



GESTIÓN EFICIENTE DE INVENTARIOS EN TIEMPOS DE CAMBIOS

PLAN DE ABASTECIMIENTO PARA MANCHITAS PESHOP

CENA, MARIANA – GALLO, CLARA ANABELLA – UCCIARDELLO, LUCIANA - VILLAFUERTE,

NICOLAS EZEQUIEL - VILLAGRA, LUCIANA ABIGAIL

marianacena20@gmail.com - agallo3759@gmail.com - Lucciardello16@gmail.com -

nicovillafuerte@gmail.com - villagralucianaabigail@gmail.com

Resumen

Hoy en día las organizaciones se enfrentan a desafíos de optimización de recursos, especialmente en contextos de alta competencia como el del rubro pet shop. Frente a esta realidad, el presente trabajo propone una solución concreta para Manchitas Pet Shop, una empresa en crecimiento que presenta dificultades en la planificación eficiente del inventario.

Se aplicaron modelos de pronóstico de demanda basados en datos históricos y un modelo de programación lineal mixta que permitió determinar las cantidades óptimas de reposición para cada categoría de producto, maximizando la contribución marginal bajo múltiples restricciones reales: demanda proyectada, stock mínimo y presupuesto mensual.

El uso de estas herramientas permitió mejorar la asignación de recursos, reducir costos y anticiparse a fluctuaciones de la demanda. De este modo, se fortalece la gestión de inventario y se brinda una base sólida para la toma de decisiones futuras.

Palabras Clave: Programación lineal mixta, pronóstico de demanda, Gestión de Inventario, Optimización de Recursos, Contribución Marginal, Toma de Decisiones, Pet Shop

Introducción

En el contexto empresarial actual, el uso de herramientas cuantitativas y el análisis de datos se ha convertido en un elemento clave para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones dentro de las organizaciones. La capacidad de una empresa para adaptarse a los cambios del entorno, responder a la demanda del mercado y utilizar eficientemente sus recursos depende, en gran medida, de su habilidad para interpretar y aprovechar la información disponible.

En los últimos años, el crecimiento del sector de productos y servicios para mascotas ha sido sostenido, impulsado por una mayor conciencia sobre el bienestar animal y por una transformación cultural que posiciona a las mascotas como miembros importantes del núcleo familiar. Este crecimiento ha generado un entorno altamente competitivo para los emprendimientos del rubro, que deben diferenciarse no solo en la calidad de sus productos y servicios, sino también en su capacidad de gestión interna.

En este escenario se encuentra Manchitas Pet Shop, una empresa con tres sucursales, incluida una recientemente inaugurada hace siete meses, dedicada a la comercialización de productos y



servicios para animales domésticos. Su catálogo incluye alimentos balanceados, artículos de higiene, medicamentos, accesorios, juguetes, así como servicios de baño, corte y atención veterinaria. A pesar de contar con una propuesta integral y una clientela en crecimiento, la empresa enfrenta dificultades en la gestión eficiente de su inventario.

Actualmente, Manchitas no cuenta con una planificación sistemática basada en datos para su proceso de abastecimiento, lo que ha generado problemas como el desabastecimiento de productos clave en períodos de alta demanda, y el exceso de stock en otros momentos. Estas situaciones comprometen tanto la satisfacción del cliente como la eficiencia financiera del negocio.

Frente a este desafío, el presente trabajo se enfoca en el desarrollo de una estrategia de abastecimiento sustentada en el análisis cuantitativo y el uso de datos históricos. A través de la aplicación de modelos de pronóstico y técnicas de optimización, se busca minimizar los costos operativos, mejorar la disponibilidad de productos esenciales y fortalecer la posición competitiva de la empresa en el largo plazo. En un mercado donde la capacidad de anticiparse es fundamental, el aprovechamiento de la información se presenta como una herramienta decisiva para el crecimiento sostenible de los emprendimientos emergentes.

Situación Problemática

La empresa enfrenta dificultades en la planificación eficiente de la reposición de stock, lo que genera faltantes o exceso de productos, especialmente en épocas de alta demanda (como invierno/verano). La falta de una herramienta analítica que anticipe la demanda futura y optimice las compras ha impactado en los costos operativos y en la satisfacción del cliente.

Preguntas de Investigación

1. ¿Qué modelo de pronóstico de demanda basado en series temporales ofrece la mayor precisión para prever las necesidades de reposición de productos en Manchitas Pet Shop?
2. ¿Cómo puede la programación lineal determinar la cantidad óptima de productos a reponer en Manchitas Pet Shop, considerando las restricciones de presupuesto, espacio de almacenamiento y tiempos de entrega?
3. ¿Qué acciones de mejora en la gestión del inventario pueden implementarse en Manchitas Pet Shop para reducir los faltantes y excesos de stock, utilizando los resultados de los modelos analíticos aplicados?

Objetivo General

Elaborar un plan de mejora para el abastecimiento de Manchitas Pet Shop, mediante el uso de modelos analíticos que permitan prever la demanda y optimizar la reposición de stock, con el fin de mejorar la toma de decisiones, reducir los costos operativos y maximizar la rentabilidad de la empresa.

Objetivos Específicos

1. Aplicar modelos de pronóstico de demanda basados en series temporales para anticipar las necesidades de reposición.



2. Diseñar un modelo de programación lineal para determinar la cantidad óptima de productos a reponer, considerando restricciones de presupuesto, espacio y tiempos de entrega.

3. Proponer una acción de mejora en la gestión del inventario que permita reducir faltantes y excesos de stock basada en el análisis de datos y los modelos aplicados.

Marco Metodológico

La investigación es de tipo aplicada, descriptiva y cuantitativa. Busca ofrecer soluciones prácticas a una problemática concreta del pet shop. Es descriptiva ya que se enfoca en analizar el comportamiento de variables como la demanda y las ventas. Finalmente, es **cuantitativa** porque se basa en datos numéricos y en el uso de herramientas estadísticas y modelos matemáticos para el análisis.

El diseño de la investigación es no experimental y de tipo longitudinal, dado que se trabaja con datos históricos de ventas de un período completo (correspondiente a los últimos 5 meses), con el objetivo de identificar patrones y comportamientos repetitivos en la demanda.

La investigación parte de una problemática real enfrentada por la empresa, referida a faltantes o exceso de stock por falta de planificación en la reposición de productos. Para abordar esta situación, se aplicaron dos herramientas centrales del análisis cuantitativo de negocios: modelos de pronóstico de demanda y programación lineal.

Fuentes de datos y técnicas utilizadas

Los datos utilizados provienen de los registros de ventas de Manchitas Pet Shop. Se recopilaron los volúmenes mensuales de ventas por categoría de productos (alimentos, piedritas sanitarias, accesorios, etc.). Esta información fue organizada y procesada en hojas de cálculo (Excel) para realizar una limpieza y depuración de la base de datos, asegurando su calidad para el análisis.

Asimismo, se aplicó un diagrama de Pareto para identificar qué rubros generan el mayor volumen de ventas. Esta herramienta permitió priorizar categorías clave para el análisis, siguiendo el principio del 80/20, es decir, que aproximadamente el 80% del impacto proviene del 20% de los productos.

Para el análisis cuantitativo, se utilizó el software especializado QM for Windows, el cual permitió aplicar distintos modelos de pronóstico de demanda, así como evaluar la precisión de cada modelo mediante medidas de error como la desviación absoluta (DMA) y el error cuadrático medio (ECM). Esta herramienta también fue utilizada para resolver el modelo de programación lineal, facilitando la determinación de la combinación óptima de productos a reponer bajo múltiples restricciones.

