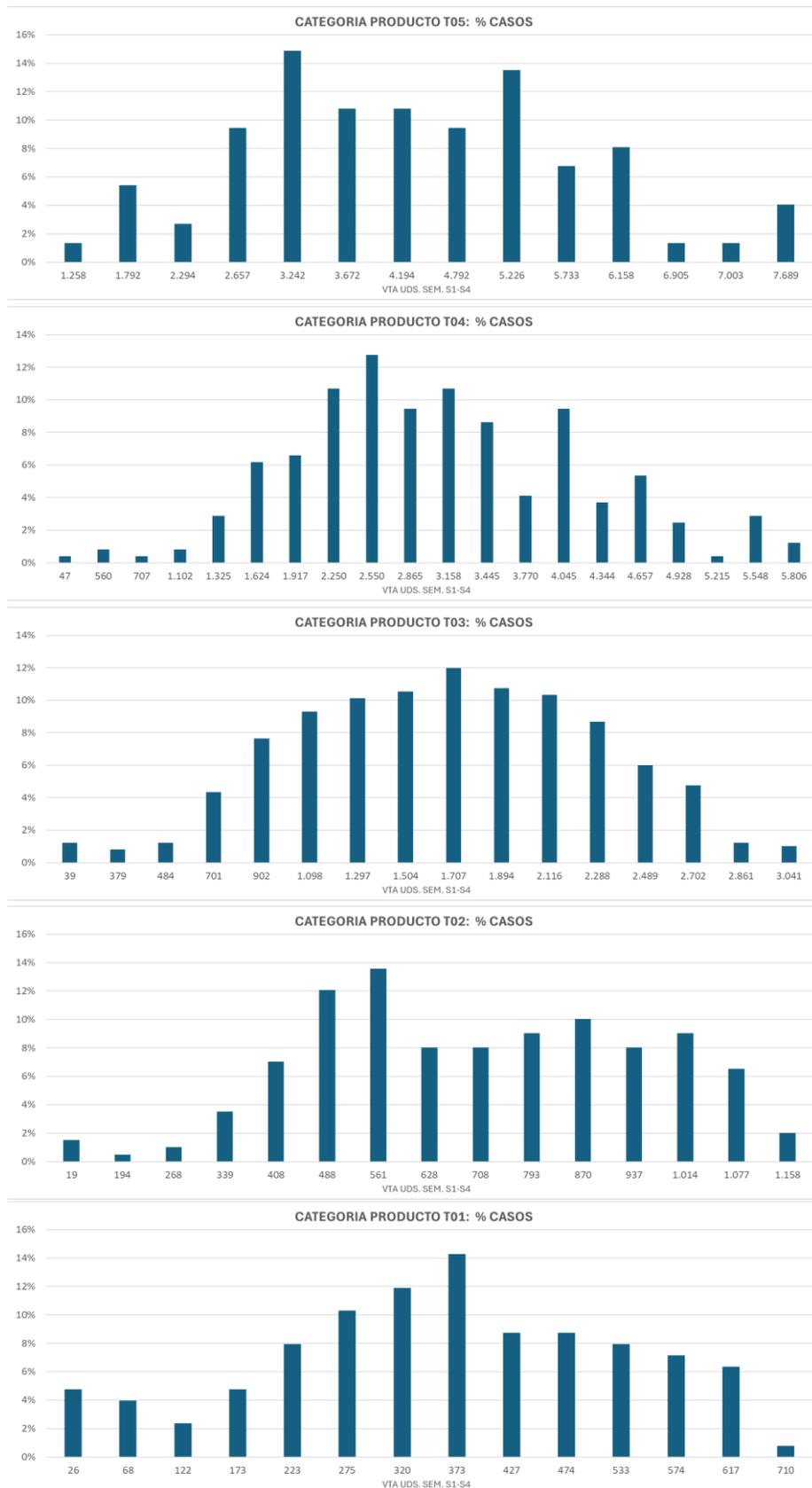
```
Next t
```

```
Application.Calculation = xlAutomatic
```

```
End Sub
```

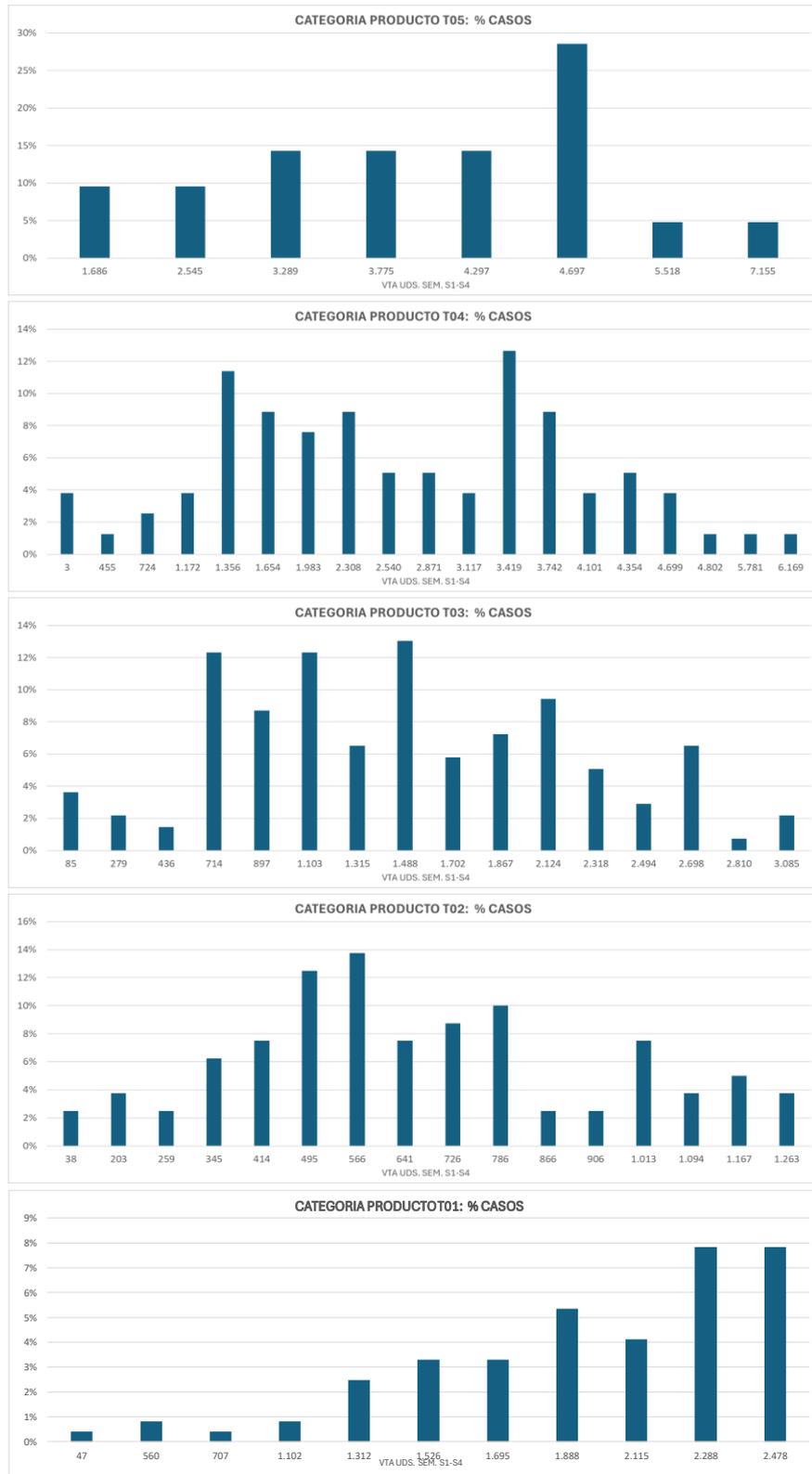
Fuente: Elaboración propia con ayuda de la empresa

Anexo VI: Resumen de distribuciones de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas para todas las categorías del tipo de producto A



Fuente: Elaboración propia

Anexo VII: Resumen de distribuciones de la probabilidad de venta semanal en las primeras cuatro semanas para todas las categorías del tipo de producto B



Fuente: Elaboración propia

Anexo VIII: Resultados de ambas fases de la simulación para el tipo de producto A y la categoría T05 (ATO5)

PRODUCTO A: Resultados Categoría de Producto T05 (AT05)

TABLA RESULTADOS COMPRA OPTIMA

FASE 2 Cálculo

COMPRA AJUSTADA 36.813

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
1.086.126	530.264	48,82%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA.	% VAR. ACUM.
35.844	478.489	481.637	477.663	481.241	481.790	481.056	479.871	479.116	479.018	482.918	480.280	-9,4%	3,1%	-6,6%
36.038	482.770	483.825	483.458	483.651	484.408	481.620	483.914	485.995	485.254	485.595	484.049	-8,7%	3,3%	-5,7%
36.232	486.641	487.569	487.682	487.963	485.755	484.499	488.094	487.107	485.680	488.876	486.987	-8,2%	3,3%	-5,1%
36.426	489.092	489.465	493.131	491.817	490.678	491.874	490.203	492.260	491.057	487.998	490.757	-7,5%	3,4%	-4,3%
36.620	492.560	493.163	493.714	492.471	497.522	493.312	492.099	495.532	491.250	493.670	493.529	-6,9%	3,4%	-3,7%
36.814	496.277	496.858	496.148	493.766	494.831	498.648	498.449	498.514	495.934	497.397	496.682	-6,3%	3,5%	-3,1%
37.008	509.905	511.248	506.921	506.498	508.673	510.535	510.007	509.196	509.247	508.452	509.068	-4,0%	4,5%	0,3%
37.202	489.824	492.386	491.614	491.361	491.082	490.744	493.103	492.452	493.591	492.918	491.908	-7,2%	2,5%	-5,0%
37.396	492.800	492.257	494.338	495.419	493.977	490.566	493.495	491.757	491.597	494.090	493.030	-7,0%	2,3%	-4,9%
37.590	486.398	488.211	485.964	487.162	486.638	486.578	485.069	483.411	488.726	486.057	486.421	-8,3%	1,3%	-7,0%
37.784	487.474	487.174	487.330	487.294	489.391	488.185	485.582	489.577	489.913	489.503	488.142	-7,9%	1,3%	-6,8%

