Maestría en Inteligencia de Negocios y Ciencia de Datos
Proyecto Integrador Caso de Negocio

Título de la propuesta o iniciativa: Optimización de la Estrategia de Exportación: Reducción de Costos Logísticos y Mejora en la Precisión de la Demanda

Joseline Nathaly, ENRIQUEZ CASTILLO[a] y Marcela Piedad MENA CHAMBA[b] bajo la dirección de Alexandra Jacqueline ARCINIEGAS CORAL[c]

a Economista. E-mail joseline.enriquez@uees.edu.ec
b Economista. E-mail marcela.mena@uees.edu.ec
c Magister en Auditoría de Tecnologías de la Información, Universidad Espíritu Santo, Ecuador. E-mail aarciniegas@uees.edu.ec

SÍNTESIS:	La empresa ABC se dedica a la producción y comercialización tanto a nivel nacional como internacional de macetas de cerámica.
DESCRIPCIÓN:	De acuerdo a los estadísticos de la demanda proyectada y la demanda real; es decir, la desviación de la demanda para el 2021 fue del 15% y para el 2022 fue de 12%. Estos estadísticos son críticos para la empresa pues representan altos costos de operación y afectan la eficiencia.
DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD:	Ajustar la demanda predicha a la demanda real en la empresa ABC permitirá alinear la producción con las necesidades del mercado nacional e internacional y con ello se reducen costos adicionales de inventario, se generan oportunidades de venta y se mejora la rentabilidad.
OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO:	1. Reducir el desajuste entre la demanda predicha y la demanda real. 2. Optimizar los costos operativos relacionados con inventarios. 3. Incrementar la satisfacción de los clientes por disponibilidad de productos.

ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS ELEGIDA:	Alternativa 2: Rediseñar el modelo de predicción actual basado en inteligencia artificial (IA)

Título del trabajo de titulación:

Optimización de la estrategia de exportación: Reducción de costos logísticos y mejora en la precisión de la demanda

Nombre de los autores:

Enriquez Castillo, Joseline Nathaly

Mena Chamba Marcela Piedad

Fecha de creación:

26 de diciembre de 2024

Facultad:

ESAI Business School

Maestría:

Maestría en Inteligencia de Negocios y Ciencia de Datos

Palabras clave:

Optimización, estrategia, exportación, costos, logística, demanda, predicción, rentabilidad, análisis, inventario

Resumen:

El documento expone un caso de negocio para la empresa ABC, que se especializa en la producción y venta de macetas de cerámica. Se detecta un notable desajuste entre la demanda proyectada y la demanda real, con desviaciones del 15% en 2021 y del 12% en 2022, lo que conlleva altos costos operativos. El objetivo principal es minimizar este desajuste, optimizando los costos asociados a los inventarios y aumentando la satisfacción del cliente. Se sugieren varias alternativas, la meta es lograr un error promedio de predicción del 5% en seis meses y reducir los costos de almacenamiento del 10% al 8% en el primer año, mejorando así la eficiencia operativa.

1. Oportunidad o problema

El sector cerámico en Ecuador se enfrenta a desafíos significativos en la logística y la gestión de la demanda. La creciente complejidad en las cadenas de suministro y los altos costos logísticos afectan la competitividad de las exportaciones. De acuerdo con la CEPAL, las empresas latinoamericanas, incluidas las ecuatorianas, enfrentan costos logísticos que representan entre el 15% y el 18% del precio final de los productos, una cifra mucho mayor que en economías desarrolladas. Estos costos elevados son atribuibles a la falta de infraestructura adecuada y a la baja adopción de tecnologías digitales para optimizar procesos (Pérez y Sánchez, 2019; CEPAL, 2020)

La precisión en la gestión de la demanda es otro aspecto crítico. En mercados internacionales, prever correctamente las necesidades del cliente es fundamental para reducir el exceso de inventario y evitar desabastecimientos. Estudios recientes subrayan la importancia de utilizar tecnologías como la analítica avanzada y la inteligencia artificial para mejorar las predicciones de la demanda. Sin embargo, en el contexto ecuatoriano, la falta de integración tecnológica en las empresas del sector cerámico dificulta la implementación de estos sistemas avanzados, dejando margen para ineficiencias y pérdidas económicas (Estevadeordal et al., 2020)

Es así como la transformación digital y la adopción de estrategias sostenibles en la logística se presentan como oportunidades clave para reducir costos operativos y mejorar la gestión de recursos. Invertir en la automatización de procesos y en la capacitación del personal para manejar herramientas digitales avanzadas es fundamental para que las empresas cerámicas ecuatorianas puedan enfrentar los retos de un mercado global cada vez más competitivo (Kilpatrick y Barter, 2020; CEPAL, 2020)

1.1. Identificar la oportunidad/problema

El sector cerámico ecuatoriano ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la creciente demanda tanto local como internacional. En 2022, las exportaciones de cerámica alcanzaron un valor de USD 300 millones, lo que representa un aumento del 8% en comparación con años anteriores. Sin embargo, este crecimiento enfrenta limitaciones debido a costos logísticos elevados, que representan en promedio el 20% del valor del producto, afectando la competitividad en mercados internacionales (INEC, 2022; CEPAL, 2020).

Los costos logísticos incluyen transporte, almacenamiento y gestión aduanera, áreas donde Ecuador muestra ineficiencias significativas. Según un informe de la Cámara de Comercio de Quito, el país ocupa el puesto 86 en el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial, debido a una infraestructura limitada y una digitalización insuficiente en procesos aduaneros. Estos factores no solo incrementan los costos operativos, sino que también prolongan los tiempos de entrega, dificultando la entrada a mercados altamente competitivos donde la puntualidad es clave (Banco Mundial, 2020; Cámara de Comercio de Quito, 2022).

Asimismo, la imprevisibilidad en la demanda complica la planificación estratégica. Empresas cerámicas ecuatorianas han reportado errores en la proyección de volúmenes de exportación, generando pérdidas de hasta el 10% en inventarios no vendidos o pedidos insatisfechos. Estudios de la CEPAL enfatizan que el uso de herramientas de análisis predictivo podría reducir estos márgenes de error, pero el acceso a estas tecnologías sigue

siendo limitado para pequeñas y medianas empresas (Pérez y Sánchez, 2019; Estevadeordal et al., 2020).

Dentro de este contexto, la empresa analizada que dentro del contenido de este informe la llamaremos “ABC”, dedicada a la producción y comercialización de macetas de cerámica, tiene como principales objetivos estratégicos:

1. Incrementar la rentabilidad del negocio: Aumentar los márgenes brutos al alinear la producción con la demanda, reduciendo costos de almacenamiento y producción innecesaria.
2. Consolidar su posición en mercados internacionales: Incrementar la precisión de la demanda en mercados de exportación para mejorar la competitividad.
3. Mejorar la eficiencia operativa: Reducir el desajuste entre la demanda predicha y la demanda real, optimizando los costos asociados al inventario y evitando pérdidas por ventas no realizadas.

En el Anexo 1, se presenta la información de ingresos operativos de la empresa para los años 2021 y 2022 enviada a los organismos de control. En el Anexo 2, se presenta la tabla de indicadores por producto para los mismos años. Con base en esta información se analiza lo siguiente:

- Ventas Nacionales 2021: $659,350
- Exportaciones Netas 2021: $633,811
- Ventas Nacionales 2022: $619,764
- Exportaciones Netas 2022: $977,014

Estos datos se desglosan en unidades vendidas y valores monetarios para los tres tipos de macetas (pequeñas, medianas y grandes) y las calidades (estándar, premium).

