

Análisis Comparativo de Estrategias de Reposición: Heurística Tradicional vs. Modelos Predictivos (IA)

Trabajo Final de Simulación - Ingeniería en Sistemas

Presentado por: Iván Castro - 2025

El Dilema del Inventory: Costos vs. Servicio

La gestión eficiente del inventario es una danza compleja entre la optimización de recursos y la satisfacción del cliente. Es una batalla constante entre tres fuerzas principales que determinan la rentabilidad y la reputación de una empresa.



Costo de Ordenar

Gastos asociados a la logística de adquisición y transporte de productos.



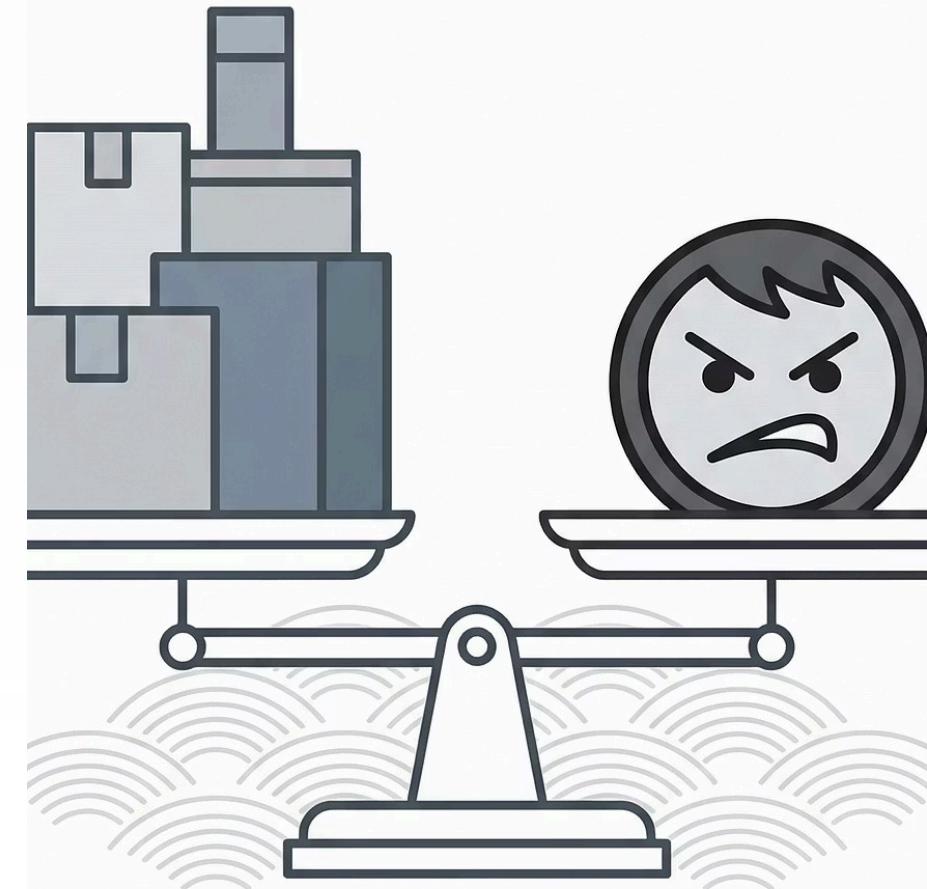
Costo de Mantenimiento

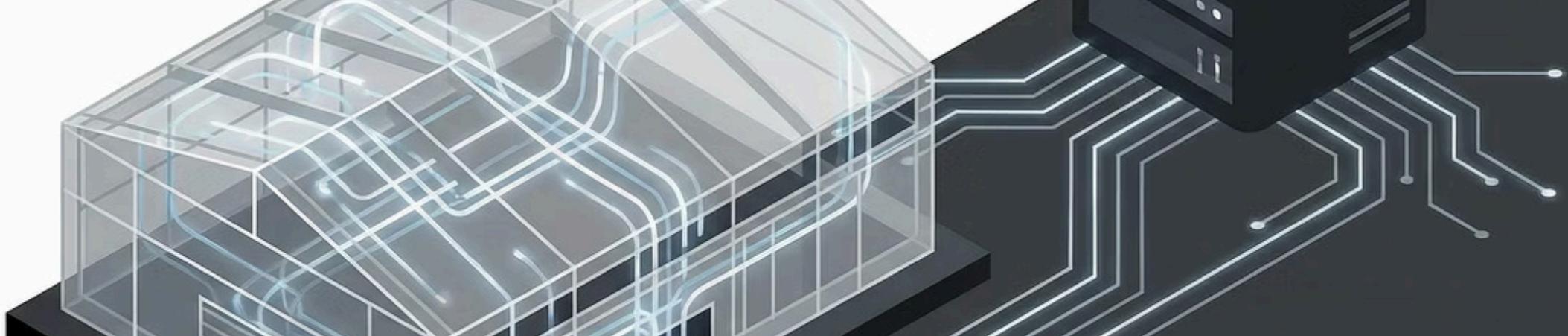
Capital inmovilizado en el inventario, almacenamiento y seguros.



Costo Faltante

Pérdida de ventas y clientes insatisfechos por no tener stock disponible.





Creando un Gemelo Digital con SimPy

Para abordar este dilema, he desarrollado un "Gemelo Digital", una réplica virtual de un sistema de inventario. Este enfoque nos permite experimentar con diferentes estrategias sin incurrir en riesgos financieros reales.

01

1. Generación de Datos

Simulación de datos de demanda realistas y variables.

02

2. Lógica de Estrategias

Definición de las reglas de reposición para cada modelo.

03

3. Motor de Simulación

Ejecución del modelo de eventos discretos en Python (SimPy).

04

4. Análisis de KPIs

Evaluación de costos, niveles de servicio y rotación de inventario.

- ❑ El objetivo principal es la experimentación libre de riesgos financieros mediante un Simulador de Eventos Discretos (DES) en Python, específicamente utilizando la biblioteca SimPy.

Escenario de Demanda Estocástica

A diferencia de los modelos simplificados que usan promedios, nuestra simulación incorpora una demanda estocástica, lo que refleja con mayor precisión la variabilidad del mundo real.

