

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Rediseño de políticas de abastecimiento para productos de hogar”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros industriales

Presentado por:

Tommy Eduardo González Suárez

Henry Josué Sánchez Escobar

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, Jesús, Espíritu Santo y Virgencita María por estar siempre conmigo en todo momento, dándome fuerza, sabiduría y su bendición, guiando mi camino para seguir adelante. La Gloria es de Cristo.

A mis padres: Angelita y Enrique, hermanos: Denisse y Sergio, mis abuelitos: José y Genoveva, y a toda mi familia, por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente, procurando mi bienestar.

A Viviana, mi novia, por todo su dulce amor, compañía, paciencia, constante cariño y comprensión, brindándome su apoyo total en todo momento.

Al M.Sc. Jaime M. por su valioso asesoramiento en el proyecto, llenándome de muchos aprendizajes.

A Tommy G., mi compañero de tesis, por su esfuerzo, amistad, comunicación, dedicación y paciencia a lo largo de este camino.

Henry Josué Sánchez Escobar

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi querido padre, Eduardo González, por siempre haberme brindado su apoyo durante todos estos años.

A mi compañero de tesis, Henry Sánchez, por su hermosa compañía a lo largo de esta aventura, del cual aprendí virtudes como la humildad y la paciencia.

A nuestro tutor, Jaime Macías, por su guía e invaluable conocimientos.

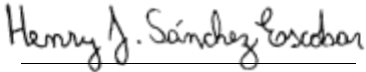
A mi familia, amigos, y toda persona con la que me haya topado durante el camino.

Finalmente, Al Universo, por su infinita abundancia y amor.

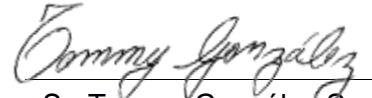
Tommy Eduardo González Suárez

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Henry Josué Sánchez Escobar y Tommy Eduardo González Suárez, damos nuestro 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"



Sr. Henry Sánchez E.
Autor 1



Sr. Tommy González S.
Autor 2

EVALUADORES



Jaime Macías A., M. Sc

PROFESOR DE LA MATERIA



Jaime Macías A., M. Sc

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo de titulación es llevado a cabo en una empresa dedicada a la importación y venta de diferentes tipos de mercancías, la cual necesita un rediseño en sus políticas de abastecimiento para productos de hogar debido a que la estructura organizacional actual se encuentra en proceso de estandarizar sus operaciones. Por lo anterior, se necesita establecer procedimientos y criterios que le ayuden a manejar su inventario de forma más eficiente. Entre los principales problemas que tiene la estructura actual están los altos niveles de stock, e inversión en una herramienta tecnológica para pronósticos de demanda a la cual no se le ha dado uso. Dicho esto, se tiene como objetivo desarrollar criterios que permitan al cliente responder a las preguntas de cuándo debe reabastecer su inventario y en qué cantidad, estableciendo un proceso estandarizado y medible gracias a indicadores de gestión, y brindando además herramientas que faciliten la implementación del diseño propuesto. Para el levantamiento de las políticas de inventario, se realizó una clasificación ABC que permitió identificar los productos de mayor criticidad, para los cuales se encontró que la política de revisión continua de punto de reorden y stock máximo (r,S) era la que mejor se ajustaba, luego de un exhaustivo análisis. Adicionalmente, para facilitar su ejecución se desarrolló una aplicación de pronósticos de series de tiempo utilizando programación en VBA. Como resultado, se alcanzó un desempeño satisfactorio de la política, con un Fill rate mayor al 90%, Meses promedio de inventario menores a 4 meses, y un Error porcentual absoluto medio del pronóstico menor al 20%, cumpliendo con las especificaciones de diseño. Finalmente, utilizando dos de los principales productos, se hizo una comparación en cuanto a costos de gestión entre el manejo actual y la política propuesta, de la cual se identificaron ahorros anuales mayores a \$800 para los productos testeados.

Palabras Clave: Política de inventario, Clasificación ABC, Pronósticos de series de tiempo, Punto de reorden, Stock máximo.

ABSTRACT

The present degree work is carried out in a company dedicated to the import and sale of different types of merchandise, which needs a redesign in its supply policies for household products due to the fact that the current organizational structure is in process to standardize its operations, so procedures and criteria that help to manage the inventory more efficiently need to be established. Among the main problems with the current structure are high levels of stock, and investment in a technological tool for demand forecasting which has not been used. Therefore, the objective is to develop criteria that allow the client to answer the questions of when to replenish their inventory and in what quantity, establishing a standardized and measurable process thanks to management indicators, and also providing tools that facilitate the implementation of the proposed design. To define inventory policies, an ABC classification that allowed identifying the most critical products was carried out, for which it was found that the policy of continuous review of reorder point and maximum stock (r, S) was the one that best adjusted, after an exhaustive analysis. Additionally, a time series forecasting application was developed using VBA programming to facilitate its execution. As a result, a satisfactory performance of the policy was achieved, with a Fill rate greater than 90%, Average months of inventory less than 4 months, and a Mean absolute percentage error of the forecast less than 20%, meeting the design specifications. Finally, using two of the main products, a comparison between the current management and the proposed policy was made in terms of management costs, from which annual savings of more than \$ 800 were identified for the products tested.

Key Words: *Inventory policy, ABC classification, Time series forecasting, Reorder point, Maximum stock.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Restricciones	3
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Marco teórico	4
1.5.1 DMADV	4
1.5.2 Voz del cliente (VOC).....	4
1.5.3 Modelo de Kano	4
1.5.4 Despliegue de la función de calidad (QFD).....	5
1.5.5 Sistemas de control de inventario	5
1.5.6 Técnicas de pronóstico	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. Metodología	6
2.1 Definir	6
2.1.1 Declaración de oportunidad	7
2.1.2 Despliegue de la función de calidad (QFD).....	7

2.2	Medir.....	15
2.2.1	Plan de recolección de datos	15
2.2.2	Estratificación	18
2.2.3	Levantamiento del proceso	24
2.3	Análisis	26
2.3.1	Técnicas de pronósticos.....	26
2.3.2	Sistema de control de inventario	27
2.4	Diseño.....	28
2.4.1	Alternativas de diseño	28
2.4.2	Análisis de sensibilidad	32
2.5	Prototipado	33
2.5.1	Política (r,S) estática y política (r,S) dinámica.....	34
2.5.2	Resultados de la parametrización	36
2.5.3	Resultados del diagrama funcional	38
2.6	Plan de control.....	39
CAPÍTULO 3.....		41
3.	Resultados y Análisis	41
3.1	Simulación de la política de inventario.....	41
3.2	Comparación monetaria.....	46
CAPÍTULO 4.....		49
4.	Conclusiones y Recomendaciones	49
4.1	Conclusiones	49
4.2	Recomendaciones	49
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

VBA	VISUAL BASIC PARA APLICACIONES
VAB	VALOR AGREGADO BRUTO
PIB	PRODUCTO INTERNO BRUTO
COVID-19	ENFERMEDAD DEL CORONAVIRUS
DMADV	DEFINE, MEASURE, ANALYZE, DESIGN, VERIFY
ESPOL	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CD	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN
UN	UNIDAD DE NEGOCIO
DFSS	DESIGN FOR SIX SIGMA
VOC	VOICE OF CUSTOMER
CTQ	CRITICAL TO QUALITY
QFD	QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT
SIPOC	SUPPLIERS INPUTS PROCESS OUTPUT CUSTOMERS

SIMBOLOGÍA

S	Nivel máximo de stock
r	Punto de reorden
Q	Tamaño de lote
A	Costo fijo de realizar un pedido
\bar{D}	Demanda promedio por periodo
h	Costo de mantener inventario
C	Costo unitario del producto
ss	Stock de seguridad
D_L	Demanda promedio durante el lead time
D	Demanda total anual
L	Tiempo de espera
σ_L	Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera
σ_D	Desviación estándar de la demanda
MSE	Error cuadrático medio del pronóstico
MAPE	Error porcentual absoluto medio del pronóstico
F_t	Demanda pronosticada para el periodo t
CSL	Nivel de servicio de ciclo de abastecimiento
N	Tamaño de muestra
Z	Estadístico de la distribución normal estándar dado un intervalo de confianza
S	Desviación estándar de una prueba piloto
E	Error permitido de una prueba piloto
\bar{X}	Media de la prueba piloto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Eslabones de la cadena de abastecimiento.....	2
Figura 2.1 Consumo monetario total de los grupos por período.	19
Figura 2.2 Diagrama de Pareto del consumo monetario total.....	19
Figura 2.3 Consumo monetario total de la clasificación A de los grupos principales.	20
Figura 2.4 Clasificación ABC por consumo monetario del grupo cocina.....	21
Figura 2.5 Clasificación ABC del consumo monetario del subgrupo cuchillos y hachas.	22
Figura 2.6 Diagrama de Pareto de las ventas históricas totales de los productos enfocados.	23
Figura 2.7 Diagrama de Pareto de las ventas totales durante los meses críticos de pandemia de los productos enfocados.	23
Figura 2.8 Diagrama Funcional de los procesos actuales de Definición del presupuesto de ventas y Planificación de compras. Parte I.	24
Figura 2.9 Diagrama Funcional de los procesos actuales de Definición del presupuesto de ventas y Planificación de compras. Parte II.	25
Figura 2.10 Gráfica de la política de inventario (r,S).....	31
Figura 2.11 Nueva propuesta del proceso levantado de Planificación de compras... ..	38
Figura 3.1 Gráfica de la actividad simulada.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Procesamiento del VOC a CTQ.....	8
Tabla 2.2 Procesamiento del Modelo de Kano en porcentajes.....	9
Tabla 2.3 Prioridades ajustadas.....	10
Tabla 2.4 Casa de la calidad.	12
Tabla 2.5 SIPOC.....	14
Tabla 2.6 Plan de recolección de datos - Parte I.	16
Tabla 2.7 Plan de recolección de datos – Parte II.....	17
Tabla 2.8 Clasificación jerárquica de los productos para la unidad de negocio hogar.	18
Tabla 2.9 Análisis de valor del proceso actual.....	25
Tabla 2.10 Puntuación de impacto para matriz de priorización de opciones de diseño.	26
Tabla 2.11 Opciones de técnicas de pronóstico.	26
Tabla 2.12 Comparación entre sistemas de control de revisión continua y periódica.	27
Tabla 2.13 Comparación entre política de inventario (r,Q) y (r,S).....	29
Tabla 2.14 Puntuación de impacto para la matriz de priorización de alternativas de diseño.	29
Tabla 2.15 Alternativas de políticas de inventario.....	30
Tabla 2.16 Análisis de sensibilidad.	32
Tabla 2.17 Plan de prototipado.....	33
Tabla 2.18 Comparación entre política (r,S) estática y dinámica.	34
Tabla 2.19 Comportamiento de la demanda histórica dentro del lead time de los productos estrella.....	35
Tabla 2.20 Resultados del MSE para los distintos métodos de pronóstico evaluados.	36
Tabla 2.21 Parámetros r y S de los productos enfocados.	37
Tabla 2.22 Plan de control.....	40
Tabla 3.1 Parámetros del producto utilizado en ejemplo de la simulación: Fill rate y Meses de Inventario.....	42

