

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Implementación de políticas de inventario para una empresa que
comercializa suplementos naturales de origen fitogénico

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Alfredo Enrique Arteta Ortiz

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres Ruperto Arteta y Lorena Ortiz, a mis abuelos Alfredo Arteta, Maritza Márquez, Casimiro Ortiz y a mi abuela Vilma Morán que en paz descanse. A mis hermanos Andrés y Angelina, a mis tíos, tías, primos y a la familia Romero Reinoso.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Geovany Villamar y al Ing. Mauro Intriago quienes me abrieron las puertas de la empresa donde se desarrolla este proyecto y a todo el personal que me dio soporte e información. También al Dr. Kleber Barcia por las tutorías brindadas y al Ing. Jaime Macías por guiarme con sus conocimientos sobre pronósticos y control de inventarios.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Alfredo Enrique Arteta Ortiz* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Alfredo Arteta O.

Alfredo Enrique Arteta Ortiz

EVALUADORES

.....
María Fernanda López S., M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Kleber Barcia V., Ph. D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se desarrolla en una empresa que importa, almacena y distribuye suplementos vitamínicos para animales de origen fitogénico. Esta empresa, ubicada en la ciudad de Samborondón, Ecuador, ha registrado altos costos de gestión de inventario en el año 2022 y desea reducirlos. El presente trabajo busca reducir los costos de gestión de inventario.

La metodología aplicada para el desarrollo del proyecto es DMAIC, la cual consta de cinco etapas: Definición, Medición, Análisis, Implementación y Control. El método ABC fue utilizado para identificar aquellos productos que por su demanda histórica y valor monetario tienen mayor influencia en los costos y enfocar los análisis posteriores sobre estos productos.

La solución seleccionada fue implementar políticas de inventario utilizando el modelo de Revisión Periódica (T, S) en todos los productos tipo A y por medio de simulación manual se obtuvieron los costos de gestión de inventario si se implementase la política propuesta.

Con la implementación de la política, los costos de gestión de inventario fueron reducidos en un 23.5%

Palabras Clave: DMAIC, políticas de inventario, pronósticos, costos de inventario.

ABSTRACT

This degree project is carried out in a company that imports, stores and distributes vitamin supplements of phytogetic origin for animals. This company, located in the city of Samborondón, Ecuador, has registered high inventory management costs in the year 2022 and wants to reduce them. The present work seeks to reduce the costs of inventory management.

The methodology applied for the development of the project is DMAIC, which consists of five stages: Definition, Measurement, Analysis, Implementation and Control. The ABC method was used to identify those products that, due to their historical demand and monetary value, have the greatest influence on costs and focus subsequent analyzes on these products.

The selected solution was to implement inventory policies using the Periodic Review (T,S) model in all Type A products and through manual simulation, inventory management costs were obtained if the proposed policy were implemented.

With the implementation of the policy, inventory management costs were reduced by 23.5%

Keywords: DMAIC, inventory policies, forecasts, inventory costs.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.1.1 Variable de interés	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Marco teórico.....	2
1.4.1 SIX SIGMA	3
1.4.2 DMAIC.....	3
1.4.3 Costos de gestión de inventario	3
1.4.5 Modelos de pronóstico	4
1.4.6 Simulación.....	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. Metodología.....	6
2.1 Fase de definición	6
2.1.1 Levantamiento de información	6

2.1.2	VOC	7
2.1.3	3W+2H.....	8
2.1.4	SIPOC.....	8
2.2	Fase de medición	9
2.2.1	Estratificación.....	9
2.2.2	Problema enfocado	10
2.2.3	Value Stream Mapping.....	11
2.2.4	Plan de recolección de datos	12
2.2.5	Confiabilidad de los datos	13
2.2.6	Análisis de control y de capacidad.....	13
2.3	Análisis	16
2.3.1	Lluvia de ideas de causas.....	16
2.3.2	Diagrama de Ishikawa	17
2.3.3	Matriz Causa – Efecto.....	18
2.3.4	Matriz Esfuerzo – Impacto	19
2.3.5	Plan de verificación de causas.....	20
2.3.6	Análisis 5 por qué	23
2.4	Implementación de las soluciones	23
2.4.1	Lluvia de ideas de las posibles soluciones	23
2.4.2	Análisis esfuerzo-impacto.....	24
2.4.3	Análisis del comportamiento de la demanda y pronóstico.....	27
2.4.4	Implementación de políticas de inventario.....	30
2.5	Plan de control.....	31
CAPÍTULO 3.....		32
3.	Resultados y Análisis	32
3.1	Simulación de políticas de inventario	32
3.2	Resultados de la implementación	34

CAPÍTULO 4.....	40
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
Conclusiones	40
Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

ADI	Intervalo entre demanda
CV	Coeficiente de variación del tamaño de la demanda
LT	Lead time
MAD	Desviación absoluta media
MSE	Error cuadrático medio
MAPE	Porcentaje de error absoluto medio
SB	Syntetos Boylan
SED	Suavización exponencial doble
SES	Suavización exponencial simple
SKU	Código de producto
TS	Señal de rastreo
VOC	Voz del cliente

SIMBOLOGÍA

T	Periodo de revisión de stock
k	Factor de seguridad de inventario
ss	Stock de seguridad
S	Nivel máximo de inventario
D_{T+LT}	Demanda promedio durante LT más T
$\sigma_{mensual}$	Desviación estándar mensual del error de pronóstico
σ_{T+LT}	Desviación del error de pronóstico en el periodo T + LT
Kg	Kilogramos
t	Toneladas métricas
Q	Lote mínimo de reabastecimiento

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Registro Histórico de los Costos de Gestión de Inventario	1
Figura 2.1	Voz del cliente.....	7
Figura 2.2	3W+2H.....	8
Figura 2.3	SIPOC.....	8
Figura 2.4	Estratificación 1.....	9
Figura 2.5	Estratificación 2.....	10
Figura 2.6	VSM.....	11
Figura 2.7	Identificación de la distribución de los costos de inventario.....	14
Figura 2.8	Gráfico de control de los costos de gestión de inventario.....	15
Figura 2.9	Análisis de Capacidad	16
Figura 2.10	Lluvia de ideas de soluciones.....	17
Figura 2.11	Diagrama de Ishikawa	18
Figura 2.12	Matriz Causa – Efecto	19
Figura 2.13	Matriz Esfuerzo – Impacto.....	20
Figura 2.14	Verificación de causa 5.....	21
Figura 2.15	Verificación de Causa 13.....	22
Figura 2.16	Liquidación de Importación del 19 de agosto del 2022.....	22
Figura 2.17	Lluvia de ideas de soluciones.....	24
Figura 2.18	Matriz esfuerzo impacto.....	26
Figura 2.19	Resultados del pronóstico del producto SPEP	28
Figura 2.20	Modelo Syntetos-Boylan implementado	29
Figura 3.1	Simulación aplicando políticas (T, S).....	33
Figura 3.2	Mejora en el costo mensual promedio de gestión de inventario	35
Figura 3.3	Mejora en el inventario promedio anual por producto.....	35

Figura 3.4	Inventario de pallets en racks	36
Figura 3.5	Indicador de ocupación de bodega	37
Figura 3.6	Indicador de nivel de inventario	37
Figura 3.7	Mejora en el componente ambiental de la sostenibilidad.....	38
Figura 3.8	Mejora en el componente social de la sostenibilidad	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Principales productos de la Empresa.....	6
Tabla 2.2	Plan de recolección de datos.....	12
Tabla 2.3	Plan de Verificación de Datos.....	13
Tabla 2.4	Plan de Verificación de Causas.....	21
Tabla 2.5	Análisis de los 5 Por qué.....	23
Tabla 2.6	Impacto de las soluciones propuestas.....	24
Tabla 2.7	Ponderación de costo de implementación anual.....	25
Tabla 2.8	Ponderación de horizonte de tiempo.....	25
Tabla 2.9	Esfuerzo ponderado de las soluciones propuestas.....	26
Tabla 2.10	Intervalos promedio entre demanda.....	27
Tabla 2.11	Coeficientes de variación del tamaño de la demanda.....	27
Tabla 2.12	Resultados del MAD, MAPE Y MSE entre las técnicas de pronóstico ...	28
Tabla 2.13	Resumen de errores y parámetros óptimos obtenidos.....	29
Tabla 2.14	Datos de LT, Q, demanda anual y precio de compra.....	30
Tabla 2.15	Política de revisión Continua (T,S).....	30
Tabla 2.16	Plan de control de las soluciones.....	31
Tabla 3.1.	Parámetros del simulador.....	32
Tabla 3.2.	Resultados de la simulación.....	34
Tabla 3.3.	Mejora en el componente ambiental de la sostenibilidad.....	38
Tabla 3.4.	Mejora en el componente social de la sostenibilidad.....	38

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Basados en los datos del mes de enero del 2022 a octubre del 2022 se puede observar que los costos de gestión de inventario tienen un promedio de \$21591,49 cuando se ha registrado un valor de \$16702 como el más bajo. A continuación, se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..1**, la situación de los costos de gestión de inventario durante ese periodo.



Figura 1.1 Registro Histórico de los Costos de Gestión de Inventario
(Elaboración Propia)

1.1.1 Variable de interés

La variable de respuesta definida para este trabajo son los costos mensuales de gestión de inventario.

1.2 Justificación del problema

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..1**, se observa que entre el promedio mensual de los costos de gestión de inventario y el valor mensual más bajo registrado, existe una brecha de \$4889,49. Este valor representa una oportunidad de mejora si se analizan las causas que elevan los costos y puede traer ahorros a la organización si se solucionan de forma concisa.

Este proyecto involucra en su mayor parte trabajo en el área de bodega, pero las acciones que se toman en la implementación de mejoras necesitan de la participación de miembros de otras áreas de la empresa como el departamento de compras e importación, así como el departamento de ventas. En la estratificación del problema, se seleccionan ciertos productos principales en los que se enfoca el desarrollo del proyecto para la aplicación de políticas de inventario. Sin embargo, estas políticas también pueden ser utilizadas o desarrolladas para los productos restantes que no se tomaron en cuenta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Reducir los costos promedio de gestión de inventario de un valor mensual de \$20.613,59 a \$19.146,75.

1.3.2 Objetivos específicos

- Recolectar datos para determinar la situación actual de la gestión del inventario.
- Determinar el comportamiento de la demanda para definir el modelo de inventario a implementar.
- Establecer políticas de inventario adecuadas.
- Implementar indicadores de inventario adecuados.

1.4 Marco teórico

1.4.1 SIX SIGMA

Es un método que examina a detalle los procesos de las empresas con el fin de llevar los niveles de calidad hasta niveles muy altos y se diferencia de otros métodos porque busca adelantarse a la corrección del problema antes que alguna consecuencia se empiece a manifestar (Jared R. & Aldo E., 2012).

1.4.2 DMAIC

La metodología de mejora continua DMAIC consiste en 5 etapas, las cuales son definir, medir, analizar, implementar y controlar.

En la etapa definir se establecen las necesidades del cliente, se cuantifica la situación actual, se escoge una variable de respuesta sobre la cual se define el problema, se fija un objetivo. En la etapa Medir se diagraman los procesos de la empresa, se realiza un plan de recolección de datos, se escoge una estratificación del problema para acotar el problema. En la etapa Analizar se realiza una lluvia de ideas para determinar las posibles causas del problema enfocado, un diagrama Ishikawa para agrupar las causas, la Matriz Causa-Efecto y la Matriz Esfuerzo-Impacto para obtener las causas críticas que deben ser verificadas bajo los lineamientos de un plan de verificación de causas. Se finaliza con la obtención de las causas raíz del problema. En la etapa Implementar se proponen soluciones con su respectiva inversión y prioridad, empezando por aquellos cuya ejecución tendrán un impacto más significativo en lograr el objetivo planteado.

En la etapa Controlar, se establece un plan para mantener las soluciones a largo plazo y se cierra el proyecto (Gutierrez, 2010).

1.4.3 Costos de gestión de inventario: Se deben identificar los costos antes de implementar políticas de inventario. Los costos de ordenar son aquellos implicados en realizar una orden de reaprovisionamiento al proveedor. Los costos de almacenar son los que tiene la empresa al tener el inventario en bodega durante cierto periodo de tiempo considerando que el valor monetario del producto representa un costo de oportunidad. También se consideran todos los gastos de mantener las instalaciones donde se

almacena el producto y costos de personal para manipuleo, control y mantenimiento. Los costos de inexistencia o desabasto aparecen cuando no se dispone de stock de producto en el momento en el que el cliente lo solicita y la empresa tenga costos por daño de imagen, agilización de pedidos y ventas perdidas (Ballou R. , 2004).

1.4.4 Políticas de inventario: Las decisiones que definen las políticas de inventario se basan dos preguntas: ¿cuándo ordenar? y ¿cuánto ordenar? En las políticas de revisión continua se sabe en todo momento el nivel actual de inventario, la orden de reabastecimiento es colocada cuando el inventario actual llega a cierto punto definido ROP o punto de reorden y el tamaño del pedido es Q. En las políticas de revisión periódica, el inventario se inspecciona cada cierto periodo de tiempo T definido y la cantidad a pedir es la diferencia entre un valor máximo de Stock especificado S y el nivel de inventario que se tiene cuando llega el momento de la revisión de inventario (Chopra & Meindl, 2013).

1.4.5 Modelos de pronóstico: Herramientas usadas para predecir cómo se va a comportar alguna variable como la demanda de productos. Se clasifican en modelos cuantitativos y cualitativas. Los modelos cuantitativos utilizan datos históricos y entre las principales técnicas están la media móvil, la suavización exponencial simple, doble y triple.

Los modelos cualitativos estudian el comportamiento de una variable por medio de encuestas, experiencia de expertos y capacidad de predicción de la demanda.

Para evaluar si una técnica de pronóstico cuantitativa es adecuada, existen las métricas de error de pronóstico. Entre las principales están el MAD, MAPE, MST, TS (Ballou R. , 2004).

- El MSE es usado cuando el costo de un desacuerdo en el pronóstico es más grande que la ganancia en acertar con el pronóstico.

$$MSE_n = \frac{\sum_{t=1}^n E_t^2}{n} \quad (1.1)$$

- El MAD es utilizado cuando el error de pronóstico no presenta una distribución simétrica y cuando el costo de cometer un error de pronóstico es proporcional al error cometido.

$$MAD_n = \frac{\sum_{t=1}^n A_t}{n} \quad (1.2)$$

- El MAPE es utilizado cuando la demanda varía en tamaño de una manera considerable de periodo a periodo.