Tendencia

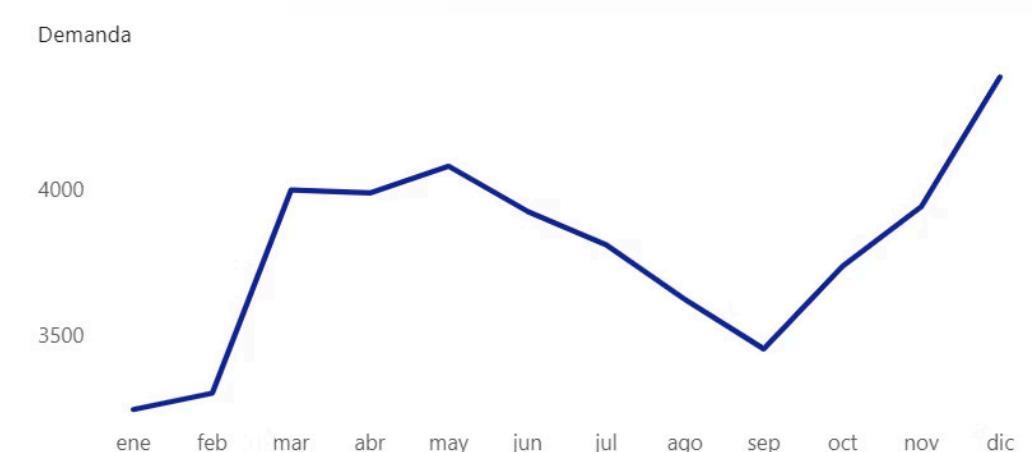
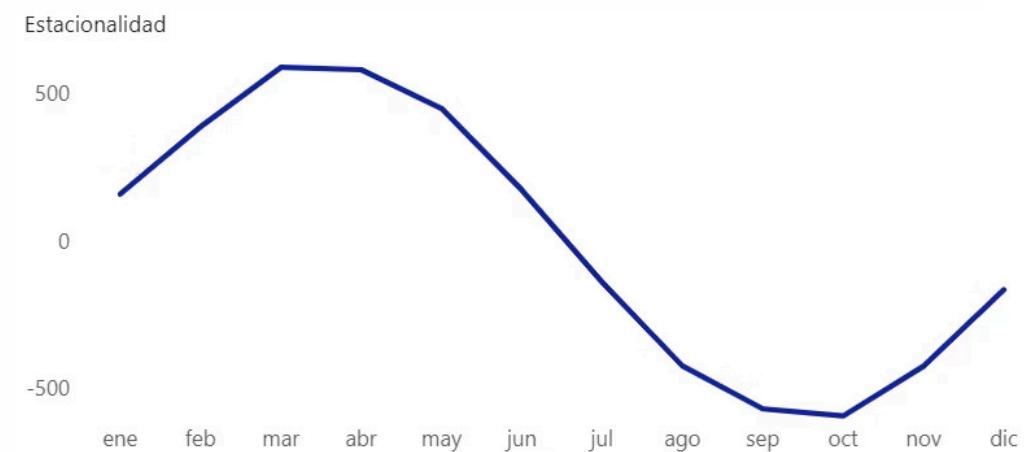
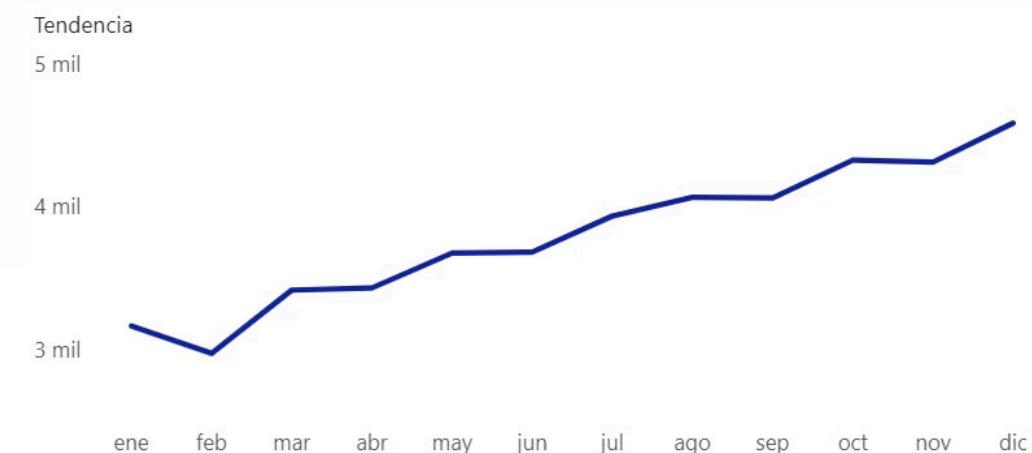