Tabla 3.2 Ejemplo de actividad simulada para Fill rate y Meses de inventario promedio.	42
Tabla 3.3 Ejemplo de actividad simulada para el MAPE.....	45
Tabla 3.4 Resultados del Fill rate.....	45
Tabla 3.5 Resultados del MAPE.	46
Tabla 3.6 Resultados de los Meses de inventario.....	46
Tabla 3.7 Comparación monetaria: método actual vs política dinámica.	47
Tabla 3.8 Comparación de indicadores: método actual vs política dinámica.....	47
Tabla 3.9 Comparación monetaria: método actual vs política estática.	48
Tabla 3.10 Comparación de indicadores: método actual vs política estática.....	48
Tabla 3.11 Ejemplo: Ahorros estimados como resultado de la implementación del diseño.	48

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El comercio es uno de los sectores industriales que más Valor Agregado Bruto (VAB) genera al Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador. En el 2019, representó alrededor del 9,44% del total (Banco Central del Ecuador, 2020), siendo superado únicamente por los sectores de la construcción y la manufactura. Dentro de este conglomerado, el segmento de retail agrega un aporte importante a las arcas del país. Según un reporte de la firma Euromonitor International, en el 2018 las ventas nacionales de este segmento alcanzaron un rubro de \$ 16.863 millones, con una proyección de crecimiento estable que oscila alrededor del 1,3% anual, gracias al constante crecimiento demográfico y aumento de la clase media. Además, durante el primer trimestre del año pasado, dos grandes compañías de retail ecuatoriano decidieron dar el paso a la internacionalización, lo cual, según expertos, responde a las tendencias de un mercado que cada vez se ve más influenciado por el mundo globalizado en el que se desarrolla. Por otro lado, si bien el año 2020 ha sido un año difícil para la economía en general, la digitalización ha significado una nueva ventana de consolidación para aquellos que han logrado ajustarse a la nueva realidad de la enfermedad del coronavirus (COVID-19), tras modernizar sus canales de venta. Todo esto obliga a que las cadenas de menor tamaño revisen sus operaciones y organización, con la finalidad de reajustar su competitividad y que tengan la posibilidad de seguir ganando terreno en el mercado.

Dentro de las actividades de mayor importancia para este tipo de negocios se encuentra el abastecimiento de productos a sus bodegas y centros de distribución, siendo este proceso uno de los eslabones iniciales dentro de la cadena de suministro, mediante el cual la empresa procederá a abastecer satisfactoriamente a sus clientes ya sean internos y/o externos, según los distintos canales de venta disponibles. De esto surge la importancia de manejar procedimientos eficientes para la adquisición y administración de mercancías, las cuales representan su activo más importante al encontrarse gran parte de su capital neto invertido en estas.

Para el actual caso de estudio, se tiene una empresa cuya mercadería es almacenada en su propio centro de distribución ubicado en la ciudad de Guayaquil, para luego abastecer la demanda de tres canales, correspondientes a minoristas, mayoristas, y omnicanal (ventas por internet), en donde el 90% de la mercadería proviene de importaciones directamente desde otros países. En la Figura 1.1 se muestran los diferentes eslabones de la cadena general de abastecimiento.



Figura 1.1: Eslabones de la cadena de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

1.1 Descripción del problema

El presente proyecto es llevado a cabo en una compañía dedicada a la importación, distribución y venta de diferentes tipos de mercancías, tanto a nivel de retail como de mayorista, junto con el omnicanal, el cual ha cobrado fuerza en tiempos de COVID-19. Dentro de su cadena de suministro, el abastecimiento de productos al centro de distribución forma parte del núcleo fundamental de sus actividades; sin embargo, históricamente ha carecido de una formalidad que se ajuste a las necesidades de un negocio en constante crecimiento. Por tal motivo, la empresa requiere que se analice dicho proceso tomando como muestra una de sus principales unidades de negocio, "Hogar", para así poder rediseñarlo, con el afán de establecer políticas de control de inventarios que puedan ser replicadas en el resto de las unidades de negocio.

1.2 Restricciones

Dentro de las restricciones se encuentran las siguientes:

- El desarrollo del proyecto es llevado a cabo en temporada de COVID-19, por lo que la comunicación entre los miembros del proyecto es limitada.
- La recolección de datos directamente desde el sitio de trabajo no está disponible debido a la modalidad virtual del proyecto.

1.3 Justificación del problema

Históricamente, el abastecimiento era gestionado por los principales accionistas de la empresa, los cuales negociaban los productos durante sus viajes a otros países, aprovechando ventajas por concepto de descuentos y métodos de pagos. Esta gestión informal ha provocado que la bodega mantenga altos niveles de inventario de producto obsoleto, con casos de mercancías que llegan a los 10 años de antigüedad y con proyección de venta de 20 años. Con la finalidad de mejorar la calidad de la operación, una nueva estructura organizacional fue establecida a mediados del 2018, sin embargo, siguen existiendo algunas informalidades dentro del proceso. La compañía también ha hecho inversiones en herramientas tecnológicas que no se han podido implementar. Tomando en cuenta lo mencionado previamente, se evidencia la necesidad de rediseñar el proceso de abastecimiento para productos de hogar estableciendo políticas para el control del inventario, ya que se ha realizado una gran inversión sin aún poder tener resultados satisfactorios para la empresa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Rediseñar el proceso actual de reabastecimiento para los productos de hogar desde los proveedores hasta el centro de distribución, utilizando la metodología DMADV, con el fin de establecer un proceso estandarizado y medible en sus etapas, para septiembre del 2020.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer políticas para el control de inventario.
- Reducir el error de pronóstico.
- Determinar especificaciones técnicas del diseño.
- Analizar las opciones de proceso considerando las especificaciones del diseño.
- Verificar el desempeño del diseño y su habilidad para cumplir con las necesidades del cliente.

1.5 Marco teórico

1.5.1 DMADV

Es una de las metodologías introducidas por Seis Sigma, la cual se la aplica cuando se requiere crear o rediseñar un proceso, producto, o servicio, puesto que no se están cumpliendo las necesidades del cliente. Esta metodología consiste en cinco fases, las cuáles son: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar (elmundodelacalidad, 2009).

1.5.2 Voz del cliente (VOC)

Es un proceso exhaustivo que reúne e interpreta todas las necesidades, expectativas, preferencias y comentarios acerca de un proceso, producto, o servicio demandado, según la experiencia del cliente, y con la finalidad de descubrir oportunidades de mejora (Urbina, 2016).

1.5.3 Modelo de Kano

Es una herramienta que maneja la relación que existe entre las características de un proceso, producto, o servicio, junto con el nivel de satisfacción de los clientes. Esta herramienta analítica es de gran utilidad, puesto que se enfoca básicamente en priorizar la satisfacción de los requerimientos de los clientes, permitiendo a su vez examinar los atributos específicos que contribuyen a esa satisfacción. Existen 4 categorías predominantes en el modelo de Kano, las cuales son: atractiva, esperada, deseada e indiferente (Software del Sol, 2020).

1.5.4 Despliegue de la función de calidad (QFD)

Es una metodología de gestión de calidad que ayuda a interpretar, ordenar y evaluar de manera sistemática los requerimientos de los clientes, en relación con las características o especificaciones técnicas que se considerarán en el desarrollo de un proceso, producto, o servicio. Los objetivos que persigue el QFD son:

- Priorizar los requerimientos de los clientes acorde a un proceso, producto, o servicio.
- Transformar los requerimientos del cliente a características y especificaciones técnicas.
- Diseñar, crear, y proveer procesos, productos, o servicios de calidad, enfocándose en la satisfacción del cliente (Aiteco, 2019).

1.5.5 Sistemas de control de inventario

Un sistema de control de inventario es un proceso mediante el cual una compañía maneja sus existencias de forma más eficiente con respecto a su movimiento, almacenamiento, y flujo de información de todos los recursos que intervengan en el proceso (Castro, 2014).

1.5.6 Técnicas de pronóstico

Un pronóstico es la estimación de un evento futuro en base a cierta información. En el comercio, realizar una adecuada estimación de la demanda brinda una oportunidad de tomar buenas decisiones, previniendo gastos innecesarios y obteniendo a su vez mayores ganancias. Existen 3 métodos principales para el cálculo de pronósticos, que son: de juicio, causales, y series de tiempo; de los cuales cada uno se utiliza según el objetivo que se requiera alcanzar, y en medida de su ajuste con respecto a los datos disponibles que se esté investigando o analizando (Pricing, 2019).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para resolver el problema es conocida como DMADV, la cual está dentro del ámbito de los principios Lean - Six Sigma para el rediseño de procesos, y está constituida por las siguientes etapas:

- Definir.
- Medir.
- Analizar.
- Diseñar.
- Verificar.

A continuación, se procederá a describir detalladamente cada una de ellas en relación con el desarrollo del presente proyecto.

2.1 Definir

Mediante esta fase se lograron levantar las necesidades del cliente, las cuales luego de ser identificadas, se tradujeron a características críticas para la calidad (CTQs). Una vez definidos los CTQs, se priorizaron aquellos de mayor importancia para el cliente, y que servirán de métrica para la evaluación del desempeño de las diferentes propuestas de diseño. Las principales herramientas utilizadas durante esta fase fueron el VOC, el Modelo de Kano, y la Casa de la Calidad, todo como parte de la metodología del QFD. En esta etapa también se utilizó la herramienta SIPOC, la cual permitió definir el alcance del proyecto en función de los requerimientos del cliente.

2.1.1 Declaración de oportunidad

Como resultado de las primeras entrevistas con los clientes, se obtuvo la siguiente declaración de oportunidad:

“El departamento de compras de la unidad de negocios Hogar, necesita rediseñar el proceso de abastecimiento de productos al centro de distribución, debido a altos niveles de inventario y herramientas tecnológicas sin utilizar”.

2.1.2 Despliegue de la función de calidad (QFD)

Voz del cliente

Para obtener la voz del cliente, se realizaron entrevistas con los principales involucrados en el proceso:

- Jefes de unidades de negocio.
- Planificador de la demanda.
- Auxiliar de importaciones.
- Jefa de sistemas de gestión y procesos.

Una vez realizadas las entrevistas, se identificaron las necesidades del cliente interpretando la información obtenida, las cuales a su vez fueron transformadas a CTQs. Además, los pilares de la triple línea base del desarrollo sostenible (social, económico, y ambiental), fueron asociados a cada CTQ con la finalidad de conocer su impacto sobre cada uno de ellos, lo cual será analizado en la etapa de Verificación, en donde se llevará a cabo un prototipado de la propuesta de diseño elegida. Lo anterior mencionado puede apreciarse en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Procesamiento del VOC a CTQ.

	VOC	NECESIDAD	DRIVERS	CTQ	TRIPLE BOTTOM LINE
1	"Algunas tareas para el procesamiento de información de planificación se las hace de manera manual".	Facilitar el proceso de planificación.	Carga de trabajo.	Porcentaje de carga de trabajo.	Social. Económico.
2	"Los proveedores suelen cambiar las fechas de embarque y enviar cantidades parciales de todo el pedido".	Mantener fijas las fechas de embarque y recibir los pedidos completos al centro de distribución.	Confiabilidad de los proveedores.	Porcentaje de pedidos entregados completos y a tiempo por proveedor.	Ambiental. Económico.
3	"El pronóstico no se está trabajando con las proyecciones del volumen de ventas en mayoristas o retails que tiene el área de ventas".	Conocer mejor la demanda real de cada producto.	Precisión del pronóstico.	Error porcentual absoluto medio del pronóstico.	Económico.
4	"Suelen haber faltantes de ventas".	Cumplir con la demanda de productos.	Satisfacción de la demanda.	Fill rate.	Económico.
5	"Existe un exceso de inventario para ciertos productos".	Equilibrar el inventario en base al tipo de producto.	Niveles de inventario	Meses promedio de inventario.	Económico.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Modelo de Kano

Una vez definidos los CTQs se procedió a identificar el grado de importancia que cada uno de ellos tiene para el cliente, para lo cual se utilizó en primera instancia el Modelo de Kano, considerando los siguientes criterios de clasificación:

- Atractivos (A).
- Obligatorio (M).
- Opuesto (R).
- Unidimensional (O).
- Cuestionable (Q).
- Indiferente (I).