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{A_t}{D_t} * 100}{n} \quad (1.3)$$

- TS señal de rastreo o Tracking Signal es una medida de error de pronóstico que debería estar dentro de los valores +6 y -6. De no hacerlo probablemente se necesite de un método de pronóstico alternativo.

$$TS_t = \frac{\sum_{t=1}^n E_t}{MAD_t} \quad (1.4)$$

1.4.6 Simulación

La simulación es el proceso que conlleva el diseño y desarrollo, a través de la computadora, de un modelado de sistema o proceso con el fin de experimentar con el comportamiento del proceso y evaluar posibles estrategias (Shannon, 1975).

Para realizar una simulación es necesario disponer de información como variables del sistema, comportamiento de las variables del sistema, políticas, y condiciones iniciales. Entre las variables requeridas para una simulación de inventarios están, tiempos entre reaprovisionamiento o lead time, tamaño del lote de reabastecimiento Q, demanda anual de productos y costos relacionado al inventario (Coss Bu, 1995).

Las políticas del sistema deben estar claras para poder simular el sistema, estas políticas pueden ser:

- Si se admiten o no desabastos
- El punto de reorden
- Capacidad de almacenamiento
- Política de revisión de inventario

Por último, la simulación también necesita establecer un punto de partida, las condiciones iniciales. Como ejemplo está el inventario inicial y las unidades en déficit.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

Para lograr los objetivos generales y específicos del proyecto se siguieron las directrices de la metodología DMAIC. Esta metodología está dividida en 5 etapas las cuales son: definir, medir, analizar, implementar y controlar.

2.1 Fase de definición

2.1.1 Levantamiento de información

La empresa en la que se desarrolla este proyecto se dedica a la importación, almacenamiento y distribución de suplementos alimenticios de origen fitogénico para especies de animales como el camarón, peces, aves, cerdo y también para agricultura. Los principales productos de la empresa se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Principales productos de la Empresa

SFF PROBIOTICS EQ PLUS
SFF PROBIOTIC PELLETS
SFF MICROZYME PLUS EQ PREMIX
SFF RE-FILL PLUS
SFF RE-FILL AGP
SFF IG PREMIX
SFF MULTI SPP PREMIX
SFF ZYME EQ PREMIX
SFF MICROPHYSES
SFF SAPONINA
SFF SCP EQ PREMIX
SFF DHA ALGAE FLOUR
SFF MICRO FEEDS
SFF ENDURANCE PREMIX
SFF EUBIOTICS PREMIX

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 VOC

Las necesidades del cliente fueron recogidas entre las personas que pertenecen a los departamentos de la empresa que son actores de la problemática y son listadas en el VOC que se muestra figura 2.1



Figura 2.1 Voz del cliente
Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 3W+2H

Para definir de mejor manera el problema, la herramienta 3W+2H es buen recurso que utiliza 5 preguntas: ¿cuál es el problema?, ¿cuándo ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿qué tanto ocurre? y ¿cómo lo sé?

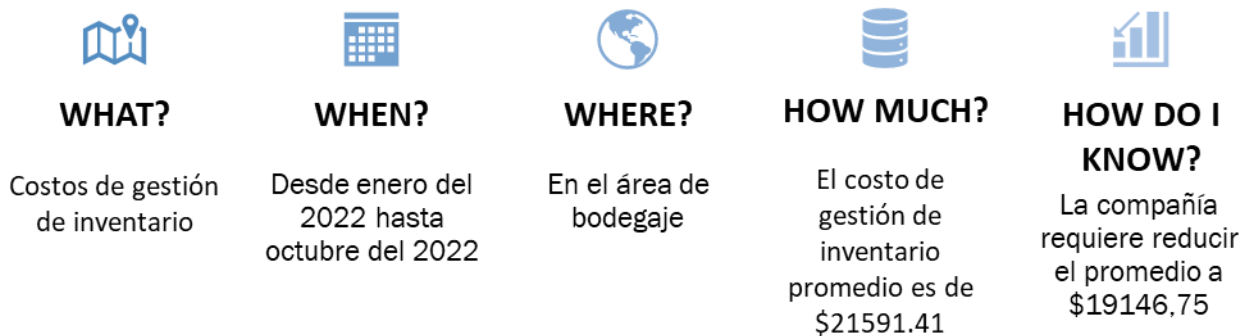


Figura 2.2 3W+2H
Fuente: Elaboración propia

2.1.4 SIPOC

Como se observa en la Figura 2.3 el problema se enfoca en el área de bodega de la empresa.



Figura 2.3 SIPOC
Fuente: Elaboración propia

2.2 Fase de medición

2.2.1 Estratificación

En la primera estratificación, se utilizó como primer criterio la demanda en Kg desde enero de 2022 hasta octubre de 2022. Se tiene un total de 13 productos diferentes. Ver Figura 2.4.

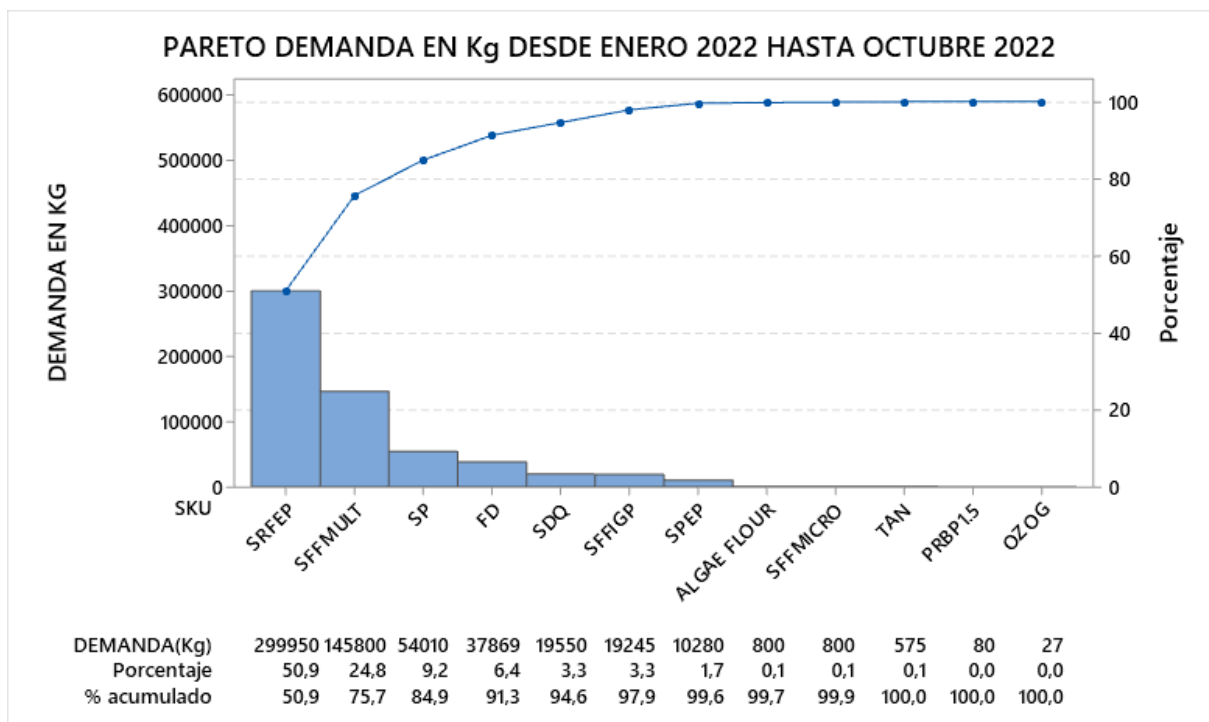


Figura 2.4 Estratificación 1

Fuente: Elaboración propia

Con un análisis similar, pero con la demanda en dólares, el orden descendente del Pareto cambió ligeramente como se observa en la Figura 2.5. Los productos obtenidos en la estratificación dos representan el 90% de los costos de gestión de inventario, fueron llamados tipo A y son SRFEP, SFFIGP, SFFMULT, SPEP, SP, SDQ.

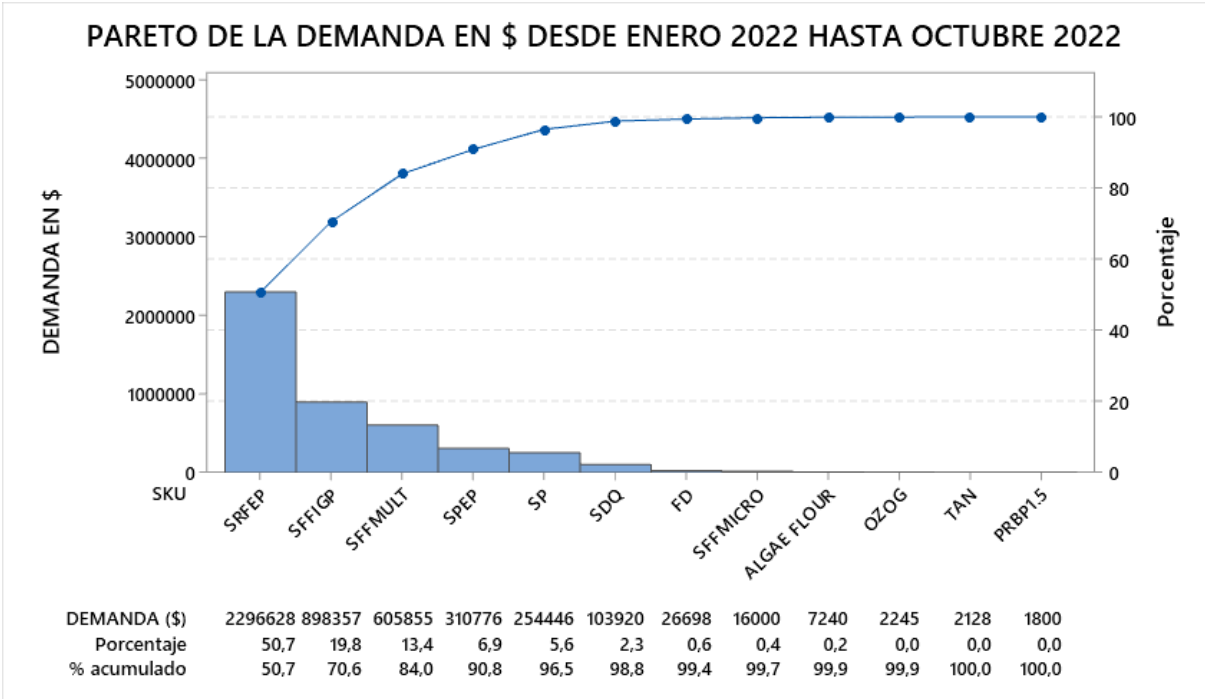


Figura 2.5 Estratificación 2

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Problema enfocado

Los costos de gestión de inventario de los productos tipo A en el área de bodega desde enero del 2022 a octubre del 2022 fueron \$19.432 mensuales en promedio, sin embargo, la empresa requiere que este valor sea de \$17.232.

2.2.3 Value Stream Mapping

En la Figura 2.6 se muestra el VSM de la empresa con los principales procesos del área de bodega.

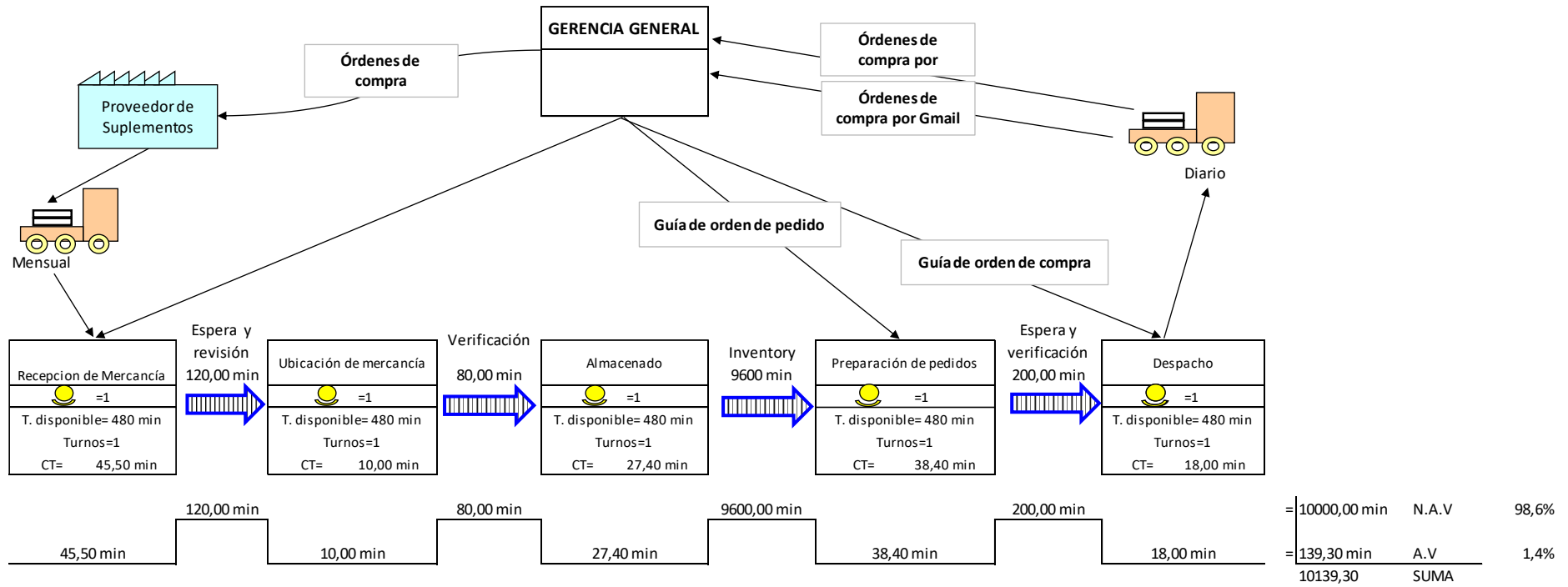


Figura 2.6 VSM
Fuente: Elaboración Propia

2.2.4 Plan de recolección de datos

En la Tabla 2.2 se muestra el plan de recolección de datos donde se detalla qué es lo que se recolecta, desde cuándo y hasta cuándo se recolectaron, cómo se tomaron, dónde, por qué motivo y quién lo hizo.