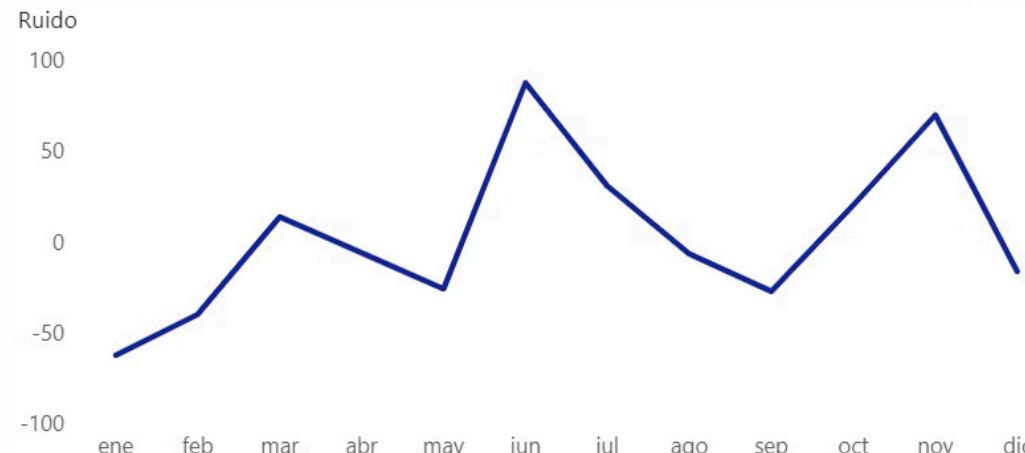
Modelado del crecimiento o decrecimiento sostenido del negocio a lo largo del tiempo.