En la Tabla 2.2 se puede apreciar la evaluación de cada Driver, obteniendo como resultado que todos los atributos son unidimensionales para el cliente.

Tabla 2.2 Procesamiento del Modelo de Kano en porcentajes.

	CTQS' DRIVERS	SUMA DE CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN							Clasificación
		A	O	M	R	Q	I	Total	
1	Carga de trabajo	40%	40%	0%	0%	20%	0%	100%	O
2	Confiabilidad de los proveedores	20%	40%	0%	0%	20%	20%	100%	O
3	Precisión del pronóstico	20%	60%	0%	0%	20%	0%	100%	O
4	Satisfacción de la demanda	0%	80%	0%	0%	20%	0%	100%	O
5	Niveles de inventario	20%	60%	0%	0%	20%	0%	100%	O

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

A continuación, se describe una interpretación más concisa de los resultados:

1. Si el rediseño propuesto ayuda a satisfacer la demanda, el cliente gozará de un 80% de satisfacción. Si el rediseño propuesto no ayuda a satisfacer la demanda, el cliente gozará de un 80% de insatisfacción.

2. Si el rediseño propuesto ayuda a nivelar el inventario, el cliente gozará de un 60% de satisfacción. Si el rediseño propuesto no ayuda a nivelar el inventario, el cliente gozará de un 60% de insatisfacción.
3. Si el rediseño propuesto ayuda a aumentar la precisión de los pronósticos de venta, el cliente gozará de un 60% de satisfacción. Si el rediseño propuesto no ayuda a aumentar la precisión de los pronósticos de venta, el cliente gozará de un 60% de insatisfacción.
4. Si el rediseño propuesto ayuda a reducir la carga de trabajo, el cliente gozará de un 40% de satisfacción. Si el rediseño propuesto no ayuda a reducir la carga de trabajo, el cliente gozará de un 40% de insatisfacción.
5. Si el rediseño propuesto ayuda a manejar proveedores más confiables, el cliente gozará de un 40% de satisfacción. Si el rediseño propuesto no ayuda a manejar proveedores más confiables, el cliente gozará de un 40% de insatisfacción.

Prioridades forzadas

Con el fin de realizar una priorización más efectiva se utilizó el criterio de las prioridades forzadas, en el cual los clientes calificaron cada característica de diseño en una escala del 1 al 5; luego, dichas calificaciones fueron promediadas, obteniendo un resultado para cada característica en específico. Los resultados de este ejercicio se muestran a detalle en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Prioridades ajustadas.

CTQS' DRIVERS	CLIENTES ENCUESTADOS					PROMEDIO
	1	2	3	4	5	
1	4	5	1	2	1	2,60
2	1	1	2	3	3	2,00
3	5	4	3	5	5	4,40
4	2	2	5	4	4	3,40
5	3	3	4	1	2	2,60

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

A continuación, se procedió a multiplicar los promedios por los valores obtenidos en el Modelo de Kano (donde 80% representa un 8; 60% representa un 6; 40% un 4), para luego realizar una ponderación sobre 5, debido a los 5 criterios siendo evaluados. Dichos resultados fueron agregados a la casa de la calidad en la columna denominada “Escala de importancia del cliente”, como se puede observar en la Tabla 2.4.

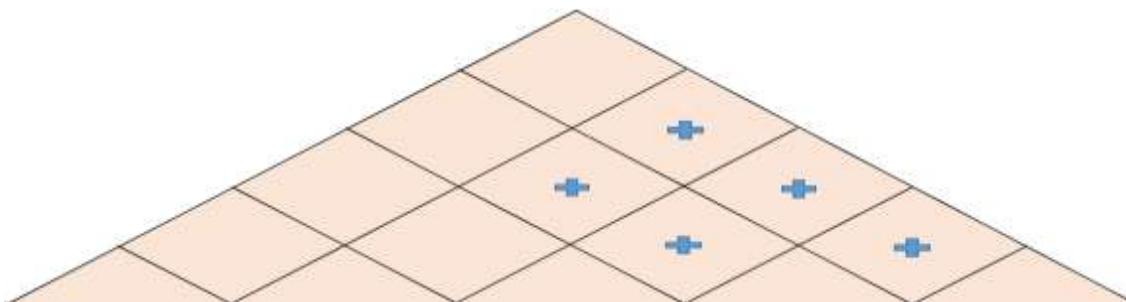
Casa de la calidad

Finalmente, como resultado de las correlaciones establecidas entre los CTQs y las necesidades, y tomando en cuenta además la escala de importancia del cliente, se lograron identificar las características de diseño predominantes a través de la casa de la calidad, principal herramienta del QFD. Los resultados finales se muestran a continuación acorde a su priorización:

1. Error porcentual absoluto medio del pronóstico.
2. Fill rate.
3. Meses promedio de inventario.

Como se mencionó en la introducción de esta sección, dichas métricas se utilizarán para la evaluación del desempeño del diseño propuesto.

Tabla 2.4 Casa de la calidad.



Dirección deseada de mejora (↑,0,↓)		↓	↑	↓	↓	↓	
CTQ's →		Porcentaje de carga de trabajo.	Porcentaje de órdenes completas y a tiempo.	Error porcentual absoluto medio del pronóstico.	Fill rate.	Meses promedio de inventario.	Peso ponderado
Escala de importancia del cliente	Requerimientos del cliente ↓						
0,59	Facilitar el procesamiento de información.	9	0	0	0	0	5,34
0,46	Que los proveedores mantengan fijas las fechas de embarque y envíen el pedido completo al centro de distribución.	0	9	0	0	0	4,11
1,51	Conocer de manera más aproximada el pronóstico de cada producto.	0	0	9	0	1	15,07
1,55	Cumplir con la demanda de productos.	0	3	3	9	3	27,95
0,89	Equilibrar el inventario en base al tipo de producto.	0	3	3	3	9	16,03
Puntaje de importancia técnica		5,34	11,44	20,89	16,64	14,18	68,49
Importancia %		8%	17%	31%	24%	21%	100%
Rangos de prioridad		5	4	1	2	3	

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez – Tommy González.

SIPOC

Con la finalidad de conocer a mayor detalle el proceso de abastecimiento, un diagrama SIPOC fue levantado a través de 3 etapas en colaboración con los principales involucrados. La primera etapa consistió en describir el proceso de manera libre, sus actividades y actores, obteniendo un panorama preliminar del mismo. Para la segunda etapa, gracias a la información levantada previamente y a documentos facilitados por el analista de procesos, un bosquejo del diagrama fue presentado a los involucrados con la finalidad de hacer los ajustes pertinentes y recibir retroalimentación. Por último, se compartieron los resultados de la propuesta final, contando con la aprobación de todo el equipo.

Dentro de las actividades identificadas en el proceso de abastecimiento se pudo observar que tres de las características de diseño estaban directamente relacionadas con el primer paso: Planificación de compras. Es aquí donde influyen los pronósticos de ventas a corto plazo y se consultan los niveles de inventario para posteriormente decidir qué productos comprar, cuántas unidades, y para qué periodos del año será el abastecimiento. Por lo tanto, manejar políticas de inventario enfocadas a las necesidades de la empresa, y metodologías para el cálculo de los pronósticos que vayan acorde al comportamiento de la demanda resultan indispensables para alcanzar un desempeño óptimo del proceso, y lograr así satisfacer los requerimientos del cliente.

De esta manera, el alcance quedó definido sobre esta actividad, la cual se estudió a mayor detalle con la finalidad de hallar alternativas de rediseño que lograsen un impacto positivo en la compañía. En la Tabla 2.5, se muestra el diagrama SIPOC, resaltando la actividad correspondiente.

Tabla 2.5 SIPOC.

SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
*Área de ventas. *Sistema Dobra (ERP). *Alta Gerencia y socios.	*Data histórica de ventas. *Proyección de crecimiento de ventas.	Definición del presupuesto de ventas.	*Presupuesto de venta anual.	*Unidad de negocio.
*Sistema Dobra (ERP). *Planificador de la demanda.	*Presupuesto de venta anual. *Indicadores de inventario.	Planificación de compras.	*Productos y cantidades por cotizar.	
*Sistema Dobra. *Proveedores nacionales. *Proveedores internacionales.	*Lista de proveedores. *Listado de precios de productos a cotizar.	Cotización de productos.	*Cuadro comparativo de cotizaciones o proforma de los proveedores.	
*Jefe de unidad de negocio. *Proveedores nacionales. *Proveedores internacionales. *Gerente de negocios.	*Cuadro comparativo de cotizaciones o proforma de los proveedores. *Proforma aprobada.	Generar la orden de compra.	*Orden de compra generada en el sistema Dobra.	
*Proveedores nacionales. *Proveedores internacionales.	*Mercadería. *Factura del proveedor.	Recepción del pedido.	*Datos contables de la factura del proveedor verificado. *Mercadería registrada en el sistema interno y registrada en la plataforma.	*Almacén. *Unidad de Negocio.
*Auxiliar de Importaciones. *Gerente de Negocio.	*Orden de compra en el sistema en estado facturado. *Factura en físico firmada por el Gerente de negocios. *Datos contables de la factura del proveedor verificado.	Facturación del pedido.	*Factura pagada y archivada.	*Proveedores. *Unidad de Negocio.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez – Tommy González.

2.2 Medir

En esta etapa se realizó un plan de recolección de datos, los cuales son indispensables para el correcto desarrollo de un proyecto. Estos datos fueron procesados en las etapas posteriores con la finalidad de generar propuestas de rediseño, de tal forma que se logró establecer comparaciones entre ellas y con respecto a la situación actual, para elegir así la de impacto más positivo. Además, con ayuda de los datos, se realizó una estratificación rigurosa para hallar las principales familias de productos sobre las cuales se enfocarán las soluciones. Por último, se muestra que la fuente de donde se recolectaron los datos es confiable (ver Anexo A).

2.2.1 Plan de recolección de datos

Como se explicó anteriormente, se necesitaba recolectar información y data para usarla a lo largo de todas las siguientes etapas de la metodología DMADV; por lo tanto, el plan que facilitó esta tarea fue diseñado en función de los siguientes criterios:

- ¿Cuáles son los datos que se va a recolectar?
- Definición operacional.
- Fuente de los datos.
- ¿Cómo se recolectará?
- ¿Quién es el encargado de recolectarlos?
- ¿Cuándo se los recolectará?
- ¿Cómo se usarán los datos?
- Tipo de datos.
- El estado de la recolección de datos.

En la Tabla 2.6 y Tabla 2.7 se muestra el Plan de recolección de datos.

Tabla 2.6 Plan de recolección de datos - Parte I.

MEDICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	FUENTE DE DATOS	¿CÓMO SE RECOLECTARÁN LOS DATOS?	¿QUIÉN RECOLECTARÁ LOS DATOS?	¿CÓMO SE USARÁN LOS DATOS?	TIPO DE DATO	ESTADO ACTUAL
1	Consumo monetario. Demanda del ítem (U) x Costo Unitario del ítem (\$/U).	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de unidad de negocio. Planificador de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> Para estratificar: Clasificación A, B, C. 	Continuo.	Completo.
2	Meses promedio de inventario. Tiempo que el inventario tiene para pasar en bodega.	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de unidad de negocio. Planificador de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> Para evaluar las opciones de rediseño del proceso. 	Continuo.	Completo.
3	Rotación del inventario. Número de veces que el inventario entra y sale de la bodega.	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de unidad de negocio. Planificador de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> Para evaluar las opciones de rediseño del proceso. 	Continuo.	Completo.
4	Lead times. (Día de llegada de mercadería - Día de emisión de pedido).	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de unidad de negocio. Auxiliar de importaciones. 	Etapa de diseño: Definir políticas de inventario.	Continuo.	Completo.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 2.7 Plan de recolección de datos – Parte II.

	MEDICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	FUENTE DE DATOS	¿CÓMO SE RECOLECTARÁN LOS DATOS?	¿QUIÉN RECOLECTARÁ LOS DATOS?	¿CÓMO SE USARÁN LOS DATOS?	TIPO DE DATO	ESTADO ACTUAL
5	Costo Unitario.	Costo promedio de la mercancía en dólares por unidad.	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de unidad de negocio. • Planificador de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para estratificar mediante una clasificación A, B, C. • Definir políticas de inventario. 	Continuo.	Completo.
6	Costos fijos.	Costos fijos de surtir una orden del pedido.	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de unidad de negocio. • Auxiliar de importaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir políticas de inventario. 	Continuo.	Completo.
7	Ventas históricas.	Ventas históricas mensuales en unidades.	Base de datos del sistema DOBRA.	Electrónicamente: Base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de unidad de negocio. • Planificador de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para estratificar mediante una clasificación ABC. • Para establecer políticas de inventario. • Para evaluar métodos de pronóstico. 	Discreto.	Completo.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González.

2.2.2 Estratificación

La unidad de negocios de productos de hogar cuenta con 11 grupos: baño, bar, bebé, cocina, comedor, dormitorio, lavandería, navideños, patio & garaje, recuerdos, y sala. De los grupos mencionados cada uno cuenta con sus propios subgrupos, y de dentro de cada subgrupo constan las categorías, las cuales son productos que ya poseen un código único asociado. Un ejemplo se muestra en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Clasificación jerárquica de los productos para la unidad de negocio hogar.

UNIDAD DE NEGOCIO	GRUPO	SUBGRUPO	CÓDIGO DE PRODUCTO
HOGAR	COCINA	CUCHILLOS Y HACHAS	6145
HOGAR	COCINA	CUCHILLOS Y HACHAS	21382
HOGAR	COCINA	CUCHILLOS Y HACHAS	32155
HOGAR	COCINA	CUCHILLOS Y HACHAS	54242
HOGAR	COCINA	CUCHILLOS Y HACHAS	21383
HOGAR	COCINA	CANTINAS/ TETERAS	30340
HOGAR	COCINA	VIANDAS/ LONCHERAS EJECUTIVAS	52652
HOGAR	COCINA	PORTA VAJILLAS	60679
HOGAR	COCINA	SARTENES	100294

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Luego, con la finalidad de identificar qué productos son los más críticos para la gestión de inventarios, se llevó a cabo una estratificación en donde se utilizó como criterio el consumo monetario, definido por la ecuación (2.1):

$$\text{Consumo monetario} = \text{Costo unitario } (\$/u) \times \text{ventas anuales totales } (u). \quad (2.1)$$

La primera estratificación se la hizo a nivel de grupos, para lo cual se comparó el comportamiento del consumo monetario de todos los grupos en los últimos tres años. De esto, se concluyó que su comportamiento no variaba significativamente entre periodos anuales, como se observa en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Consumo monetario total de los grupos por período.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Esto permitió aplicar el principio de Pareto para la suma total de todos los periodos, logrando identificar que los grupos de cocina, comedor, navideños, y sala, representan el 75,07% del consumo monetario de toda la unidad de negocio, como se muestra en la Figura 2.2.

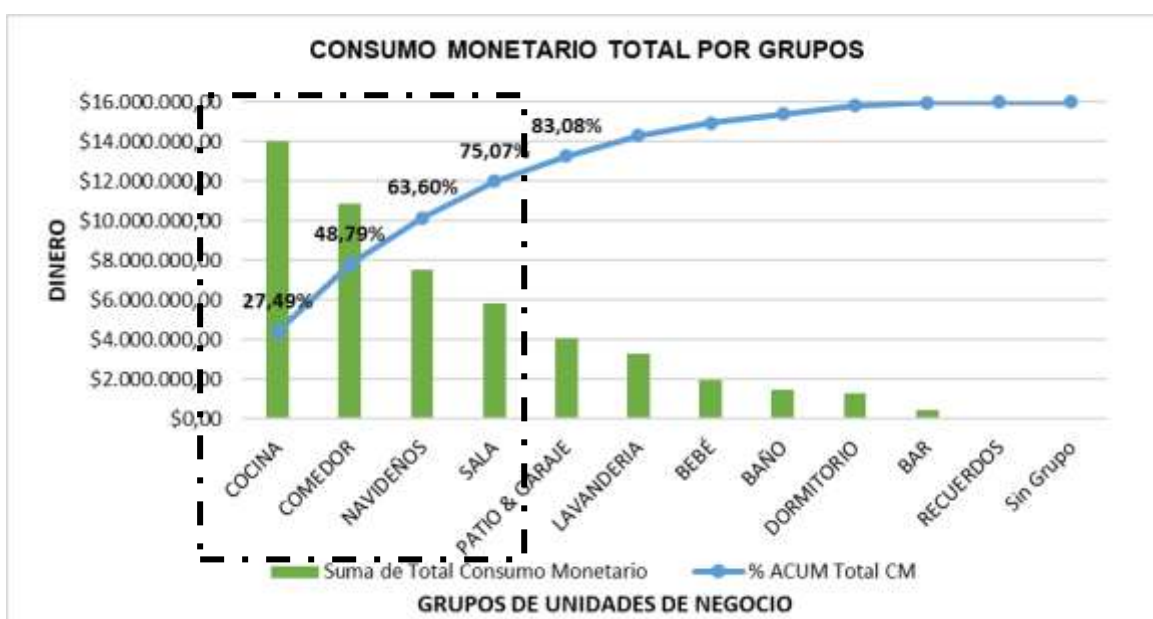


Figura 2.2 Diagrama de Pareto del consumo monetario total.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Sobre estos grupos se hizo una segunda estratificación aplicando el mismo principio de Pareto. En el Anexo B se pueden apreciar sombreados en celeste aquellos subgrupos que representan alrededor del 80% del consumo monetario de cada grupo previamente seleccionado.

En la Figura 2.3 se muestra el consumo monetario total de todos los subgrupos tipo A, siendo los de cocina los de mayor magnitud, representando además alrededor del 22,04% del consumo monetario total de la unidad de productos de hogar.

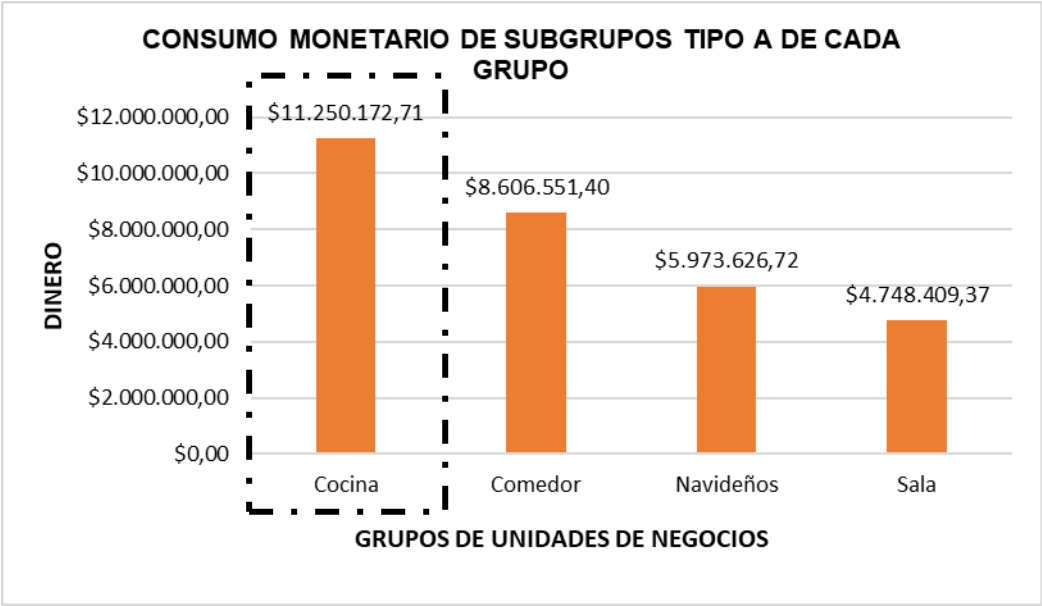


Figura 2.3 Consumo monetario total de la clasificación A de los grupos principales.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Una vez identificado el grupo de mayor relevancia, se procedió a identificar los subgrupos tipo A del mismo, como se muestra en la Figura 2.4.

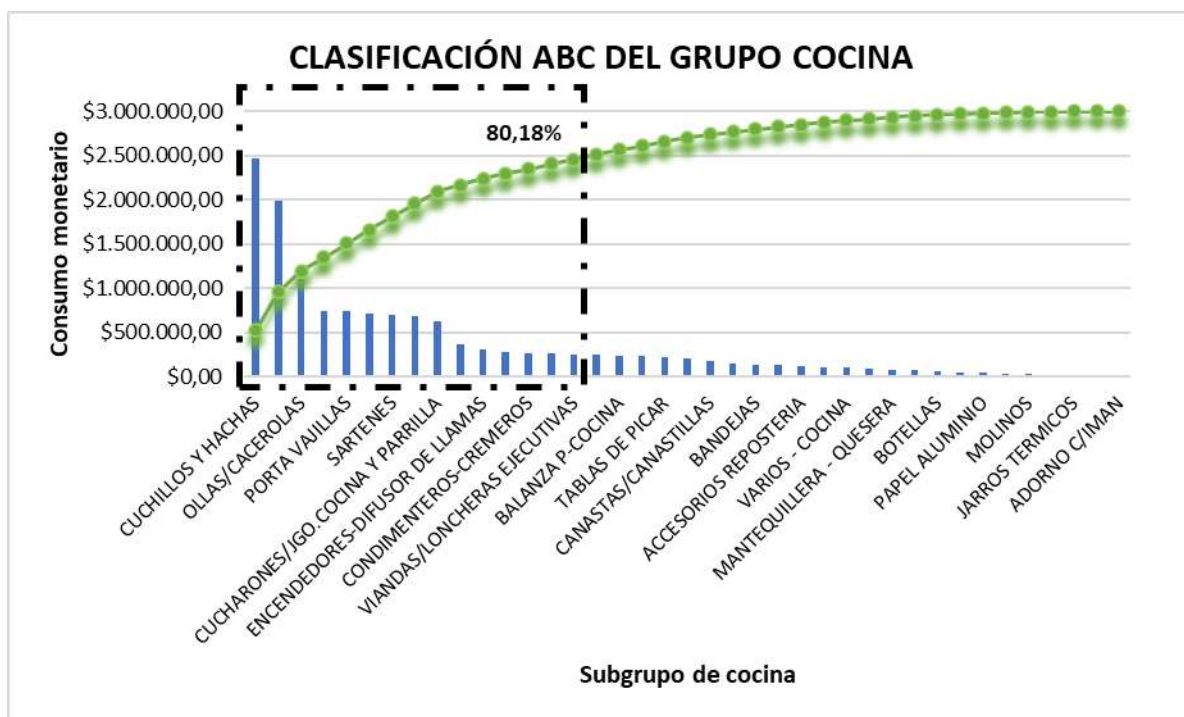


Figura 2.4 Clasificación ABC por consumo monetario del grupo cocina.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Dentro del listado propuesto, se eligió trabajar con el subgrupo de cuchillos y hachas por ser el de mayor consumo monetario, es decir, los más significativos dentro de la gestión de inventario.