1. Fase de Pronóstico de Demanda: Se utilizaron modelos de series temporales como:

Promedio Móvil Simple ($n=2$)

Promedio Móvil Ponderado

Suavizamiento Exponencial ($\alpha = 0.7$)

Regresión Lineal

Se compararon los errores de predicción utilizando medidas como el Error Medio Absoluto (EMA) seleccionando el modelo con mejor desempeño para cada categoría de producto.

2. Fase de Optimización (Programación Lineal): A partir de las cantidades demandadas pronosticadas, se construyó un modelo de programación lineal para determinar la cantidad óptima de productos a reponer por categoría. La función objetivo del modelo fue minimizar los costos de compra y almacenamiento, mientras que las restricciones consideradas incluyeron:

Demanda

Presupuesto mensual para reposición de stock

Stock mínimo

La herramienta utilizada para la resolución del modelo fue el Solver de Excel, por su accesibilidad y eficiencia para problemas de programación lineal en contextos empresariales pequeños.

Técnicas Complementarias

También se realizó un análisis gráfico del comportamiento de la demanda mediante diagramas de dispersión y gráficos de líneas, para facilitar la visualización de tendencias y estacionalidad en los datos. A su vez, se incorporaron entrevistas breves con el área de compras para comprender mejor los criterios actuales de reposición y las restricciones logísticas no cuantificadas.

Marco Teórico

Análisis cuantitativo en la gestión empresarial

El análisis cuantitativo es un enfoque científico para la toma de decisiones administrativas. Según Render, Stair y Hanna (2013), este enfoque comienza con la recopilación de datos, los cuales son manipulados y procesados para transformarse en información útil para quienes deben decidir. Esta conversión de datos en conocimiento es clave para la eficiencia operativa, especialmente en contextos donde se requiere anticipar la demanda, optimizar compras y minimizar costos de inventario.

El Diagrama de Pareto

El **Diagrama de Pareto** es una herramienta gráfica utilizada para representar visualmente los problemas o causas que tienen el mayor impacto en un sistema, basándose en el principio de **Pareto** o la **regla 80/20**. Esta regla establece que, en muchas situaciones, aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

Origen y Concepto



El principio de Pareto fue desarrollado por el economista italiano **Vilfredo Pareto** en el siglo XIX. Observó que, en la economía, una pequeña proporción de la población poseía una gran parte de la riqueza. En términos generales, su ley se ha extendido a muchos campos, como la calidad, la gestión de proyectos, el control de inventarios, la administración de empresas, y otros sectores. En su aplicación práctica, el **Diagrama de Pareto** ayuda a identificar los problemas más críticos que deben ser tratados en primer lugar, para maximizar la eficiencia y los recursos.

Estructura del Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto se compone de dos elementos principales:

1. **Barras:** Representan las diferentes categorías o causas, y se ordenan de mayor a menor en función de su impacto o frecuencia.
2. **Curva acumulada:** Una línea que muestra el porcentaje acumulado de las categorías a medida que se avanza de izquierda a derecha. Este gráfico permite visualizar cuántos de los efectos totales se deben a una pequeña cantidad de causas.

Aplicación en la Gestión de Inventarios

El Análisis ABC es una aplicación directa del Diagrama de Pareto en la gestión de inventarios. El objetivo es clasificar los artículos en inventario de acuerdo con su valor de consumo, ventas o frecuencia de uso. De acuerdo con el principio de Pareto, se considera que solo un pequeño porcentaje de los productos (aproximadamente el 20%) genera la mayor parte del valor total del inventario (aproximadamente el 80%).

1. **Categoría A:** Son los productos de mayor valor o importancia, que representan el 20% del inventario pero el 80% del valor total. Estos productos deben gestionarse con mayor atención, control y precisión.
2. **Categoría B:** Representan un valor intermedio, en cuanto a volumen o frecuencia, y requieren un control más moderado.
3. **Categoría C:** Son los productos de menor valor o importancia, que constituyen el 80% del inventario pero solo el 20% del valor total. Generalmente, estos productos requieren menos atención y son más fáciles de manejar.

Este enfoque permite a las empresas focalizar sus esfuerzos de gestión en los productos más importantes, optimizando el uso de los recursos y mejorando la eficiencia operativa.

Beneficios del Diagrama de Pareto

1. **Priorización de problemas:** Ayuda a identificar cuáles son los problemas más importantes que deben ser abordados primero.
2. **Mejora continua:** Facilita la identificación de áreas en las que se puede mejorar la calidad o eficiencia.



Optimización de recursos: Permite asignar recursos de manera más eficaz, enfocándose en los problemas que realmente impactan el rendimiento global

Pronóstico de la Demanda

Los pronósticos son herramientas fundamentales para reducir la incertidumbre en la planificación. Render et al. (2013) los definen como estimaciones del comportamiento futuro de variables clave, basadas en datos históricos. Existen diversos modelos cuantitativos, entre ellos los más utilizados son: el promedio móvil simple, el promedio móvil ponderado, el suavizamiento exponencial y la regresión lineal.

Los modelos de series temporales asumen que la demanda futura depende de lo ocurrido en el pasado. Estas series tienen componentes como:

Tendencia (T): crecimiento o disminución sostenida.

Estacionalidad (S): patrones repetitivos en periodos fijos.

Ciclo (C): variaciones amplias ligadas al contexto económico.

Irregularidad (I): factores imprevisibles o aleatorios.

Elegir correctamente el modelo de pronóstico más ajustado permite a la empresa tomar decisiones más certeras respecto al abastecimiento.

Programación Lineal y optimización de inventario

La programación lineal es una técnica de modelado matemático que permite asignar eficientemente recursos limitados. Se formula una función objetivo (por ejemplo, minimizar costos o maximizar disponibilidad de productos) sujeta a restricciones (como presupuesto, espacio de almacenamiento o tiempos de entrega).

Modelos Determinísticos y Probabilísticos

En esta investigación se emplean tanto modelos determinísticos como probabilísticos, dependiendo de la naturaleza del problema abordado. Por un lado, se aplican modelos probabilísticos en la etapa de pronóstico de la demanda, ya que esta técnica considera la incertidumbre inherente al comportamiento futuro del mercado y se basa en datos históricos para estimar posibles escenarios. Por otro lado, se utilizan modelos determinísticos, como la programación lineal, en la etapa de optimización de recursos y toma de decisiones, dado que en este caso se trabaja con información conocida y fija, como costos, capacidades y restricciones operativas. Esta combinación metodológica permite una representación más realista del sistema y una mejor fundamentación de las decisiones estratégicas.

Aplicación

Preparación de los datos

Antes de aplicar los modelos cuantitativos, se realizó un proceso de limpieza de datos con el fin de garantizar la calidad, coherencia y consistencia de la información utilizada.