Estacionalidad

Incorporación de ciclos predecibles (anuales, mensuales) que afectan la demanda.

Ruido Aleatorio

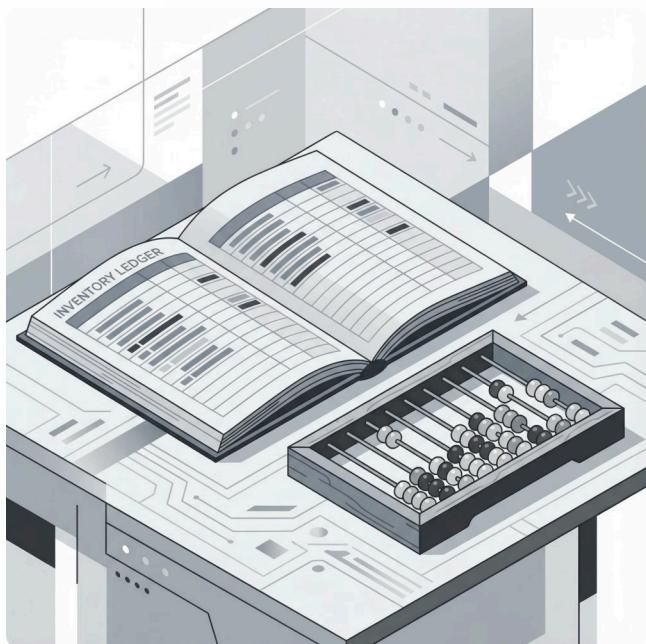
Adición de incertidumbre y fluctuaciones impredecibles para mayorrealismo.



Los Contendientes: Estrategias de Reposición

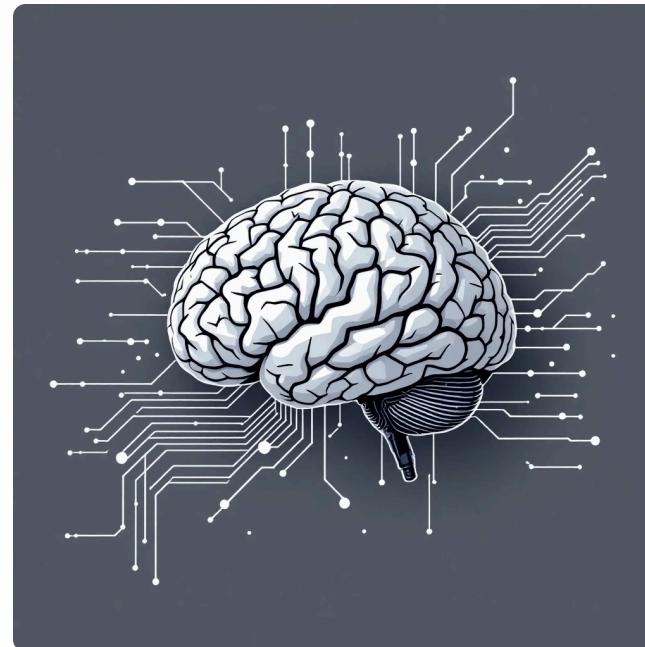
Comparamos dos filosofías distintas en la gestión de inventarios para evaluar su rendimiento.

Estrategia Clásica (s, Q)



- **Enfoque:** Reactivo, basado en umbrales fijos.
- **Regla:** Si el stock cae por debajo de 500 unidades, se ordena una cantidad fija de 1000 unidades.
- **Filosofía:** Prioriza la seguridad y evita a toda costa los faltantes, a menudo a costa de un mayor inventario.