Tabla 2.2 Plan de recolección de datos

¿Qué?	Tipo	Unidad	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Quién?
Demanda mensual por producto	Continuo	Kg	Enero 2022 hasta diciembre 2022	Registros de contabilidad	Dpto. de contabilidad.	Para obtener un pronóstico de la demanda mensual	Líder de Proyecto.
Demanda mensual por producto	Continuo	\$	A partir del mes de enero del 2022	Registros de contabilidad	Dpto. de contabilidad	Para obtener un pronóstico de la demanda mensual	Líder de Proyecto
LT de reabastecimiento	Discreto	Días	A partir del mes de octubre.	Medición directa y registros	Dpto. de Importación	Para calcular el LT promedio de cada SKU	Líder de Proyecto
Stock real	Continua	Kg	A partir del mes de julio	Medición directa	Registro de Bodega	Calcular la exactitud del inventario en el sistema	Encargado de bodega
Stock registrado en el sistema	Continua	Kg	A partir del mes de julio	Registros en el sistema	Registro de Bodega	Calcular la exactitud del inventario en el sistema	Encargado de bodega
Desabastos	Continua	Kg	Todo noviembre	Medición directa	Dpto. de ventas	Para calcular los costos por desabastos	Líder de Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

2.2.5 Confiabilidad de los datos

Para saber si los datos recolectados son confiables, se realizó una prueba T pareada para aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 : La diferencia de las medias de las muestras pareadas es cero. De forma general en la Tabla 2.3, la variable 1 son los registros de la empresa y la variable 2 son los registros obtenidos por el líder de este proyecto por observación directa. Luego de verificar la normalidad para cada par de variables con un valor de P mayor a 0.05, se concluyó que no existe diferencia significativa entre las medias de las muestras pareadas y son datos confiables.

Tabla 2.3 Plan de Verificación de Datos

Variable 1	Variable 2	Valor P	Resultado
Registros demanda Kg	Gemba1, demanda Kg	0.187	No rechazar H_0
Registros demanda \$	Gemba2, demanda \$	0.167	No rechazar H_0
Lt	Gemba3, Lt	0.343	No rechazar H_0
Inventario conteo manual	Gemba4, inventario conteo manual		No rechazar H_0
Registros Inventario en sistema	Gemba5, Inventario registrado en sistema	0.289	No rechazar H_0

Fuente: Elaboración Propia

2.2.6 Análisis de control y de capacidad

Para realizar el análisis de capacidad del proceso de los costos de gestión de inventario, se realizó una prueba de normalidad.

Como se muestra en la Figura 2.7, se realizaron las pruebas de Anderson-Darling. Con un valor $p=0.155$ mayor al nivel de significancia $\alpha=0.05$, no se puede rechazar que la distribución de los datos siga una distribución normal.

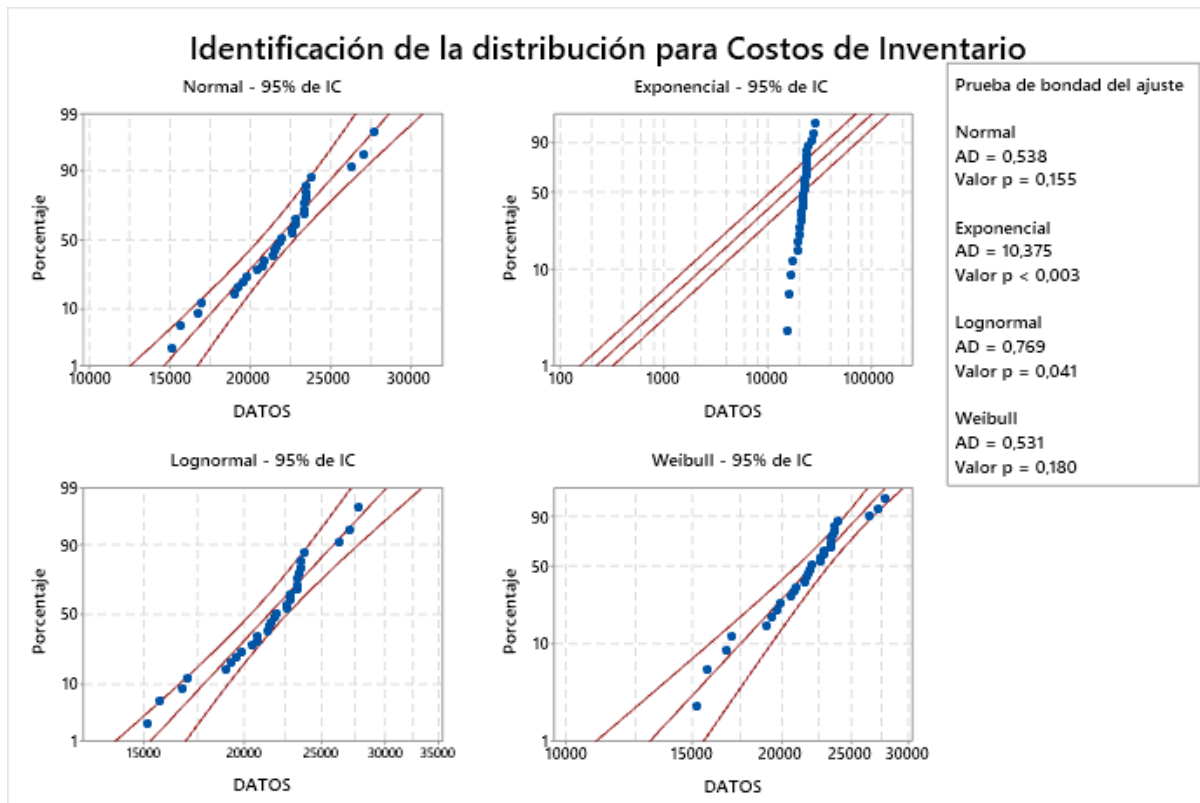


Figura 2.7 Identificación de la distribución de los costos de inventario
Fuente Elaboración Propia

En la Figura 2.8, la gráfica de valores individuales evalúa la estabilidad de los costos en el tiempo. La gráfica no muestra puntos fuera de control.

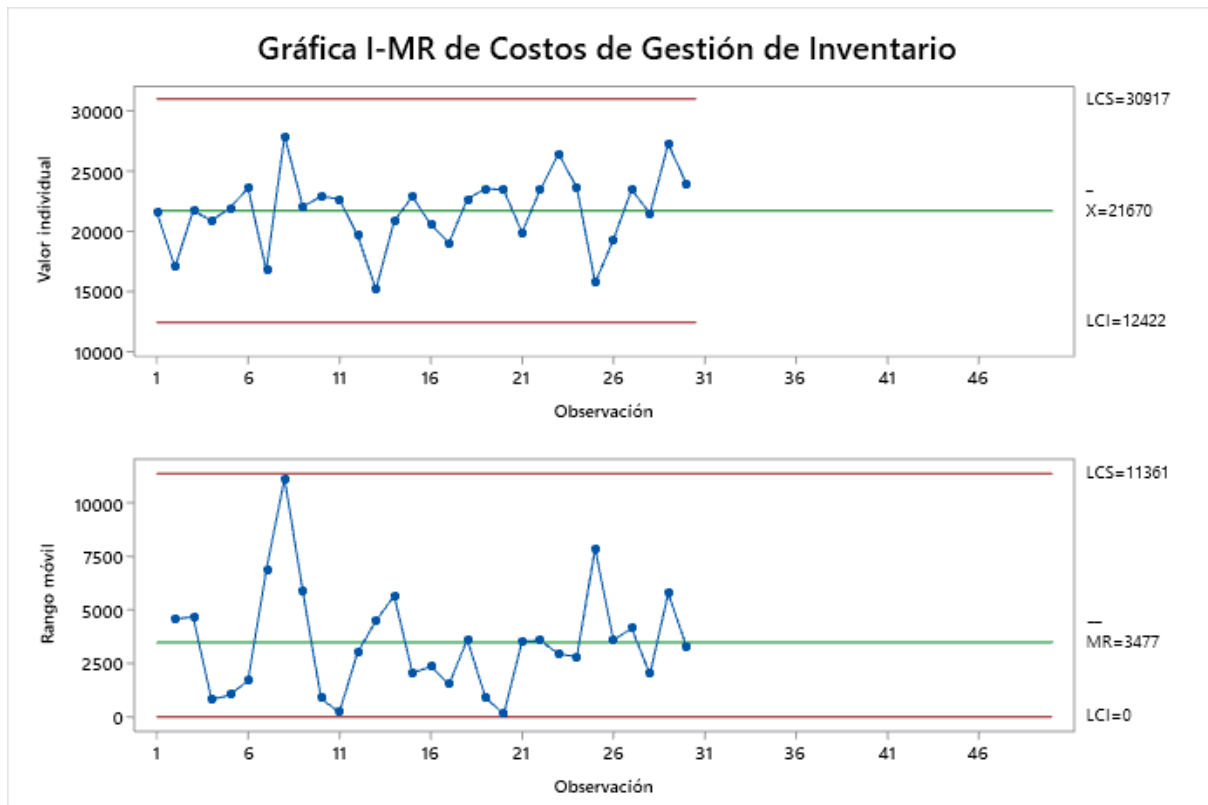
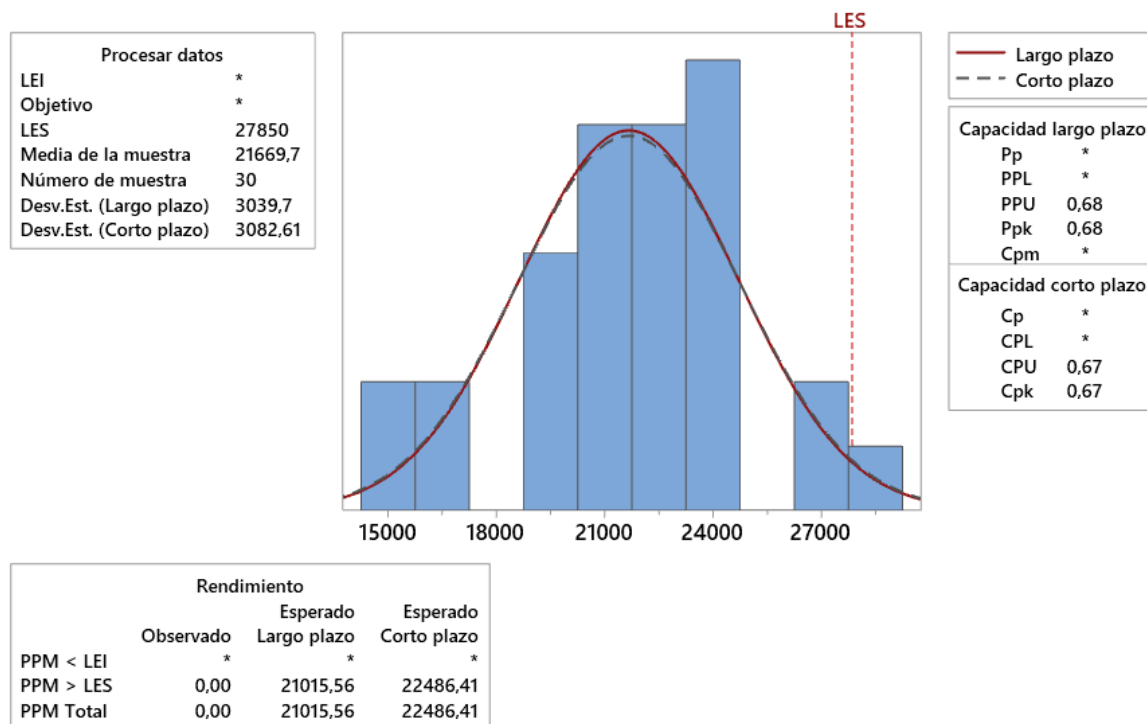


Figura 2.8 Gráfico de control de los costos de gestión de inventario

Fuente: Elaboración propia

El análisis de capacidad realizado es de un sólo límite como se observa en la Figura 2.9 ya que los datos corresponden a costos, una variable del tipo entre más pequeña mejor. El índice de la capacidad real del proceso $Cpk=0.67$ indica que el proceso no cumple con al menos una de las especificaciones.

Informe de capacidad del proceso de Costos de Gestión de Inventario



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 2.9 Análisis de Capacidad

Fuente: Elaboración propia

2.3 Análisis

2.3.1 Lluvia de ideas de causas

Se entrevistaron a cuatro colaboradores de la empresa para reunir ideas de las posibles causas y se muestran en la Figura 2.10.

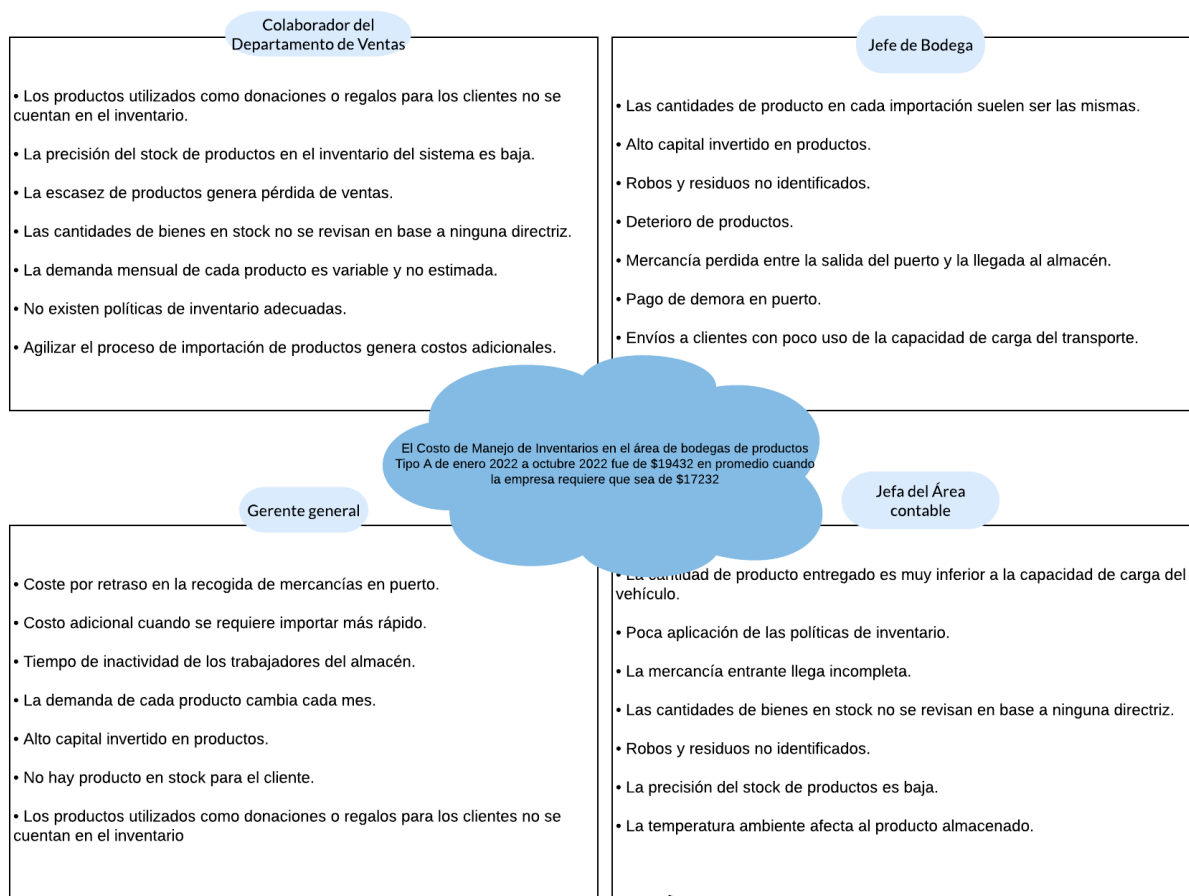


Figura 2.10 Lluvia de ideas de soluciones

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Diagrama de Ishikawa

Para organizar las posibles causas se utilizó el diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura 2.11.