% MARGEN S/VTA.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
35.844	50,3%	50,4%	50,2%	50,4%	50,4%	50,4%	50,3%	50,3%	50,3%	50,5%	50,3%
36.038	50,3%	50,4%	50,4%	50,4%	50,4%	50,3%	50,4%	50,5%	50,5%	50,5%	50,4%
36.232	50,4%	50,5%	50,5%	50,5%	50,4%	50,3%	50,5%	50,4%	50,4%	50,5%	50,4%
36.426	50,4%	50,4%	50,6%	50,5%	50,5%	50,5%	50,6%	50,5%	50,5%	50,3%	50,5%
36.620	50,4%	50,5%	50,5%	50,4%	50,7%	50,5%	50,4%	50,6%	50,4%	50,5%	50,5%
36.814	50,5%	50,5%	50,5%	50,4%	50,4%	50,6%	50,6%	50,6%	50,5%	50,6%	50,5%
37.008	51,0%	51,1%	50,9%	50,9%	51,0%	51,1%	51,1%	51,0%	51,0%	51,0%	51,0%
37.202	49,9%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,1%	50,0%	50,1%	50,1%	50,0%
37.396	49,9%	49,9%	50,0%	50,1%	50,0%	49,8%	49,9%	49,9%	49,9%	50,0%	49,9%
37.590	49,5%	49,6%	49,5%	49,5%	49,5%	49,5%	49,4%	49,3%	49,6%	49,5%	49,5%
37.784	49,4%	49,4%	49,4%	49,4%	49,5%	49,4%	49,3%	49,5%	49,5%	49,5%	49,4%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
35.844	8,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,0%	8,3%	8,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
36.038	8,2%	8,2%	8,3%	8,2%	8,1%	8,1%	8,2%	8,0%	8,1%	8,1%	8,2%
36.232	8,0%	8,2%	8,2%	8,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,0%	8,2%
36.426	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,2%	8,5%	8,4%	8,1%	8,2%	8,2%	8,3%
36.620	8,3%	8,4%	8,2%	8,2%	8,3%	8,3%	8,1%	8,3%	8,4%	8,2%	8,3%
36.814	8,2%	8,1%	8,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,3%	8,2%	8,4%	8,2%	8,2%
37.008	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,3%
37.202	6,3%	6,2%	6,2%	6,2%	6,3%	6,2%	6,2%	6,2%	6,3%	6,2%	6,2%
37.396	6,3%	6,2%	6,3%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%	6,3%	6,2%	6,4%	6,3%
37.590	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,4%	6,4%	6,4%	6,4%	6,4%	6,4%	6,4%
37.784	6,4%	6,4%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,4%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	35.844	36.038	36.232	36.426	36.620	36.814	37.008	37.202	37.396	37.590	37.784	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	480.280	484.049	486.987	490.757	493.529	496.682	509.068	491.908	493.030	486.421	488.142	490.987
% MARGEN S/VTA.	50,35%	50,41%	50,43%	50,49%	50,49%	50,52%	51,01%	50,02%	49,95%	49,48%	49,44%	50,23%
% RESTOS	8,17%	8,15%	8,15%	8,27%	8,28%	8,22%	6,34%	6,23%	6,25%	6,35%	6,35%	7,34%

TABLA RESULTADOS COMPRA AJUSTADA

FASE 1 Cálculo

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
1.086.126	530.264	48,82%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VTA.	% VAR. ACUM.
32.937	475.418	473.140	473.570	472.339	473.917	473.999	473.101	476.233	474.987	475.447	474.215	-10,6%	6,8%	-4,5%
33.906	459.882	464.456	464.656	460.019	462.131	463.981	463.698	461.815	460.126	465.520	462.628	-12,8%	4,1%	-9,2%
34.875	471.563	469.397	470.722	470.723	471.343	471.131	470.930	470.476	470.606	473.897	471.079	-11,2%	3,5%	-8,0%
35.844	481.185	481.052	483.690	480.328	482.039	483.164	480.411	483.789	481.379	479.796	481.683	-9,2%	3,3%	-6,2%
36.813	493.546	492.488	495.915	493.405	497.210	495.984	496.740	494.268	493.818	492.660	494.603	-6,7%	3,3%	-3,7%
37.782	488.020	487.637	487.213	491.790	487.309	490.255	488.314	488.736	489.778	490.048	488.910	-7,8%	1,3%	-6,6%
38.751	491.091	488.411	486.921	487.751	488.922	487.076	488.031	489.686	484.462	490.336	488.269	-7,9%	0,0%	-7,9%
39.720	504.859	505.569	504.106	501.714	505.636	502.893	503.010	504.474	501.067	505.340	503.867	-5,0%	0,3%	-4,7%
40.689	513.871	515.720	517.670	514.766	514.172	514.191	516.119	517.643	514.997	514.368	515.352	-2,8%	0,2%	-2,6%
41.658	527.430	527.979	525.071	528.357	526.879	524.411	526.099	527.430	527.678	527.535	526.887	-0,6%	0,2%	-0,5%
42.627	501.479	501.694	504.889	501.608	502.112	502.555	497.166	501.368	503.818	507.034	502.372	-5,3%	-3,4%	-8,5%

% MARGEN S/VTA.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.937	52,2%	52,1%	52,1%	52,0%	52,1%	52,1%	52,1%	52,3%	52,2%	52,2%	52,1%
33.906	50,7%	50,9%	50,9%	50,7%	50,8%	50,9%	50,9%	50,8%	50,7%	51,0%	50,8%
34.875	50,6%	50,5%	50,5%	50,5%	50,6%	50,6%	50,5%	50,5%	50,5%	50,7%	50,6%
35.844	50,4%	50,4%	50,5%	50,4%	50,4%	50,5%	50,4%	50,5%	50,4%	50,3%	50,4%
36.813	50,4%	50,3%	50,5%	50,4%	50,5%	50,5%	50,4%	50,5%	50,4%	50,3%	50,4%
37.782	49,4%	49,4%	49,4%	49,6%	49,4%	49,5%	49,4%	49,5%	49,5%	49,5%	49,5%
38.751	49,0%	48,8%	48,7%	48,8%	48,8%	48,8%	48,8%	48,9%	48,6%	48,9%	48,8%
39.720	49,0%	49,1%	49,0%	48,9%	49,1%	48,9%	48,9%	49,0%	48,8%	49,1%	49,0%
40.689	48,9%	49,0%	49,1%	48,9%	48,9%	48,9%	49,0%	49,1%	48,9%	48,9%	48,9%
41.658	48,9%	49,0%	48,8%	49,0%	48,9%	48,8%	48,9%	48,9%	48,9%	48,9%	48,9%
42.627	47,1%	47,1%	47,3%	47,1%	47,1%	47,2%	46,9%	47,1%	47,2%	47,4%	47,1%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.937	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%	6,0%	5,9%	5,9%	5,9%
33.906	7,4%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,6%	7,4%	7,6%	7,5%	7,6%	7,5%
34.875	7,4%	7,3%	7,3%	7,4%	7,4%	7,3%	7,4%	7,5%	7,5%	7,3%	7,4%
35.844	8,3%	8,3%	8,3%	8,2%	8,1%	8,2%	8,3%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
36.813	8,1%	8,3%	8,3%	8,4%	8,3%	8,1%	8,2%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
37.782	6,3%	6,3%	6,5%	6,4%	6,3%	6,3%	6,3%	6,4%	6,3%	6,4%	6,3%
38.751	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,1%	7,0%	7,0%	7,0%	7,2%	7,1%	7,0%
39.720	7,9%	7,8%	7,7%	7,7%	7,7%	7,8%	7,6%	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%
40.689	7,7%	7,6%	7,8%	7,7%	7,7%	7,8%	7,6%	7,5%	7,7%	7,6%	7,7%
41.658	7,6%	7,8%	7,6%	7,7%	7,8%	7,7%	7,8%	7,7%	7,8%	7,7%	7,7%
42.627	8,6%	8,8%	8,6%	8,6%	8,9%	8,7%	8,6%	8,6%	8,6%	8,5%	8,6%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	32.937	33.906	34.875	35.844	36.813	37.782	38.751	39.720	40.689	41.658	42.627	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	474.215	462.628	471.079	481.683	494.603	488.910	488.269	503.867	515.352	526.887	502.372	491.806
% MARGEN S/VTA.	52,15%	50,80%	50,55%	50,42%	50,42%	49,48%	48,81%	48,98%	48,94%	48,91%	47,14%	49,69%
% RESTOS	5,92%	7,52%	7,37%	8,22%	8,28%	6,34%	7,05%	7,74%	7,68%	7,70%	8,65%	7,50%

Anexo IX: Resultados de ambas fases de la simulación para el tipo de producto B y la categoría T05 (BT05)

PRODUCTO B: Resultados Categoría Producto T05 (BT05)