- Total de ingresos por ventas (nacionales + exportaciones) 2021: $1,293,160
- Total de ingresos por ventas (nacionales + exportaciones) 2022: $1,596,778
- Crecimiento interanual: 23.5%

Costos asociados a inventarios (almacenamiento, transporte, obsolescencia):

- Costos de almacenamiento: 10% del valor del inventario anual ($29,470,00)
- Costos de transporte: 7% del valor de las ventas totales ($111,774,46)
- Costos de obsolescencia: 5% del inventario no vendido del año anterior ($1,770,08)

Proyecciones de demanda y errores en predicciones:

- Error promedio en predicción 2021: 14,97%
- Error promedio en predicción 2022: 12,05%

Tomando en consideración que, al tener el acercamiento con la empresa, su prioridad es el ajuste de la demanda se aplicaron herramientas para identificar problemas de la mano de la colaboración con la gerencia de operaciones. En este sentido, se aplicaron las siguientes herramientas descritas en The Smart Solution Book de Cotton (2016) para explorar problemas dentro de la empresa y se lo analiza dentro de la siguiente sección.

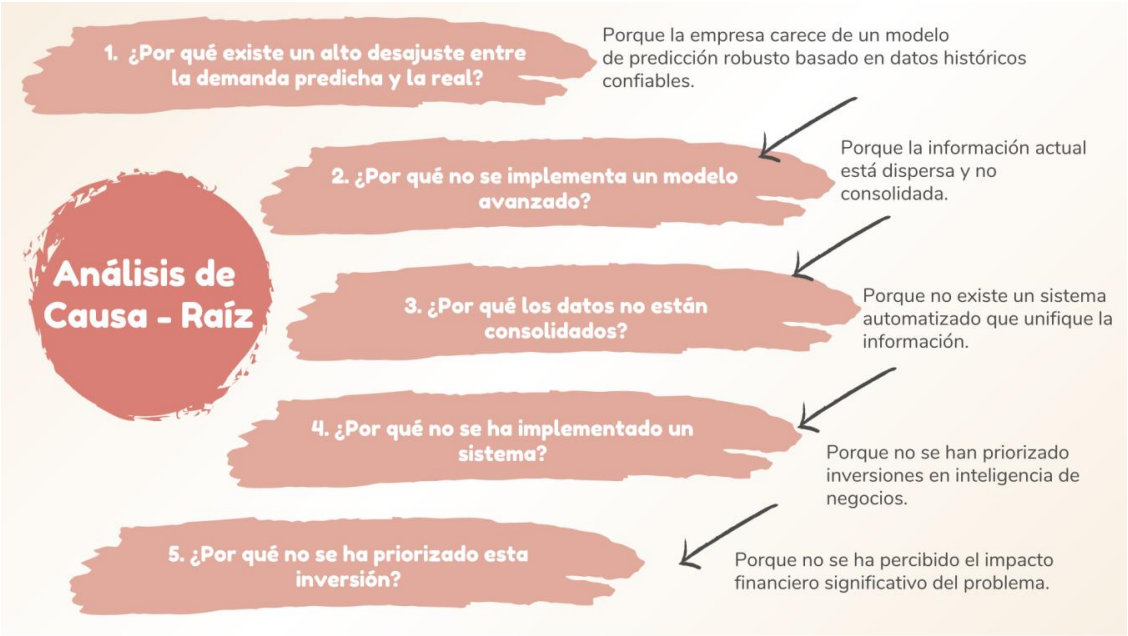
1.2. Formalizar la declaración de la O/P

Análisis de Causa-Raíz (5 ¿Por qué?)

La herramienta de **Análisis de Causa-Raíz** utilizando los **5 Porqués** es de gran utilidad en la práctica empresarial, especialmente cuando se enfrentan problemas complejos como los desajustes entre la demanda predicha y la real. Esta técnica permite desglosar un problema aparentemente simple en múltiples niveles, para descubrir las causas subyacentes. Al aplicar esta herramienta, la empresa identificará de forma efectiva la falta de un modelo de predicción robusto y la dispersión de datos, lo que permite tomar decisiones más informadas. Al profundizar en cada una de las preguntas, se hace visible la necesidad de una infraestructura más avanzada y consolidada, como un sistema automatizado que integre los datos dispersos, Figura 1.

Figura 1.

Análisis de causa- raíz para identificar las de Causas Subyacentes del Desajuste en la Demanda



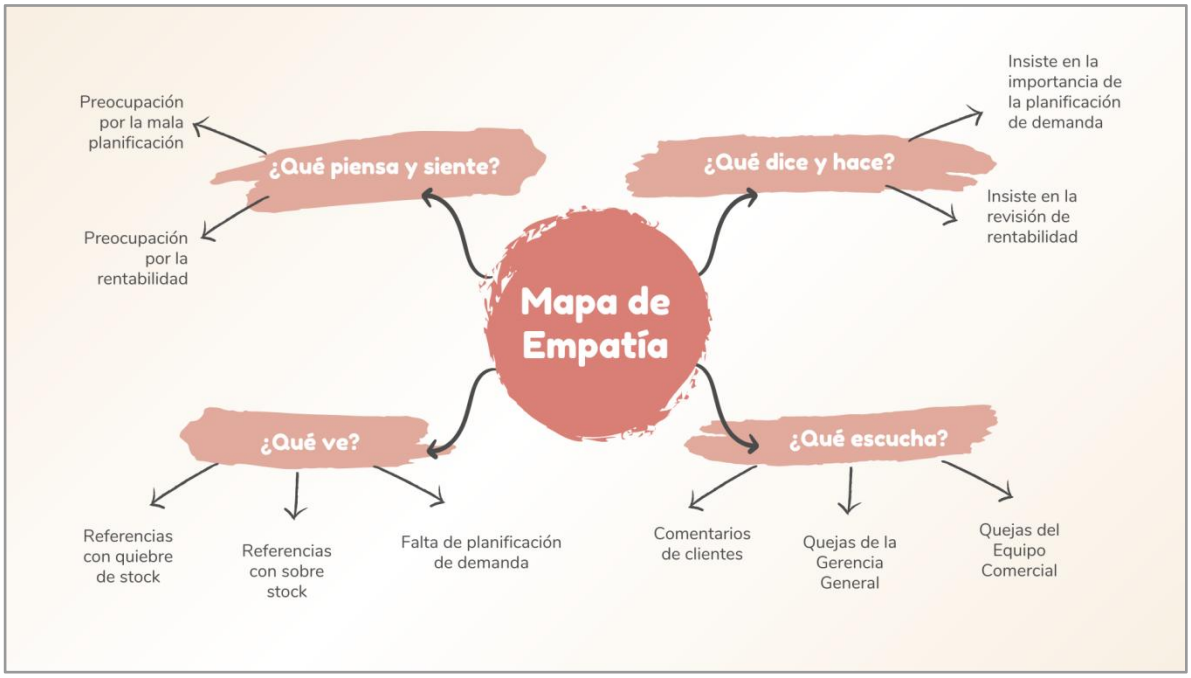
Este enfoque no solo ayuda a entender el problema en su totalidad, sino que también facilita la priorización de inversiones estratégicas, como la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la precisión de las predicciones de demanda y, por ende, reducir los costos logísticos. La aplicación de los 5 Porqués, según (Cotton, 2016), es un proceso iterativo que permite a las organizaciones descubrir problemas que a menudo no son evidentes en una revisión superficial, lo que hace de esta herramienta una parte esencial en la mejora continua de los procesos.

Mapa de empatía

El mapa de empatía es una herramienta fundamental para profundizar en la comprensión de las dinámicas y perspectivas de las partes interesadas clave. Esta técnica permite capturar de manera estructurada las percepciones, preocupaciones y comportamientos de los actores involucrados en la cadena logística y comercial, destacando los principales puntos críticos que afectan tanto la eficiencia operativa como la satisfacción de los clientes.