Tabla 1. Data Cleaning



codig	nombre	rubro	total(\$)	total(#)	mes	Subrubro
	AIREADOR 1 SALIDA (PARA PECERAS)	Pet Shop	12040	1	Datos Enero	Accesorios
	ALFOMBRA CHICA PARA COMER CAPICUA	Pet Shop	5120	1	Datos Enero	Accesorios
	ALFOMBRA GRANDE PARA COMER CAPICUA	Pet Shop	18060	2	Datos Enero	Accesorios
	ALFOMBRA HUELLA PARA COMER CAPICUA	Pet Shop	8430	1	Datos Enero	Accesorios
	ALFOMBRA MEDIANA PARA COMER CAPICUA	Pet Shop	6470	1	Datos Enero	Accesorios
	ALICATE CHICO	Pet Shop	17440	4	Datos Enero	Accesorios
	ALICATE MINI TUERITA	Pet Shop	3010	1	Datos Enero	Accesorios
	ANCLA FLOTADORA ROJA GIGANTE (2762)	Pet Shop	33100	2	Datos Enero	Accesorios
	ANIMAL PLUSH CON BASTON SOGA Y ARO	Pet Shop	8720	2	Datos Enero	Accesorios
	ANIMAL PLUSH CON COLA SONIDO DE BOLSA AZCUENAGA	Pet Shop	13530	3	Datos Enero	Juguetes
	ANIMAL PLUSH CON PELOTA OVILLO Y SONAJERO NUEVO SOL	Pet Shop	3760	1	Datos Enero	Accesorios
	ANIMAL VIBRADOR (TORTUGA-CHANCHO)	Pet Shop	5340	1	Datos Enero	Accesorios
	ANIMALES PLUSH (PERRO-MAPACHE-OSO-CONEJO-SAPO-ELEFANTE-LEON)	Pet Shop	39120	4	Datos Enero	Juguetes
	ANIMALES VARIOS CON CUERPO SOGA (PR0069)	Pet Shop	24080	2	Datos Enero	Juguetes
	ANTEOJOS PARA MASCOTAS	Pet Shop	9080	4	Datos Enero	Ropa y Vestimenta
	ARNES ECONOMICO FINO NÂ°6 BLONDI	Pet Shop	22560	1	Datos Enero	Accesorios
	ARNES NATO 3.0 DISTRIBUIDORA BOEDO	Pet Shop	33100	2	Datos Enero	Accesorios
	Aro Macizo chico con pelota Y puntas	Pet Shop	2407	1	Datos Enero	Accesorios
	ARO SOGA CON ANIMAL PLUSH (PE0074)	Pet Shop	7900	1	Datos Enero	Accesorios
	ARO SOGA CON NUDO Y TENIS	Pet Shop	4360	1	Datos Enero	Accesorios
	ASADITOS GRAN CHEF	Pet Shop	9450	7	Datos Enero	Juguetes
	BARRITA PRIX SIMPLE X 35GR	Pet Shop	980	1	Datos Enero	Juguetes
	BASE PIEL TRIPLE CON ALAMBRE Y RATA	Pet Shop	7450	1	Datos Enero	Juguetes
	BEBEDERO CORAZON ANTIDERRAME	Pet Shop	38060	1	Datos Enero	Accesorios
	BEBEDERO HAMSTER TOP NÂ°1	Pet Shop	2170	1	Datos Enero	Accesorios
	BISCROK 100G	Pet Shop	1900	1	Datos Enero	Snacks y Golosinas
	BISCROK 500G	Pet Shop	6010	1	Datos Enero	Snacks y Golosinas
	Blister x 12 Collares Varios Nuevo Sol X UNIDAD	Pet Shop	2460	3	Datos Enero	Accesorios
	BLISTER X12 COLLAR BROCHE NÂ°1 NUEVOS	Pet Shop	880	1	Datos Enero	Accesorios
	BLISTER X4 COLLAR HELLO KITTY NUEVO SOL C/U	Pet Shop	1320	1	Datos Enero	Accesorios
	BOCADITO INDIVIDUAL GOODIES	Pet Shop	1680	3	Datos Enero	Snacks y Golosinas
	BOCADITOS GOLOCAN xunidad (frasco)	Pet Shop	8700	58	Datos Enero	Snacks y Golosinas
	BOLSO VALIJA NÂ°2	Pet Shop	80820	3	Datos Enero	Accesorios
	BOTELLA PLUSH GRANDE EMA IMPORTACIONES	Pet Shop	6770	1	Datos Enero	Accesorios
	Bozal Canasta NÂ°1	Pet Shop	3890	1	Datos Enero	Accesorios
	Bozal Canasta NÂ°2	Pet Shop	4050	1	Datos Enero	Accesorios
	Bozal Canasta NÂ°4	Pet Shop	4400	1	Datos Enero	Accesorios
	Bozal Canasta NÂ°6	Pet Shop	4760	1	Datos Enero	Accesorios

Fuente: Base de datos Excel

Una vez realizada la limpieza y la obtención de los datos relevantes se procedió a la segregación de cada uno de los rubros. Se determinó que la organización trabaja con los siguientes rubros:

Tabla 2. Rubros

Rubros
Alimento suelto
Pet Shop
Alimentos
Latas/Sobres/Pouch
Piedritas

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos

Además, a partir de los rubros existentes en la base de datos original, se procedió a una reclasificación en subrubros para productos de pet shop, con el objetivo de lograr un tratamiento más específico y ordenado de los productos. Esta segmentación permitió una mejor organización para el análisis posterior. Los subrubros definidos fueron los siguientes:

Tabla 3. Subrubros de Pet Shop

Rubro	Subrubro
Pet Shop	Accesorios
Pet Shop	Higiene y Cuidado
Pet Shop	Juguetes
Pet Shop	Ropa y Vestimenta
Pet Shop	Snacks y Golosinas
Pet Shop	Suplementos

Fuente: Elaboración propia

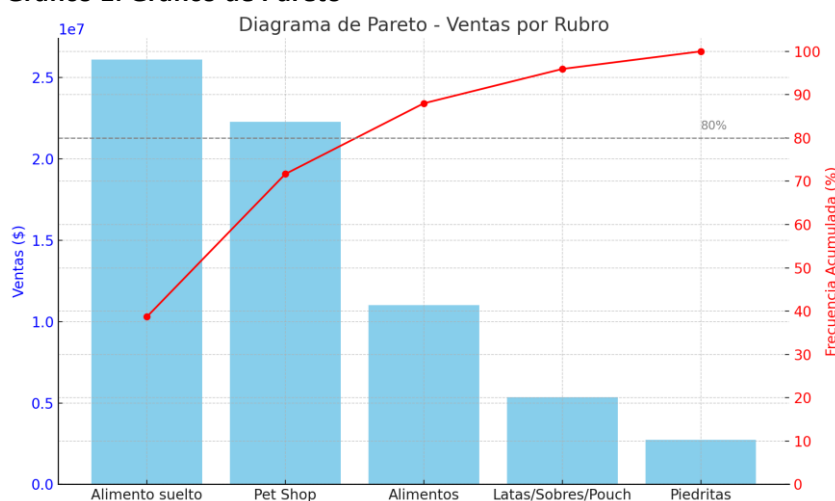
Como primer paso del análisis, se construyó un Diagrama de Pareto a partir de las ventas acumuladas entre noviembre de 2024 y mayo de 2025, clasificadas por rubros. El objetivo fue identificar qué categorías concentraban la mayor parte de los ingresos, con el fin de enfocar los modelos de pronóstico y optimización en los productos de mayor impacto económico.

Si bien la contribución marginal representa el indicador más preciso para evaluar la rentabilidad por rubro, su aplicación no fue factible debido a la falta de datos desagregados sobre costos variables por categoría. Esta limitación impidió calcular los márgenes de manera confiable.

En consecuencia, se utilizó el monto total de ventas como variable de análisis. Aunque este enfoque no contempla la rentabilidad neta, permite identificar objetivamente los rubros con mayor incidencia en la facturación, lo cual resulta útil para priorizar decisiones comerciales, operativas y de abastecimiento en función del ingreso bruto generado.

Los resultados del diagrama mostraron que dos rubros -alimento suelto y productos de pet shop- representaban el 71% de las ventas totales. Esta información fue clave para la toma de decisiones, ya que permitió priorizar el análisis de la demanda y la planificación del abastecimiento sobre estos rubros estratégicos.