TABLA RESULTADOS COMPRA OPTIMA

FASE 2 Cálculo

COMPRA AJUSTADA

33.063

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
825.447	381.807	46,25%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VT.A.	% VAR. ACUM.
32.169	358.560	356.237	356.620	357.924	358.367	355.773	360.076	356.950	356.657	359.430	357.659	-6,3%	11,0%	3,9%
32.348	386.388	383.362	385.322	385.435	385.161	384.198	383.452	383.582	385.342	384.808	384.705	0,8%	14,6%	15,5%
32.527	400.549	400.057	397.612	397.650	399.826	398.678	402.198	398.395	400.482	397.424	399.287	4,6%	16,3%	21,6%
32.706	379.194	379.503	382.534	387.391	379.902	380.568	385.146	375.688	383.554	381.994	381.547	-0,1%	13,5%	13,5%
32.885	372.271	370.145	370.473	370.932	367.201	373.849	371.054	368.818	366.979	369.042	370.076	-3,1%	11,6%	8,2%
33.064	370.997	371.856	374.736	371.344	373.001	371.699	370.223	370.585	370.288	369.969	371.470	-2,7%	11,5%	8,5%
33.243	376.178	372.363	374.892	373.895	373.837	372.716	378.284	375.352	374.529	377.041	374.909	-1,8%	11,7%	9,7%
33.422	374.276	376.932	378.102	376.058	378.775	376.116	378.165	374.757	377.363	376.374	376.692	-1,3%	11,7%	10,2%
33.601	378.127	374.701	380.233	377.862	377.995	377.912	377.137	377.588	382.892	380.562	378.501	-0,9%	11,7%	10,7%
33.780	377.854	382.785	381.681	380.272	381.582	381.749	382.747	384.967	377.044	380.940	381.162	-0,2%	11,8%	11,6%
33.959	357.311	358.193	354.121	356.137	356.919	360.887	357.044	361.867	357.134	358.119	357.773	-6,3%	8,0%	1,2%

% MARGEN S/VT.A.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.169	51,4%	51,2%	51,2%	51,3%	51,4%	51,2%	51,5%	51,3%	51,3%	51,4%	51,3%
32.348	53,1%	52,9%	53,0%	53,0%	53,0%	53,0%	52,9%	53,0%	53,0%	53,0%	53,0%
32.527	53,9%	53,8%	53,7%	53,7%	53,8%	53,8%	54,0%	53,7%	53,9%	53,7%	53,8%
32.706	52,4%	52,4%	52,6%	52,9%	52,4%	52,5%	52,8%	52,1%	52,7%	52,6%	52,5%
32.885	51,8%	51,6%	51,7%	51,7%	51,4%	51,9%	51,7%	51,5%	51,4%	51,6%	51,6%
33.064	51,6%	51,6%	51,8%	51,6%	51,7%	51,6%	51,5%	51,5%	51,5%	51,5%	51,6%
33.243	51,8%	51,5%	51,7%	51,6%	51,5%	51,9%	51,7%	51,7%	51,8%	51,7%	51,7%
33.422	51,5%	51,7%	51,8%	51,6%	51,8%	51,6%	51,8%	51,5%	51,7%	51,6%	51,7%
33.601	51,6%	51,4%	51,8%	51,6%	51,6%	51,6%	51,6%	51,6%	51,9%	51,8%	51,6%
33.780	51,5%	51,8%	51,7%	51,6%	51,7%	51,7%	51,8%	51,9%	51,4%	51,7%	51,7%
33.959	49,9%	50,0%	49,7%	49,9%	49,9%	50,2%	49,9%	50,3%	49,9%	50,0%	50,0%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
32.169	8,1%	8,6%	8,4%	8,6%	8,3%	8,8%	8,3%	8,6%	8,6%	8,6%	8,5%
32.348	4,4%	4,5%	4,4%	4,2%	4,2%	4,2%	4,5%	4,6%	4,6%	4,5%	4,4%
32.527	4,4%	4,6%	4,5%	4,6%	4,5%	4,4%	4,4%	4,6%	4,5%	4,5%	4,5%
32.706	6,3%	6,4%	6,3%	6,5%	6,2%	6,4%	5,9%	6,5%	6,3%	6,1%	6,2%
32.885	6,0%	6,1%	6,3%	6,0%	6,6%	5,9%	6,2%	6,1%	6,4%	6,3%	6,2%
33.064	6,3%	6,3%	6,1%	6,2%	6,2%	6,3%	6,4%	6,5%	6,4%	6,5%	6,3%
33.243	6,2%	6,4%	6,1%	6,3%	6,5%	6,5%	6,0%	6,0%	6,1%	6,1%	6,2%
33.422	6,4%	6,2%	6,2%	6,3%	6,1%	6,2%	6,1%	6,5%	6,3%	6,0%	6,2%
33.601	6,2%	6,4%	6,2%	6,3%	6,4%	6,2%	6,1%	6,2%	6,0%	6,2%	6,2%
33.780	6,5%	6,0%	6,2%	6,0%	6,2%	6,0%	6,3%	5,9%	6,4%	6,3%	6,2%
33.959	10,5%	10,1%	10,4%	10,3%	10,5%	10,0%	10,2%	9,8%	10,0%	10,3%	10,2%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	32.169	32.348	32.527	32.706	32.885	33.064	33.243	33.422	33.601	33.780	33.959	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	357.659	384.705	399.287	381.547	370.076	371.470	374.909	376.692	378.501	381.162	357.773	375.798
% MARGEN S/VT.A.	51,32%	53,00%	53,79%	52,52%	51,62%	51,58%	51,68%	51,66%	51,65%	51,69%	49,98%	51,86%
% RESTOS	8,50%	4,42%	4,51%	6,22%	6,19%	6,31%	6,22%	6,23%	6,23%	6,18%	10,21%	6,47%

TABLA RESULTADOS COMPRA AJUSTADA

FASE 1 Cálculo

COMPRA ACTUAL		
VENTA TOTAL	MARG. TOTAL	% MARG. S/V
825.447	381.807	46,25%

IMPORTE MARGEN

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.	% VAR. MED. S/ COMP. ACTUAL		
												MARGEN TOTAL	% MARG. S/VT.A.	% VAR. ACUM.
30.381	339.343	337.759	337.434	338.918	339.779	339.910	339.148	339.034	342.902	337.683	339.191	-11,2%	11,2%	-1,2%
31.275	348.159	347.340	345.662	349.855	346.652	349.000	347.818	351.153	346.918	349.529	348.209	-8,8%	11,0%	1,3%
32.169	357.157	356.415	361.647	356.810	363.525	358.709	358.447	359.508	357.825	354.768	358.481	-6,1%	11,1%	4,3%
33.063	367.360	370.390	378.569	375.152	372.526	372.409	370.066	371.498	372.362	371.363	372.169	-2,5%	11,6%	8,8%
33.957	356.248	356.966	359.695	358.765	357.757	358.620	354.372	355.866	355.912	362.109	357.631	-6,3%	8,0%	1,2%
34.851	370.964	364.795	367.072	360.931	366.873	366.329	366.150	364.363	366.671	366.337	366.049	-4,1%	7,9%	3,4%
35.745	377.044	371.393	373.471	374.149	373.818	371.164	372.395	375.447	373.499	381.708	374.409	-1,9%	7,7%	5,6%
36.639	353.892	351.149	355.756	356.383	352.641	354.436	352.606	355.789	357.888	355.076	354.562	-7,1%	3,5%	-3,9%
37.533	364.495	366.768	363.110	361.282	367.276	361.068	364.331	364.126	363.265	362.413	363.813	-4,7%	3,5%	-1,3%
38.427	370.179	371.636	375.024	372.201	372.757	371.575	375.605	369.910	368.704	378.324	372.591	-2,4%	3,6%	1,1%
39.321	347.617	352.935	349.352	352.977	353.433	349.184	352.616	353.783	351.918	355.748	351.956	-7,8%	-0,7%	-8,5%

% MARGEN S/VT.A.

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
30.381	51,4%	51,3%	51,3%	51,4%	51,5%	51,5%	51,4%	51,4%	51,7%	51,3%	51,4%
31.275	51,4%	51,3%	51,2%	51,5%	51,2%	51,4%	51,3%	51,6%	51,3%	51,5%	51,4%
32.169	51,3%	51,2%	51,6%	51,3%	51,7%	51,4%	51,4%	51,5%	51,3%	51,1%	51,4%
33.063	51,3%	51,5%	52,1%	51,8%	51,7%	51,6%	51,5%	51,6%	51,6%	51,6%	51,6%
33.957	49,9%	49,9%	50,1%	50,0%	50,0%	50,0%	49,7%	49,8%	49,8%	50,3%	50,0%
34.851	50,2%	49,8%	50,0%	49,5%	50,0%	49,9%	49,8%	49,8%	49,9%	49,9%	49,9%
35.745	50,0%	49,6%	49,8%	49,8%	49,8%	49,8%	49,6%	49,7%	49,9%	50,3%	49,8%
36.639	47,8%	47,6%	47,9%	48,0%	47,7%	47,8%	47,7%	47,9%	48,1%	47,9%	47,9%
37.533	47,9%	48,1%	47,8%	47,7%	48,1%	47,7%	47,9%	47,9%	47,9%	47,8%	47,9%
38.427	47,7%	47,8%	48,1%	47,9%	47,9%	47,8%	48,1%	47,7%	47,6%	48,3%	47,9%
39.321	45,6%	46,0%	45,7%	46,0%	46,0%	45,7%	46,0%	46,0%	45,9%	46,2%	45,9%