La Figura 2 representa el resultado de este análisis empático, organizado en cuatro dimensiones: lo que los actores piensan y sienten, lo que ven, lo que escuchan y lo que dicen y hacen. Esta visualización ayuda a identificar áreas específicas de mejora, como la falta de planificación de la demanda, los problemas de sobre stock y quiebres de stock, y las quejas provenientes de diferentes niveles de la organización y del cliente final.

Figura 2. Mapa de Empatía



Al realizar este ejercicio desde la perspectiva del gerente de operaciones:

¿Qué piensa y siente?: Preocupación por el incremento de costos por inventarios y la pérdida de ventas por demanda insatisfecha.

¿Qué escucha?: Comentarios de los clientes sobre falta de productos y quejas del equipo de ventas por la falta de stock en momentos clave.

¿Qué dice y hace?: Insiste en la necesidad de optimizar la planeación de la demanda para mejorar la rentabilidad.

¿Qué ve?: Altos niveles de inventario de ciertos productos mientras otros están agotados.

En este contexto, ambas herramientas permiten deducir que efectivamente la empresa se está focalizando en esta oportunidad de mejora incluso desde el core del negocio que es su planificación estratégica.

Declaración del Problema

"Ajustar la demanda predicha a la demanda real en la empresa ABC permitirá alinear la producción con las necesidades del mercado nacional e internacional y con ello se reducen costos adicionales de inventario, se generan oportunidades de venta y se mejora la rentabilidad."

Beneficios de Solucionar el Problema

1. Reducción de costos: Minimizar los costos de almacenamiento y producción innecesaria.
2. Incremento de ingresos: Capturar ventas actualmente perdidas debido a la falta de disponibilidad de productos.
3. Mejora de la rentabilidad: Incrementar el margen bruto al reducir desperdicios y optimizar la asignación de recursos.
4. Mayor satisfacción del cliente: Garantizar disponibilidad de productos alineada con las expectativas del mercado.

1.3. Identificar objetivos a partir de la O/P

A partir del problema identificado, los objetivos estratégicos de la O/P se plantean de la siguiente manera:

Objetivo 1: Reducir el desajuste entre la demanda predicha y la demanda real.

Meta: Disminuir el error promedio de las predicciones de demanda hasta alcanzar un estándar del 5% como objetivo estratégico dentro de los próximos 6 meses.

Objetivo 2: Optimizar los costos operativos relacionados con inventarios.

Meta: Reducir los costos de almacenamiento del 10% del valor del inventario al 8% en el primer año.

Objetivo 3: Incrementar la satisfacción de los clientes por la disponibilidad de productos.

Meta: Aumentar en un 25% las calificaciones positivas de disponibilidad según las encuestas post-venta en un periodo de un año.

Objetivo 4: Mejorar la eficiencia operativa en los mercados de exportación.

Meta: Incrementar el porcentaje de pedidos exportados a tiempo en un 20% durante el primer año tras implementar la solución.

1.4. Establecer prioridades en sus objetivos

Para priorizar los objetivos, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

Relación estratégica con el problema:

El objetivo más crítico es mejorar la precisión de las predicciones, ya que esto es el núcleo del problema identificado y afecta directamente a los otros objetivos.

Auspiciantes internos y sus intereses:

- Gerente de operaciones: Busca reducir costos de inventarios y optimizar los procesos de producción.

- Gerente de ventas: Prioriza la disponibilidad de productos para satisfacer la demanda y fidelizar a los clientes.
- Director financiero: Interesado en maximizar márgenes y minimizar costos innecesarios.

Indicadores clave:

- Ingresos: Incremento por mayor disponibilidad de productos.
- Costos: Reducción de costos operativos.
- Satisfacción del cliente: Mejora en la percepción de la marca.

Con base en estos criterios, se establecieron las siguientes prioridades:

Objetivos Prioritarios:

- Reducir el desajuste entre la demanda predicha y la demanda real (Objetivo 1).
- Optimizar los costos operativos relacionados con inventarios (Objetivo 2).
- Incrementar la satisfacción de los clientes por disponibilidad de productos (Objetivo 3).

1.5. Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones, además de los criterios o indicadores para comparar las opciones

Para cada objetivo, se establecieron indicadores clave que permiten medir el progreso y los resultados de las alternativas evaluadas:

Tabla 1.

Indicadores de seguimiento

KPI	Descripción	Fórmula de cálculo	Frecuencia	Criterio de alerta	Responsable
1.1 Error Promedio de Predicción (MAPE)	Mide el error porcentual promedio entre la demanda real y la predicha.	$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left\lvert\frac{Demanda_{real} - Demanda_{predicha}}{Demanda_{real}}\right\rvert x\ 100$	Mensual	**Alerta Roja:** > 10% Revisión inmediata de las predicciones **Alerta Amarilla:** 5% - 10% Revisión opcional para mejorar precisión. **Alerta Verde:** < 5% No se requieren cambios	Jefe de Operaciones
1.2 Porcentaje de Productos con Demanda Predicha Acertada	Mide el porcentaje de productos cuya predicción de demanda se encuentra dentro de un margen de error aceptable.	$Porc_acertado = \frac{N°\ productos\ con\ predición\ acertada}{total\ productos}\ x\ 100$	Mensual	**Alerta Roja**: < 80% **Alerta Amarilla:** 80% - 90%	Jefe de Operaciones

1.3 Precisión del Modelo de Predicción	Evalúa la calidad del modelo de predicción mediante la raíz del error cuadrático medio (RMSE).	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i-1}^{n} \left(Demanda_{real} - Demanda_{predicha}\right)^2}{n}}$	Mensual	**Alerta Roja**: RMSE > Valor límite definido según datos históricos	Jefe de Operaciones
2.1 Costo promedio de almacenamiento por unidad	Mide el costo promedio mensual por almacenar cada unidad en inventario.	$Costo\ promedio = \frac{Costo\ total\ de\ almacenamiento}{Número\ de\ unidades}$	Mensual	**Alerta Roja**: Costo > Valor límite definido históricamente.	Dirección financiera
2.2 Costo total de productos no vendidos	Mide el costo total asociado a productos que no se han vendido dentro del período.	Costo no vendido=Costo unidad × Cantidad no vendida	Mensual	**Alerta Roja**: Costo acumulado > 10% de costos totales de inventario.	Dirección financiera
2.3 Porcentaje de reducción en costos totales operativos	Evalúa el nivel de mejora en los costos operativos con respecto a un período base.	$Reducción\ de\ costos = \frac{Costo\ Op.\ Anterior - Costo\ Op.\ Actual}{Costo\ Operativo\ Anterior}$	Trimestral	**Alerta Roja**: Reducción < 5%.	Dirección financiera
3.1 Índice de Satisfacción del Cliente (NPS)	Mide la satisfacción y lealtad del cliente basado en encuestas post-venta.	$NPS = \%Promotores - \%Detractores$	Trimestral	**Alerta Roja**: NPS < 50%.	Mercadeo
3.2 Porcentaje de productos con disponibilidad inmediata	Mide la disponibilidad de productos para venta en el momento que el cliente los necesita.	$Disponibilidad\ Inmediata = \frac{Productos\ Disponibles\ para\ Venta}{Total\ de\ Productos}$ x 100	Trimestral	**Alerta Roja**: Disponibilidad < 85%.	Equipo de ventas

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar cada alternativa, se emplearán los indicadores previamente mencionados, junto con análisis de costo-beneficio que incluyan el cálculo de VAN y TIR. Se realizarán mediciones previas (baseline) y posteriores a la implementación de la alternativa seleccionada, con una periodicidad trimestral, para garantizar un seguimiento continuo.

2. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

Para la identificación y delimitación de alternativas, se propone conformar un equipo multifuncional con los siguientes miembros:

- Gerente General: Visión estratégica general.
- Gerente Financiero: Evaluación de costos, viabilidad financiera y retorno de inversión.
- Jefe de Operaciones: Experiencia en el manejo de inventarios y procesos de producción.
- Encargado de Ventas: Representación de las necesidades del cliente.
- Especialista en Inteligencia de Negocios y Ciencia de Datos (consultor externo): Apoyo en la creación de modelos predictivos y simulaciones.
- Supervisor de Exportaciones: Perspectiva sobre mercados internacionales.
- Representante de Clientes Clave (retailers): Comentarios sobre la experiencia con la empresa.

2.1. Exploración de Opciones

Para generar alternativas, el equipo realizó una lluvia de ideas sin restricciones, enfocándose en posibles soluciones al problema del mal ajuste de la demanda predicha a la demanda real. Durante esta sesión, se identificaron las siguientes opciones iniciales:

Opciones Propuestas (sin delimitación inicial):

1. Implementar un software de planificación avanzada (APS) para mejorar las predicciones.
2. Contratar un equipo interno de analistas de datos para desarrollar un modelo de predicción personalizado.
3. Outsourcing de análisis predictivo a una consultora especializada.
4. Rediseñar el modelo de predicción actual basado en inteligencia artificial.
5. Desarrollar alianzas con retailers para compartir datos en tiempo real sobre demanda.
6. Realizar encuestas más frecuentes a clientes finales para capturar cambios en preferencias.
7. Incrementar la capacidad de almacenamiento para amortiguar el impacto del desajuste.
8. Incorporar un programa piloto de "producción bajo demanda" para reducir inventarios innecesarios.
9. Mantener el statu quo y enfocarse en ajustes operativos menores.

2.2. Delimitación de Opciones

Tras evaluar la factibilidad, los riesgos y los costos preliminares, el equipo seleccionó tres alternativas clave, además de la opción de status quo, basándose en los siguientes criterios:

- Viabilidad Financiera: Soluciones dentro del presupuesto de la empresa.
- Impacto Estratégico: Relación directa con los objetivos prioritarios establecidos en el apartado anterior.
- Simplicidad en la Implementación: Soluciones que puedan ser implementadas en un plazo de 6-12 meses ya que ese es el tiempo estimado por la Gerencia para medir resultados.

2.3. Formalización de Opciones

En la siguiente tabla se detallan las opciones finales, sus ventajas y posibles riesgos.

Tabla 2.

Formalización de las opciones

OPCIÓN	DETALLE	VENTAJA	RIESGO
Implementar un software de planificación avanzada (APS)	Este sistema permite incorporar múltiples variables en las predicciones y optimiza tanto la producción como los inventarios.	Reducción significativa de los errores de predicción.	Inversión inicial alta.
Rediseñar el modelo de predicción actual basado en inteligencia artificial	Crear un modelo interno que utiliza datos históricos y tendencias para generar predicciones más precisas.	Control total sobre el sistema y escalabilidad.	Requiere expertos en datos y capacitación interna.
Incorporar un programa piloto de producción bajo demanda	Producir un porcentaje menor de macetas basado en pedidos confirmados, reduciendo el inventario innecesario.	Reducción directa de costos operativos y alineación con la demanda real.	Podría no satisfacer completamente la demanda en periodos de alta demanda.

Mantener el statu quo	Continuar con el modelo actual mientras se aplican mejoras menores, como ajustar parámetros en el sistema existente.	No implica costos adicionales.	Mantener los mismos niveles de ineficiencia.

Fuente: Elaboración propia

3. Analizar y valorar las alternativas

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 1: Implementar un software de planificación avanzada (APS)

1.1. Costos de la inversión

- Costo inicial del software APS: $50,000 (licencia e implementación inicial).
- Capacitación del personal: $10,000 (entrenamiento en 3 fases, 3 meses).
- Mantenimiento anual: $5,000.
- Costos totales del primer año: $60,000.
- Costos operativos anuales futuros: $5,000.

1.2. Ahorros en los costos

- Reducción del inventario ocioso: 15% ahorro estimado.
- Ahorro en almacenamiento: $12,000 anuales.
- Disminución de costos por obsolescencia: $8,000 anuales.

Total ahorro anual: $20,000.

1.3. Ingresos de la inversión

- Incremento de ventas: Proyectado en 5% gracias a la mejora de predicciones.
- Ingresos adicionales anuales: $25,000 (ventas incrementales).

1.4. Identificar el impacto en el resultado final. Cálculo de VAN y TIR

- Años de evaluación: 5 años.

Tasa de descuento: 10% (suponiendo costo de capital).

$$VAN = -60{,}000 + \left(\frac{25{,}000 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{25{,}000 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{25{,}000 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$$VAN = \$91{,}631.47$$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{45{,}000}{(1+TIR)^t} - 60{,}000 \; -> \; TIR = 60\%$$

1.5. Elaborar un cronograma de costos e ingresos

Tabla 3

Costos e ingresos

Año	Costo Inversión ($)	Ingresos Adicionales ($)	Ahorros ($)	Flujo Neto ($)
0	$60.000,000	$ -	$ -	$-60.000,000
1	$ 5.000,000	$25.000,000	$20.000,000	$ 40.000,000
2	$ 5.000,000	$25.000,000	$20.000,000	$ 40.000,000
3	$ 5.000,000	$25.000,000	$20.000,000	$ 40.000,000
4	$ 5.000,000	$25.000,000	$20.000,000	$ 40.000,000
5	$ 5.000,000	$25.000,000	$20.000,000	$ 40.000,000

Fuente: Elaboración propia

1.6. Evaluar costos y beneficios no cuantificables

Beneficios no cuantificables:

Mejora en la toma de decisiones estratégicas.

Mayor confianza en la planificación de la demanda.

Costos no cuantificables:

Resistencia al cambio por parte del personal.

Riesgo de implementación prolongada.

PROS:	CONTRAS:
Mejora sustancial en la precisión de predicciones. Optimización de inventarios y reducción de costos operativos. Incremento en ventas y satisfacción del cliente.	Alto costo inicial de implementación. Requiere capacitación constante del personal. Dependencia del proveedor del software.

ALTERNATIVA 2: Rediseñar el modelo de predicción actual basado en inteligencia artificial (IA)

2.1. Costos de la inversión

Desarrollo y optimización del modelo: $25,000.

Capacitación del equipo interno: $5,000.

Mantenimiento del modelo y actualizaciones: $3,000 anuales.

2.2. Ahorros en los costos

Reducción de costos de almacenamiento: $10,000 anuales.

Reducción de costos por obsolescencia: $6,000 anuales.

Total ahorro anual: $16,000.

2.3. Ingresos de la inversión

Incremento de ventas: 4% debido a mejores predicciones.

Ingresos adicionales: $20,000 anuales.

2.4. Identificar el impacto en el resultado final. Cálculo de VAN y TIR

Años de evaluación: 5 años.

Tasa de descuento: 10% (suponiendo costo de capital).

$$VAN = -30{,}000 + \left(\frac{20{,}000 + 16{,}000}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{20{,}000 + 16{,}000}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{20{,}000 + 16{,}000}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$$VAN = \$95{,}095.96$$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{36{,}000}{(1+TIR)^t} - 30{,}000 \; -> \; TIR = 107\%$$

2.5. Elaborar un cronograma de costos e ingresos

Tabla 4.