Figura 2.11 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Matriz Causa – Efecto

Para descartar las ideas que no afectan al problema enfocado Y, se utilizó el criterio de cuatro colaboradores para calificar con valores entre 0, 1, 3 y 9 la relación de las causas con el problema enfocado.

MATRIZ CAUSA - EFECTO		Variable de salida Y: Costos de Gestión de Inventario				
		Entrevistado N°				MODA
No.	Variables de entrada X	1	2	3	4	
1	Productos utilizados como donaciones u obsequios para los clientes no se contabilizan en el inventario.	3	0	0	3	3
2	La exactitud de stock de productos en el inventario del sistema es baja.	3	0	0	1	0
3	Desabasto de productos genera pérdida de ventas.	9	0	0	9	9
4	Las cantidades de mercancías en stock no se revisan en base a ningún lineamiento.	3	0	0	0	0
5	La demanda mensual de cada producto es variable y no es estimada.	3	9	0	9	9
6	Poca aplicación de políticas adecuadas de inventario.	9	9	0	9	9
7	Acelerar el proceso de importación de productos genera costos adicionales	-	9	1	1	1
8	Las cantidades de producto en cada importación suelen ser las mismas	0	9	1	1	1
9	Alto capital invertido en productos.	9	9	9	3	9
10	Robos y desperdicios no identificados.	0	0	0	1	0
11	Deterioro de productos.	0	0	1	1	0
12	Mercadería faltante entre la salida del puerto y la llegada a bodega.	3	0	9	9	9
13	Pago de demoraje en puerto.	9	3	9	1	9
14	Envíos a clientes con poco aprovechamiento de la capacidad de carga del transporte.	1	3	9	3	3
15	Temperatura ambiental afecta el producto almacenado.	0	0	0	1	0
16	Tiempo muerto de parte de los trabajadores de bodega.	0	3	3	1	3

Figura 2.12 Matriz Causa – Efecto

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.12 se observan que las causas resaltadas con color verde son las que cuentan con la moda más alta y las que se tomaron en cuenta para la matriz esfuerzo impacto.

2.3.4 Matriz Esfuerzo – Impacto

Aquellas situadas en el cuadrante superior izquierdo son las causas que tienen un mayor impacto en el problema Y enfocado al mismo tiempo que para resolverlas requiere de un menor esfuerzo.



Figura 2.13 Matriz Esfuerzo – Impacto
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 2.13 las causas X con un mayor impacto en el problema enfocado Y, comenzaron a ser llamadas las X críticas y son la causa 3, 6 y 13.

2.3.5 Plan de verificación de causas

Para las X críticas, se realizó un plan de verificación de causas como se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Plan de Verificación de Causas

No.	Factores críticos.	Teoría del impacto.	¿Cómo será verificado?	Resultado
1	Desabasto de productos genera pérdida de ventas.	El desabasto de productos aumenta los costos de gestión de inventario.	GEMBA	Verificado
2	Poca aplicación de políticas de inventario	Poca aplicación de políticas de inventario aumenta los costos de gestión de inventario.	GEMBA	Verificado
3	Pago de demoraje en puerto.	Pago de demoraje aumenta los costos de gestión de inventario.	GEMBA	Verificado

Fuente: Elaboración Propia

Para la verificación de la causa 5, se registraron las veces que los clientes llaman al departamento de ventas solicitando un producto, pero no se disponía de stock como se muestra en la Figura 2.14.

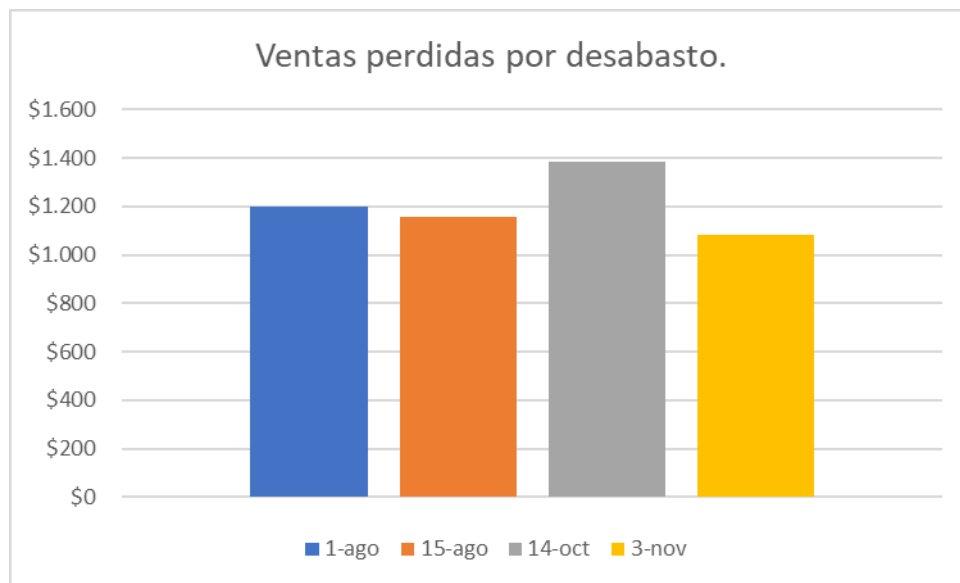


Figura 2.14 Verificación de causa 5

Fuente: Elaboración Propia

Para la verificación de la causa 3, se registraron los días y los costos que generaron los contenedores que no se retiraron del puerto. En la Figura 2.15 se observa que el pago de demoraje desde el periodo del 19 de agosto del 2022 al 10 de noviembre del 2022

ocurrió cuatro veces. En la Figura 2.16, se muestra una liquidación de la importación del 19 de agosto del 2022 con los costos de dos días de demoraje en puerto.

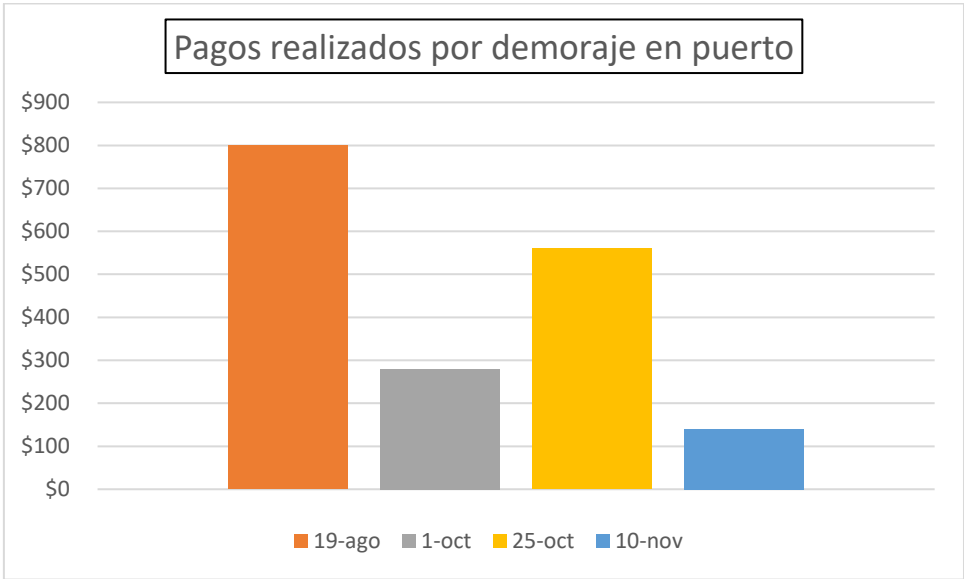


Figura 2.15 Verificación de Causa 13
Fuente: Elaboración Propia

HONORARIOS Y OTROS GASTOS DE IMPORTACIÓN		\$	3.904,00	3.904,00	2,31%
Despacho Aduanero (CAMILO DI LUCA)			255,00	255,00	
Transporte (NEXTRANSPORT)			340,00	340,00	
Bodegaje (NAPORTEC)			458,00	458,00	
Bodegaje (NAPORTEC)			46,00	46,00	
Gastos Locales de Importacion (DELTRANS)			1.225,00	1.225,00	
Demoraje 17/08/2022 (DELTRANS)			400,00	400,00	
Actualización ECAS y recaudación de demoraje (DELTRANS)			215,00	215,00	
Demoraje 19/08/2022 (DELTRANS)			400,00	400,00	
Actualización ECAS 19/08/2022 (DELTRANS)			69,00	69,00	
THC(DELTRANS)			400,00	400,00	
Devolucion contenedor vacío (MEDLOG)			68,00	68,00	
Permiso de importacion (MAP)			28,00	28,00	

Figura 2.16 Liquidación de Importación del 19 de agosto del 2022
Fuente: Registros de Contabilidad de SSF

2.3.6 Análisis 5 por qué

Por medio de un análisis 5 por qué, se determinó la causa raíz para cada causa crítica verificada como se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Análisis de los 5 Por qué

¿Qué?	¿Por qué? 1	¿Por qué?2	¿Por qué?3	Causa Raíz
Desabasto de productos genera pérdida de ventas.	El almacén se queda sin stock del producto.	Pobre control del nivel de inventario.	Pobre estimación de demanda y tiempo de reabastecimiento.	Poca aplicación del tiempo de reabastecimiento histórico por producto y demanda histórica.
Poca aplicación de políticas de inventario.	Falta de lineamientos para reposición y almacenamiento de producto.	Decisiones de gestión de inventario son realizadas con escaso análisis		Escasez de pautas sobre cuándo ordenar y cuánto ordenar.
Pago de demoraje en puertos.	Contenedores se quedan por días en puerto y esto es facturado.	Imposibilidad de llevar los contenedores desde el puerto a la bodega.	Fallo en el proceso de ubicación de mercadería entrante.	Poco espacio disponible en la bodega para el almacenamiento de los productos

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Implementación de las soluciones

2.4.1 Lluvia de ideas de las posibles soluciones

Para las causas raíz halladas se entrevistaron a cuatro personas pertenecientes a las áreas de importación, bodega, gerente general y contabilidad. Seis soluciones fueron propuestas entre estos colaboradores y el líder del proyecto y son mostradas en la Figura 2.17.

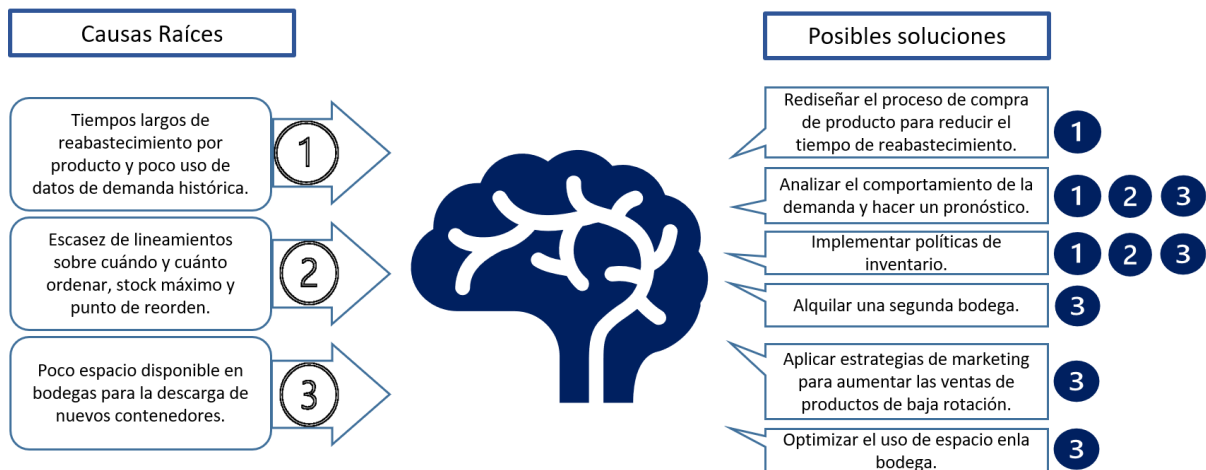


Figura 2.17 Lluvia de ideas de soluciones

Fuente: Elaboración Propia

2.4.2 Análisis esfuerzo-impacto

Para cuantificar el impacto de cada solución propuesta se contaron las causas raíz que serían afectadas si se implementase dicha solución. En la Tabla 2.6 se muestra el impacto cuantificado para cada solución propuesta.

Tabla 2.6 Impacto de las soluciones propuestas

	Soluciones Propuestas	Causa Raíz afectada	Impacto
A	Rediseñar el proceso de compra de producto para reducir el tiempo de reabastecimiento.	1	1
B	Analizar el comportamiento de la demanda y hacer un pronóstico.	1,2,3	3
C	Implementar políticas de inventario.	1,2,3	3
D	Alquilar una segunda bodega	3	1
E	Aplicar estrategias de marketing para aumentar las ventas de productos de baja rotación.	3	1
F	Optimizar el uso de espacio en la bodega.	3	1

Fuente: Elaboración propia.

Para medir el esfuerzo de las soluciones se usaron dos criterios: costos de implementación de la solución y el horizonte de tiempo en el cual sería terminada dicha implementación. En el apéndice A se pueden encontrar los costos de estas soluciones.

Una vez obtenidos los costos de implementación, se consultó al cliente para que asigne una ponderación por medio de rangos de los costos para cuantificar el esfuerzo de

implementar esa solución. De igual manera se asignó una ponderación por rangos para el criterio de horizonte de tiempo de la implementación. Esta ponderación por rangos se muestra en la Tabla 2.7 y Tabla 2.8.

Tabla 2.7 Ponderación de costo de implementación anual

Rango	Ponderación
\$0-\$300	1
\$300-\$999	2
>\$1000	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.8 Ponderación de horizonte de tiempo

Rango	Ponderación
1 día-5 días	1
6 días-1 mes	2
>1 mes	3

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 2.9, se sumaron las ponderaciones de ambos criterios, costos de implementación anual y horizonte de tiempo para obtener una cuantificación del esfuerzo de implementar la solución propuesta.