% RESTOS

TAMAÑO PEDIDO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	MED.
30.381	8,3%	8,5%	8,5%	8,6%	8,5%	8,4%	8,6%	8,4%	8,4%	8,5%	8,5%
31.275	8,6%	8,3%	8,7%	8,5%	8,5%	8,2%	8,7%	8,4%	8,6%	8,4%	8,5%
32.169	8,4%	8,6%	8,2%	8,6%	8,3%	8,2%	8,3%	8,4%	8,4%	8,4%	8,4%
33.063	6,6%	6,5%	5,9%	6,1%	6,3%	6,2%	6,4%	6,3%	6,2%	6,2%	6,3%
33.957	10,4%	10,1%	10,4%	10,3%	10,1%	9,9%	10,2%	10,3%	10,1%	9,6%	10,1%
34.851	9,9%	10,3%	10,1%	10,6%	10,5%	10,3%	10,1%	10,3%	10,3%	10,3%	10,3%
35.745	10,2%	10,6%	10,4%	10,2%	10,3%	10,6%	10,8%	10,1%	10,3%	9,7%	10,3%
36.639	10,4%	10,6%	10,3%	9,9%	10,4%	10,3%	10,5%	10,3%	10,3%	10,5%	10,3%
37.533	9,7%	9,9%	10,0%	10,2%	9,8%	10,4%	9,8%	9,9%	9,9%	9,9%	10,0%
38.427	10,3%	10,0%	10,0%	10,2%	10,1%	10,2%	10,1%	10,2%	10,1%	9,5%	10,1%
39.321	14,3%	14,0%	14,2%	13,8%	13,9%	14,2%	14,0%	13,9%	14,2%	13,7%	14,0%

RESUMEN

TAMAÑO PEDIDO	30.381	31.275	32.169	33.063	33.957	34.851	35.745	36.639	37.533	38.427	39.321	PROMEDIO
IMPORTE MARGEN	339.191	348.209	358.481	372.169	357.631	366.049	374.409	354.562	363.813	372.591	351.956	359.915
% MARGEN S/VT.A.	51,43%	51,36%	51,38%	51,63%	49,97%	49,90%	49,83%	47,85%	47,89%	47,90%	45,91%	49,55%
%												

Anexo X: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T04 (AT04)

PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

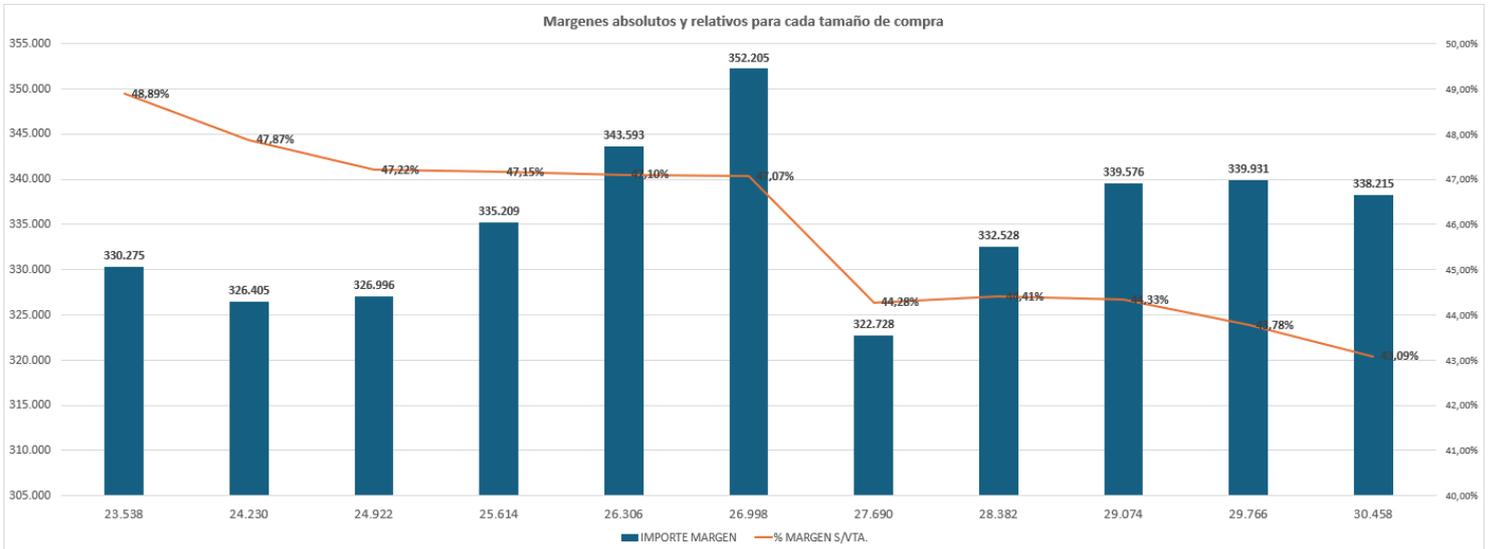
A
T04

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	27.177	8,8
COMPRA TEORICA	27.692	9,0
COMPRA AJUSTADA	26.998	8,8

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	3.077
DESVIACION TIPICA	1.124
% DESV. TIPICA	36,5%

PVP MED. 44,37

GRAFICA FASE 1

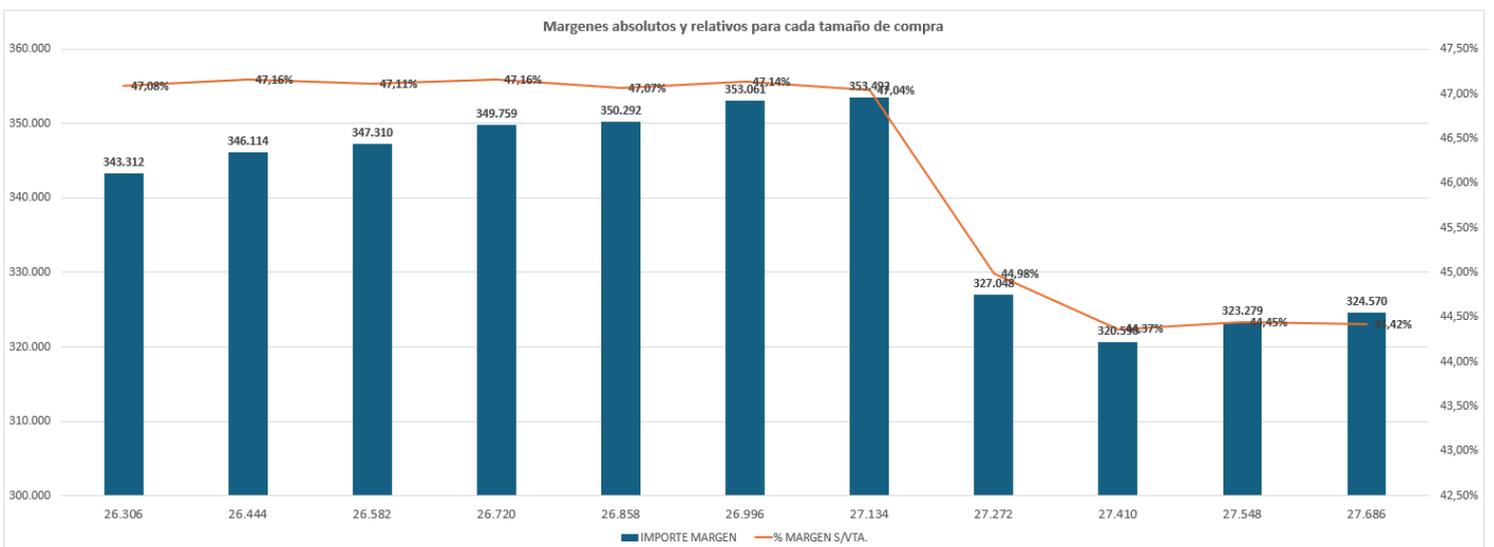


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	27.177	8,8
COMPRA AJUSTADA	26.998	8,8
COMPRA MIN	26.306	8,5
COMPRA MAX	27.690	9,0
COMPRA OPTIMA	26.996	8,8

	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	27.177	26.996	-0,7%
MARGEN TOTAL	351.883	353.061	0,3%
% MARG. TOTAL S/VTA.	46,89%	47,14%	0,5%
% RESTOS	11,87%	11,38%	-4,1%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XI: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T03 (AT03)

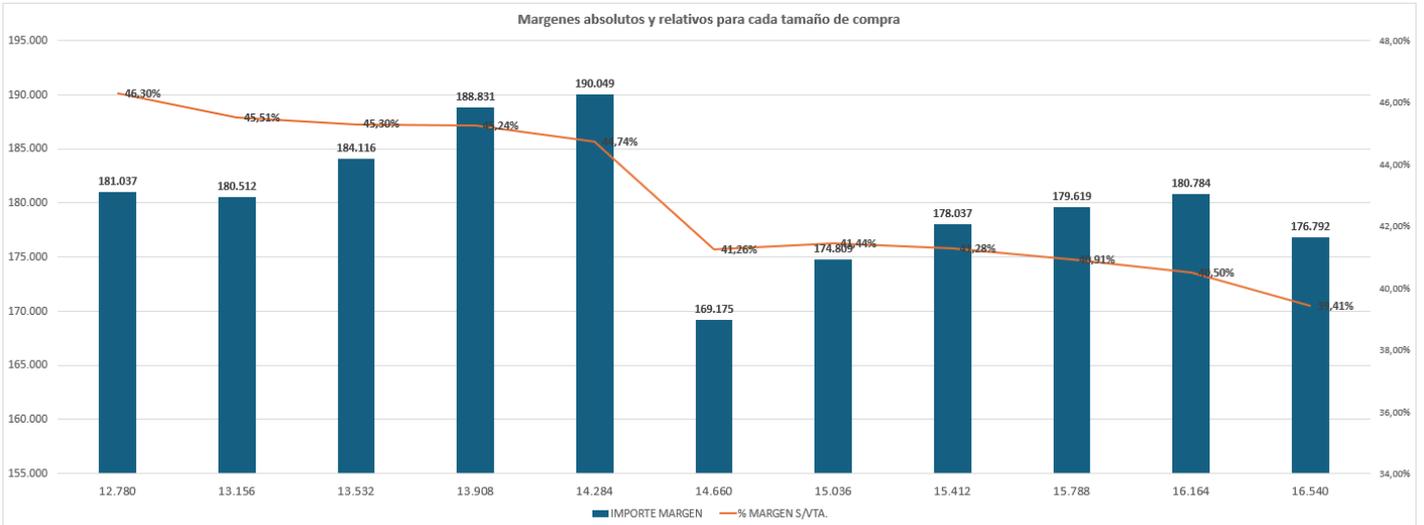
PRODUCTO **A**
 CATEGORIA PRODUCTO **T03**