Costos e ingresos

Año	Costo Inversión ($)	Ingresos Adicionales ($)	Ahorros ($)	Flujo Neto ($)
0	$30.000,000	$ -	$ -	$-30.000,000
1	$ 3.000,000	$20.000,000	$16.000,000	$ 33.000,000
2	$ 3.000,000	$20.000,000	$16.000,000	$ 33.000,000
3	$ 3.000,000	$20.000,000	$16.000,000	$ 33.000,000
4	$ 3.000,000	$20.000,000	$16.000,000	$ 33.000,000
5	$ 3.000,000	$20.000,000	$16.000,000	$ 33.000,000

Fuente: Elaboración propia

2.6. Evaluar costos y beneficios no cuantificables

Beneficios no cuantificables:

Desarrollo de capacidades internas en el manejo de IA.

Costos no cuantificables:

Dependencia de calidad de datos históricos.

PROS: CONTRAS:

Menor costo de implementación comparado con el APS.	Ahorros e ingresos menores comparados con el APS.
Desarrollo interno de capacidades en ciencia de datos.	Riesgo de errores iniciales en el modelo.

ALTERNATIVA 3: Incorporar un programa piloto de producción bajo demanda

3.1. Costos de la inversión

Costos de implementación piloto: $15,000.

Tecnología adicional y logística: $10,000.

3.2. Ahorros en los costos

Reducción de inventario: $8,000.

3.3. Ingresos de la inversión

Incremento de ventas: 3%, ingresos adicionales de $15,000.

3.4. Identificar el impacto en el resultado final. Cálculo de VAN y TIR

Años de evaluación: 5 años.

Tasa de descuento: 10% (suponiendo costo de capital).

$$VAN = -25{,}000 + \left(\frac{15{,}000 + 8{,}000}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{15{,}000 + 8{,}000}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{15{,}000 + 8{,}000}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$$VAN = \$62{,}188.10$$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{23{,}000}{(1+TIR)^t} - 25{,}000 \;\rightarrow\; TIR = 88\%$$

3.5. Elaborar un cronograma de costos e ingresos

Tabla 5.

Costos e ingresos

Año	Costo Inversión ($)	Ingresos Adicionales ($)	Ahorros ($)	Flujo Neto ($)
0	$-25.000,000	$ -	$ -	$-25.000,000
1	$ -	$15.000,000	$ 8.000,000	$ 23.000,000
2	$ -	$15.450,000	$ 8.000,000	$ 23.450,000
3	$ -	$15.914,000	$ 8.000,000	$ 23.914,000
4	$ -	$16.391,000	$ 8.000,000	$ 24.391,000
5	$ -	$16.883,000	$ 8.000,000	$ 24.883,000

Fuente: Elaboración propia

3.6. Evaluar costos y beneficios no cuantificables

Beneficios no cuantificables:

Flexibilidad para adaptarse a los cambios en el mercado

Generación de experiencia estratégica con el tiempo

Costos no cuantificables:

Resistencia al cambio interno

Riesgos asociados a poner en marcha un programa piloto

Complejidad operativa

Inversión en capacitación

PROS:	CONTRAS:
Permite validar el modelo de negocio sin comprometer la operación total de la empresa.	Complejidad en la sincronización de tiempos entre la producción y el cliente final.
Proporciona una ventaja competitiva al	Potencial dificultad para escalar el

reducir desperdicios y ajustar mejor la oferta.	modelo más allá del piloto sin mayores inversiones. Requiere coordinación y ajustes logísticos, lo que puede generar resistencia al cambio. Tiende a no reaccionar bien a incrementos temporales de demanda o cambios bruscos.

ALTERNATIVA 4: Mantener el statu quo

4.1. Costos de la inversión

Costos = $0

4.2. Ahorros en los costos

Reducción de inventario: $0

4.3. Ingresos de la inversión

Incremento de ventas: 0% ya que no hay inversión

4.4. Identificar el impacto en el resultado final. Cálculo de VAN y TIR

Años de evaluación: 5 años.

Tasa de descuento: 10% (suponiendo costo de capital).

$$VAN = + \left(\frac{0}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{0}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{0}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$$VAN = \$0$$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{0}{(1+TIR)^t} \; -> \; TIR = 0\%$$

4.5. Elaborar un cronograma de costos e ingresos

No se genera un cronograma ya que no hay inversión en este caso

4.6. Evaluar costos y beneficios no cuantificables

Beneficios no cuantificables:

Estabilidad Operativa

Previsibilidad Financiera

Costos no cuantificables:

Estancamiento Estratégico: Permanecer con el mismo enfoque puede dificultar la capacidad de la empresa para innovar o adaptarse a nuevas dinámicas de mercado.

Percepción de Inacción: Clientes y socios pueden percibir a la empresa como poco dinámica o poco comprometida con la mejora continua.

Riesgos de Obsolescencia: La falta de optimización podría incrementar el riesgo de acumulación de productos no vendidos o errores operativos mayores en el futuro.

PROS:	CONTRAS:
El personal ya está adaptado al modelo, lo que reduce la incertidumbre operativa.	No se abordan problemas actuales de predicción de demanda, lo que podría agravar errores.
Operación estable y sin interrupciones.	Falta de capacidad para adaptarse a cambios del mercado o aprovechar oportunidades nuevas.
	Se pierde competitividad frente a

empresas que implementen soluciones más innovadoras.

SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA:

Posterior al análisis realizado se decide avanzar con la revisión de la alternativa de mayor viabilidad conforme el tamaño de la empresa, su capacidad de inversión y alineándose a los objetivos estratégicos de la misma; la alternativa 2: Rediseñar el modelo de predicción actual basado en inteligencia artificial (IA). Esta alternativa se ve sustentada en una tasa de retorno de la inversión del 107% y un valor actual neto de $95,095.96 que supone el 50% de la inversión de la alternativa 1 y con una mejor TIR. Además, esta alternativa presenta grandes ventajas para la capacitación del personal y el trabajo con recursos actualmente disponibles en la compañía.

4. Evaluación de riesgos de la opción elegida

La implementación de la alternativa 2, basada en el rediseño del modelo de predicción actual mediante inteligencia artificial (IA), requiere una adecuada planificación que asegure tanto la disponibilidad de recursos como la adopción efectiva de la solución. Cabe destacar que se necesita de tres meses previos para que la empresa ajuste los indicadores de 2023 y 2024 ya que el Gerente menciona que la base de datos de estos años tiene errores por su cambio de ERP. En ese caso, a continuación, se detallan las fases clave del proceso, indicando los tiempos de consecución (duración de la preparación y aprobación previa a la implementación) y el tiempo de implementación dentro de los 6 meses planificados para ello:

Tabla 5.

Fases claves del proceso consecución e implementación

Fase	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1: Preparación																								
Fase 2: Desarrollo del modelo de IA																								
Fase 3: Implementación piloto																								
Fase 4: Ejecución Completa																								
Fase 5: Monitoreo y Optimización																								

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los potenciales riesgos asociados a la selección de la Alternativa 2:

1. Actualmente, el equipo no tiene experiencia avanzada en manejo y mantenimiento de sistemas de IA, lo que puede ralentizar la adopción y aumentar la dependencia de consultores externos.
2. No se cuenta con el presupuesto total ($30,000) para implementar la solución; además, puede haber fluctuaciones en el costo de licencias y herramientas requeridas.
3. El tiempo de implementación (estimado en 6 meses) puede extenderse debido a retrasos en la configuración del modelo y la capacitación del equipo.
4. Si los resultados del modelo no mejoran la precisión de las predicciones, se perderá la inversión y habrá un impacto negativo en la operación.
5. Cambios en el entorno que pueden afectar.