Finalmente, en la Figura 2.5 se muestra el consumo monetario total de todos los ítems que existen dentro del subgrupo de cuchillos y hachas, eligiendo a los 41 primeros productos, puesto que representan alrededor del 4.8% del consumo monetario total de la unidad de negocio.

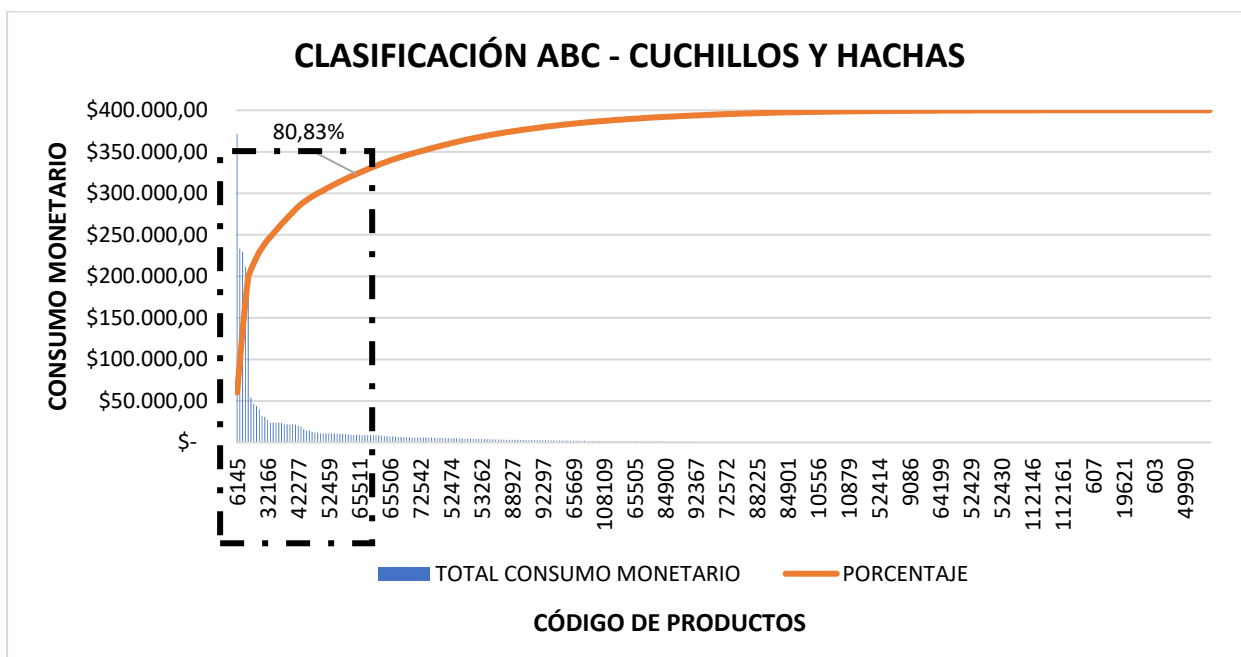


Figura 2.5 Clasificación ABC del consumo monetario del subgrupo cuchillos y hachas.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Se hace especial referencia a los primeros cinco productos mostrados (Ver Anexo C), los cuales representan el 62,95% del consumo monetario de los productos enfocados. Además, históricamente representan el alrededor del 80% de las ventas, incluso en el período de cuarentena durante los meses más críticos de la pandemia por COVID-19, como se muestra en la Figura 2.6, y Figura 2.7.

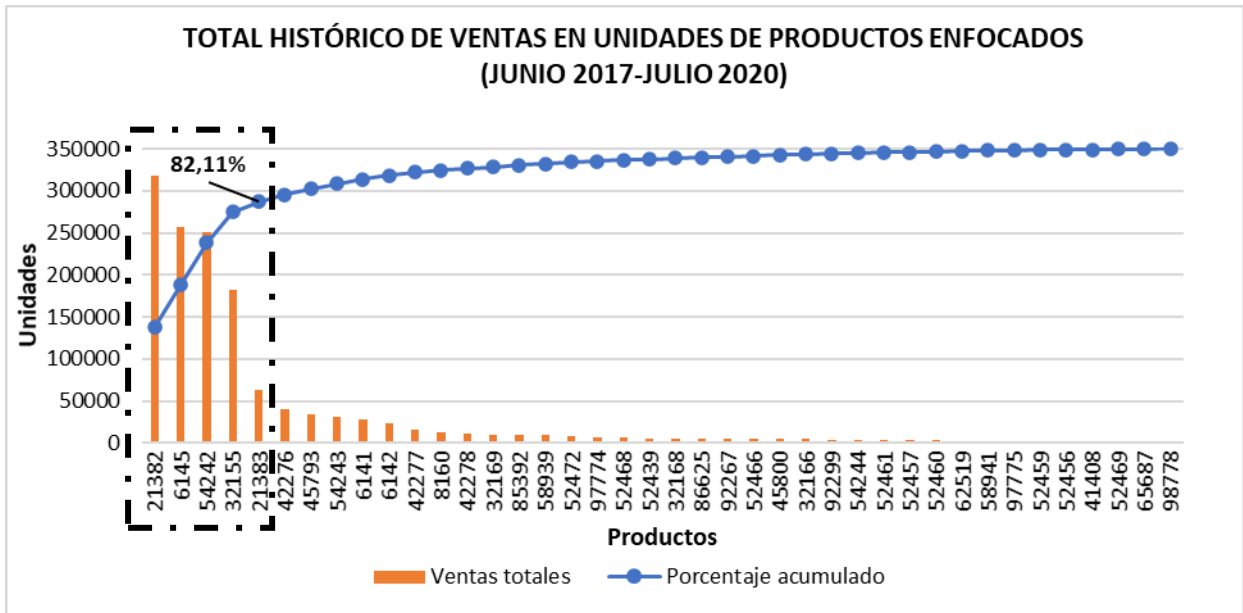


Figura 2.6 Diagrama de Pareto de las ventas históricas totales de los productos enfocados.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

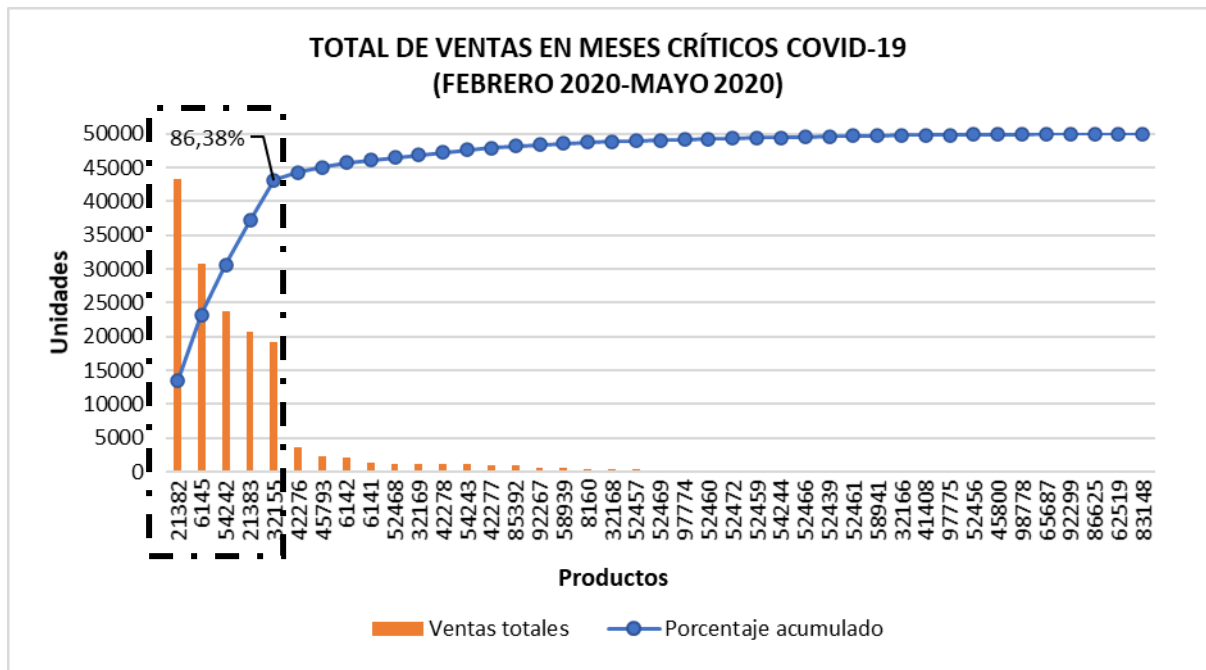


Figura 2.7 Diagrama de Pareto de las ventas totales durante los meses críticos de pandemia de los productos enfocados.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

2.2.3 Levantamiento del proceso

Por requerimiento del cliente se realizó el levantamiento del proceso de “Definición del presupuesto de ventas”, el cual es predecesor del proceso definido previamente en el alcance durante la etapa de definición. Cabe destacar que el diagrama propuesto fue levantado en conjunto con el cliente en base a su retroalimentación, y que como tal ha sido llevado a cabo solo en el 2019, puesto que la nueva administración funciona desde el año 2018 y para el presente año se realizó un plan de ventas de forma provisional debido a la emergencia sanitaria. A continuación, en la Figura 2.8 y Figura 2.9 se presenta el diagrama, junto con el análisis de valor de sus actividades en la Tabla 2.9.