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	14.309	8,6
COMPRA TEORICA	15.035	9,0
COMPRA AJUSTADA	13.908	8,3

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	1.671
DESVIACION TIPICA	623
% DESV. TIPICA	37,3%

PVP MED. 49,70

GRAFICA FASE 1

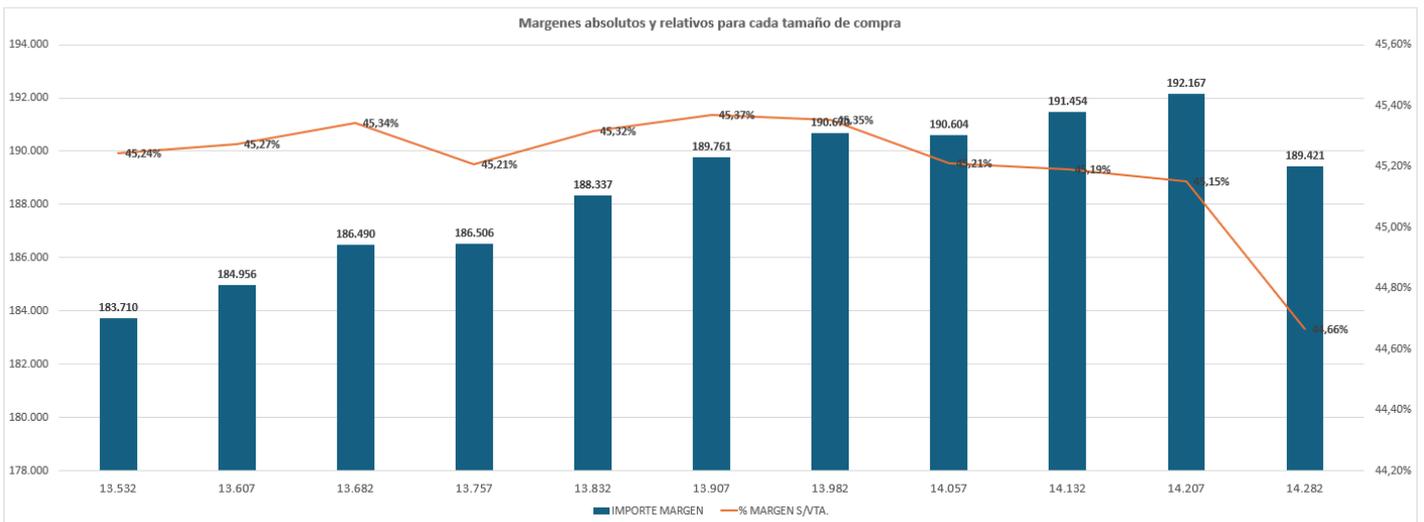


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	14.309	8,6
COMPRA AJUSTADA	13.908	8,3
COMPRA MIN	13.532	8,1
COMPRA MAX	14.284	8,6
COMPRA OPTIMA	13.982	8,4

	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	14.309	13.982	-2,3%
MARGEN TOTAL	190.790	190.670	-0,1%
% MARG. TOTAL S/VTA.	44,80%	45,35%	1,2%
% RESTOS	11,80%	11,31%	-4,2%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T02 (AT02)

PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

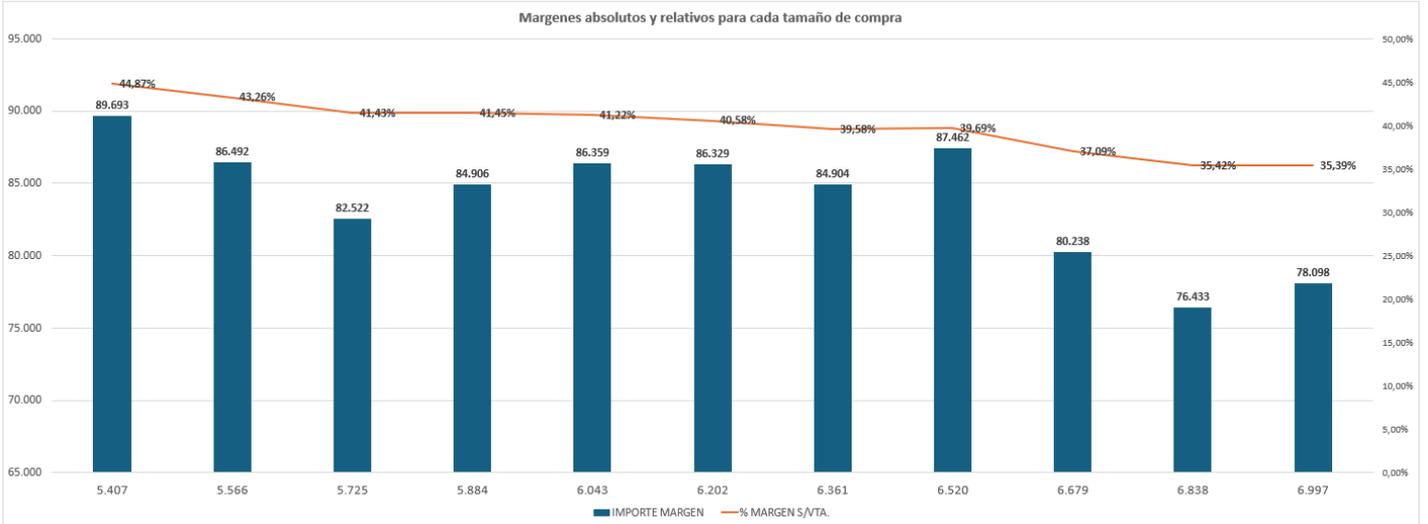
A
T02

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	5.566	7,9
COMPRA TEORICA	6.361	9,0
COMPRA AJUSTADA	5.407	7,7

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	707
DESVIACION TIPICA	246
% DESV. TIPICA	34,8%

PVP MED. 61,65

GRAFICA FASE 1

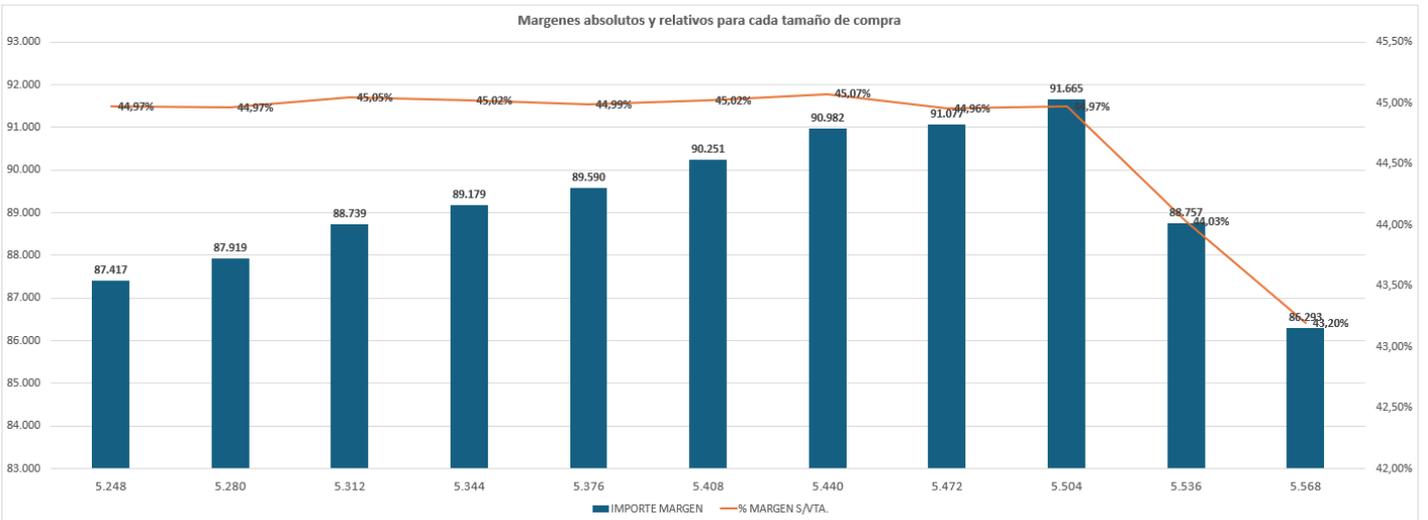


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	5.566	7,9
COMPRA AJUSTADA	5.407	7,7
COMPRA MIN	5.248	7,4
COMPRA MAX	5.566	7,9
COMPRA OPTIMA	5.504	7,8

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	5.566	5.504	-1,1%
MARGEN TOTAL	88.338	91.665	3,8%
% MARG. TOTAL S/VTA.	43,78%	44,97%	2,7%
% RESTOS	12,73%	11,98%	-5,8%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XIII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto A y categoría T01 (AT01)

PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

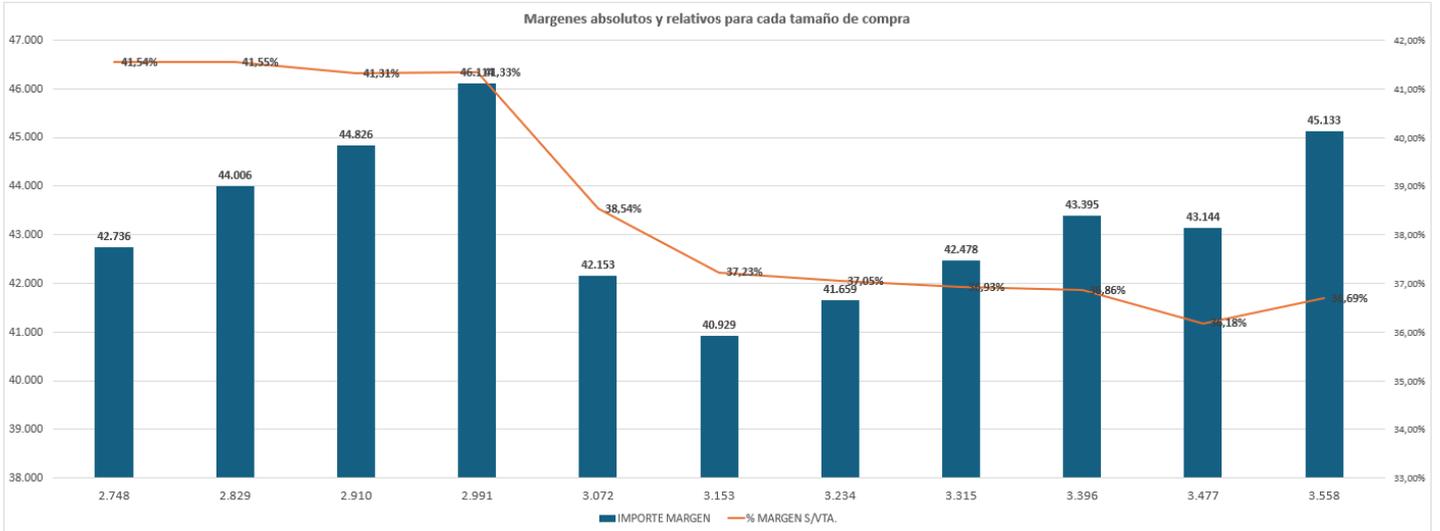
A
T01

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	3.074	8,6
COMPRA TEORICA	3.233	9,0
COMPRA AJUSTADA	2.991	8,3

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	359
DESVIACION TIPICA	164
% DESV. TIPICA	45,6%

PVP MED. 66,20

GRAFICA FASE 1

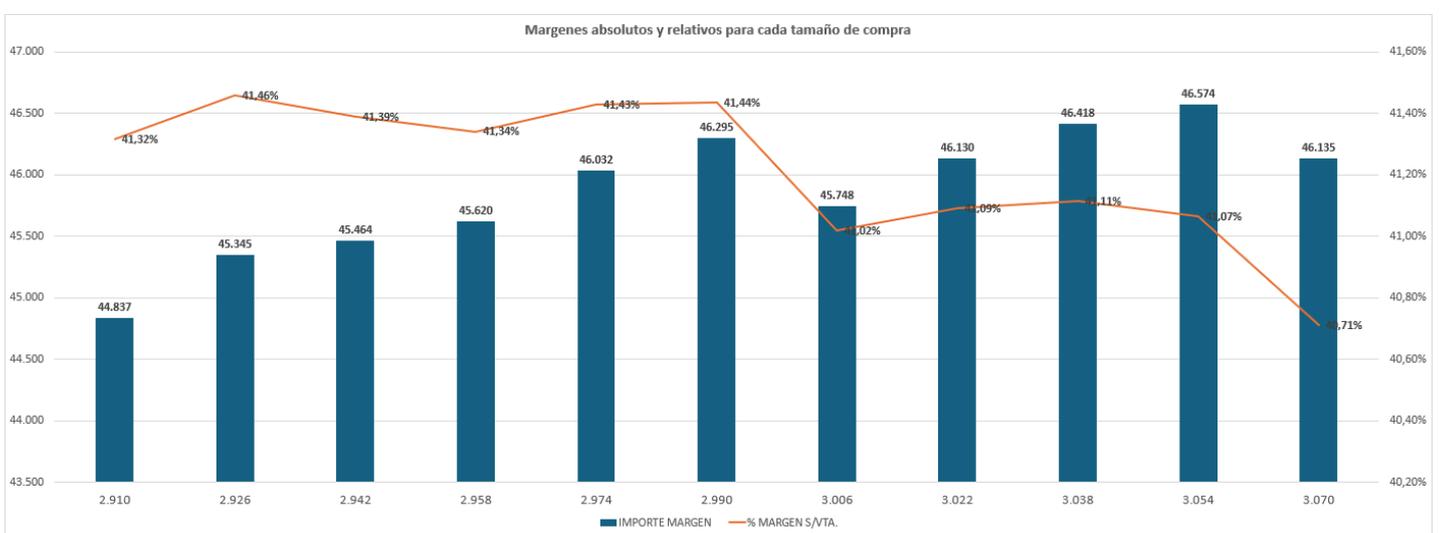


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	3.074	8,6
COMPRA AJUSTADA	2.991	8,3
COMPRA MIN	2.910	8,1
COMPRA MAX	3.072	8,6
COMPRA OPTIMA	2.990	8,3

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	3.074	2.990	-2,7%
MARGEN TOTAL	46.982	46.295	-1,5%
% MARG. TOTAL S/VTA.	41,12%	41,44%	0,8%
% RESTOS	17,21%	17,55%	2,0%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XIV: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T04 (AT04)

PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

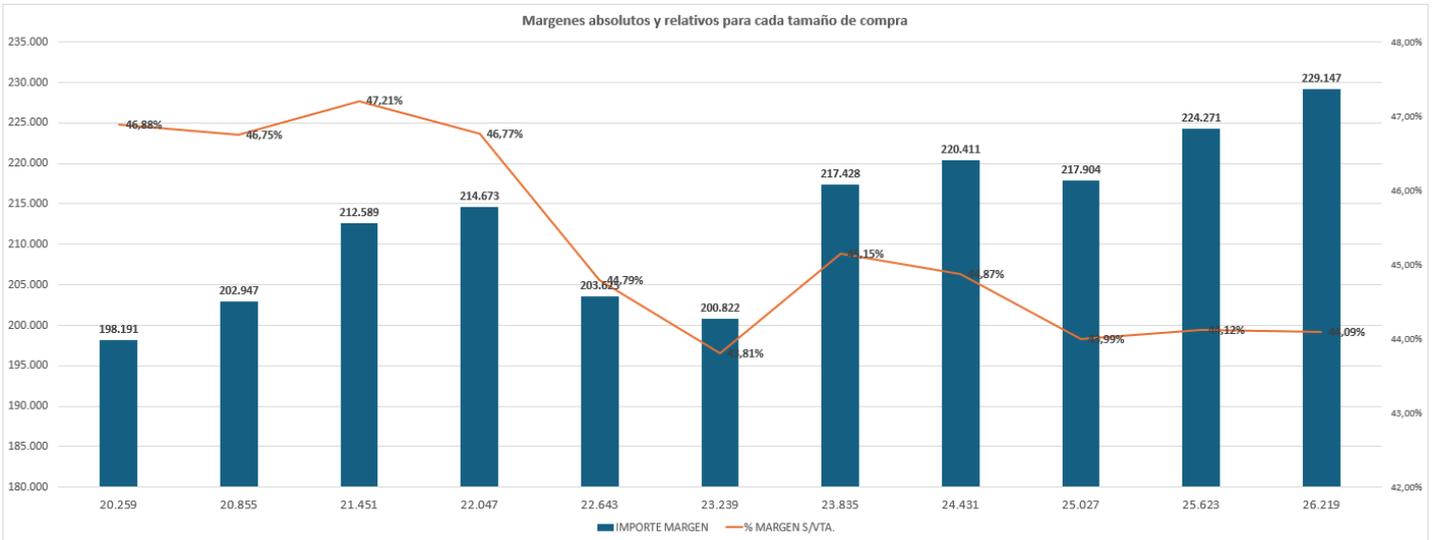
B
T04

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	27.177	10,3
COMPRA TEORICA	23.834	9,0
COMPRA AJUSTADA	21.451	8,1

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	2.648
DESVIACION TIPICA	1.331
% DESV. TIPICA	50,3%

PVP MED. 33,53

GRAFICA FASE 1

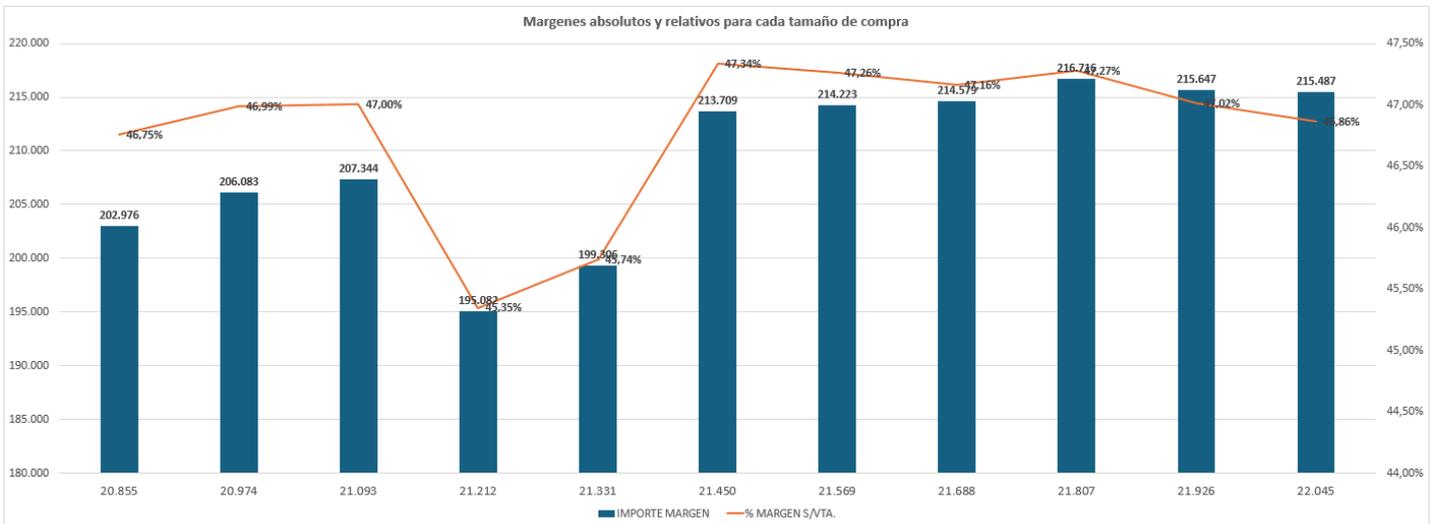


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	27.177	10,3
COMPRA AJUSTADA	21.451	8,1
COMPRA MIN	20.855	7,9
COMPRA MAX	22.047	8,3
COMPRA OPTIMA	21.807	8,2