5.1. La variación en la demanda del mercado puede invalidar los supuestos de predicción del modelo.

5.2. Incremento en los costos de mantenimiento y actualización de IA debido a cambios tecnológicos.

Con base en los riesgos antes mencionados se ha construido la Matriz de Probabilidad - Impacto para la evaluación de estos.

Figura 3.

Matriz de Probabilidad - Impacto

		IMPACTO				
		1 INSIGNIFICANTE	2 BAJO	3 MODERADO	4 ALTO	5 CATASTRÓFICO
PROBABIBLIDAD	5 MUY PROBABLE	5	10	15	20	25
	4 PROBABLE	4	8	12	16	20
				Retrasos en la implementación		
	3 POSIBLE	3	6	9	12	15
				Incremento en los costos de mantenimiento de IA	- Falta de personal capacitado - Insuficiencia de recursos financieros	
	2 IMPROBABLE	2	4	6	8	10
				Cambios en la demanda del mercado	Falta de mejora en la precisión del modelo	
	1 MUY IMPROBABLE	1	2	3	4	5
		1-6 BAJO RIESGO		7-12 MÍNIMO RIESGO	13-25 ALTO RIESGO	

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de este análisis, se evidencia que los potenciales riesgos son bajos o mínimos para lo que se plantean las siguientes alternativas de mitigación:

Tabla 6.

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Valoración	Plan de Mitigación
Falta de personal capacitado	Alto	Posible	12	Capacitación intensiva Consultores externos para las primeras fases.
Insuficiencia de recursos financieros	Alto	Posible	12	Cronograma de financiamiento, negociar costos flexibles, buscar subsidios.
Retrasos en la implementación	Moderado	Probable	12	Cronograma detallado Gestor del proyecto para monitorear avances.
Falta de mejora en la precisión del modelo	Moderado	Posible	8	Pruebas piloto en paralelo antes del despliegue completo.
Cambios en la demanda del mercado	Moderado	Improbable	6	Añadir variables externas relevantes al modelo para mayor adaptabilidad.
Incremento en los costos de mantenimiento de IA	Moderado	Posible	9	Contratos con cláusulas de mantenimiento y actualizaciones.

Alternativas de mitigación

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de riesgos es un componente esencial al analizar la viabilidad y los posibles resultados de las decisiones estratégicas. En el presente caso es crucial considerar cómo diferentes variables pueden influir en el éxito o fracaso de la implementación de la alternativa elegida. Este análisis examina el impacto de los posibles escenarios, tanto positivos como negativos, sobre los resultados financieros y operativos del proyecto. Al explorar cómo las fluctuaciones en los ahorros y los costos pueden afectar el rendimiento

esperado, se obtiene una comprensión más clara de los riesgos y beneficios involucrados en la alternativa seleccionada.

Escenario Positivo: Ahorros Mayores y Costos Controlados

En este escenario se asume que la implementación del modelo de IA genera mayores ahorros operativos y se controlan los costos durante el proceso. Los supuestos son:

- **Ahorros anuales aumentan en un 20%**, pasando de $16,000 a $19,200 debido a que el costo de almacenamiento se redujo considerablemente.

El flujo de caja se modifica de la siguiente manera:

Tabla 7.

Flujo de efectivo – escenario positivo

Año	Costo Inversión ($)	Ingresos Adicionales ($)	Ahorros ($)	Flujo Neto ($)
0	$ 30.000,000	$ -	$ -	$-30.000,000
1	$ 3.000,000	$20.000,000	$19.200,000	$ 36.200,000
2	$ 3.000,000	$20.000,000	$19.200,000	$ 36.200,000
3	$ 3.000,000	$20.000,000	$19.200,000	$ 36.200,000
4	$ 3.000,000	$20.000,000	$19.200,000	$ 36.200,000
5	$ 3.000,000	$20.000,000	$19.200,000	$ 36.200,000

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del VAN y TIR:

Aplicando una tasa de descuento del 10%, el VAN y la TIR se calculan como:

$$VAN = -30{,}000 + \left(\frac{19{,}200 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{19{,}200 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{19{,}200 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$VAN = \$107{,}226.48$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{39{,}200}{(1+TIR)^t} - 30{,}000 \; -> \; TIR = 118\%$$

En este sentido, La alternativa se vuelve significativamente más rentable bajo condiciones favorables, con un VAN positivo elevado y mayor al proyectado anteriormente y una TIR del 118%, lo que indica un retorno considerablemente superior al costo de capital del 10%.

Escenario Negativo: Ahorros Menores y Costos Incrementados

En este escenario se asume que los ahorros no alcanzan lo proyectado y los costos de implementación aumentan debido a retrasos o sobrecostos. Los supuestos son:

- **Ahorros anuales disminuyen en un 20%**, pasando de $16,000 a **$12,800**.

El flujo de caja se ajusta de la siguiente manera:

Cálculo del VAN y TIR:

Tabla 8.

Flujo de efectivo – escenario negativo

Año	Costo Inversión ($)	Ingresos Adicionales ($)	Ahorros ($)	Flujo Neto ($)
0	$ 30.000,000	$ -	$ -	$-30.000,000
1	$ 3.000,000	$20.000,000	$12.800,000	$ 29.800,000
2	$ 3.000,000	$20.000,000	$12.800,000	$ 29.800,000
3	$ 3.000,000	$20.000,000	$12.800,000	$ 29.800,000
4	$ 3.000,000	$20.000,000	$12.800,000	$ 29.800,000
5	$ 3.000,000	$20.000,000	$12.800,000	$ 29.800,000

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la misma tasa de descuento del 10%, el VAN se calcula como:

$$VAN = -30{,}000 + \left(\frac{12{,}800 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^1}\right) + \left(\frac{12{,}800 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^2}\right) + \ldots + \left(\frac{12{,}800 + 20{,}000}{(1+0{,}10)^5}\right)$$

$$VAN = \$82{,}965.45$$

$$0 = \Sigma_{t=1}^{5} \frac{32{,}800}{(1+TIR)^t} - 30{,}000 \; -> \; TIR = 96\%$$

En consecuencia, Bajo condiciones desfavorables, la alternativa pierde rentabilidad, resultando en un VAN menor pero igualmente atractivo y una TIR del 96%, lo que indica que, a pesar de condiciones desfavorables en los costos operativos, la alternativa sigue siendo atractiva para la inversión a realizarse.

El análisis de sensibilidad de la Alternativa 2 evidencia que la rentabilidad del proyecto es sensible a variaciones en los ahorros generados y los costos operativos. Esto resalta la importancia de implementar estrategias de mitigación para controlar los costos y maximizar los ahorros esperados, asegurando la viabilidad del proyecto.

5. Plan de implementación

Este proyecto está compuesto por 5 fases bien diferenciadas donde cada resultado medible se constituye en un hito. Las fases se analizan a continuación:

Fase 1: Preparación

En esta fase, se establece la base del proyecto, incluyendo la planificación, validación del presupuesto y definición del equipo de trabajo. Se busca obtener el compromiso de los tomadores de decisiones.

Tabla 9.
Fase de Preparación

Resultado	Plazo final	Persona responsable

Resultado	Plazo final	Persona responsable
Aprobación del proyecto y asignación de presupuesto	Dos semanas	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones
Conformación del equipo de trabajo	Dos semanas a partir de la aprobación del proyecto	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios:

- Presentación del caso de negocio completo.
- Tiempo empleado para la reunión con la Gerencia y Jefe de Operaciones para la aprobación y asignación del presupuesto que asciende inicialmente a $30.000.
- Reunión con Departamento de Recursos Humanos para selección y comunicación al equipo operativo de la empresa que está directamente relacionado al proyecto. (Analista de Compras, Analista de Planificación, Gerente Financiero, Jefe de Operaciones, Representante de Recursos Humanos, Estratega de Ventas, Auxiliar de Comercio Exterior).