Tabla 2.9 Esfuerzo ponderado de las soluciones propuestas

Solución	Costos de Implementación Anual	Ponderación	Horizonte de tiempo	Ponderación	Esfuerzo
A	\$24,80	1	1mes	1	2
B	\$231,00	1	5días	1	2
C	\$254,40	1	5días	1	2
D	\$5.112,00	3	5días	1	4
E	\$2.500,00	3	3meses	3	6
R	\$1.100,00	2	10días	1	3

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.18 se muestra la matriz Esfuerzo-impacto donde las soluciones ganadoras son las del cuadrante superior izquierdo.

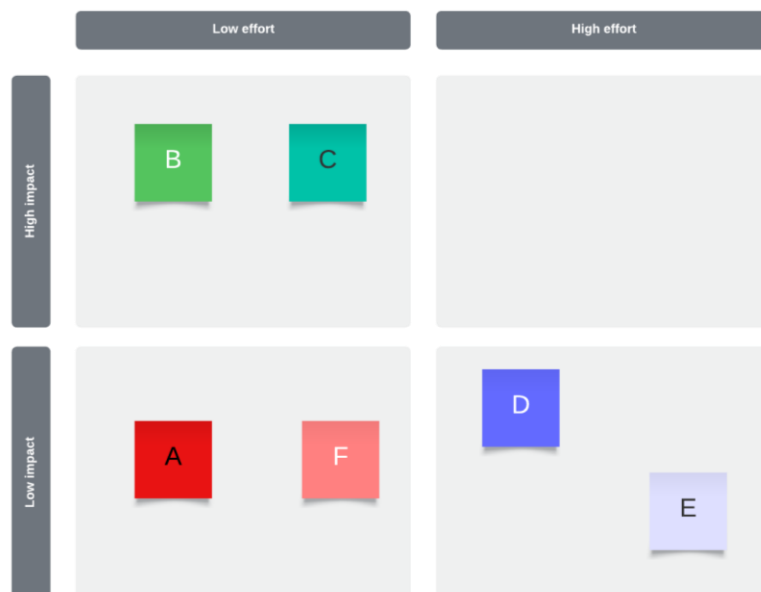


Figura 2.18 Matriz esfuerzo impacto

Fuente: Elaboración propia.

2.4.3 Análisis del comportamiento de la demanda y pronóstico

A través del ERP de la empresa se obtuvieron los datos de la demanda por producto y por periodo del 2022. A partir de este punto, el producto SP y SDQ fueron considerados los mismos por pedido del cliente. Se calculó el intervalo promedio del tamaño de la demanda y el coeficiente de variación del tamaño de la demanda. En la Tabla 2.10 y en la Tabla 2.11 se muestran los resultados de estos cálculos.

Tabla 2.10 Intervalos promedio entre demanda

Código	ADI
SFREP	1,38
SFFIGP	1,67
SFFMULT	1,00
SPEP	1,00
SDQ	1,22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.11 Coeficientes de variación del tamaño de la demanda

Código	Promedio	Desviación Estándar	CV^2
SFREP	44,99	20,00	0,20
SFFIGP	2,87	2,28	0,63
SFFMULT	13,25	10,83	0,67
SPEP	1,03	0,55	0,29
SDQ	11,93	8,87	0,55

Fuente: Elaboración propia.

Aquellos productos con un CV^2 mayor a 0.49 se consideran de variabilidad alta.

El único producto con patrón de demanda suavizada es el SPEP, por lo que técnicas como la media móvil y la suavización exponencial simple y doble son adecuadas. En la Figura 2.19 se muestra una captura de los tres métodos de pronóstico usados para el producto SPEP.

						Parámetros		
						Alpha	0	
						Beta	0,93	
						Parámetros		
						Lo	0,7618	
						Alpha=	0,04	
						To	0,4049	
Periodo	Demanda (toneladas)	Media Móvil		S.E.S.		S.E.D.		
		Nivel	Pronóstico	Nivel	Pronóstico	Nivel	Tendencia	Pronóst
0				1,025		0,405	0,405	
1	0,40			1,00		1,167	0,736	
2	0,86	0,63		0,99	1,00	1,167	0,029	1,903
3	1,00	0,93	0,63	0,99	0,99	1,167	0,029	1,196
4	0,40	0,7	0,93	0,97	0,99	1,167	0,029	1,196
5	2,14	1,27	0,7	1,02	0,97	1,167	0,029	1,196
6	0,12	1,13	1,27	0,98	1,02	1,167	0,029	1,196
7	1,60	0,86	1,13	1,01	0,98	1,167	0,029	1,196
8	1,68	1,64	0,86	1,03	1,01	1,167	0,029	1,196
9	1,06	1,37	1,64	1,03	1,03	1,167	0,029	1,196
10	1,02	1,04	1,37	1,03	1,03	1,167	0,029	1,196
11	1,02	1,02	1,04	1,03	1,03	1,167	0,029	1,196
12	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,167	0,029	1,196

Figura 2.19 Resultados del pronóstico del producto SPEP

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.12 se muestra una comparativa utilizando tres métricas de las cuales se usará el MSE para elegir la técnica de pronóstico más adecuada.

Tabla 2.12 Resultados del MAD, MAPE Y MSE entre las técnicas de pronóstico

Producto	Técnica de pronóstico	MAD	MAPE	MSE	TS	
					Min	Max
SPEP	Media Móvil	0,575	136,63	0,52	-1,78	0,36
	S.E.S.	0,381	95,95	0,31	-2,11	2,95
	S.E.D.	0,511	127,41	0,39	1,00	3,84

Fuente: Elaboración propia.

Para el resto de productos tipo A cuyo patrón de demanda es no suavizada, el método de pronóstico utilizado fue Syntetos-Boylan. El parámetro Alpha y Beta fueron seleccionados utilizando Solver, para minimizar el MSE. Las restricciones que se utilizaron en Solver son que el valor TS, se encuentre entre los valores -6 y +6 y que las variables Alpha y Beta sean menores o iguales a uno.

En la Figura 2.20 se muestra una captura de pantalla de la herramienta de Excel con la aplicación del método de pronóstico de Syntetos-Boylan para el producto MULTSPP.

MODELO: SYNTETOS BOYLAN															
Producto: MULTSPP														α	0,411023
Con MSE mínimo														β	0,8
Periodo	Demanda	Magnitud de la Demanda	Intervalo de demandas	Magnitud de la Demanda (Suavizada)	Intervalo de demandas (Suavizado)	Factor de Ajuste de Syntetos-Boylan	Pronóstico F_t	Error E_t	Error Absoluto A_t	Error Cuadrático Medio MSE _t	MAD _t	% Error	MAPE _t	TS _t	
t	X _t	Z _t	N _t	Z' _t	N' _t	p	F _t								
0	0			13,25	1,00										
1	4,90	4,90	1	9,82	1,00	0,79	10,52	5,62	5,62	31,63	5,62	114,78	114,78	1,00	
2	12,70	12,70	1	11,00	1,00	0,79	7,80	-4,90	4,90	27,83	5,26	38,59	76,69	0,14	
3	9,55	9,55	1	10,40	1,00	0,79	8,74	-0,81	0,81	18,77	3,78	8,48	53,95	-0,02	
4	5,00	5,00	1	8,18	1,00	0,79	8,27	3,27	3,27	16,75	3,65	65,33	56,80	0,87	
5	1,38	1,38	1	5,39	1,00	0,79	6,50	5,12	5,12	18,64	3,94	371,13	119,66	2,10	
6	25,70	25,70	1	13,74	1,00	0,79	4,28	-21,42	21,42	92,01	6,86	83,35	113,61	-1,91	
7	22,48	22,48	1	17,33	1,00	0,79	10,91	-11,57	11,57	97,97	7,53	51,45	104,73	-3,28	
8	25,90	25,90	1	20,85	1,00	0,79	13,77	-12,13	12,13	104,12	8,11	46,84	97,49	-4,54	
9	35,80	35,80	1	27,00	1,00	0,79	16,57	-19,23	19,23	133,66	9,34	53,72	92,63	-6,00	
10	2,45	2,45	1	16,91	1,00	0,79	21,45	19,00	19,00	156,38	10,31	775,44	160,91	-3,59	
11	6,90	6,90	1	12,79	1,00	0,79	13,43	6,53	6,53	146,05	9,96	94,67	154,89	-3,06	
12	6,20	6,20	1	10,08	1,00	0,79	10,16	3,96	3,96	135,19	9,46	63,95	147,31	-2,81	
							0,79								
							Pronóstico Periodo 13:	7,97							

Figura 2.20 Modelo Syntetos-Boylan implementado

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2.13 se muestran los valores alpha y beta que minimizan la métrica de error MSE para cada producto Tipo A.

Tabla 2.13 Resumen de errores y parámetros óptimos obtenidos

Producto	Método de Pronóstico	Alpha	Beta	MSE	TS mínimo	TS máximo
SFFIGP	SB	0,41	0,01	4,75	-2,92	1,93
MULTSPP	SB	0,41	0,83	135,19	-6,00	2,10
SFREP	SB	0,21	0,00	583,54	-0,86	4,00
SDQ	SB	0,00	1,00	65,43	1,00	5,00
SPEP	SES	0,04	N/a	0,31	-2,10	2,95

Fuente: Elaboración Propia

En el apéndice B se muestran los resultados de pronóstico para los productos restantes.

2.4.4 Implementación de políticas de inventario

El modelo de gestión de inventario (T, S) se adaptó a la naturaleza de inventario de esta empresa. Los tiempos de reaprovisionamiento son largos porque se importa la carga vía marítima. La revisión de stock de inventario se realiza cada 30 días. El tamaño de lote mínimo es Q y no se pueden importar fracciones de este valor. En la Tabla 2.14 se muestran estos datos.

Tabla 2.14 Datos de LT, Q, demanda anual y precio de compra

SKU	Lt (Días)	Precio de compra (\$/Kg)	Demanda anual (t)	Q(t)
SFFIGP	46	\$ 42,79	20,14	4,395
SFFMULT	34	\$3,36	158,96	25,00
SFREP (Plus)	28	\$7,37	404,95	15,00
SDQ	40	\$4,33	107,36	18,00
SPEP	36	\$21,67	12,3	3,00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2.15 se muestran los valores que resultan en la definición de las política de inventario que se puede definir de la siguiente forma: Si durante la revisión de stock, el inventario actual está por debajo de S, se deben ordenar los lotes mínimos Q necesarios hasta superar el valor de stock máximo S.

Tabla 2.15 Política de revisión Continua (T,S)

SKU	T+Lt (días)	\overline{D}_{T+Lt}	σ_{mensual}	σ_{Lt+T}	k	$ss = k * \sigma_{Lt+T}$	$S = \overline{D}_{T+Lt} + ss$
SFFIGP	76	4,25	1,98	3,15	2,32	7,32	11,57
SFFMULT	64	28,08	11,83	17,23	2,32	39,96	68,05
SFREP	58	65,12	26,18	36,36	2,32	84,36	149,48
SDQ	70	20,95	9,45	14,46	2,32	33,56	54,51
SPEP	66	2,26	0,48	0,71	2,32	1,64	3,89

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Plan de control

Para mantener las soluciones implementadas a largo plazo, se elaboró un plan de control de las soluciones, este plan se muestra en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16 Plan de control de las soluciones

¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?
Actualización de los inputs de las plantillas	La información de demanda y tiempos de reabastecimiento se deben actualizar porque pueden presentarse cambios en su comportamiento	Registrando en las plantillas las demandas y cualquier cambio de parámetro necesario.	Bodegas	Jefe de bodega	Mensual
Capacitación en el manejo de las plantillas de Excel que contienen las herramientas de pronósticos y políticas de inventario.	Evita cometer errores en el manejo de la plantilla para reducir los costos de gestión de inventario.	Evaluación de la correcta aplicación usando los campos modificables de la plantilla de EXCEL	Oficina de Importaciones	Jefe de Bodega, Encargado de Importaciones	Trimestral

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3

3. Resultados y Análisis

3.1 Simulación de políticas de inventario

Con la herramienta de Excel, se realizó una simulación manual para saber cómo serían afectados todos los costos de gestión de inventario si se implementara la política de inventario propuesta para todos los productos utilizando los datos de la demanda del 2022 divididos de forma semanal. Los parámetros para ejecutar esta simulación se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Parámetros del simulador

Parámetro
Demanda semanal
T: Tiempo que transcurre entre revisiones de stock en días
Q: tamaño de lote mínimo en Kg
Inventario Inicial en Kg
Lt: Tiempo de reaprovisionamiento en días
S: Stock máximo de seguridad
Costo de Desabasto en dólares por kilogramo
Costo de ordenar reaprovisionamiento
H: Costo de mantener un kg de producto al año

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3.1 se muestra una captura de la simulación aplicando la política (T, S) para el producto SFFIGP. Las simulaciones para el resto de los productos están en el apéndice C.