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	27.177	21.807	-19,8%
MARGEN TOTAL	230.000	216.716	-5,8%
% MARG. TOTAL S/VTA.	43,30%	47,27%	9,2%
% RESTOS	13,08%	12,16%	-7,1%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XV: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T03 (AT03)

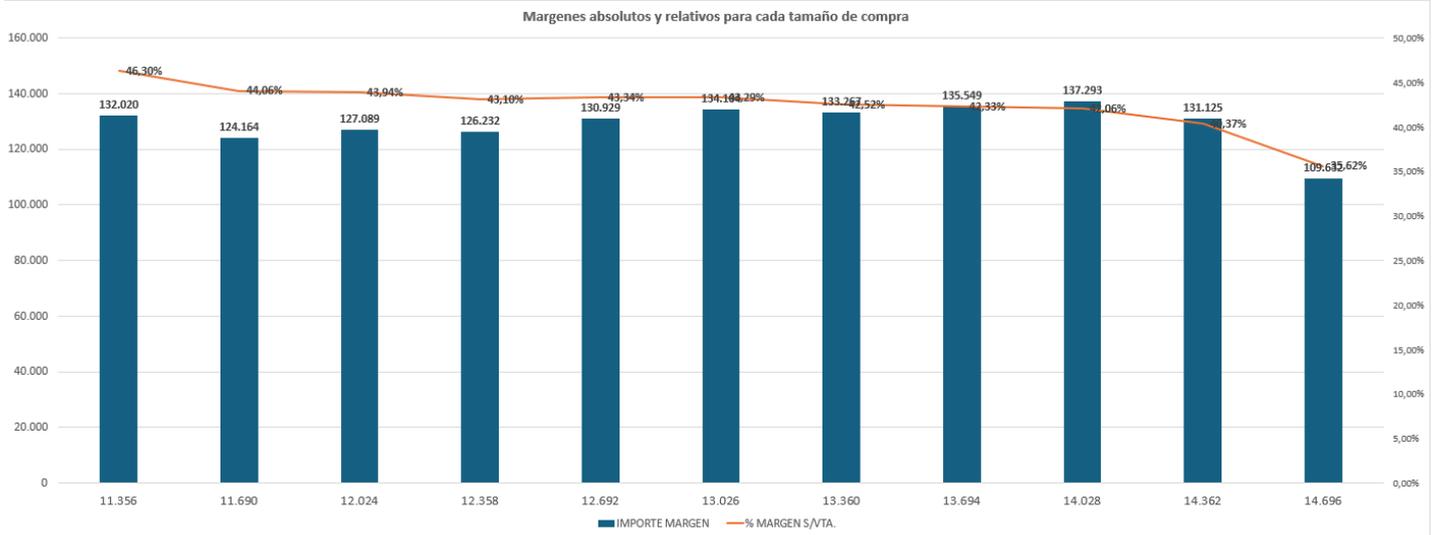
PRODUCTO **B**
CATEGORIA PRODUCTO **T03**

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	14.309	9,6
COMPRA TEORICA	13.360	9,0
COMPRA AJUSTADA	11.356	7,6

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	1.484
DESVIACION TIPICA	728
% DESV. TIPICA	49,0%

PVP MED. 40,79

GRAFICA FASE 1

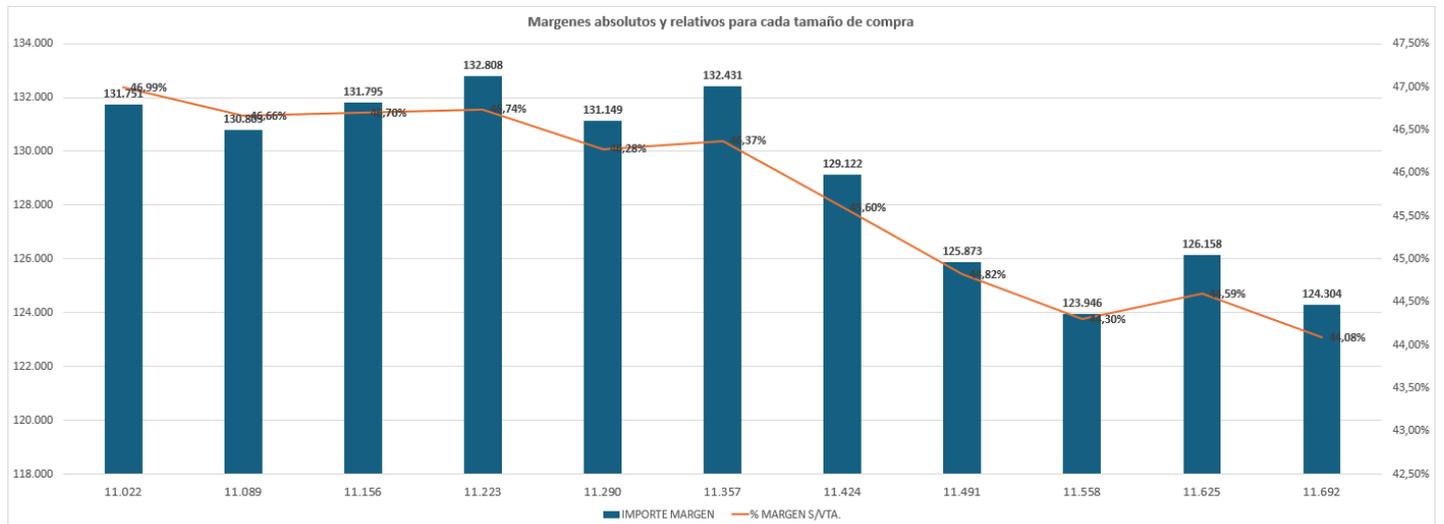


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	14.309	9,6
COMPRA AJUSTADA	11.356	7,6
COMPRA MIN	11.022	7,4
COMPRA MAX	11.690	7,9
COMPRA OPTIMA	11.223	7,6

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	14.309	11.223	-21,6%
MARGEN TOTAL	139.975	132.808	-5,1%
% MARG. TOTAL S/VTA.	42,05%	46,74%	11,2%
% RESTOS	15,67%	13,41%	-14,4%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XVI: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T02 (AT02)

PRODUCTO
CATEGORIA PRODUCTO

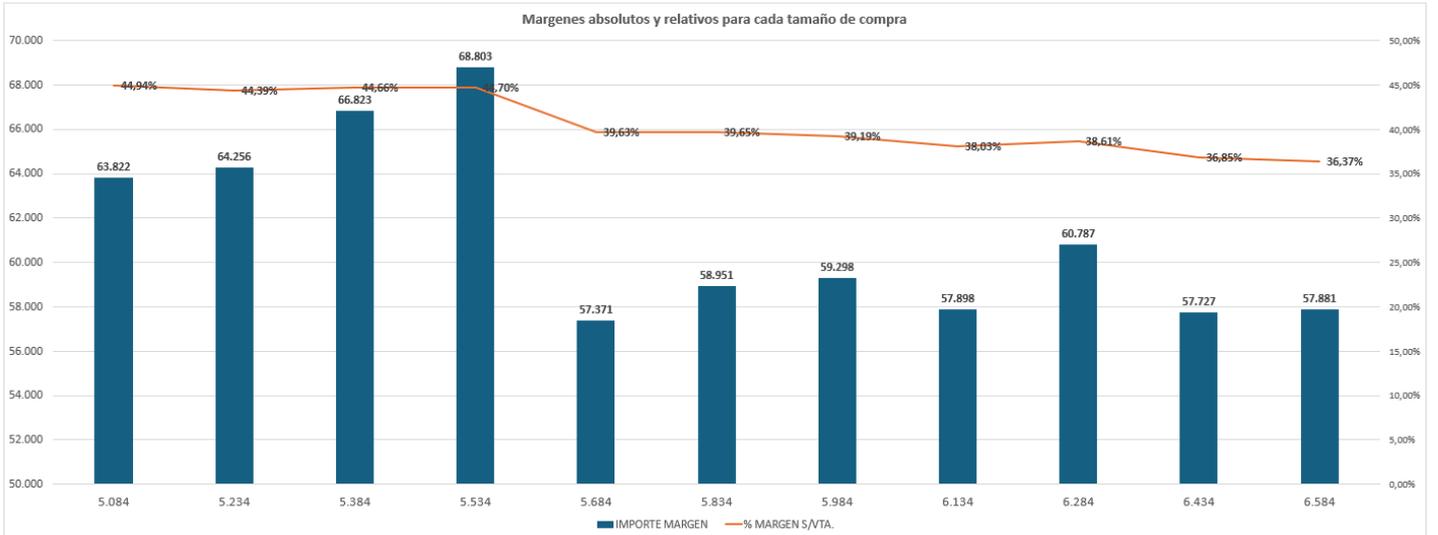
B
T02

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	5.566	8,4
COMPRA TEORICA	5.981	9,0
COMPRA AJUSTADA	5.534	8,3