Fase 2: Desarrollo

En esta fase se diseña y desarrolla el modelo de predicción basado en inteligencia artificial. Incluye la consolidación y limpieza de datos históricos, además de la implementación de algoritmos de predicción.

Tabla 10.

Fase de Desarrollo.

Resultado	Plazo final	Persona responsable
Modelo inicial desarrollado y validado con datos históricos.	Seis semanas	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios:

- Datos históricos de la empresa para preprocesamiento de información y generación de ejemplos prácticos para capacitaciones.
- Herramientas analíticas (Python, R) y sus licencias y tecnología costo estimado de $3.000 anuales.

Fase 3: Implementación Piloto

En esta fase se prueba el modelo en un ambiente controlado para evaluar su desempeño con datos reales. Se realizan ajustes según los resultados del piloto.

Tabla 11.
Fase de Implementación Piloto.

Resultado	Plazo final	Persona responsable
Validación del modelo con datos reales, ajustes finales realizados.	Cuatro semanas	Consultor externo

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios:

- Datos reales levantados en las semanas transcurridas en las fases anteriores
- Herramientas analíticas como R y Python para medir el rendimiento del modelo con datos reales y poder generar ajustes conforme las pruebas
- Presupuesto adicional referente a recursos humanos adicionales para estos ajustes en el tiempo en caso de persistir algún desajuste.

Fase 4: Ejecución Completa

En esta fase se integra el modelo en todas las operaciones de la empresa y se capacita al personal operativo. Se establecen procesos regulares de monitoreo y ajustes continuos.

Tabla 12.
Fase de Ejecución Completa.

Resultado	Plazo final	Persona responsable
Modelo implementado en toda la empresa	Cuatro semanas a partir de las pruebas piloto	Líder del proyecto / Jefe de Operaciones
Procesos de monitoreo y ajustes continuos establecidos	Cuatro semanas a partir de las pruebas piloto	Líder del proyecto / Jefe de Operaciones
Personal operativo capacitado	Dos semanas a partir del establecimiento de procesos de monitoreo y ajuste continuo	Consultor externo

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios:

- Recursos humanos capacitados
- Infraestructura técnica habilitada
- Presupuesto ya asignado previamente para mantenimiento y licencias.

Fase 5: Monitoreo y Optimización

Se da seguimiento al desempeño del modelo, midiendo indicadores clave y realizando ajustes para maximizar los beneficios.

Tabla 13.
Fase de Monitoreo y Optimización

Resultado	Plazo final	Persona responsable

Resultado	Plazo final	Persona responsable
Optimización continua del modelo y monitoreo	Siete semanas a partir del establecimiento de procesos	Líder del proyecto / Jefe de Operaciones

Fuente: Elaboración propia

Recursos necesarios:

- Herramientas de análisis de negocios
- Reportes de desempeño con indicadores clave y su evolución en el tiempo.
- Reuniones periódicas de revisión de resultados

Nivel esperado de beneficios:

- Ahorro neto anual de $16.000 debido a la reducción del costo de almacenamiento y costos por obsolescencia del producto derivados de una mejor planificación de abastecimiento.

- Ingreso adicional anual de $20.000 debido al incremento del 4% en las ventas producto de un ajuste en las predicciones de demanda y la reducción de quiebres de stock en los puntos de venta.

Estos beneficios comenzarán a generarse de manera progresiva a partir de la puesta en marcha de la fase 4 que concierne a la ejecución completa y se verán reflejados en los estados financieros antes del año de ejecución pues al sumar el ahorro e ingreso adicional proyectado para el primer año y restar la inversión inicial tenemos un saldo positivo para la empresa de aproximadamente $6.000 en el primer año.

KPIs de control:

- Error Promedio de Predicción (MAPE) < 5%

- Porcentaje de Productos con demanda predicha acertada > 90%

- Precisión del modelo de predicción RMSE. Indicador definido dependiendo del modelo de predicción. Es decir, se evaluará al momento de pasar la fase 4
- Costo promedio de almacenamiento por unidad
- Costo total de productos no vendidos
- Porcentaje de reducción en costos totales operativos > 2% (máx 8% costo total)
- Índice de Satisfacción del Cliente (NPS) > 80%
- Porcentaje de productos con disponibilidad inmediata > 85%

Cronograma de implementación

Este proyecto se plantea desarrollar en 5 fases con un total de 8 hitos siguiente el cronograma explicado en la Figura 4.

Figura 4.

Cronograma de implementación

Fase	Actividad	Duración (semanas)	Fecha Inicio	Fecha Fin	Responsable	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1: Preparación	Aprobación del proyecto y asignación de presupuesto	2	01/03/2025	14/03/2025	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones																								
	Conformación del equipo de trabajo	2	15/03/2025	28/03/2025	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones																								
Fase 2: Desarrollo	Consolidación y limpieza de datos históricos	3	29/03/2025	18/04/2025	Líder del Proyecto																								
	Desarrollo del modelo inicial	3	19/04/2025	09/05/2025	Líder del Proyecto																								
Fase 3: Implementación Piloto	Validación del modelo con datos reales	4	10/05/2025	06/06/2025	Consultor Externo																								
	Ajustes al modelo basado en pruebas	2	07/06/2025	20/06/2025	Consultor Externo																								
Fase 4: Ejecución Completa	Integración del modelo en operaciones	4	21/06/2025	18/07/2025	Líder del Proyecto / Jefe de Operaciones																								
	Capacitación del personal operativo	2	19/07/2025	01/08/2025	Consultor Externo																								
Fase 5: Monitoreo y Optimización	Seguimiento y optimización continua	7	19/07/2025	31/08/2025	Jefe de Operaciones																								

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El caso de negocio desarrollado para la empresa ABC, siguiendo el formato de análisis de Harvard, permite abordar de manera estructurada el problema del desajuste entre la demanda predicha y la demanda real. A través de un análisis integral, se identificaron las principales causas del problema, se evaluaron alternativas viables y se seleccionó la solución más adecuada.

La alternativa de rediseñar el modelo predictivo basado en inteligencia artificial se destaca como la opción más rentable y estratégica, gracias a su capacidad para mejorar significativamente la precisión en las predicciones y reducir costos asociados al inventario. Este enfoque genera un Valor Actual Neto (VAN) positivo de $95,095.96 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 107%, lo que evidencia su impacto favorable en los resultados financieros de la empresa.

El análisis realizado también permite identificar los costos de implementación, los beneficios financieros y operativos, así como los riesgos asociados y sus respectivos planes de mitigación. Además, la planificación estructurada por fases y hitos asegura que el proceso de implementación sea eficiente y que los objetivos establecidos se cumplan dentro de los plazos previstos.

En definitiva, la aplicación de un enfoque sistemático y basado en datos no solo permite resolver un problema crítico, sino que también proporciona a la empresa un marco robusto para mejorar su toma de decisiones a largo plazo.

Recomendaciones

Para asegurar el éxito de la implementación y maximizar los beneficios del proyecto, se sugieren las siguientes acciones:

Es fundamental avanzar con la implementación del rediseño del modelo predictivo, asegurando la correcta capacitación del equipo involucrado y estableciendo un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar el desempeño del modelo en tiempo real. Paralelamente, es crucial optimizar la gestión de inventarios, ajustando los niveles de

seguridad y utilizando indicadores claros como la rotación de inventarios para identificar áreas de mejora.