SIMULACIÓN APLICANDO POLÍTICAS (T,S) CON DATOS DEL 2022									
Product Code: SFFIGP									
T (días)= 30		LT (días) = 46		Costo de Desabasto (\$/kg)= \$		0,015			
Q*= 4395		S = 11570,48		Costo de Ordenar = \$		142,87			
Inventario Inicial= 6000				H (\$/Kg/año)= \$		2,56			
Revision	Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Cantidad ordenada	Cantidad recibida	Inventario promedio	Costo de Desabasto	
	1	0	9440,7	9800,0	4395		9620,3		
	2	0	9800,0	9800,0	0		9800,0		
	3	0	9800,0	9800,0	0		9800,0		
	4	1180,8	9800,0	8619,2	0		9209,6		
Revision	5	246	8619,2	8373,2	4395		8496,2		
	6	0	8373,2	8373,2	0		8373,2		
	7	0	8373,2	8373,2	0		8373,2		
	8	0	12768,2	12768,2	0	4395,0	12768,2		
Revision	9	0,00	12768,2	12768,2	0	0	12768,2		
	10	0	12768,2	12768,2	0	0	12768,2		
	11	2460	12768,2	10308,2	0	0	11538,2		
	12	2263,2	14703,2	12440,0	0	4395,0	13571,6		
Revision	13	0	12440,0	12440,0	0	0	12440,0		
	14	2460	12440,0	9980,0	0	0	11210,0		
	15	2263	9980,0	7717,0	0	0	8848,5		
	16	0	7717,0	7717,0	0	0	7717,0		
Revision	17	0	7717,0	7717,0	4395	0	7717,0		
	18	2460	7717,0	5257,0	0	0	6487,0		
	19	2043	5257,0	3214,0	0	0	4235,5		
	20	0	3214,0	3214,0	0	0	3214,0		
Revision	21	0	3214,0	3214,0	8790	0	3214,0		
	22	0	3214,0	3214,0	0	0	3214,0		
	23	0,00	3214,0	3214,0	0	0	3214,0		
	24	28,39	7609,0	7580,6	0	4395,0	7594,8		
Revision	25	0,00	7580,6	7580,6	4395	0	7580,6		
	26	0	7580,6	7580,6	0	0	7580,6		
	27	0	7580,6	7580,6	0	0	7580,6		
	28	0,00	16370,6	16370,6	0	8790,0	16370,6		
Revision	29	3.603,00	16370,6	12767,6	0	0	14569,1		
	30	0	12767,6	12767,6	0	0	12767,6		
	31	0,00	12767,6	12767,6	0	0	12767,6		
	32	0,00	17162,6	17162,6	0	4395,0	17162,6		
Revision	33	8,20	17162,6	17154,4	0	0	17158,5		
	34	16,40	17154,4	17138,0	0	0	17146,2		
	35	0,00	17138,0	17138,0	0	0	17138,0		
	36	0	17138,0	17138,0	0	0	17138,0		
Revision	37	0	17138,0	17138,0	0	0	17138,0		
	38	0,00	17138,0	17138,0	0	0	17138,0		
	39	0,00	17138,0	17138,0	0	0	17138,0		
	40	196,80	17138,0	16941,2	0	0	17039,6		
Revision	41	16,40	16941,2	16924,8	0	0	16933,0		
	42	900,00	16924,8	16024,8	0	0	16474,8		
	43	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	44	0	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
Revision	45	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	46	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	47	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	48	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
Revision	49	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	50	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	51	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
	52	0,00	16024,8	16024,8	0	0	16024,8		
RESULTADO DE LA SIMULACIÓN						Inventario promedio:	12178,12		
						Número de órdenes colocadas al año	5		
						Costo Anual de Desabasto	\$	-	
						Costo Anual de Mantener Inventario		\$31.176,691	
						Costo de Ordenar		\$714,35	
						Costo Total	\$	31.891,04	

Figura 3.1 Simulación aplicando políticas (T, S)

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la simulación se muestran en la Tabla 3.2. Se compararon los costos y el inventario promedio por producto antes y después de la política de inventario.

Tabla 3.2. Resultados de la simulación

Producto		Inventario Promedio (Kg)	Costo Anual de Ordenar	Costo Anual de Mantener	Costo Anual de Desabasto	Costo Total	%Mejora
SFFIGP	Sin política	17850	\$ 1.000,09	\$ 45.697,02	\$ 1.200,00	\$47.897,11	33%
	Con política	12178	\$ 714,35	\$ 31.176,69	\$0	\$ 31.891,04	
SFFMULT	Sin política	104500	\$ 1.000,09	\$ 42.267,85	\$1.100,00	\$ 44.367,94	18%
	Con política	88201	\$ 857,22	\$ 35.675,46	\$0.00	\$ 36.532,68	
SFREP	Sin política	65200	\$ 2.000,18	\$.932,26	\$ 1.200,00	\$ 89.132,44	22%
	Con política	51263	\$ 1.571,57	\$ 67.563,11	\$ 454,31	\$ 69.589,00	
SDQ	Sin política	48900	\$ 857,22	\$ 36.217,71	\$ 450,00	\$ 37.524,93	15%
	Con política	41961	\$ 714,35	\$ 31.078,18	\$0.00	\$ 31.792,53	
SPEP	Sin política	8480	\$ 571,48	\$ 12.826,94	\$ 850,00	\$ 14.248,42	42%
	Con política	5021	\$ 714,35	\$ 7.595,34	\$0.00	\$ 8.309,69	

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Resultados de la implementación

En la Figura 3.2 se comparan los costos mensuales promedio de gestión de inventario antes y después de implementar la política (T, S).



Figura 3.2 Mejora en el costo mensual promedio de gestión de inventario

Fuente: Elaboración Propia

El inventario promedio anual por producto también fue reducido como consecuencia de la nueva política. En la Figura 3.3 se muestra comparativamente el cambio que tiene el inventario promedio anual por producto antes y después de la nueva política.

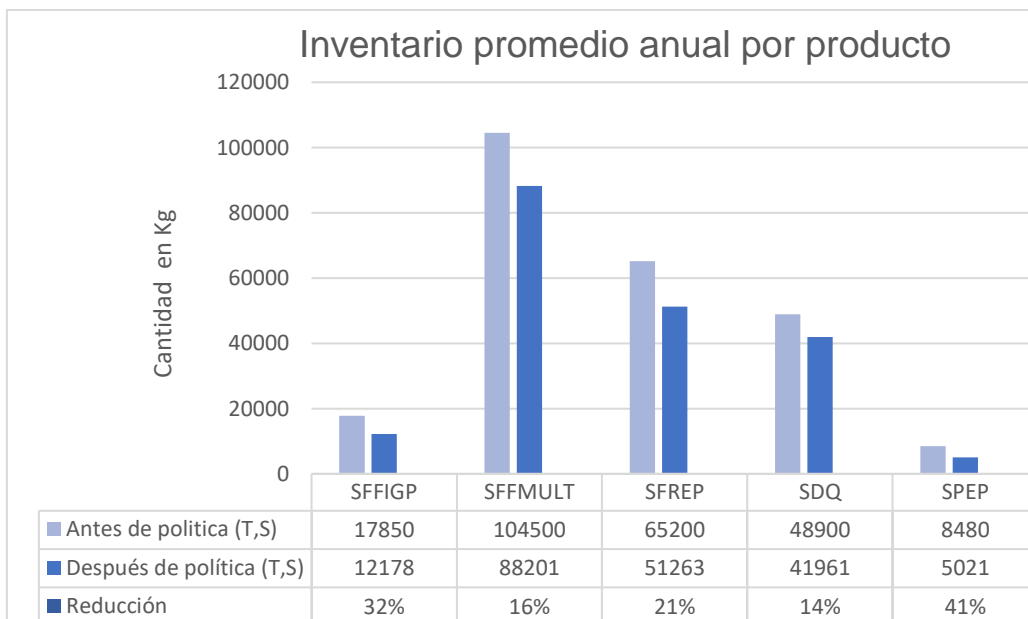


Figura 3.3 Mejora en el inventario promedio anual por producto

Fuente: Elaboración Propia

Con la herramienta de Excel, se implementó un control visual del inventario de productos en las bodegas de la compañía, el cual tiene como función indicar la posición de los distintos productos, el número de pallets ocupados y su peso en toneladas métricas. En la Figura 3.4 se muestra una imagen de la disposición que tendrían los productos con el inventario promedio después de la política (T, S). Un indicador importante es el porcentaje de ocupación de la bodega, el cual con las políticas de inventario implementadas tendría un promedio de 78%.

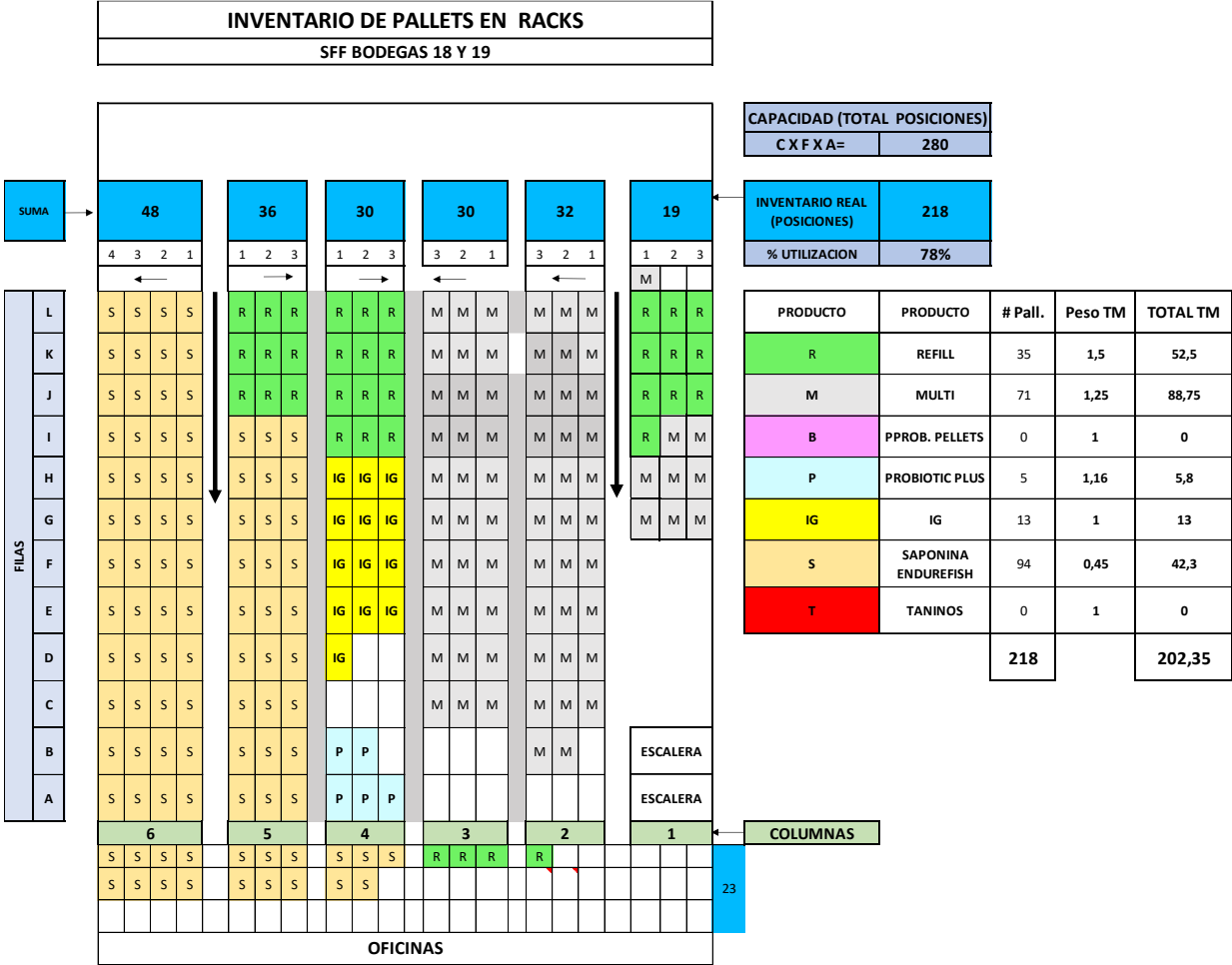


Figura 3.4 Inventario de pallets en racks

Fuente: Elaboración Propia

Como complemento a esto, en la Figura 3.5 se muestra una imagen del porcentaje de ocupación promedio que tendrían cada uno de los productos tipo A en la bodega siguiendo las políticas de inventario implementadas.

% OCUPACIÓN EN BODEGA POR SKU

■ SFFIGP ■ SFFMULT ■ SFREP (Plus) ■ SDQ ■ SPEP ■ Espacio Libre

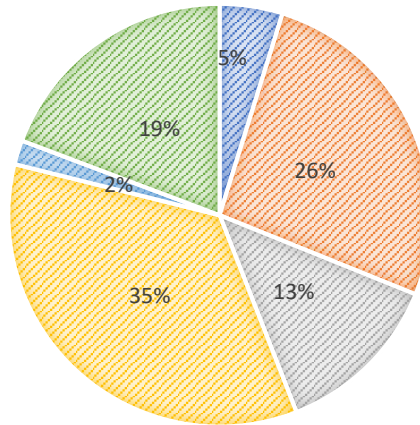


Figura 3.5 Indicador de ocupación de bodega

Fuente: Elaboración Propia

Otro indicador de almacenamiento implementado es el de control del nivel de inventario, el cual usa como base, el stock mínimo y máximo determinado para cada producto tipo A con las políticas de inventario (T, S). En la Figura 3.6 se muestra este indicador para producto.

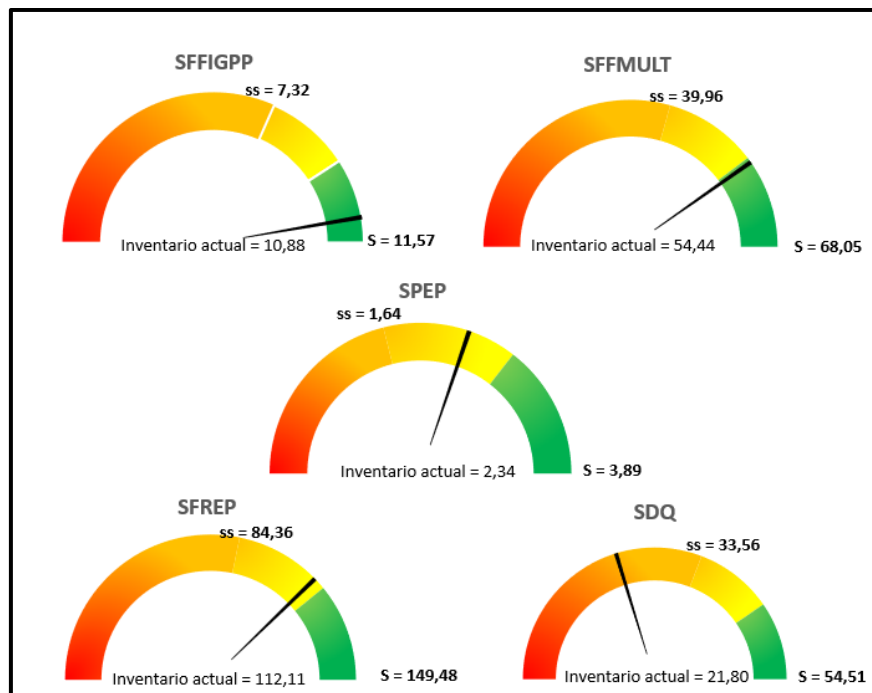


Figura 3.6 Indicador de nivel de inventario

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo una mejora en el componente ambiental de la sostenibilidad al disminuir la cantidad de pallets de madera que la empresa ocupa para almacenar producto. En la Tabla 3.3 y Figura 3.7 se muestra esta reducción.