Gráfico 1. Gráfico de Pareto



Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis realizado con el Diagrama de Pareto, se identificaron los rubros más relevantes en términos de volumen de ventas y participación dentro de la actividad de Manchitas Petshop. Como resultado, se seleccionaron dos rubros clave para el estudio: Alimento suelto y Pet Shop.

En primera instancia, se trabajará con el rubro alimento suelto, sobre el cual se realizará el análisis y pronóstico de ventas.

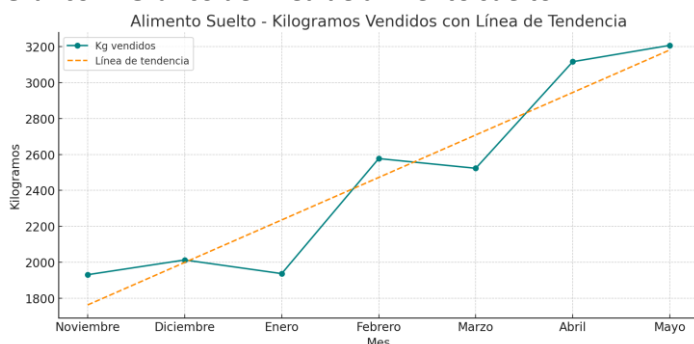
Tabla 3. Histórico de ventas del rubro alimento suelto

	Alimento Suelto
	KILOGRAMOS
Noviembre	1931
Diciembre	2013
Enero	1937
Febrero	2577
Marzo	2523
Abril	3116
Mayo	3207

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los registros de ventas mensuales, se construyó un gráfico de líneas para analizar las tendencias y variaciones en el comportamiento de las ventas durante el periodo evaluado.

Gráfico 2. Gráfico de línea de alimento suelto



Fuente: Elaboración propia

El análisis gráfico de las ventas mensuales del rubro alimento suelto (kg), correspondiente al período de noviembre a mayo, evidencia una tendencia creciente en la demanda. Esta evolución sugiere un comportamiento positivo y sostenido a lo largo del tiempo.

Dado que la serie temporal analizada comprende una cantidad limitada de observaciones (siete meses), se optó por aplicar modelos de pronóstico de corto plazo, los cuales resultan más apropiados en contextos con escasa información histórica y donde no se justifica el uso de modelos complejos.

Se implementaron los siguientes modelos para todos los pronósticos del trabajo.

- Promedio Móvil Simple (PMS, $N=2$), que calcula el promedio de los dos últimos períodos.
- Promedio Móvil Ponderado (PMP), utilizando ponderaciones de 0.8 para el dato más reciente y 0.2 para el anterior.
- Suavizamiento Exponencial Simple ($\alpha=0,8$), que ajusta los pronósticos otorgando mayor peso a las observaciones recientes.
- Regresión Lineal, modelo de tendencia basado en mínimos cuadrados que proyecta la demanda en función del tiempo mediante una relación lineal.

Gráfico 3. Pronósticos para alimento suelto

PMS N=2			PMP	
Measure	Value		Measure	Value
Error Measures			Error Measures	
Bias (Mean Error)	357,3		Bias (Mean Error)	286,2
MAD (Mean Absolute Deviation)	371,3		MAD (Mean Absolute Deviation)	310,04
MSE (Mean Squared Error)	180979,5		MSE (Mean Squared Error)	156458,4
Standard Error (denom=n-2=3)	549,211		Standard Error (denom=n-2=3)	510,651
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,19%		MAPE (Mean Absolute Percent Error)	11,10%
Forecast			Forecast	
next period	3161,5		next period	3188,8
SE a = 0,8				
Measure	Value			
Error Measures				
Bias (Mean Error)	256,981			
MAD (Mean Absolute Deviation)	276,847			
MSE (Mean Squared Error)	137312			
Standard Error (denom=n-2=4)	453,837			
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	10,08%			
Forecast				
next period	3164,507			
Regresion lineal				
Measure	Value	Future Period	Forecast	
Error Measures		0	3417,714	
Bias (Mean Error)	0	9	3654,143	
MAD (Mean Absolute Deviation)	138,286	10	3890,571	
MSE (Mean Squared Error)	27573,83	11	4127	
Standard Error (denom=n-2=5)	196,477	12	4363,429	
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	6,08%	13	4599,857	
Regression line		14	4836,286	
Demand(y) = 1526,286		15	5072,714	
+ 236,429 * Time(x)		16	5309,143	
Statistics		17	5545,571	
Correlation coefficient	0,944	18	5782	
Coefficient of determination (r^2)	0,89	19	6018,429	
Forecast		20	6254,857	
x = 2	1.999.143	21	6491.286	

Fuente: Elaboración propia

Con base en la Desviación Absoluta Media (MAD), el modelo de regresión lineal es el más preciso, con un MAD de 138,29, significativamente menor que el del resto de los modelos evaluados. Esto indica un menor error promedio absoluto entre pronóstico y demanda real.

Además, la regresión lineal presenta una alta capacidad explicativa ($R^2 = 0,89$), lo que la hace adecuada para pronósticos de mediano y largo plazo. En contraste, el modelo de suavizamiento exponencial ($\alpha = 0,8$), con un MAD de 276,85, es más sensible a los cambios recientes, siendo útil para pronósticos de corto plazo.

Se recomienda utilizar regresión lineal como modelo principal, complementado por suavizamiento exponencial en contextos con alta variabilidad reciente.

Gráfico 4. Pronóstico para el rubro Alimento Suelto en kg

Rubro	Pronóstico Junio
Alimento Suelto (Kg)	3418

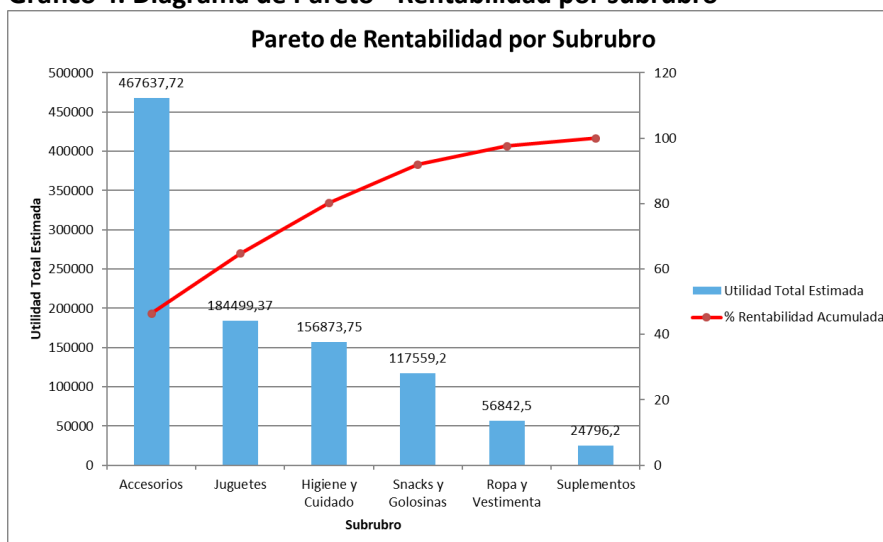
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procederá a analizar los subrubros del rubro Pet Shop, con el fin de evaluar su comportamiento de ventas y aplicar los modelos de pronóstico correspondientes para cada uno.

Se realizó un análisis de rentabilidad por subrubro en el rubro Pet Shop, combinando datos de unidades vendidas e ingresos estimados. Para este análisis, se estimó el Costo Marginal Unitario (CMU) bajo el supuesto de un margen de rentabilidad del 33%, lo que permitió calcular la rentabilidad total por subrubro.