Estrategia IA (Random Forest)

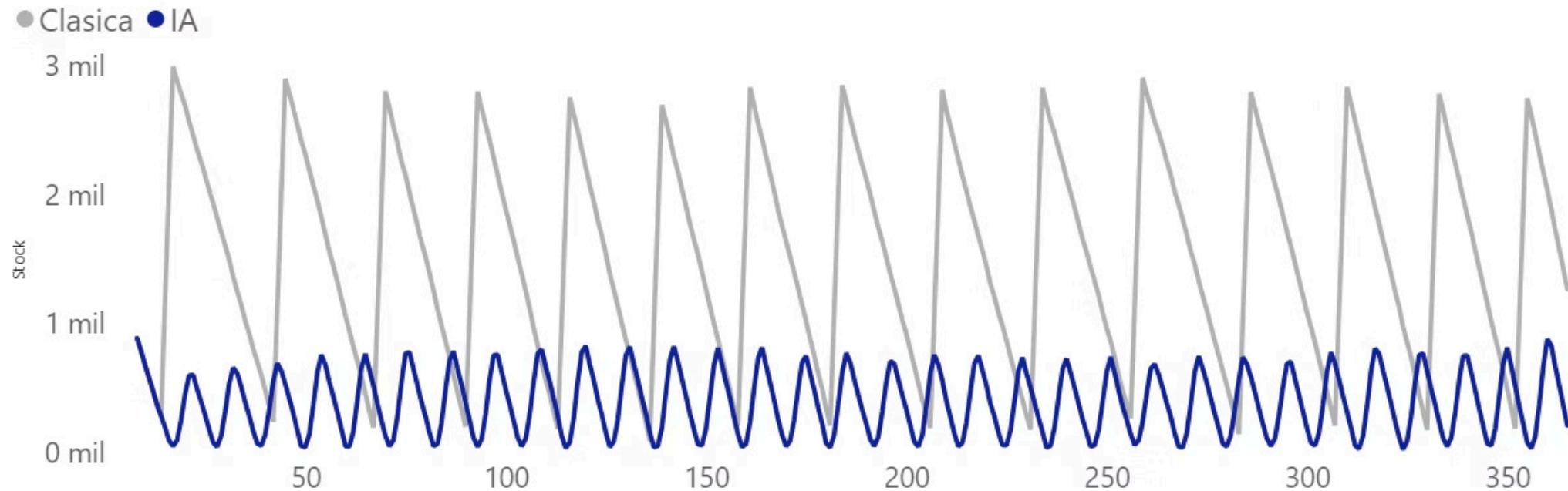


- **Enfoque:** Proactivo y predictivo, utilizando aprendizaje automático.
- **Regla:** Predice la demanda para los próximos 3 días y ajusta la orden de reposición de manera dinámica.
- **Filosofía:** Maximiza la eficiencia con un enfoque "Just in Time", optimizando el nivel de stock.

La Batalla de los Inventarios: Evolución del Stock

Visualizamos el comportamiento del inventario a lo largo de un año de simulación para cada estrategia.