Tabla 3.3. Mejora en el componente ambiental de la sostenibilidad

Componente ambiental de la sostenibilidad	Antes	Después
Peso en Kg de madera en un pallet	25	25
Pallets utilizados para almacenar	285	228
Kg de madera utilizados para almacenar	7125	5700

Fuente: Elaboración Propia

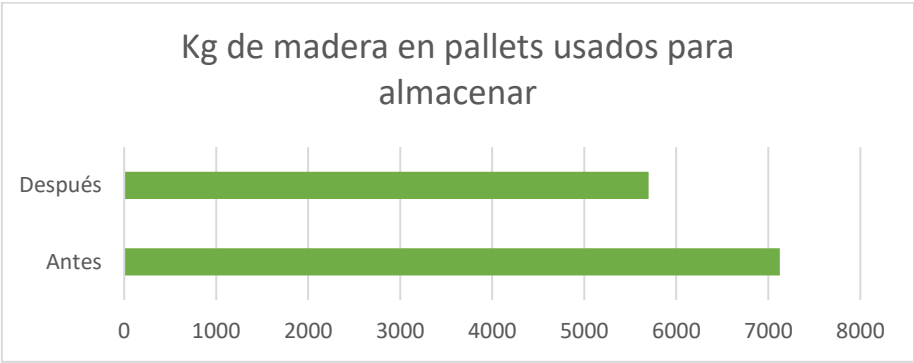


Figura 3.7 Mejora en el componente ambiental de la sostenibilidad

Fuente: Elaboración Propia

En el componente social de la sostenibilidad se obtuvo una mejora al reducirse las horas invertidas en generar y recibir una orden de reabastecimiento como se muestra en la Tabla 3.4 y Figura 3.8

Tabla 3.4. Mejora en el componente social de la sostenibilidad

Componente social de la sostenibilidad	Antes	Después
Número de órdenes de reabastecimiento anuales	38	32
Horas invertidas en ordenar un reabastecimiento	50	50
Horas invertidas para recibir una orden de reabastecimiento	8	8
Horas invertidas para almacenar una orden de reabastecimiento	40	40
Horas anuales invertidas en reabastecimiento	3724	3136

Fuente: Elaboración Propia

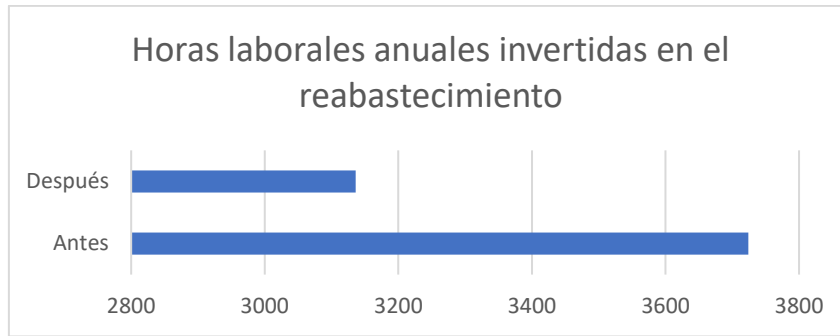


Figura 3.8 Mejora en el componente social de la sostenibilidad

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se implementaron políticas de inventario utilizando el modelo de revisión continua (T, S) y por medio de simulación manual utilizando datos del 2022, se demostró que logran reducir el costo promedio mensual de gestión de inventario de \$19.432 a \$14.843, una reducción del 23.6%.
2. Se implementaron indicadores de inventario para un mejor control de los niveles de stock de los productos más importantes.

Recomendaciones

1. Reunir más datos para mejorar los modelos de pronóstico y actualizar los valores de Alpha y beta.
2. Gestionar el inventario usando las políticas de inventario propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. (2004). *Administración de la Cadena de suministro (5ta edición)*. México: Pearson.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico DF: Pearson.
- Coss Bu, R. (1995). *Simulación un enfoque práctico*. Editorial Limusa, México.
- Gutierrez, H. (2010). *Introducción a Seis Sigma. En Calidad Total y Productividad 3° Edición*. Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Ocampo, J., & Pavón, A. (2012). *Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con Simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. Panama.
- Shannon, R. (1975). *System Simulation: The Art and Science*. Prentice-Hall.

APÉNDICES

APÉNDICE A: Costos de implementación de las posibles soluciones

Costos de rediseñar el proceso de compras para reducir Lead Time			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Horas invertidas en la recolección de datos del proceso, reconocimiento de oportunidades de mejora.	24	\$2,60	\$ 62,40
Horas invertidas en la estandarización del proceso.	24	\$2,60	\$ 62,40
TOTAL			\$ 124,80

Costo de realizar un análisis del comportamiento de la demanda y hacer un pronóstico de demanda			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Licencia de software en Excel	1	\$ 72,00	\$ 72,00
Costos de mantenimiento del sistema	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Horas invertidas en analizar el comportamiento de la demanda de cada SKU tipo A	5	\$ 2,60	\$ 13,00
Horas invertidas en hacer un pronóstico de la demanda de cada SKU tipo A	10	\$ 2,60	\$ 26,00
TOTAL			\$ 231,00

Costos de implementar políticas de inventario			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Licencia de software en Excel	1	\$ 72,00	\$ 72,00
Costos de mantenimiento del sistema	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Horas invertidas en determinar las políticas de inventario	20	\$ 2,60	\$ 52,00
Horas de entrenamiento al personal para manejar el sistema	4	\$ 2,60	\$ 10,40
TOTAL			\$ 254,40

Costos de rentar una segunda bodega			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Rentar una porción de bodega (m2)	75	\$ 64,00	\$ 4.800,00
Horas invertidas en recolocación de inventario en la segunda bodega.	60	\$ 5,20	\$ 312,00
TOTAL			\$ 5.112,00

Costos de aplicar estrategias de marketing para incrementar ventas de productos de baja rotación			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Servicios de asesoramiento empresarial (meses)	3	\$ 3.000,00	\$ 9.000,00
Periódicos, revistas, letreros, vallas publicitarias.	1	\$500	\$ 500,00
TOTAL			\$ 9.500,00

Costos de optimizar el uso del espacio de la bodega			
Ítems	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Modificación de racks para optimizar espacio	12	\$80,00	\$ 960,00
Horas invertidas en el manipuleo de pallets	40	\$3,50	\$ 140,00
TOTAL			\$ 1.100,00

APÉNDICE B: Resultados de la técnica de pronóstico Syntetos-Boylan

MODELO: SYNTETOS BOYLAN

Producto: SFFIGP													α	0,407992
Con MSE mínimo													β	0,0
Periodo	Demanda	Magnitud de la Demanda	Intervalo de demandas	Magnitud de la Demanda (Suavizada)	Intervalo de demandas (Suavizado)	Factor de Ajuste de Syntetos-Boylan	Pronóstico F_t	Error E_t	Error Absoluto A_t	Error Cuadrático Medio MSE_t	MAD_t	% Error	$MAPE_t$	TS_t
t	X_t	Z_t	N_t	$Z't$	$N't$	p	F_t							
0	0			2,01	1,14									
1	1,426	1,426	1	1,77	1,14	0,80	1,40	-0,02	0,02	0,00	0,02	1,62	1,62	-1,00
2	0		1	1,77	1,14	0,80	1,24	1,24	1,24	0,77	0,63	100,00	50,81	1,93
3	7,183	7,183	2	3,98	1,15	0,80	1,24	-5,95	5,95	12,29	2,40	82,77	61,46	-1,97
4	4,723	4,723	1	4,28	1,15	0,80	2,75	-1,97	1,97	10,19	2,29	41,76	56,54	-2,92
5	2,043	2,043	1	3,37	1,15	0,80	2,96	0,92	0,92	8,32	2,02	45,13	54,25	-2,86
6	0,028	0,028	1	2,01	1,15	0,80	2,34	2,31	2,31	7,82	2,07	8.243,13	1.419,07	-1,68
7	3,603	3,603	1	2,66	1,14	0,80	1,39	-2,21	2,21	7,40	2,09	61,33	1.225,11	-2,72
8	0,0246	0,025	1	1,58	1,14	0,80	1,85	1,82	1,82	6,89	2,06	7.414,70	1.998,80	-1,88
9	0,196	0,196	1	1,02	1,14	0,80	1,10	0,91	0,91	6,22	1,93	462,83	1.828,14	-1,53
10	0,016	0,016	1	0,61	1,14	0,80	0,71	0,69	0,69	5,65	1,80	4.336,99	2.079,03	-1,25
11	0,9	0,900	1	0,73	1,14	0,80	0,43	-0,47	0,47	5,15	1,68	52,72	1.894,82	-1,62
12	0		1	0,73	1,14	0,80	0,51	0,51	0,51	4,75	1,59	100,00	1.745,25	-1,40

Pronóstico Periodo 13:	0,5
------------------------	-----

MODELO: SYNTETOS BOYLAN

Producto: SFREP													α	0,221815
Con MSE mínimo													β	0,0
Periodo	Demanda	Magnitud de la Demanda	Intervalo de demandas	Magnitud de la Demanda (Suavizada)	Intervalo de demandas (Suavizado)	Factor de Ajuste de Syntetos-Boylan	Pronóstico F_t	Error E_t	Error Absoluto A_t	Error Cuadrático Medio MSE_t	MAD_t	% Error	$MAPE_t$	TS_t
t	X_t	Z_t	N_t	$Z't$	$N't$	p	F_t							
0	0			44,99	1,33									
1	15,0	15,00	1	38,34	1,33	0,89	30,00	15,00	15,00	225,10	15,00	100,02	100,02	1,00
2	15,0	15,00	1	33,16	1,33	0,89	25,57	10,57	10,57	168,37	12,78	70,44	85,23	2,00
3	0,0		1	33,16	1,00	0,89	22,11	22,11	22,11	275,26	15,89	100,00	90,16	3,00
4	0,0		2	33,16	1,00	0,89	29,41	29,41	29,41	422,75	19,27	100,00	92,62	4,00
5	45,0	45,00	3	35,79	1,00	0,89	29,41	-15,59	15,59	386,78	18,54	34,64	81,02	3,32
6	60,0	60,00	1	41,16	1,00	0,89	31,74	-28,26	28,26	455,40	20,16	47,10	75,37	1,65
7	29,95	29,95	1	38,67	1,00	0,89	36,51	6,56	6,56	396,48	18,21	21,89	67,73	2,19
8	60,0	60,00	1	43,40	1,00	0,89	34,30	-25,70	25,70	429,48	19,15	42,83	64,61	0,74
9	75,0	75,00	1	50,41	1,00	0,89	38,50	-36,50	36,50	529,81	21,08	48,67	62,84	-1,06
10	0		1	50,41	1,00	0,89	44,71	44,71	44,71	676,75	23,44	100,00	66,56	0,95
11	60	60,00	2	52,54	1,00	0,89	44,82	-15,18	15,18	636,19	22,69	25,31	62,81	0,31
12	45	45,00	1	50,87	1,00	0,89	46,71	1,71	1,71	583,41	20,94	3,79	57,89	0,42

Pronóstico Periodo 13:	45,27
-------------------------------	--------------

MODELO: SYNTETOS BOYLAN

Producto: SDQ													α	0
Con MSE mínimo													β	1,0
Periodo	Demanda	Magnitud de la Demanda	Intervalo de demandas	Magnitud de la Demanda (Suavizada)	Intervalo de demandas (Suavizado)	Factor de Ajuste de Syntetos-Boylan	Pronóstico F_t	Error E_t	Error Absoluto A_t	Error Cuadrático Medio MSE_t	MAD_t	% Error	$MAPE_t$	TS_t
t	X_t	Z_t	N_t	$Z't$	$N't$	p	F_t							
0				11,93	1,33									
1	0		1	11,93	1,33	1,00	8,95	8,95	8,95	80,04	8,95	100,00	100,00	1,00
2	0		2	11,93	1,33	1,00	8,95	8,95	8,95	80,04	8,95	100,00	100,00	2,00
3	0		3	11,93	1,33	1,00	8,95	8,95	8,95	80,04	8,95	100,00	100,00	3,00
4	0,31	0,31	4	11,93	4,00	1,00	8,95	8,64	8,64	78,68	8,87	2.786,02	771,51	4,00
5	1,69	1,69	1	11,93	1,00	1,00	2,98	1,29	1,29	63,28	7,35	76,46	632,50	5,00
6	22,7	22,70	1	11,93	1,00	1,00	11,93	-10,77	10,77	72,07	7,92	47,45	534,99	3,28
7	18,49	18,49	1	11,93	1,00	1,00	11,93	-6,56	6,56	67,92	7,73	35,48	463,63	2,51
8	23,07	23,07	1	11,93	1,00	1,00	11,93	-11,14	11,14	74,95	8,16	48,29	411,71	1,02
9	1,5	1,50	1	11,93	1,00	1,00	11,93	10,43	10,43	78,70	8,41	695,26	443,22	2,23
10	6,3	6,30	1	11,93	1,00	1,00	11,93	5,63	5,63	74,00	8,13	89,35	407,83	3,00
11	17,2	17,20	1	11,93	1,00	1,00	11,93	-5,27	5,27	69,80	7,87	30,65	373,54	2,42
12	16,1	16,10	1	11,93	1,00	1,00	11,93	-4,17	4,17	65,43	7,56	25,91	344,57	1,97

Pronóstico Periodo 13: 11,93

APÉNDICE C: Simulación aplicando políticas de revisión periódica (T, S)