A partir de estos resultados, representados en la Tabla A.1 del Apéndice, se construyó un diagrama de Pareto que permitió identificar los subgrupos que concentran el mayor porcentaje de las ganancias. Entre ellos, se destacan Snacks y Accesorios, los cuales representan las áreas de mayor aporte económico dentro del rubro.

Gráfico 4. Diagrama de Pareto - Rentabilidad por subrubro



Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis del diagrama de Pareto, se seleccionaron los subrubros Accesorios, Juguetes y Higiene y Cuidado, por ser los de mayor contribución a la rentabilidad total. Sobre estos subrubros se aplicarán modelos de pronóstico de demanda, con el fin de mejorar la planificación y toma de decisiones en el abastecimiento.

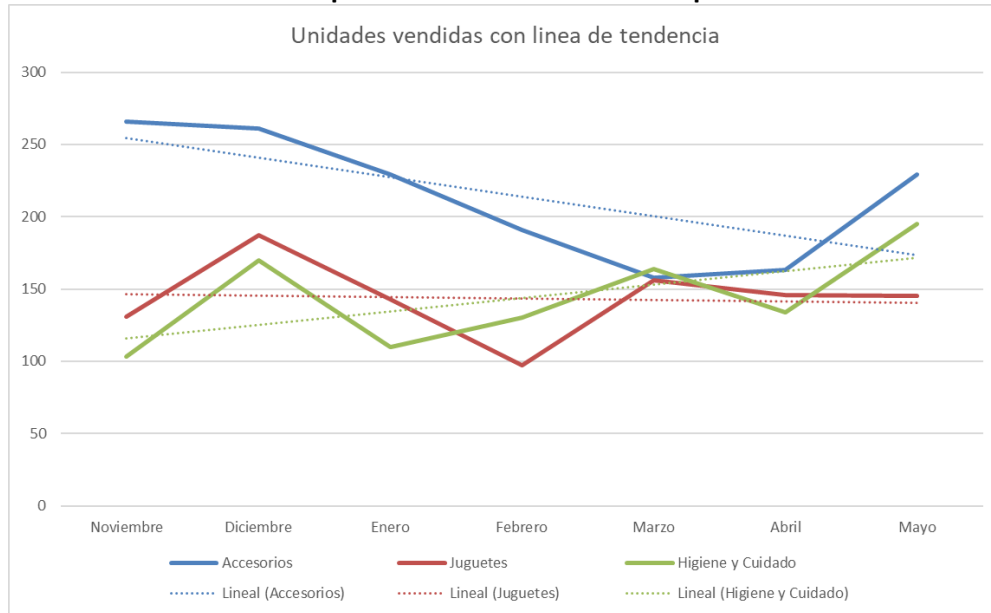
Se procedió a la elaboración de series temporales mediante gráficos de líneas basados en los datos mensuales de ventas por subrubro, con el propósito de realizar un análisis descriptivo del comportamiento temporal.

Tabla 4. Histórico de ventas en unidades de los subrubros de Pet Shop

Mes	Accesorios	Juguetes	Higiene y Cuidado
Noviembre	266	131	103
Diciembre	261	187	170
Enero	229	143	110
Febrero	191	97	130
Marzo	158	156	164
Abril	163	146	134
Mayo	229	145	195

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Gráfico de línea para los subrubros de Pet Shop



Fuente: Elaboración propia

Se observó una tendencia decreciente seguida de una recuperación en Accesorios, reflejando cambios en la demanda o posibles efectos estacionales. En Juguetes, la tendencia mostró alta volatilidad con un pico pronunciado en diciembre, indicando la influencia de la temporada navideña y una demanda irregular en los demás meses. Por último, Higiene y Cuidado evidenció una tendencia ascendente progresiva, sugiriendo un crecimiento sostenido en la demanda de productos para el cuidado de mascotas.

Estos patrones visualizados en el gráfico nos dieron las pautas para la selección de modelos de pronóstico específicos para cada subrubro.

A partir de los datos mensuales de ventas, se aplicaron distintos modelos de pronóstico a las categorías Juguetes e Higiene y Cuidado, utilizando el software QM for Windows herramienta que permitió el cálculo y comparación de los indicadores de error de forma sistemática y precisa. Los métodos implementados fueron: Promedio Móvil Simple ($n=2$), Promedio Móvil Ponderado, Suavizamiento Exponencial ($\alpha = 0,8$) y Regresión Lineal.

Gráfico 6. Pronósticos para accesorios



MMS n = 2		SE			
Measure	Value	Measure	Value		
Error Measures		Error Measures			
Bias (Mean Error)	-16,7	Bias (Mean Error)	-10,43		
MAD (Mean Absolute Deviation)	44,1	MAD (Mean Absolute Deviation)	32,205		
MSE (Mean Squared Error)	2326,95	MSE (Mean Squared Error)	1523,17		
Standard Error (denom=n-2=3)	62,276	Standard Error (denom=n-2=4)	47,799		
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	22,64%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	16,14%		
Forecast		Forecast			
next period	196	next period	215,935		

MMP		regresion lineal			
Measure	Value	Measure	Value	Future Period	Forecast
Error Measures		Error Measures		8	159,857
Bias (Mean Error)	-14,64	Bias (Mean Error)	0	9	146,357
MAD (Mean Absolute Deviation)	41,84	MAD (Mean Absolute Deviation)	25,449	10	132,857
MSE (Mean Squared Error)	2150,224	MSE (Mean Squared Error)	932,265	11	119,357
Standard Error (denom=n-2=3)	59,864	Standard Error (denom=n-2=5)	36,127	12	105,857
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	21,34%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	12,93%	13	92,357
Forecast		Regression line		14	78,857
next period	202,6	Demand(y) = 267,857		15	65,357
		-13,5 * Time(x)		16	51,857
		Statistics		17	38,357
		Correlation coefficient	-0,662	18	24,857
		Coefficient of determination (r^2)	0,439	19	11,357
		Forecast		20	-2,143
		x = 2	2.408.572	21	-15,643

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Pronósticos para juguetes

MMS n = 2		SE			
Measure	Value	Measure	Value		
Error Measures		Error Measures			
Bias (Mean Error)	-6,9	Bias (Mean Error)	-7,2		
MAD (Mean Absolute Deviation)	29,1	MAD (Mean Absolute Deviation)	28,88		
MSE (Mean Squared Error)	1318,45	MSE (Mean Squared Error)	1273,968		
Standard Error (denom=n-2=3)	46,877	Standard Error (denom=n-2=3)	46,079		
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	24,37%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	23,89%		
Forecast		Forecast			
next period	145,5	next period	145,4		

MMP		regresion lineal			
Measure	Value	Measure	Value	Future Period	Forecast
Error Measures		Error Measures		8	139,714
Bias (Mean Error)	2,961	Bias (Mean Error)	0	9	138,75
MAD (Mean Absolute Deviation)	31,868	MAD (Mean Absolute Deviation)	18,163	10	137,786
MSE (Mean Squared Error)	1554,45	MSE (Mean Squared Error)	621,383	11	136,821
Standard Error (denom=n-2=4)	48,287	Standard Error (denom=n-2=5)	29,495	12	135,857
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	23,18%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,95%	13	134,893
Forecast		Regression line		14	133,929
next period	145,212	Demand(y) = 147,429		15	132,964
		= -0,964 * Time(x)		16	132
		Statistics		17	131,036
		Correlation coefficient	-0,077	18	130,072
		Coefficient of determination (r^2)	0,006	19	129,107
		Forecast		20	128,143
		x = 2	145,5	21	127,179