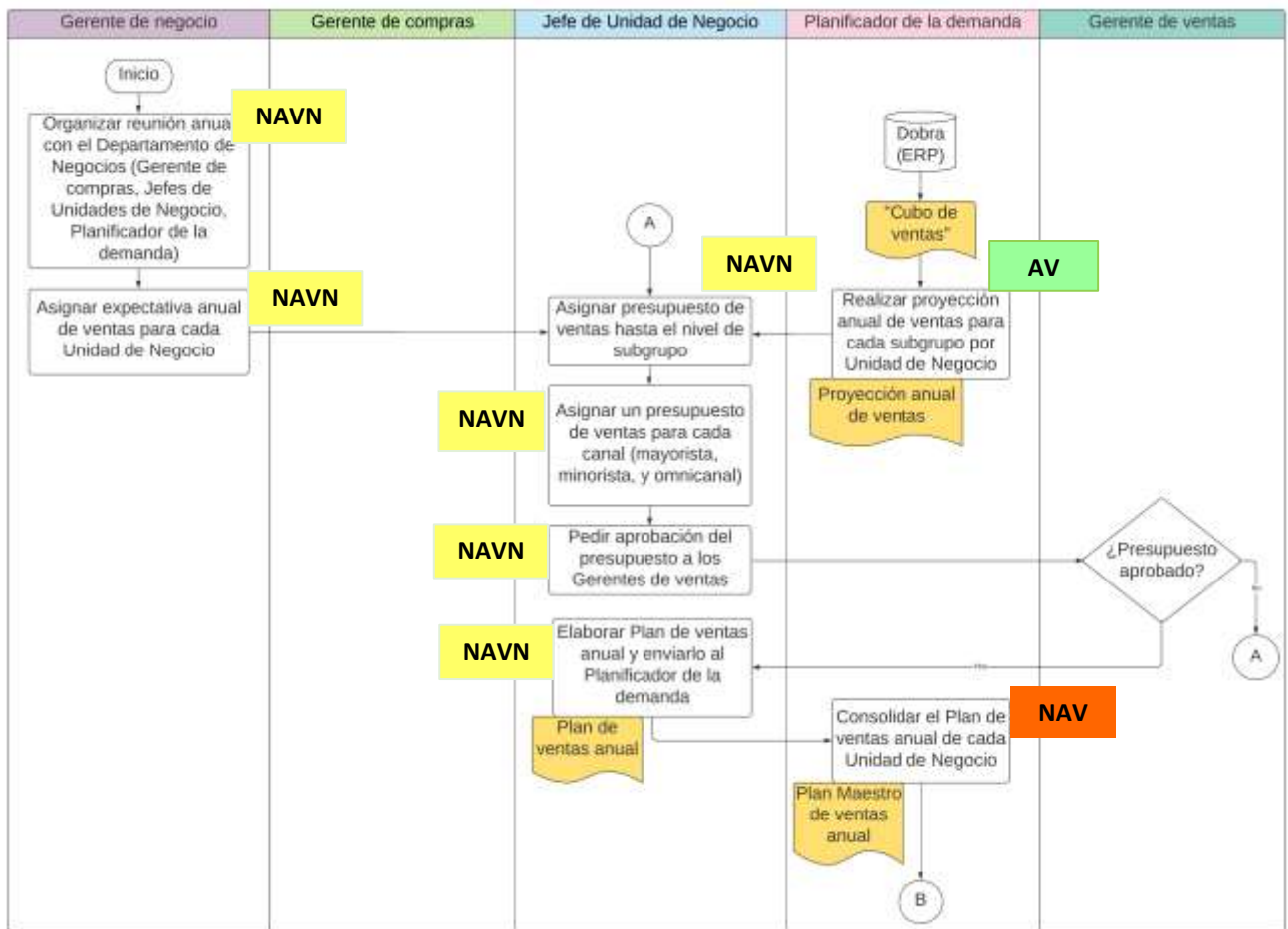


Figura 2.8 Diagrama Funcional de los procesos actuales de Definición del presupuesto de ventas y Planificación de compras. Parte I.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

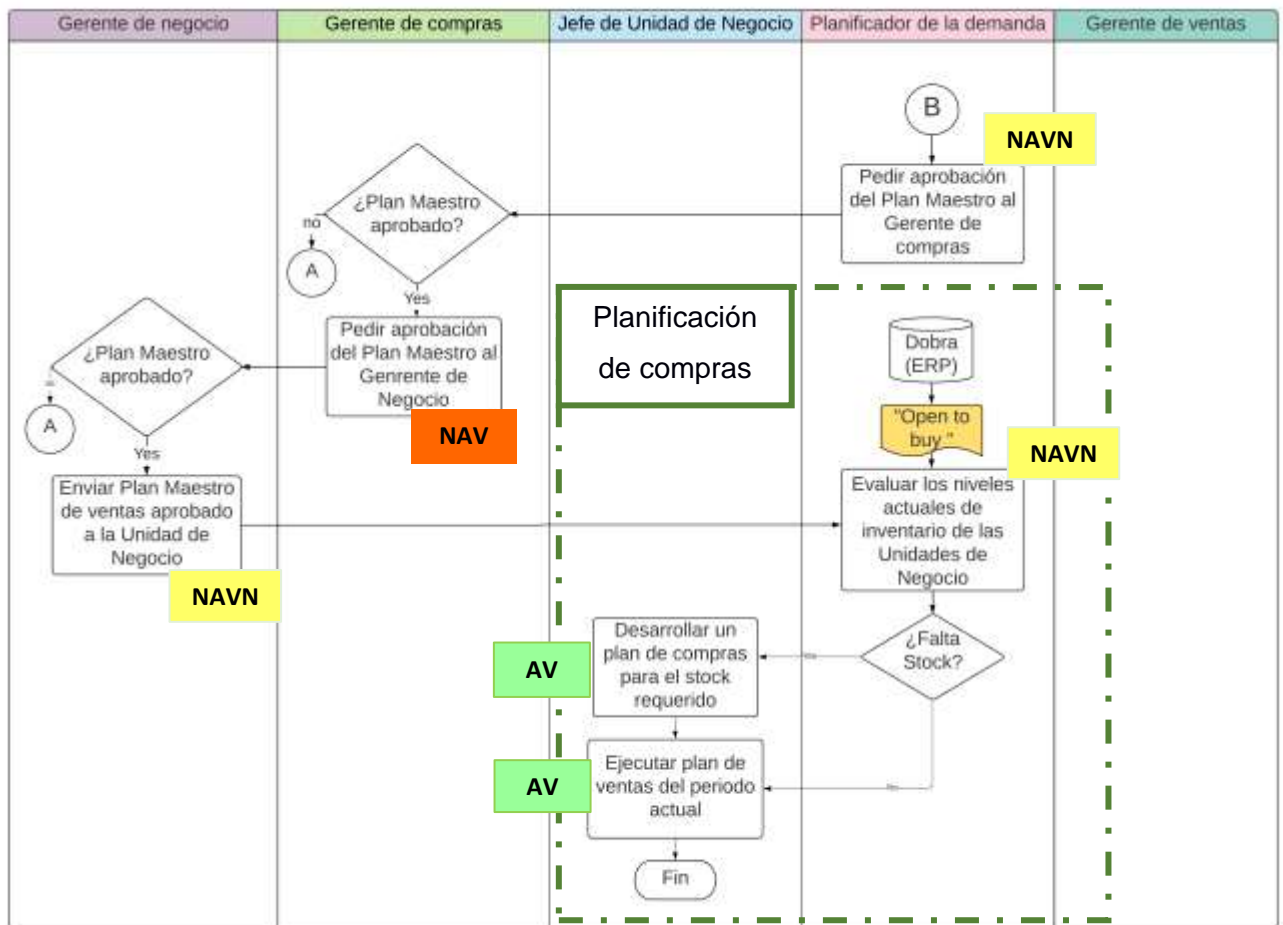


Figura 2.9 Diagrama Funcional de los procesos actuales de Definición del presupuesto de ventas y Planificación de compras. Parte II.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 2.9 Análisis de valor del proceso actual.

AV: Agrega Valor	21%
NAV: No Agrega Valor	14%
NAVN: No Agrega Valor pero es Necesario	65%
TOTAL	100 %

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Sobre el diagrama presentado en la Figura 2.9 se propusieron cambios de acuerdo con el nuevo funcionamiento del proceso de Planificación de compras, como resultado de incluir políticas de inventario en el mismo. Estos cambios se muestran en la etapa del desarrollo del prototipo.

2.3 Análisis

En esta etapa se analizaron diferentes opciones de diseño de acuerdo con los productos enfocados, situación actual y requerimientos del cliente.

2.3.1 Técnicas de pronósticos

Para determinar la mejor opción entre las diferentes técnicas de pronóstico, se procedió a realizar una tabla de puntuación tomando en cuenta las restricciones y consideraciones por parte de la empresa, donde las opciones de técnicas son:

- 1) Juicio.
- 2) Causal.
- 3) Series de tiempo.

Tabla 2.10 Puntuación de impacto para matriz de priorización de opciones de diseño.

SIGNIFICADO	ALTO	MODERADO	BAJO	MUY BAJO
PUNTUACIÓN	9	6	3	1

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 2.11 Opciones de técnicas de pronóstico.

RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES	PESO	OPCIÓN		
		1	2	3
El diseño debe ayudar a mejorar la gestión del inventario.	9	1	3	9
El cliente requiere un diseño de complejidad moderada.	6	9	6	1
El diseño debe ser preciso.	9	1	6	9
Disponibilidad de datos.	6	9	3	6
Tiempo limitado para desarrollar un diseño.	6	9	3	6
TOTAL	-	180	153	240

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Como se puede observar en la Tabla 2.11, los pronósticos de series de tiempo fueron los de mayor puntuación según las posibles puntuaciones de la Tabla 2.10, siendo este tipo de metodología la que más se acopla a las restricciones y consideraciones.

2.3.2 Sistema de control de inventario

Para determinar las posibles opciones de sistemas de control de inventario, se realizaron reuniones con los participantes involucrados en el proceso de Planificación de compras, con la finalidad de observar las características que poseen cada una de ellas e identificar cuál se podría acoplar de mejor manera a los productos enfocados, y a la forma de trabajar de la empresa. Esta comparación puede apreciarse en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12 Comparación entre sistemas de control de revisión continua y periódica.

CARACTERÍSTICA	REVISIÓN CONTINUA	REVISIÓN PERIÓDICA
¿Cuándo se debe pedir?	Cada vez que el inventario real esté por debajo de un nivel determinado.	Cuando llegue el periodo de revisión fijado.
Cantidad para ordenar.	Menor que la revisión periódica puesto que se realizan pedidos cada vez que el inventario llega a cierto nivel.	Mayor que en la revisión continua, puesto que el abastecimiento debe ser lo suficiente grande como para abarcar hasta el próximo periodo.
Stock de Seguridad.	Menor que en la revisión periódica.	Mayor que el de revisión continua.
Pasos administrativos.	Mayores, debido a que el mantenimiento del registro de inventario es constante.	Menores, debido a que las revisiones no se hacen hasta llegar al periodo fijado.
Tecnología.	Mayor, puesto que los niveles de inventario deben ser revisados de manera continua con resultados de primera mano.	Menor tecnología, debido a que no se requiere constante revisión del inventario.
Tiempo de Ciclo.	Bajo.	Alto.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Para el proyecto se eligió la revisión continua, puesto que se aplica mejor a las condiciones y requisitos de la empresa. Además, este tipo de revisiones son más adecuadas cuando se trabaja con artículos importantes, ya que de esta manera podrán ser controlados una manera más cercana, y en su efecto poder responder de una forma más rápida ante cualquier tipo de percance por posibles agotamientos de stock. Es importante también mencionar que otra de las razones por la cual se tomó la decisión de implementar este tipo de sistema de control fue en vista de que la empresa cuenta con un sistema informático con la tecnología necesaria para realizar revisiones continuas, en consecuencia, de que se debe ir registrando cada retiro de mercadería de manera constante para monitorear los niveles de stock.

2.4 Diseño

Es importante recordar que en la etapa de análisis se seleccionó a los modelos de pronósticos de series de tiempo como opción de diseño, junto con la revisión continua como sistema de control de inventario. Ahora en esta etapa, se realizó un análisis para priorizar alternativas de diseño.

2.4.1 Alternativas de diseño

Como se muestra a continuación, se procedió a identificar qué alternativa de diseño dentro de los sistemas de control de revisión continua es la que mejor se ajusta. Dentro de las alternativas se tiene:

- Política de inventario (r,Q) "Punto de reorden, Cantidad a ordenar".
- Política de inventario (r,S) "Punto de reorden, Ordenar hasta el nivel máximo".

A continuación, se presenta en la Tabla 2.13 la comparación entre cada una de ellas.

Tabla 2.13 Comparación entre política de inventario (r,Q) y (r,S).