SIMULACIÓN APLICANDO POLÍTICAS (T,S) CON DATOS DEL 2022								
Product Code: SFFMULT								
T (días)= 30		LT (días) = 34		Costo de Desabasto (\$/kg)= \$		0,015		
Q*= 25000		S = 68045,05		Costo de Ordenar = \$		142,87		
Inventario Inicial= 30000				H (\$/Kg/año)= \$		0,40		
Revision	Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Cantidad ordenada	Cantidad recibida	Inventario promedio	Costo de Desabasto
Revision	1	0	30000,0	30000,0	50000		30000,0	
	2	0	30000,0	30000,0	0		30000,0	
	3	0	30000,0	30000,0	0		30000,0	
	4	4900	30000,0	25100,0	0		27550,0	
Revision	5	0	25100,0	25100,0	50000		25100,0	
	6	0	75100,0	75100,0	0	50000,0	75100,0	
	7	0	75100,0	75100,0	0	0	75100,0	
	8	250	75100,0	74850,0	0	0	74975,0	
Revision	9	12.450,00	74850,0	62400,0	25000	0	68625,0	
	10	0	112400,0	112400,0	0	50000,0	112400,0	
	11	4000	112400,0	108400,0	0	0	110400,0	
	12	550	108400,0	107850,0	0	0	108125,0	
Revision	13	0	107850,0	107850,0	0	0	107850,0	
	14	5000	132850,0	127850,0	0	25000,0	130350,0	
	15	5000	127850,0	122850,0	0	0	125350,0	
	16	0	122850,0	122850,0	0	0	122850,0	
Revision	17	0	122850,0	122850,0	0	0	122850,0	
	18	0	122850,0	122850,0	0	0	122850,0	
	19	625	122850,0	122225,0	0	0	122537,5	
	20	250	122225,0	121975,0	0	0	122100,0	
Revision	21	500	121975,0	121475,0	0	0	121725,0	
	22	0	121475,0	121475,0	0	0	121475,0	
	23	6.750,00	121475,0	114725,0	0	0	118100,0	
	24	6.300,00	114725,0	108425,0	0	0	111575,0	
Revision	25	12.500,00	108425,0	95925,0	0	0	102175,0	
	26	0	95925,0	95925,0	0	0	95925,0	
	27	150	95925,0	95775,0	0	0	95850,0	
	28	575,00	95775,0	95200,0	0	0	95487,5	
Revision	29	9.150,00	95200,0	86050,0	0	0	90625,0	
	30	6250	86050,0	79800,0	0	0	82925,0	
	31	6.500,00	79800,0	73300,0	0	0	76550,0	
	32	6.250,00	73300,0	67050,0	0	0	70175,0	
Revision	33	6.300,00	67050,0	60750,0	25000	0	63900,0	
	34	6.750,00	60750,0	54000,0	0	0	57375,0	
	35	6.600,00	54000,0	47400,0	0	0	50700,0	
	36	6250	47400,0	41150,0	0	0	44275,0	
Revision	37	6250	41150,0	34900,0	50000	0	38025,0	
	38	7.075,00	59900,0	52825,0	0	25000,0	56362,5	
	39	8.150,00	52825,0	44675,0	0	0	48750,0	
	40	8.075,00	44675,0	36600,0	0	0	40637,5	
Revision	41	250,00	36600,0	36350,0	50000	0	36475,0	
	42	975,00	86350,0	85375,0	0	50000,0	85862,5	
	43	1.175,00	85375,0	84200,0	0	0	84787,5	
	44	50	84200,0	84150,0	0	0	84175,0	
Revision	45	350,00	84150,0	83800,0	0	0	83975,0	
	46	3.150,00	133800,0	130650,0	0	50000,0	132225,0	
	47	2.050,00	130650,0	128600,0	0	0	129625,0	
	48	1.375,00	128600,0	127225,0	0	0	127912,5	
Revision	49	1.250,00	127225,0	125975,0	0	0	126600,0	
	50	3.050,00	125975,0	122925,0	0	0	124450,0	
	51	1.225,00	122925,0	121700,0	0	0	122312,5	
	52	700,00	121700,0	121000,0	0	0	121350,0	
RESULTADO DE LA SIMULACIÓN						Inventario promedio:	88201,44	
						Número de órdenes colocadas al año	6	
						Inventario promedio (Kg)	88201,44	
						Costo Anual de Desabasto	\$	-
						Costo Anual de Mantener Inventario	\$35.675,462	
						Costo de Ordenar	\$857,22	
						Costo Total	\$	36.532,68

SIMULACIÓN APLICANDO POLÍTICAS (T,S) CON DATOS DEL 2022

Producto: SFREP								
T (días)=	30	LT (días) =	28	Costo de Desabasto (\$/kg)=	\$	0,015		
Q*=	15000	S =	84363,02	Costo de Ordenar =	\$	142,87		
Inventario Inicial=	59892,5			H (\$/\$/Kg) =	\$	1,32		
Revision	Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Cantidad ordenada	Cantidad recibida	Inventario promedio	Costo de Desabasto
Revision	1	0	59892,5	59892,5	30000		59892,5	
	2	0	59892,5	59892,5	0		59892,5	
	3	0	59892,5	59892,5	0		59892,5	
	4	0	59892,5	59892,5	0		59892,5	
Revision	5	15000	89892,5	74892,5	15000	30000,0	82392,5	
	6	15000	74892,5	59892,5	0	0	67392,5	
	7	0	59892,5	59892,5	0	0	59892,5	
	8	0	59892,5	59892,5	0	0	59892,5	
Revision	9	0	74892,5	74892,5	15000	15000,0	74892,5	
	10	0	74892,5	74892,5	0	0	74892,5	
	11	0	74892,5	74892,5	0	0	74892,5	
	12	0	74892,5	74892,5	0	0	74892,5	
Revision	13	0	89892,5	89892,5	0	15000,0	89892,5	
	14	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
	15	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
	16	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
Revision	17	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
	18	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
	19	0	89892,5	89892,5	0	0	89892,5	
	20	15000	89892,5	74892,5	0	0	82392,5	
Revision	21	15000	74892,5	59892,5	30000	0	67392,5	
	22	15000	59892,5	44892,5	0	0	52392,5	
	23	15000	44892,5	29892,5	0	0	37392,5	
	24	15000	29892,5	14892,5	0	0	22392,5	
Revision	25	15000	44892,5	29892,5	60000	30000,0	37392,5	
	26	15000	29892,5	14892,5	0	0	22392,5	
	27	0	14892,5	14892,5	0	0	14892,5	
	28	0	14892,5	14892,5	0	0	14892,5	
Revision	29	0	74892,5	74892,5	15000	60000,0	74892,5	
	30	15000	74892,5	59892,5	0	0	67392,5	
	31	14950	59892,5	44942,5	0	0	52417,5	
	32	15000	44942,5	29942,5	0	0	37442,5	
Revision	33	15000	44942,5	29942,5	60000	15000,0	37442,5	
	34	15000	29942,5	14942,5	0	0	22442,5	
	35	15000	14942,5	-57,5	0	0	7442,5	\$ 0,86
	36	15000	-57,5	-15057,5	0	0	0,0	\$ 225,86
Revision	37	15000	44942,5	29942,5	60000	60000,0	37442,5	
	38	15000	29942,5	14942,5	0	0	22442,5	
	39	0	14942,5	14942,5	0	0	14942,5	
	40	30000	14942,5	-15057,5	0	0	0,0	\$ 225,86
Revision	41	0	44942,5	44942,5	45000	60000,0	44942,5	
	42	0	44942,5	44942,5	0	0	44942,5	
	43	0	44942,5	44942,5	0	0	44942,5	
	44	0	44942,5	44942,5	0	0	44942,5	
Revision	45	15000	89942,5	74942,5	15000	45000,0	82442,5	
	46	15000	74942,5	59942,5	0	0	67442,5	
	47	15000	59942,5	44942,5	0	0	52442,5	
	48	15000	44942,5	29942,5	0	0	37442,5	
Revision	49	0	44942,5	44942,5	45000	15000,0	44942,5	
	50	30000	44942,5	14942,5	0	0	29942,5	
	51	15000	14942,5	-57,5	0	0	7442,5	\$ 0,86
	52	0	-57,5	-57,5	0	0	0,0	\$ 0,86
RESULTADO DE LA SIMULACIÓN					Inventario promedio:			51262,64
					Número de órdenes colocadas al año			11
					Costo Anual de Desabasto			\$ 454,31
					Costo Anual de Mantener Inventario			\$67.563,113
					Costo de Ordenar			\$1.571,57
					Costo Total			\$ 69.589,00

SIMULACIÓN APLICANDO POLÍTICAS (T,S) CON DATOS DEL 2022

Product Code: SDQ

T (días)= 30	LT (días) = 40	Costo de Desabasto (\$/kg)= \$	0,015
Q*= 18000	S = 54507,54	Costo de Ordenar = \$	142,87
Inventario Inicial= 28121		H (\$/kg/año)= \$	0,74

Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Cantidad ordenada	Cantidad recibida	Inventario promedio	Costo de Desabasto
1	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
2	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
3	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
4	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
5	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
6	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
7	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
8	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
9	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
10	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	
Revision	11	0,0	0,0	72000	0	0,0	
	12	0,0	0,0	0	0	0,0	
	13	0,0	0,0	0	0	0,0	
	14	0,0	0,0	0	0	0,0	
Revision	15	0,0	0,0	0	0	0,0	
	16	0,0	0,0	0	0	0,0	
	17	0,0	72000,0	0	72000,0	72000,0	
	18	310,0	72000,0	0	0	71845,0	
Revision	19	100,0	71690,0	0	0	71640,0	
	20	890,0	71590,0	0	0	71145,0	
	21	400,0	70700,0	0	0	70500,0	
	22	0,0	70300,0	0	0	70300,0	
Revision	23	300,0	70300,0	0	0	70150,0	
	24	9500,0	70000,0	0	0	65250,0	
	25	6500,0	60500,0	0	0	57250,0	
	26	6700,0	54000,0	0	0	50650,0	
Revision	27	0,0	47300,0	18000	0	47300,0	
	28	9540,0	47300,0	0	0	42530,0	
	29	500,0	37760,0	0	0	37510,0	
	30	8200,0	37260,0	0	0	33160,0	
Revision	31	250,0	29060,0	36000	0	28935,0	
	32	6550,0	28810,0	0	0	25535,0	
	33	4820,0	40260,0	0	18000,0	37850,0	
	34	0,0	35440,0	0	0	35440,0	
Revision	35	0,0	35440,0	36000	0	35440,0	
	36	12000,0	35440,0	0	0	29440,0	
	37	1300,0	59440,0	0	36000,0	58790,0	
	38	0,0	58140,0	0	0	58140,0	
Revision	39	0,0	58140,0	0	0	58140,0	
	40	200,0	58140,0	0	0	58040,0	
	41	0,0	93940,0	0	36000,0	93940,0	
	42	4800,0	93940,0	0	0	91540,0	
Revision	43	700,0	89140,0	0	0	88790,0	
	44	800,0	88440,0	0	0	88040,0	
	45	1500,0	87640,0	0	0	86890,0	
	46	7500,0	86140,0	0	0	82390,0	
Revision	47	5200,0	78640,0	0	0	76040,0	
	48	3000,0	73440,0	0	0	71940,0	
	49	4100,0	70440,0	0	0	68390,0	
	50	4000,0	66340,0	0	0	64340,0	
Revision	51	8000,0	62340,0	18000	0	58340,0	
	52	0,0	54340,0	0	0	54340,0	

RESULTADO DE LA SIMULACIÓN

Inventario promedio:	41960,77
Número de órdenes colocadas al año	5
Costo Anual de Desabasto	\$ -
Costo Anual de Mantener Inventario	\$31.078,181
Costo de Ordenar	\$714,35
Costo Total	\$ 31.792,53

SIMULACIÓN APLICANDO POLÍTICAS (T,S) CON DATOS DEL 2022

Product Code: SPEP

T (días)= 30	LT (días) = 36	Costo de Desabasto (\$/kg)= \$ 0,015
Q*= 3000	S = 3892,30	Costo de Ordenar = \$ 142,87
Inventario Inicial= 1500		H (\$/Kg/año)= \$ 1,51

	Semana	Demanda	Inventario Inicial	Inventario Final	Cantidad ordenada	Cantidad recibida	Inventario promedio	Costo de Desabasto
Revision	1	0	1500,0	1500,0	3000		1500,0	
	2	60	1500,0	1440,0	0		1470,0	
	3	340	1440,0	1100,0	0		1270,0	
	4	0	1100,0	1100,0	0		1100,0	
Revision	5	0	1100,0	1100,0	3000		1100,0	
	6	400	4100,0	3700,0	0	3000,0	3900,0	
	7	180	3700,0	3520,0	0	0	3610,0	
	8	280	3520,0	3240,0	0	0	3380,0	
Revision	9	0,00	3240,0	3240,0	3000	0	3240,0	
	10	0	6240,0	6240,0	0	3000,0	6240,0	
	11	0	6240,0	6240,0	0	0	6240,0	
	12	0	6240,0	6240,0	0	0	6240,0	
Revision	13	1000	6240,0	5240,0	0	0	5740,0	
	14	0	8240,0	8240,0	0	3000,0	8240,0	
	15	0	8240,0	8240,0	0	0	8240,0	
	16	400	8240,0	7840,0	0	0	8040,0	
Revision	17	0	7840,0	7840,0	0	0	7840,0	
	18	0	7840,0	7840,0	0	0	7840,0	
	19	0	7840,0	7840,0	0	0	7840,0	
	20	0	7840,0	7840,0	0	0	7840,0	
Revision	21	0	7840,0	7840,0	0	0	7840,0	
	22	2140	7840,0	5700,0	0	0	6770,0	
	23	0,00	5700,0	5700,0	0	0	5700,0	
	24	0,00	5700,0	5700,0	0	0	5700,0	
Revision	25	0,00	5700,0	5700,0	0	0	5700,0	
	26	120	5700,0	5580,0	0	0	5640,0	
	27	0	5580,0	5580,0	0	0	5580,0	
	28	1.000,00	5580,0	4580,0	0	0	5080,0	
Revision	29	20,00	4580,0	4560,0	0	0	4570,0	
	30	60	4560,0	4500,0	0	0	4530,0	
	31	520,00	4500,0	3980,0	0	0	4240,0	
	32	0,00	3980,0	3980,0	0	0	3980,0	
Revision	33	620,00	3980,0	3360,0	3000	0	3670,0	
	34	0,00	3360,0	3360,0	0	0	3360,0	
	35	60,00	3360,0	3300,0	0	0	3330,0	
	36	1000	3300,0	2300,0	0	0	2800,0	
Revision	37	0	2300,0	2300,0	3000	0	2300,0	
	38	0,00	5300,0	5300,0	0	3000,0	5300,0	
	39	1.000,00	5300,0	4300,0	0	0	4800,0	
	40	60,00	4300,0	4240,0	0	0	4270,0	
Revision	41	0,00	4240,0	4240,0	0	0	4240,0	
	42	20,00	7240,0	7220,0	0	3000,0	7230,0	
	43	1.000,00	7220,0	6220,0	0	0	6720,0	
	44	0	6220,0	6220,0	0	0	6220,0	
Revision	45	0,00	6220,0	6220,0	0	0	6220,0	
	46	20,00	6220,0	6200,0	0	0	6210,0	
	47	1.000,00	6200,0	5200,0	0	0	5700,0	
	48	0,00	5200,0	5200,0	0	0	5200,0	
Revision	49	1.000,00	5200,0	4200,0	0	0	4700,0	
	50	0,00	4200,0	4200,0	0	0	4200,0	
	51	0,00	4200,0	4200,0	0	0	4200,0	
	52	0,00	4200,0	4200,0	0	0	4200,0	

RESULTADO DE LA SIMULACIÓN

Inventario promedio:	5021,35
Número de órdenes colocadas al año	5
Costo Anual de Desabasto	\$ -
Costo Anual de Mantener Inventario	\$7.595,340
Costo de Ordenar	\$714,35
Costo Total	\$ 8.309,69