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Pronósticos para Higiene y Cuidado

MMS n = 2		SE			
Measure	Value	Measure	Value		
Error Measures		Error Measures			
Bias (Mean Error)	8,1	Bias (Mean Error)	7,48		
MAD (Mean Absolute Deviation)	27,9	MAD (Mean Absolute Deviation)	28,92		
MSE (Mean Squared Error)	1004,65	MSE (Mean Squared Error)	1110,44		
Standard Error (denom=n-2=3)	40,92	Standard Error (denom=n-2=3)	43,02		
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	18,38%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	19,25%		
Forecast		Forecast			
next period	164,5	next period	170,6		

MMP		regresion lineal			
Measure	Value	Measure	Value	Future Period	Forecast
Error Measures		Error Measures		8	180,571
Bias (Mean Error)	16,815	Bias (Mean Error)	0	9	189,786
MAD (Mean Absolute Deviation)	39,939	MAD (Mean Absolute Deviation)	22,694	10	199
MSE (Mean Squared Error)	1964,187	MSE (Mean Squared Error)	633,164	11	208,214
Standard Error (denom=n-2=4)	54,28	Standard Error (denom=n-2=5)	29,773	12	217,429
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	26,33%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	15,96%	13	226,643
Forecast		Regression line		14	235,857
next period	183,711	Demand(y) = 106,857		15	245,072
		+ 9,214 * Time(x)		16	254,286
		Statistics		17	263,5
		Correlation coefficient	0,591	18	272,714
		Coefficient of determination (r^2)	0,349	19	281,929
		Forecast		20	291,143
		x = 2	1.252.857	21	300,357

Fuente: Elaboración propia

Para la categoría Juguetes, el modelo de regresión lineal presentó el mejor desempeño, con un MAD de 25,45, el valor más bajo entre los métodos evaluados. Este resultado indica mayor precisión en las estimaciones. Le siguió el suavizamiento exponencial, con un MAD de 32,21, mostrando un buen ajuste para pronósticos de corto plazo. Por otro lado, los métodos de promedio móvil simple y ponderado obtuvieron valores de MAD superiores (44,1 y 41,84 respectivamente), lo que refleja menor precisión.

Cabe destacar que la regresión lineal detectó una pendiente negativa ($r = -0,662$), lo que sugiere una posible disminución sostenida en la demanda de esta categoría. Sin embargo, debido al tamaño reducido de la muestra, esta proyección debe interpretarse con cautela, ya que podría estar influenciada por estacionalidad o valores atípicos.

En cuanto a la categoría Higiene y Cuidado, el modelo de regresión lineal también resultó ser el más robusto, con un MAPE de 15,96% y menor dispersión del error. El modelo mostró una pendiente positiva, respaldada por un coeficiente de determinación $r^2 = 0,349$, lo que sugiere una tendencia creciente. Le siguieron el promedio móvil simple (MAPE = 18,38%) y el suavizamiento exponencial (MAPE = 19,25%), ambos útiles para capturar movimientos recientes en la serie. El promedio móvil ponderado fue el menos preciso, con un MAPE de 26,33%.

La regresión lineal se destaca como el modelo más adecuado para ambas categorías, especialmente para pronósticos a mediano y largo plazo, por su menor error relativo y su capacidad para identificar tendencias. El suavizamiento exponencial se recomienda como alternativa complementaria para escenarios de corto plazo, especialmente en contextos de variabilidad reciente.

Gráfico 10. Cantidades pronosticadas para los subrubros de Pet Shop



Subrubro	Pronóstico Junio
Accesorios	160
Juguetes	140
Higiene y Cuidado	181

Fuente: Elaboración propia

Tabla A1. Análisis de rentabilidad por subrubro en el rubro Pet Shop

Subrubro	Unidades_vendidas	CMU	Clasificación	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Rentabilidad estimada	Ingreso total estimado	Utilidad total estimada	% Rentabilidad acumulada
Accesorios	266	3569,34692	Prioridad 1 - Alta Demanda y Alto CMU	15,7167673	72,20789498	1758,036541	1417084	467637,72	46,3830258
Juguetes	131	2859,46282	Prioridad 3 - Alto Volumen pero Bajo CMU	12,5909621	98,4148206	1408,392137	559089	184499,37	64,68274516
Higiene y Cuidado	103	3092,24515	Prioridad 4 - Bajo Volumen y Bajo CMU	13,6159635	85,82385849	1523,046117	475375	156873,75	80,24239504
Snacks y Golosinas	663	360,001207	Prioridad 3 - Alto Volumen pero Bajo CMU	1,5851794	100	177,3140271	356240	117559,2	91,90259946
Ropa y Vestimenta	26	4438,75	Prioridad 2 - Bajo Volumen pero Alto CMU	19,5449763	56,49112768	2186,25	172250	56842,5	97,54056883
Suplementos	6	8390,63333	Prioridad 2 - Bajo Volumen pero Alto CMU	36,9461514	36,9461514	4132,7	75140	24796,2	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla A2. Ventas por rubro de Mayo 2025

Etiquetas de fila	Suma de total(\$)
Alimento suelto	\$ 6.176.645,00
Alimentos	\$ 1.908.289,00
Latas/Sobres/Pouch	\$ 1.234.987,00
Pet Shop	\$ 5.252.895,00
PIEDRITAS	\$ 663.151,00
(en blanco)	
Total general	\$ 15.235.967,00

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos

Para optimizar la gestión del inventario y maximizar la contribución marginal en Manchitas Pet Shop, se procede a formular y resolver un modelo de programación lineal. Este modelo permitirá determinar las cantidades óptimas de productos a ordenar y vender, considerando las restricciones de demanda, presupuesto y operativas identificadas.

Se utiliza un modelo de programación lineal mixta (MILP) debido a que los alimentos sueltos se manejan en kilogramos (variables continuas), mientras que los subrubros del rubro Pet Shop se comercializan en unidades completas (variables enteras). Esta combinación permite representar con precisión las diferentes unidades de medida y obtener soluciones realistas y aplicables para la optimización.

Función Objetivo

Maximizar el margen de contribución total Z definido como la suma de los márgenes unitarios multiplicados por las cantidades a vender:

$$\text{Maximizar: } Z = 1301,45X + 3569,35Y_1 + 2859,46Y_2 + 3092,25Y_3$$

Variables de decisión

- x_i : Cantidad en kilogramos del alimento suelto i , donde $x_i \geq 0$ y $x_i \in \mathbb{R}^+$ (variable continua).
- y_{ak} : Cantidad en unidades del subrubro **Accesorios** k , donde $y_{ak} \geq 0$ y $y_{ak} \in \mathbb{Z}^+$ (variable entera).
- y_{jm} : Cantidad en unidades del subrubro **Juguetes** m , donde $y_{jm} \geq 0$ y $y_{jm} \in \mathbb{Z}^+$ (variable entera).
- y_{hn} : Cantidad en unidades del subrubro **Higiene y Cuidado** n , donde $y_{hn} \geq 0$ y $y_{hn} \in \mathbb{Z}^+$ (variable entera).

Los índices i, k, m, n corresponden a los productos específicos dentro de cada categoría.

Restricciones

Para la formulación de la restricción presupuestaria del modelo de programación lineal mixta, se tomó como base el monto de ventas correspondiente al mes de mayo de 2025, el cual ascendió a \$15.235.967, según los registros contables de la empresa detallados en la tabla A.2 del apéndice. A partir de una entrevista semiestructurada con el propietario se estableció que aproximadamente el 50% de las ventas mensuales se destina a la compra y reposición de productos, mientras que el resto cubre gastos fijos y operativos generales.