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	665
DESVIACION TIPICA	293
% DESV. TIPICA	44,1%

PVP MED. 46,52

GRAFICA FASE 1

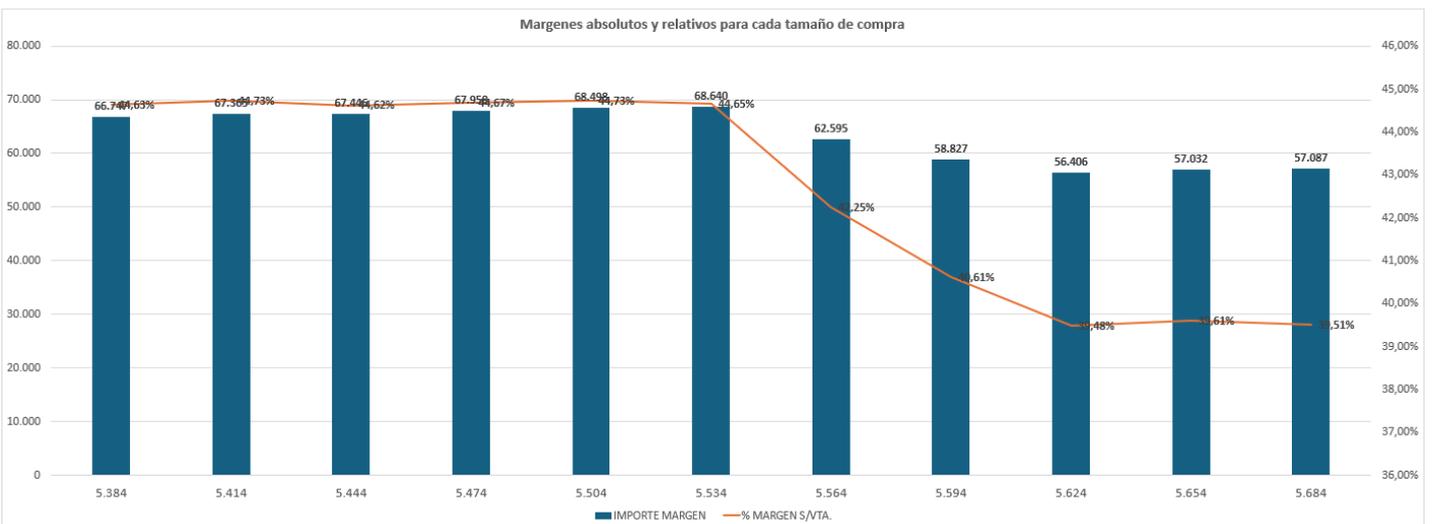


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	5.566	8,4
COMPRA AJUSTADA	5.534	8,3
COMPRA MIN	5.384	8,1
COMPRA MAX	5.684	8,6
COMPRA OPTIMA	5.534	8,3

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	5.566	5.534	-0,6%
MARGEN TOTAL	67.931	68.640	1,0%
% MARG. TOTAL S/VTA.	44,25%	44,65%	0,9%
% RESTOS	13,24%	12,64%	-4,6%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo XVII: Ficha de evaluación de resultados del tipo de producto B y categoría T01 (AT01)

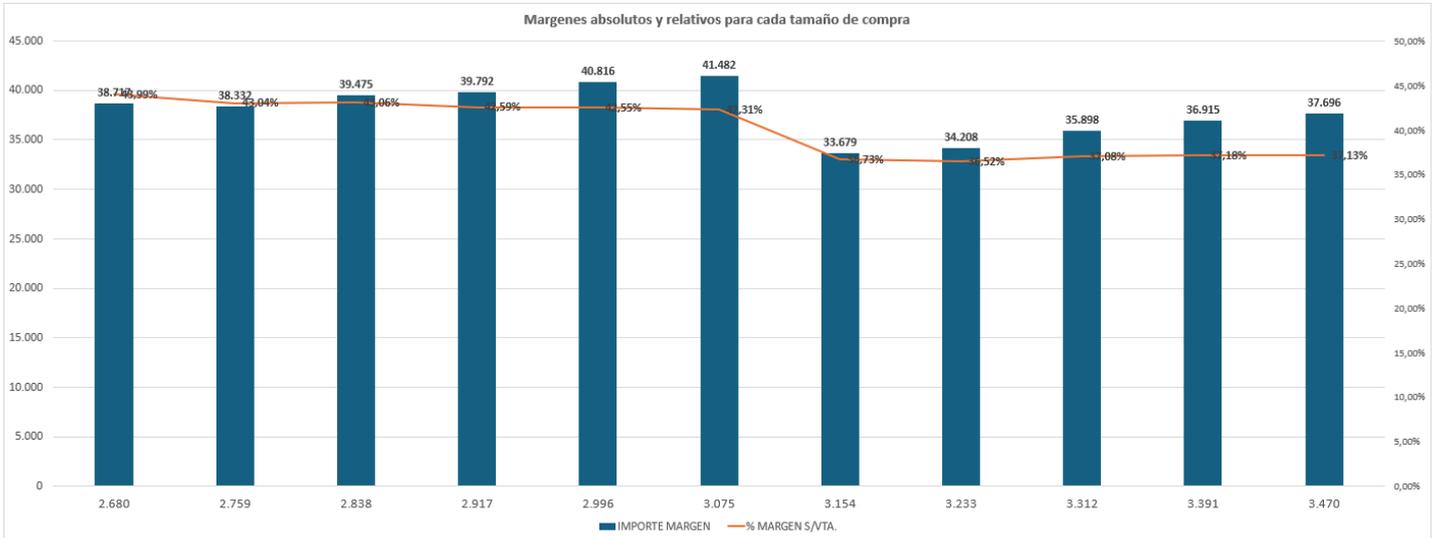
PRODUCTO **B**
CATEGORIA PRODUCTO **T01**

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	3.074	8,8
COMPRA TEORICA	3.153	9,0
COMPRA AJUSTADA	2.680	7,6

	S1-S4
VENTA PROMEDIO	350
DESVIACION TIPICA	132
% DESV. TIPICA	37,7%

PVP MED. 55,63

GRAFICA FASE 1

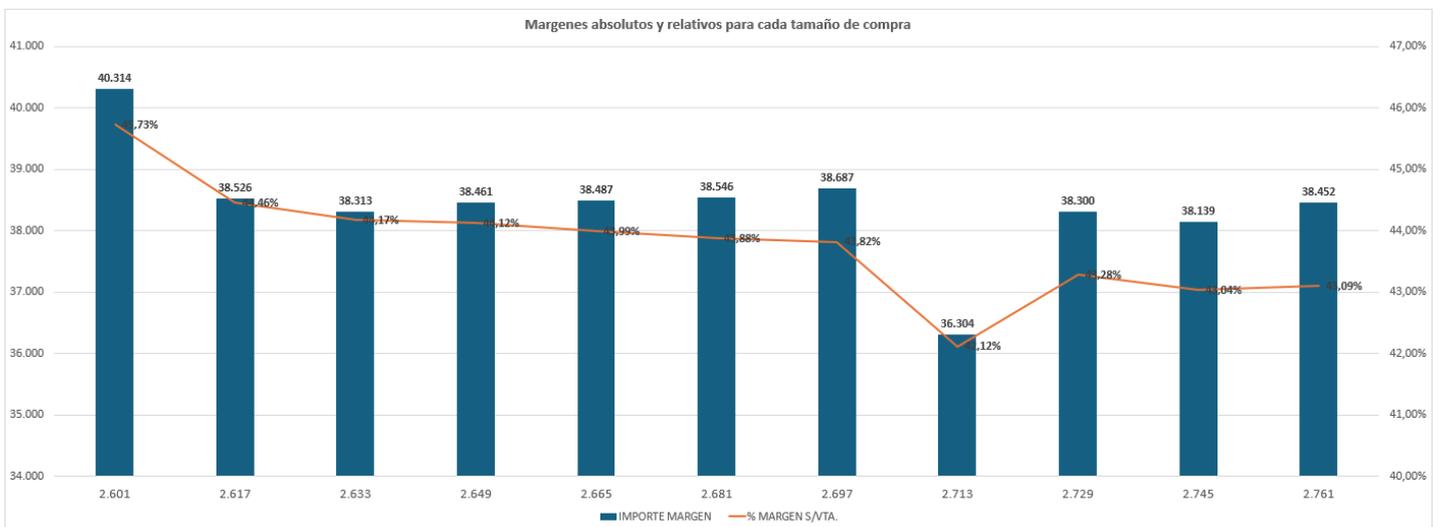


CALCULO COMPRA OPTIMA

	COMPRA	COBERTURA
COMPRA ACTUAL	3.074	8,8
COMPRA AJUSTADA	2.680	7,6
COMPRA MIN	2.601	7,4
COMPRA MAX	2.759	7,9
COMPRA OPTIMA	2.601	7,4

	ESCENARIO		
	ACTUAL	OPTIMO	% VAR
COMPRA	3.074	2.601	-15,4%
MARGEN TOTAL	42.719	40.314	-5,6%
% MARG. TOTAL S/VTA.	43,04%	45,73%	6,3%
% RESTOS	11,32%	8,17%	-27,9%

GRAFICA FASE 2



Fuente: Elaboración propia