La consolidación de una base de datos centralizada debe ser prioritaria, pues permitirá garantizar la calidad y accesibilidad de la información histórica necesaria para futuros análisis. Esto debe complementarse con la realización periódica de análisis de sensibilidad que anticipen posibles cambios en el entorno y permita adaptar las estrategias rápidamente.

Además, se recomienda reforzar la experiencia del cliente mediante encuestas post-venta que midan la satisfacción y ajusten las estrategias de disponibilidad de productos en tiempo real. A largo plazo, sería conveniente considerar la integración de herramientas más avanzadas, como un software de planificación avanzada (APS), que complemente el modelo predictivo y permita gestionar procesos más complejos.

Finalmente, para asegurar la sostenibilidad de las mejoras, se deben alinear las estrategias del modelo predictivo con la planificación de exportaciones, promoviendo a la vez una cultura organizacional orientada hacia la innovación tecnológica y la toma de decisiones basadas en datos. Estas acciones no solo fortalecerán la posición competitiva de la empresa, sino que también garantizarán un impacto positivo sostenido en sus operaciones y resultados financieros.

Referencias

Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2016). *Optimization of supply chain management: An integrated approach*. Springer.

Banco Mundial. (2020). *Índice de Desempeño Logístico*.

Cámara de Comercio de Quito. (2022). *Informe del sector exportador*.

CEPAL. (2020). *Transformación digital en la logística de América Latina y el Caribe*. Repositorio CEPAL.

Chien, C. F., Wu, Y. C., & Shih, W. H. (2019). *Forecasting demand using machine learning models*. International Journal of Production Economics, 209, 45-56.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.

Cotton, D. (2016). The Smart Solution Book: 68 Tools for Brainstorming, Problem Solving and Decision Making. FT Publishing International.

Estevadeordal, A., Rodríguez, A., & Volpe, C. (2020). *Facilitación del comercio y logística en América Latina*. CEPAL.

INEC. (2022). *Estadísticas de exportación ecuatoriana*.

Kilpatrick, M., & Barter, C. (2020). *Digitalización y logística portuaria*. CEPAL.

Pérez, R., & Sánchez, J. (2019). *Reducción de costos logísticos en países de tránsito*. CEPAL.

Anexos

Anexo 1. Ingresos por ventas

20. Ingresos De Actividades Ordinarias

El rubro de esta partida al 31 de diciembre de 2022 se presenta según el siguiente detalle:

Años terminados en Diciembre 31.	2022	2021
	-	-
Ventas 12%	619,764	659,350
Ventas 0%	-	-
Exportanciones netas	977,014	633,811
	1,596,778	1,293,160

Fuente: Informe de Auditoría 2022

Anexo 2. Indicadores de ingresos y costos

INDICADORES INGRESOS Y COSTOS LA CASA DE LA MACETA 2021 - 2022									
Año	Tipo de Maceta	Calidad	Ventas Nacionales (USD)	Exportaciones (USD)	Ventas Totales (USD)	Demanda Predicha (unidades)	Demanda Real (unidades)	Diferencia Predicha-Real (%)	Costo Inventarios (USD)
2021	Pequeña	Estándar	$ 79.824,69	$ 67.719,51	$ 207.544,20	4250	3800	11,84%	$ 34.000,00
2021	Mediana	Estándar	$ 156.191,48	$ 83.283,59	$ 239.475,07	5000	4400	13,64%	$ 50.000,00
2021	Grande	Estándar	$ 231.754,57	$ 99.649,38	$ 271.403,95	5500	4800	14,58%	$ 66.000,00
2021	Pequeña	Premium	$ 47.894,81	$ 111.754,57	$ 159.649,38	2900	2400	20,83%	$ 29.000,00
2021	Mediana	Premium	$ 63.859,75	$ 127.719,51	$ 191.579,26	3300	2900	13,79%	$ 49.500,00
2021	Grande	Premium	$ 79.824,69	$ 143.684,44	$ 223.509,14	3800	3300	15,15%	$ 60.800,00
2022	Pequeña	Estándar	$ 97.800,30	$ 159.865,88	$ 257.666,18	4550	4100	10,98%	$ 36.400,00
2022	Mediana	Estándar	$ 116.608,05	$ 178.673,63	$ 295.281,68	5100	4600	10,87%	$ 51.000,00
2022	Grande	Estándar	$ 135.415,80	$ 197.481,38	$ 332.897,18	5500	5000	10,00%	$ 66.000,00
2022	Pequeña	Premium	$ 58.304,03	$ 102.453,61	$ 199.362,15	2800	2500	12,00%	$ 28.000,00
2022	Mediana	Premium	$ 77.111,78	$ 159.865,88	$ 236.977,65	3500	3000	16,67%	$ 52.500,00
2022	Grande	Premium	$ 134.524,05	$ 178.673,63	$ 274.593,15	3800	3400	11,76%	$ 60.800,00

Año	Tipo de Maceta	Calidad	Rotación Inventarios	Precio Promedio Nacional (USD)	Precio Promedio Exportación (USD)	Ingreso Promedio por Unidad (USD)	Porcentaje Exportaciones	Costo Promedio por Unidad (USD)	Margen Bruto (USD)
2021	Pequeña	Estándar	4,5	$ 21,01	$ 17,82	$ 38,83	45,90%	$ 8,95	$ 113.544,20
2021	Mediana	Estándar	5	$ 35,50	$ 18,93	$ 54,43	34,78%	$ 11,36	$ 189.475,07
2021	Grande	Estándar	5,5	$ 48,28	$ 20,76	$ 69,04	30,07%	$ 13,75	$ 265.403,95
2021	Pequeña	Premium	6	$ 19,96	$ 46,56	$ 66,52	70,00%	$ 12,08	$ 130.649,38
2021	Mediana	Premium	6,5	$ 22,02	$ 44,04	$ 66,06	66,67%	$ 17,07	$ 142.079,26
2021	Grande	Premium	7	$ 24,19	$ 43,54	$ 67,73	64,29%	$ 18,42	$ 162.709,14
2022	Pequeña	Estándar	4,6	$ 23,85	$ 38,99	$ 62,85	62,04%	$ 8,88	$ 221.266,18
2022	Mediana	Estándar	5,1	$ 25,35	$ 38,84	$ 64,19	60,51%	$ 11,09	$ 244.281,68
2022	Grande	Estándar	5,6	$ 27,08	$ 39,50	$ 66,58	59,32%	$ 13,20	$ 266.897,18
2022	Pequeña	Premium	6,1	$ 23,32	$ 40,98	$ 64,30	63,73%	$ 11,20	$ 132.757,63
2022	Mediana	Premium	6,6	$ 25,70	$ 53,29	$ 78,99	67,46%	$ 17,50	$ 184.477,65
2022	Grande	Premium	7,1	$ 39,57	$ 52,55	$ 92,12	57,05%	$ 17,88	$ 252.397,67

VENTAS NACIONALES 2021	$ 659.350,00	**VENTAS NACIONALES 2022**	$ 619.764,00
VENTAS INTERNACIONALES 2021	$ 633.811,00	**VENTAS INTERNACIONALES 2022**	$ 977.014,00
TOTAL VENTAS 2021	$ 1.293.161,00	**TOTAL VENTAS 2022**	$ 1.596.778,00
CRECIMIENTO INTERANUAL	23,5%		
COSTO DE ALMACENAMIENTO	$ 29.470,00	**ERROR PROMEDIO PREDICCIÓN 2021**	14,97%
COSTO DE TRANSPORTE	$ 111.774,46	**ERROR PROMEDIO PREDICCIÓN 2022**	12,05%
COSTO DE OBSOLECENCIA	$ 1.770,08		