En consecuencia, se consideró un presupuesto operativo de \$7.617.984 para ser utilizado como restricción dentro del modelo. Para distribuir dicho presupuesto, se tomó como referencia el análisis de Pareto sobre los datos históricos de ventas, obteniéndose la siguiente asignación proporcional por rubro:

Alimento suelto: \$2.969.014 (39%)

Pet Shop: \$2.513.934 (33%)

Alimentos envasados: \$1.218.877 (16%)

Latas/Sobres/Pouch: \$609.439 (8%)

Piedritas: \$304.719 (4%)

Estas cifras se utilizaron para definir restricciones presupuestarias parciales dentro del modelo, de modo que la solución propuesta no supere el monto asignado a cada rubro ni el presupuesto total disponible.

Del total del presupuesto para Pet Shop (33% del total), se distribuyó proporcionalmente según la participación de cada subrubro en las ventas históricas.

Gráfico 11. Costo promedio rubro alimento suelto

Rubro	Costo Promedio
Alimento suelto	1500

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. Costo promedio rubro

Subrubro Final	Costo Promedio	Margen de Contribución Promedio (%)
Accesorios	3161,85	86,34
Higiene y Cuidado	809,52	100,05
Juguetes	1357,82	90,54
Ropa y Vestimenta	3934,64	75,41
Snacks y Golosinas	930,55	78,09

Fuente: Elaboración propia

Para garantizar la disponibilidad de productos clave y evitar quiebres de stock, se establecen niveles mínimos de inventario para el rubro de alimento suelto y los subrubros de Pet Shop (accesorios, juguetes, higiene y cuidado). Estos mínimos se calculan considerando dos componentes:

1. La demanda esperada durante el tiempo de reposición, es decir, el consumo proyectado mientras se espera la llegada del nuevo pedido.
2. Un stock de seguridad, que actúa como colchón ante variaciones imprevistas en la demanda o demoras en el abastecimiento.

Alimento Suelto

Dado que el proveedor de alimento suelto realiza entregas en un plazo promedio de 3 días, se considera un tiempo de reposición equivalente a 1/10 de mes. Con un pronóstico de 3418 kg para junio, y un stock de seguridad del 20%, el nivel mínimo se calcula como:

$$\text{Stock Mínimo Alimento} = (110 \times 3418) + (0,20 \times 3418) = 341,8 + 683,6 = 1025 \text{ kg}$$

Subrubros Pet Shop

Para los productos de Pet Shop (accesorios, juguetes, higiene y cuidado), se mantiene el supuesto de un tiempo de reposición de 1 semana (1/4 de mes) y un stock de seguridad del 15%, considerando su menor rotación en comparación con los alimentos.

Gráfico 12. Stock mínimo estimado

Subrubro	Pronóstico junio	Demanda semanal	Stock de seguridad	Stock mínimo estimado
Accesorios	160 unidades	40	24	64 unidades
Juguetes	140 unidades	35	21	56 unidades
Higiene y Cuidado	181 unidades	45,25	27,15	72 unidades

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13. Programación Lineal Mixta

	ALIMENTO SUELTO	ACCESORIOS	JUGUETES	HIGIENE Y CUIDADO				
	X	Y1	Y2	Y3				
VD	1979.342667	160	140	181				
CO	1301.45	3569.35	2859.46	3092.25	4107133.16	MAXIMIZAR	CONTRIBUCION	MARGINAL TOTAL
R1	1				1979.34266	<=	3418	DEMANDA
R2		1			160	<=	160	DEMANDA
R3			1		140	<=	140	DEMANDA
R4				1	181	<=	181	DEMANDA
R5	1				1979.34266	>=	1025	POLITICA STOCK MINIMO
R6		1			160	>=	64	POLITICA STOCK MINIMO
R7			1		140	>=	56	POLITICA STOCK MINIMO
R8				1	181	>=	72	POLITICA STOCK MINIMO
R9	1500				2969014	<=	2969014	PRESUPUESTO
R10		3161.85			505896	<=	954296	PRESUPUESTO
R11			805.52		112772.8	<=	452508	PRESUPUESTO
R12				1357.82	245765.42	<=	402229	PRESUPUESTO
R13	NO NEGATIVIDAD							

Fuente: Elaboración propia (Excel)

La resolución del modelo permitió determinar las siguientes cantidades óptimas de pedido para el mes de junio:

- Alimento Suelto: 1979,34 kg
- Accesorios: 160 unidades
- Juguetes: 140 unidades
- Higiene y Cuidado: 181 unidades

Estas cantidades satisfacen la demanda prevista, respetan las políticas de stock mínimo establecidas y se mantienen dentro de los límites presupuestarios asignados para cada categoría. De este modo, se asegura una gestión eficiente del inventario y una utilización óptima de los recursos disponibles.

Como resultado, se logra maximizar la Contribución Marginal Total a un importe de \$4.107.133,16 para el mes pronosticado de junio de 2024.

Este resultado representa la mejor combinación posible de reposición de productos bajo los parámetros definidos, optimizando el rendimiento económico sin comprometer la operatividad del negocio.

Gráfico. Informe de respuestas

Celda objetivo (Máx)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$F\$4	CO	4107133.164	4107133.164

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$B\$3	VD X	1979.342667	1979.342667	Continuar
\$C\$3	VD Y1	160	160	Entero
\$D\$3	VD Y2	140	140	Entero
\$E\$3	VD Y3	181	181	Entero

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$F\$13	R9	2969014	\$F\$13<=\$H\$13	Vinculante	0
\$F\$14	R10	505896	\$F\$14<=\$H\$14	No vinculante	448400
\$F\$15	R11	112772.8	\$F\$15<=\$H\$15	No vinculante	339735.2
\$F\$16	R12	245765.42	\$F\$16<=\$H\$16	No vinculante	156463.58
\$F\$5	R1	1979.342667	\$F\$5<=\$H\$5	No vinculante	1438.657333
\$F\$6	R2	160	\$F\$6<=\$H\$6	Vinculante	0
\$F\$7	R3	140	\$F\$7<=\$H\$7	Vinculante	0
\$F\$8	R4	181	\$F\$8<=\$H\$8	Vinculante	0
\$F\$9	R5	1979.342667	\$F\$9>=\$H\$9	No vinculante	954.3426667
\$F\$10	R6	160	\$F\$10>=\$H\$10	No vinculante	96
\$F\$11	R7	140	\$F\$11>=\$H\$11	No vinculante	84
\$F\$12	R8	181	\$F\$12>=\$H\$12	No vinculante	109
\$C\$3:\$E\$3=Entero					

Fuente: – Microsoft Excel

El desarrollo del modelo de Programación Lineal Mixta permitió identificar las restricciones que inciden directamente en la solución óptima. En particular, se detectaron como vinculantes las restricciones R2, R3, R4 y R9, las cuales presentan un valor de holgura igual a cero. Esto



indica que se encuentran activas y son utilizadas en su totalidad dentro de la solución óptima, actuando como límites efectivos del modelo.

Las restricciones R2, R3 y R4 corresponden a la demanda prevista de las categorías Accesorios, Juguetes y Productos de Higiene y Cuidado, respectivamente, mientras que la restricción R9 representa una limitación presupuestaria global para el rubro Alimento Suelto. Que estas restricciones sean vinculantes implica que cualquier relajación en sus valores podría permitir una mejora en el valor de la función objetivo, es decir, incrementar la contribución marginal total del sistema.