Características	Política de inventario (r,Q)	Política de inventario (r,S)
¿Cuándo ordenar?	Los pedidos se realizan tan pronto como el inventario cae al punto de reorden "r" o inferior al mismo.	Los pedidos se realizan tan pronto como el inventario cae al punto de reorden "r" o inferior al mismo.
¿Cuánto ordenar?	El tamaño de la orden siempre se fija en Q unidades.	El tamaño del pedido varía alrededor de Q. Es la brecha entre el nivel "S" y el inventario actual, el cual estaría por debajo o al mismo nivel de "r".
Ventajas	Su implementación es relativamente más sencilla. Además, los requerimientos son predecibles para el proveedor.	Los costos de reabastecimiento, transporte y escasez son menores. Además, funcionan mejor para ítems tipo A.
Desventajas	El modelo es bastante sensible a las transacciones grandes.	Las cantidades de pedidos variables pueden causar errores y dificultades de manejo.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Luego de analizar las características de cada una de las políticas de inventario, se procedió a realizar una matriz de priorización de alternativa de diseño teniendo en cuenta las consideraciones de los clientes y los pesos de la Tabla 2.14.

Tabla 2.14 Puntuación de impacto para la matriz de priorización de alternativas de diseño.

SIGNIFICADO	ALTO	MODERADO	BAJO
PUNTUACIÓN	9	6	3

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 2.15 Alternativas de políticas de inventario.

CONSIDERACIONES	PESO	ALTERNATIVAS DE DISEÑO	
		(r,Q)	(r,S)
Tamaño de la orden.	6	6	9
Disminuir costos de reabastecimiento, escasez, etc.	6	6	9
Modelo más sencillo de implementar.	9	9	6
Se ajusta de mejor manera a los ítems A.	9	6	9
Modelo sensible a transacciones.	9	6	9
TOTAL	-	261	324

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Como se puede observar en la Tabla 2.15, la alternativa de diseño 2 correspondiente a la política de inventario (r,S) fue la de mayor puntaje; por ende, fue la que se empleó para el control de los 41 productos enfocados. Cabe destacar que una tendencia del comportamiento de la demanda es tener picos elevados como consecuencia de ferias y promociones que la empresa lanza en función de cumplir con sus objetivos de ventas, para lo cual, como se evidencia en la Tabla 2.15, se sabe que el modelo (r,S) es menos sensible, siendo este aspecto una gran ventaja del diseño.

Asunciones del modelo

Las asunciones que se consideraron para el modelo del diseño son:

- Patrón del lead time es constante.
- El comportamiento de la demanda no es determinístico.
- Descuentos por parte del proveedor no son considerados.
- Los factores de los costos no cambian significativamente.
- La cantidad ordenada se recibe en un solo pedido.
- Promociones de productos que realizan a los clientes no son consideradas.
- Capacidad de recursos ilimitados.
- En caso de stock out, la venta no se pierde.
- Nuevos tipos de productos no son considerados puesto que se necesita de demanda histórica para el análisis.
- Los ítems son no perecibles.

Variables del modelo

Las variables y constantes del modelo se enlistan a continuación:

S: Nivel máximo de stock.

R: Punto de reorden.

Q: Tamaño de lote.

A: Costo fijo de realizar un pedido.

\bar{D} : Demanda promedio por periodo.

H: Costo de mantener inventario.

C: Costo unitario del producto.

ss: Stock de seguridad.

D_L : Demanda promedio durante el lead time.

D: Demanda total anual.

L: Tiempo de espera.

σ_L : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.

σ_D : Desviación estándar de la demanda.

La interacción entre las principales variables puede observarse en la Figura 2.10.

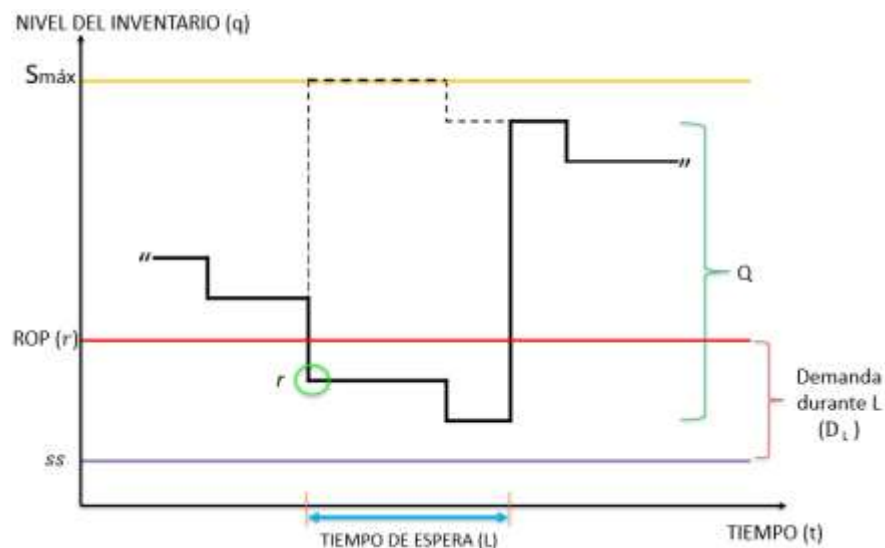


Figura 2.10 Gráfica de la política de inventario (r,S).

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Ecuaciones para utilizar en el modelo

$$S = r + Q \quad (2.1)$$

$$r = ss + D_L \quad (2.2)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 A D}{h C}} \quad (2.3)$$

$$\sigma_L = \sqrt{L} \sigma_D \quad (2.4)$$

$$ss = K \sigma_L \quad (2.5)$$

$$D_L = DL \quad (2.6)$$

$$k=1,28$$

$$CSL= 90\%$$

2.4.2 Análisis de sensibilidad

En la Tabla 2.16 se describen los puntos críticos acerca del modelo de diseño de inventario.

Tabla 2.16 Análisis de sensibilidad.

¿Qué pasa si se pide una cantidad Q muy grande o pequeña?	Esto realmente no interfiere, puesto que la política (r, S) va a realizar el pedido de acuerdo con lo que se necesita para alcanzar el nivel S.
¿Esto afecta a los costos?	No, porque el sistema EOQ es robusto, moverse alrededor del mismo no genera costos adicionales significativos.
¿Qué pasa si se desea realizar promociones?	Debe analizarse si los datos de demanda para ese periodo se ingresan en el modelo de pronóstico, ya que los datos atípicos afectan su precisión. Se debe proceder de igual forma con otros datos atípicos.
¿Qué pasa si se recibe descuentos en los productos por parte de los proveedores?	Aprovechar, mientras la cantidad pedida esté alrededor de Q, y con la consigna de no incurrir en excesos de inventario.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

2.5 Prototipado

Tabla 2.17 Plan de prototipado.

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS	RESPONSABLES	COSTOS	ESTADO
03/08/2020	03/08/2020	Involucrar a los gerentes de ventas en el proceso de reabastecimiento.	Entrevistas vía online.	Líderes del proyecto.	\$ -	Completo.
04/08/2020	20/08/2020	Priorizar alternativas de diseño de inventario.	Microsoft Excel.	Líderes del proyecto.	\$ -	Completo.
07/08/2020	28/08/2020	Desarrollar una aplicación de pronósticos con políticas de inventario y su respectivo manual de usuario.	Visual Basic, Microsoft Excel, Solver, Microsoft Word.	Líderes del proyecto.	\$ -	Completo.
24/08/2020	28/08/2020	Rediseño del proceso de reabastecimiento.	Diagrama funcional.	Líderes del proyecto. Equipo de la empresa.	\$ -	Completo.
28/08/2020	02/09/2020	Capacitación.	Microsoft Excel.	Líderes del proyecto.	\$ -	Completo.
01/09/2020	07/09/2020	Prototipo modelado.	Visual Basic, Microsoft Excel, Solver.	Líderes del proyecto. Equipo de la empresa.	\$ -	Completo.
07/09/2020	11/09/2020	Evaluación de resultados.	Microsoft Excel.	Líderes del proyecto.	\$ -	Completo.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González

Como se logra visualizar en el plan de prototipado de la Tabla 2.17, en esta fase se priorizaron alternativas dentro de la política ya escogida, lo cual permitió desplegar el diseño a mayor detalle sobre los productos enfocados. Además, se definió la propuesta final del diagrama funcional en base a las políticas propuestas.

2.5.1 Política (r,S) estática y política (r,S) dinámica

Como priorización final sobre las características de la política (r,S) a implementarse, se tomó en consideración una política (r,S) dinámica para los productos estrella, mientras que una (r,S) estática para el resto de los productos enfocados. A continuación, se muestra una comparación entre ambas en la Tabla 2.18:

Tabla 2.18 Comparación entre política (r,S) estática y dinámica.

POLÍTICA (r,S) ESTÁTICA	POLÍTICA (r,S) DINÁMICA
Los parámetros (r,S) se actualizan de manera arbitraria (Ejemplo: 3-6-12 meses).	Los parámetros (r,S) se actualizan con los pronósticos cada vez que inicia un nuevo periodo de abastecimiento.
La complejidad de su implementación es ligeramente menor.	La complejidad de su implementación es ligeramente mayor.
Es propicia para productos tipo A.	Es propicia para productos tipo A que requieren un mayor control.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de los parámetros de la política (r,S) dinámica son las mismas que fueron detalladas en la fase anterior; sin embargo, como ya se mencionó en la Tabla 2.18, estos se irán actualizando con cada nuevo ciclo de reabastecimiento en función de los pronósticos, en donde ocurre que:

\sqrt{MSE} reemplaza a σ_D y;

F_{t+1} reemplaza a D_L

Donde:

MSE: Error cuadrático medio del pronóstico.

F_{t+1}: Pronóstico de la demanda dentro del lead time para el período t+1.

Por lo tanto, para la actualización de parámetros en el caso dinámico las ecuaciones de stock de seguridad y punto de reorden quedan de la siguiente manera:

$$ss = k\sqrt{L * MSE} \quad (2.7)$$

$$r = ss + F_{t+1} \quad (2.8)$$

Luego, se procedió a analizar el comportamiento de la demanda histórica dentro del lead time para los productos seleccionados, como se muestra en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19 Comportamiento de la demanda histórica dentro del lead time de los productos estrella.

ESTADÍSTICO	PRODUCTOS				
	6145	21382	32155	54242	21383
Promedio	27317,25	34671	22302,75	21618,5	16403,5
Desviación Estándar	17378,55	22147,71	8260,86	9386,54	6878,18
Coefficiente de variación	63,62%	63,88%	37,04%	43,42%	41,93%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

De lo anterior, se logra apreciar que para cada producto el coeficiente de variación de la desviación estándar de la demanda con respecto a su media es alto (>20%), lo cual indica un comportamiento probabilístico, afianzando así el uso de métodos de pronósticos de series de tiempo para los productos estrella. Posteriormente, se procedió a analizar qué métodos se ajustaban más a la demanda histórica de los ítems, seleccionando para cada uno de ellos el método que minimice el MSE, puesto que como indica la ecuación (2.7), el safety stock está estrechamente vinculado con este error. De esta manera, en la Tabla 2.20 se pueden apreciar los distintos métodos evaluados y los correspondientes resultados del MSE para cada producto.

Tabla 2.20 Resultados del MSE para los distintos métodos de pronóstico evaluados.