La Estrategia Clásica mantiene niveles de stock muy altos



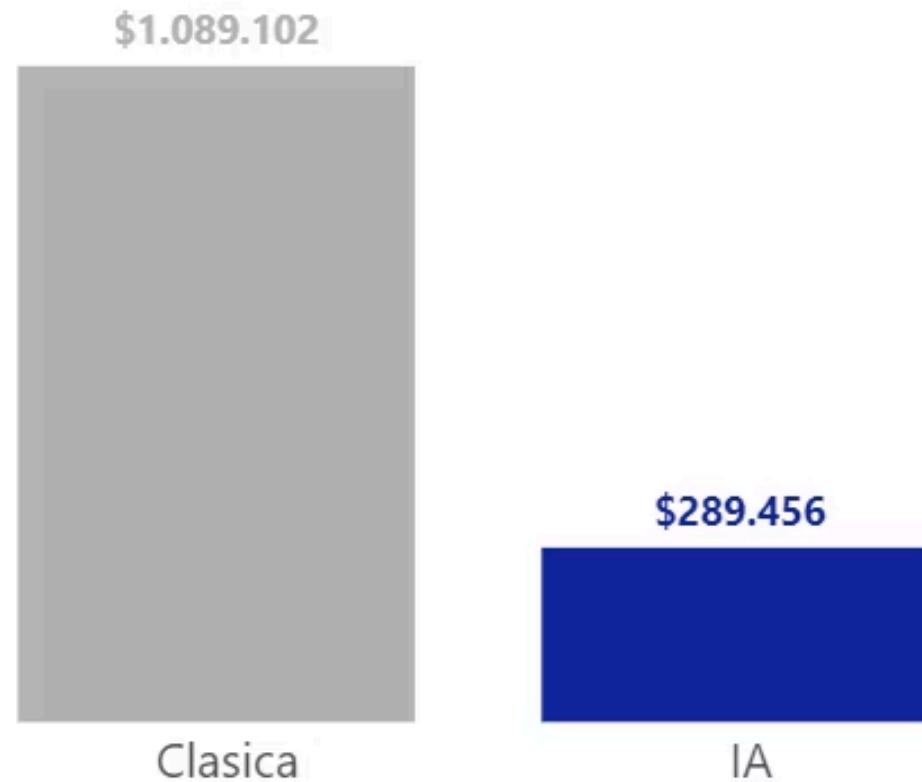
- **Estrategia Clásica:** Muestra grandes "dientes de sierra", evidenciando excesos de stock y un capital inmovilizado constante.
- **Estrategia IA:** Navega de manera mucho más eficiente, manteniendo los niveles de inventario cerca del mínimo necesario.

Impacto Económico Directo: Análisis de Costos

La implementación de IA en la gestión de inventarios no solo optimiza procesos, sino que también genera una reducción significativa en los costos operativos totales, transformando el capital inmovilizado en liquidez disponible.

- La IA demuestra una reducción notable de los **costos operativos totales**.
- El **principal ahorro** se observa en los costos de mantenimiento, liberando recursos valiosos.
- Esto permite a la empresa reinvertir o mejorar otras áreas, aumentando la **liquidez** general.

La estrategia de IA reduce el costo operativo total en un 73%



El Costo de la Eficiencia: Un Análisis Crítico

Estrategia Clásica

0% faltantes de stock, pero a un costo operativo muy elevado.

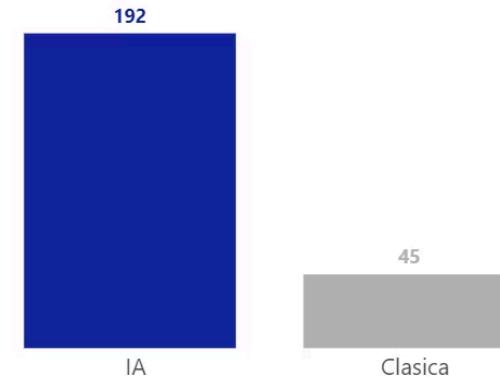
La estrategia IA reduce los costos de mantenimiento en un 75%, priorizando eficiencia sobre disponibilidad total



Estrategia IA

Mayor eficiencia en costos, pero con un riesgo ligeramente mayor de **stockout**.

La IA pidió un 326% mas veces que la Estrategia Clásica



La **conclusión técnica** es clara: la implementación de IA requiere un **ajuste fino del stock de seguridad**. Es necesario encontrar el equilibrio óptimo entre la eficiencia de costos y el mantenimiento de un nivel de servicio ininterrumpido para el cliente.

Conclusiones Finales y Recomendación Estratégica

Nuestra simulación valida el potencial transformador de la Inteligencia Artificial en la gestión de inventarios, sentando las bases para una implementación exitosa.

1 Superioridad Económica Validada

La simulación demuestra que la IA supera económicoamente a las heurísticas tradicionales, generando mayores ahorros y eficiencia operativa.

2 Viabilidad del Modelo Predictivo

El modelo basado en Random Forest es viable, robusto y superior en términos de optimización de costos, demostrando el valor de la analítica predictiva.

3 Recomendación de Implementación

Se recomienda implementar la estrategia de IA, **aumentando estratégicamente el stock de seguridad** para blindar el nivel de servicio y mitigar los riesgos de faltantes.