El concepto de holgura (o slack) se refiere al margen disponible entre el valor alcanzado y el límite impuesto por una restricción. Cuando la holgura es cero, la restricción está completamente utilizada. Por el contrario, una holgura positiva indica capacidad o presupuesto no utilizado, lo que puede representar una oportunidad de optimización futura mediante una mejor asignación de recursos o modificaciones en las políticas operativas.

Los resultados del modelo reflejan que se está aprovechando al máximo la demanda disponible en las categorías de Accesorios, Juguetes y Productos de Higiene y Cuidado, lo cual sugiere que estos rubros tienen una alta contribución marginal y son estratégicos para la rentabilidad del negocio. Esto se reafirma en su condición de restricciones vinculantes.

Asimismo, el presupuesto destinado al Alimento Suelto se encuentra totalmente utilizado, posicionándolo como un recurso crítico y limitante dentro del modelo. Esta situación evidencia que cualquier incremento presupuestario en este rubro podría traducirse en una mejora directa del desempeño económico del sistema.

En contraste, las demás categorías presentan holgura presupuestaria significativa, lo que indica que hay recursos no utilizados en esas áreas. Esto abre una posibilidad de expansión futura, especialmente si se ajustan las restricciones de demanda o los criterios de asignación presupuestaria, permitiendo así mejorar aún más la eficiencia del modelo.

Recomendaciones

Con base en el análisis realizado y los resultados obtenidos mediante el modelo de Programación Lineal Mixta, se aconseja implementar las siguientes acciones para optimizar la gestión de reposición de stock y maximizar la rentabilidad del negocio:

- Mantener una base de datos organizada y actualizada, estructurada por rubro y subrubro, que facilite el análisis cuantitativo, la identificación de patrones de consumo, estacionalidades y oportunidades de mejora.
- Aplicar de forma continua el modelo de Programación Lineal Mixta como herramienta de planificación mensual, para asegurar decisiones eficientes y alineadas con la realidad operativa.
- Revisar las políticas de compras en los subrubros de Higiene y Perfumería, dado que actualmente representan un cuello de botella para la maximización de la contribución marginal total.
- Considerar aumentar, en la medida de lo posible, la inversión mensual para ampliar el presupuesto de reposición, incrementando así la disponibilidad de productos estratégicos y potenciando los resultados económicos.



- Adoptar el conjunto solución propuesto por el modelo como base para la planificación mensual, ya que permite aprovechar óptimamente los recursos y maximizar la rentabilidad.
- Priorizar en la estrategia comercial los productos con alta contribución marginal, tales como accesorios, juguetes y productos de higiene, los cuales muestran fuerte incidencia en la rentabilidad general.
- Monitorear indicadores clave de desempeño (KPI) como nivel de servicio, rotación de stock y cumplimiento presupuestario, para garantizar la mejora continua y validar los beneficios del enfoque.
- Optimizar el uso del presupuesto operativo, asegurando que el 50% destinado a reposición se distribuya conforme a la contribución marginal real de cada rubro.
- Reducir el riesgo operativo mediante el cumplimiento de tiempos de entrega y el mantenimiento de niveles adecuados de stock de seguridad.
- Capacitar al equipo de compras en el uso de herramientas cuantitativas, promoviendo una toma de decisiones basada en evidencia y alineada con la dinámica del negocio.
- Integrar el modelo en un sistema de gestión que automatice cálculos, realice simulaciones y facilite su aplicación efectiva en la operación diaria.
- Actualizar periódicamente los datos de costos, demanda y márgenes, asegurando que el modelo se mantenga alineado con la realidad dinámica del entorno empresarial.
- Evaluar la posibilidad de aumentar el presupuesto asignado al rubro de Alimento Suelto, ya que actualmente constituye una restricción crítica y su flexibilización podría mejorar la contribución marginal total.
- Validar que las decisiones respeten las políticas de stock mínimo y demanda, logrando un equilibrio eficiente entre restricciones operativas y rentabilidad.

Se recomienda adoptar el conjunto solución derivado de la Programación Lineal Mixta como base para la planificación mensual de reposición. Esta práctica permite aprovechar de forma óptima los recursos disponibles y maximizar la rentabilidad del negocio, respaldando la toma de decisiones con criterios cuantitativos. Además, contribuye a:

- Evitar sobrestock o faltantes, manteniendo el equilibrio entre disponibilidad y rotación de productos.
- Optimizar el uso del presupuesto operativo
- Reducir riesgos operativos, mediante el cumplimiento de tiempos de entrega y niveles adecuados de stock de seguridad.

Finalmente, se sugiere la revisión y actualización periódica de los datos de costos, demanda y márgenes para que el modelo continúe alineado con la realidad cambiante del negocio.

Conclusiones

Se puede concluir que mediante la aplicación de herramientas cuantitativas como el pronóstico de demanda y la programación lineal mixta, se logró obtener un conocimiento detallado y valioso para mejorar la gestión de inventarios en Manchitas Pet Shop. Esto permitió determinar las cantidades óptimas de productos a reponer, maximizando la contribución marginal total del negocio.



El modelo construido y resuelto con Solver permitió identificar cuáles son los rubros más rentables y establecer un plan de abastecimiento eficiente, que contempla tanto las restricciones presupuestarias como las políticas internas de stock mínimo. Se detectaron restricciones vinculantes que condicionan directamente la solución óptima, lo que brinda información clave para posibles ajustes estratégicos a futuro.

En consecuencia, se alcanzaron los objetivos planteados, logrando optimizar la planificación de reposición para los subrubros de mayor impacto económico. Se recomienda continuar con el uso de herramientas analíticas para reforzar la toma de decisiones y sostener mejoras en la eficiencia operativa. Asimismo, se resalta la importancia de que el equipo de gestión y las distintas áreas involucradas participen activamente en la implementación de estas soluciones.

Referencias

- Hernández Sampieri. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Manual de calidad de Juran* (5.ª ed.). McGraw-Hill
- Render, Stair, Hanna. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Undécima edición. Editorial Pearson.

Apéndice

Entrevista

Transcripción resumida:

Entrevistador: ¿Cómo determinan cuánto stock reponer cada mes?

Sr. Rodríguez:

“Generalmente destinamos un 50% de lo que se vende en el mes a la reposición de productos. No usamos un sistema complejo para calcularlo, pero ese porcentaje lo manejamos como referencia porque nos permite mantener una buena rotación y asegurar que los productos más importantes estén siempre disponibles. Es una decisión que se basa más en la experiencia y el equilibrio del negocio que en datos puntuales.”

Entrevistador: ¿Cuánto tiempo tarda en llegar un pedido una vez que lo realizan?

Sr. Rodríguez:

“Depende del tipo de producto y del proveedor. Por ejemplo, para el alimento suelto, los proveedores suelen entregar en un promedio de 3 días hábiles, así que lo tomamos como un tiempo estándar.

En cambio, los productos de Pet Shop como juguetes, accesorios o artículos de higiene suelen demorar un poco más; por lo general, hacemos esos pedidos una vez por semana, y llegan dentro de ese plazo.”

Entrevistador: ¿Manejan algún tipo de stock de seguridad?

Sr. Rodríguez:



“Sí, principalmente con los productos de Pet Shop, porque a veces hay demoras o picos de demanda. Usamos un stock de seguridad del 15% sobre la demanda mensual estimada, lo que nos ayuda a no quedarnos sin stock en esos casos.

Para el alimento suelto, como el proveedor entrega rápido, no tenemos un stock de seguridad fijo, pero igual tratamos de no quedarnos cortos.”