MÉTODOS	PRODUCTOS				
	6145	21383	32155	54242	21382
Media Móvil	13735,54	22047,29	8646,34	9352,62	7140,79
Media Móvil Ponderada	13631,58	22047,29	8534,49	9146,46	7140,79
Suavización Exponencial Simple	9355,54	15117,31	5664,52	6494,64	4943,42
Suavización Exponencial Doble	9343,71	14525,67	5570,49	6361,18	4585,57
Suavización Exponencial Triple (Aditivo)	7056,03	8530,37	4358,52	4935,94	2942,32
Suavización Exponencial Triple (Multiplicativo)	6887,87	7471,41	4109,2	4702,36	2623,15

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

En consecuencia, el método de Suavización Exponencial Triple (multiplicativo) fue el seleccionado en cada caso puesto que presenta los menores valores del MSE, y por lo tanto, es el que otorga mayor precisión a los niveles de stock de seguridad para la política (r,S) dinámica.

2.5.2 Resultados de la parametrización

Habiendo explicado el funcionamiento de la política (r,S) y el procedimiento para la obtención de sus parámetros, tanto para el caso dinámico como para el estático, se procede a mostrar en la Tabla 2.21 los resultados de los valores de punto de reorden “r” y stock máximo “S” obtenidos para cada uno de los productos enfocados.

Tabla 2.21 Parámetros r y S de los productos enfocados.

POLÍTICA	PRODUCTO	Ss	Q	r	S
Dinámica	6145	8707	19634	36025	55659
Dinámica	21382	12919	18280	47590	65870
Dinámica	32155	6044	14225	28347	42572
Dinámica	54242	9542	13042	31161	44203
Dinámica	21383	4553	11059	20957	32016
Estática	32169	327	1339	1271	2610
Estática	42276	2035	2374	6192	8566
Estática	85392	376	1268	1277	2545
Estática	97774	386	1483	1424	2907
Estática	45793	609	1129	2504	3633
Estática	8160	809	1486	2438	3924
Estática	32166	116	597	362	959
Estática	6141	879	1423	3318	4741
Estática	6142	782	1380	3018	4398
Estática	52468	462	882	1193	2075
Estática	52439	213	680	749	1429
Estática	54243	1263	1477	3949	5426
Estática	52460	122	527	430	957
Estática	52466	121	449	435	884
Estática	86625	283	737	814	1551
Estática	45800	95	402	376	778
Estática	42277	470	895	1894	2789
Estática	32168	67	445	298	743
Estática	92267	107	736	714	1450
Estática	52461	166	405	467	872
Estática	52457	206	525	596	1121
Estática	58941	70	261	254	515
Estática	42278	414	490	1156	1646
Estática	92299	164	437	561	998
Estática	52469	92	299	265	564
Estática	97775	173	536	546	1082
Estática	62519	144	370	435	805
Estática	52459	112	390	369	759
Estática	58939	320	552	1100	1652
Estática	98778	111	376	330	706
Estática	41408	41	221	176	397
Estática	65687	42	234	180	414
Estática	83148	55	260	134	394
Estática	52472	164	259	404	663
Estática	54244	93	350	428	778
Estática	52456	70	188	193	381

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González.

2.5.3 Resultados del diagrama funcional

La propuesta final del diagrama funcional recae sobre la Planificación de compras, tomando en cuenta la inclusión de las políticas de inventario, para las cuales se tendrán que actualizar los parámetros de forma regular. A continuación, se muestra a detalle la propuesta final del diagrama en la Figura 2.11.

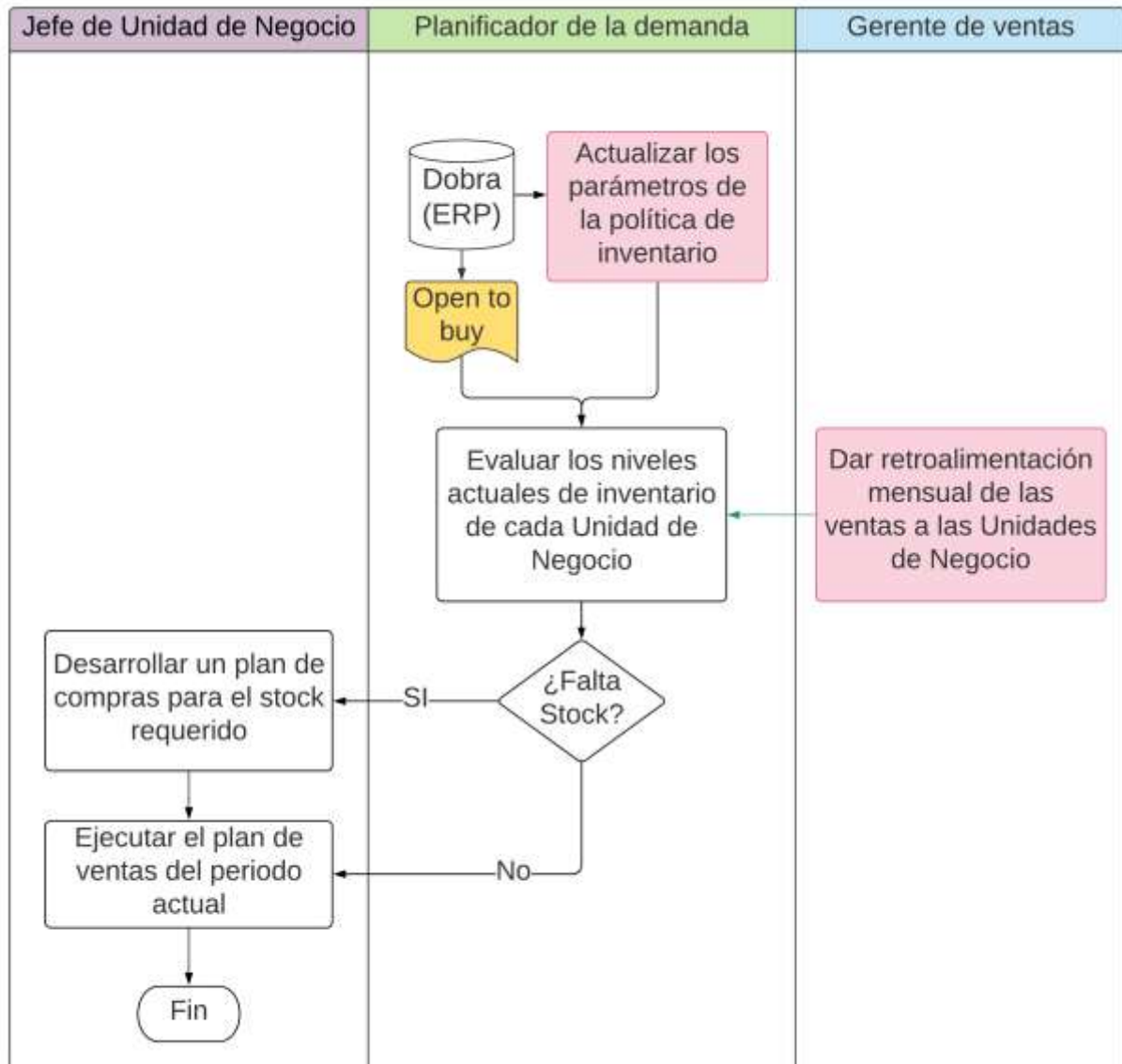


Figura 2.11 Nueva propuesta del proceso levantado de Planificación de compras.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tal como se observa, se incluyeron 2 actividades importantes:

- **Actualizar los parámetros de la política de inventario:** El Planificador de la demanda será el responsable de realizar esta actividad, la cual consiste en la actualización de todas las variables y parámetros correspondientes a la política de inventario, esto con el fin de que se mantengan en constante vigencia, agregándole valor al proceso.
- **Dar retroalimentación mensual de las ventas a las unidades de negocio:** En esta actividad los Gerentes de venta darán información de primera mano a las unidades de negocio (jefes de UN y Planificador de la demanda), acerca de las tendencias de ventas del último mes. Esta constante retroalimentación servirá para que los jefes de UN tomen mejores decisiones al momento de realizar las compras, agregándole valor al proceso.

De esta manera, las actividades que agregan valor se aumentaron en un 10%. Para más información del proceso general revisar el Anexo E.

2.6 Plan de control

Con la finalidad de garantizar la correcta implementación de las políticas, se desarrolló un plan de control donde se detallan, entre otras cosas, responsables, métricas correspondientes, y eventos de reacción para cada método de control asociado. Este plan puede observarse en la Tabla 2.22.

Tabla 2.22 Plan de control.

ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO	¿QUÉ?	MÉTODO DE CONTROL	¿DÓNDE?	¿QUIÉN?	FRECUENCIA	MÉTRICA	REACCIÓN	PILARES
*Fill rate. *Meses promedio de inventario. *Error porcentual absoluto medio del pronóstico.	Política de inventario.	Revisión de los niveles de inventario en el sistema DOBRA.	Sistema Dobra 7.0	Planificador de las unidades de negocio.	Diariamente.	(Stock de Seguridad + Demanda durante el lead time).	En el punto de reorden de cada producto. Ej: Código 32169 - rop: 1270 (u).	Económico.
		Actualización de los parámetros de la política de inventario (Lead time).	Sistema Dobra 7.0	Planificador de las unidades de negocio/jefe de unidad de negocio.	Anualmente.	Lead time promedio.	Horizonte de tiempo > 3 meses.	Económico.
		Actualización de los parámetros de la política de inventario (safety Stock).	Sistema Dobra 7.0	Planificador de las unidades de negocio/jefe de unidad de negocio.	Anualmente.	(Nivel de servicio*Desviación de la demanda durante el lead time).	Desabastos > 10%.	Económico.
		Actualización de los parámetros de la política de inventario (Demanda promedio).	Sistema Dobra 7.0	Planificador de las unidades de negocio/jefe de unidad de negocio.	Anualmente.	(Suma de las demandas mensuales/cantidad de meses).	Demanda promedio anual superior al establecido por cada producto. Ej: Código 32169 - D(prom): 3804.	Económico.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como parte de la etapa final de la metodología DMADV, este capítulo detalla el proceso seguido para la verificación del correcto desempeño del diseño, junto con los resultados y análisis correspondientes.

3.1 Simulación de la política de inventario

Con el fin de testear el desempeño de las políticas de inventario en función de las especificaciones de diseño, se realizaron varias corridas de simulación en base a la demanda histórica de los productos de forma que, dado cierto intervalo de confianza y error, se pueda tener suficiente evidencia estadística para llegar a conclusiones sobre las mismas. La fórmula de tamaño de muestra utilizada corresponde a la de la estimación de la media de una población infinita, la cual está dada por:

$$N = \left(\frac{Z * S}{E * \bar{X}} \right)^2 \quad (3.1)$$

Donde:

- **Z:** Estadístico de la distribución normal estándar dado un intervalo de confianza.
- **S:** Desviación estándar de la prueba piloto.
- **E:** Error permitido.
- \bar{X} : Media de la prueba piloto.
- **N:** Tamaño de la muestra.

Para la presente prueba se utilizó:

- $Z = 1,96$; dado un intervalo de confianza del 95%.
- $E = 8\%$; para el error permitido.
- $n=30$; como número de corridas para la prueba piloto.

Las primeras especificaciones en medirse fueron el Fill rate y los Meses de inventario promedio. A continuación, se muestra un ejemplo para el producto de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Parámetros del producto utilizado en ejemplo de la simulación: Fill rate y Meses de Inventario.

Parámetros: Producto 32169			
R	1271 (u)	ss	327 (u)
S	2610 (u)	Q	1339 (u)
Lead time: 12 (semanas)			

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.2 Ejemplo de actividad simulada para Fill rate y Meses de inventario promedio. Parte I

Semana	ACTIVIDAD SIMULADA: PRODUCTO 32169					
	Demanda simulada (u)	Tamaño de la orden (u)	Unidades recibidas (u)	Stock a la mano (u)	Stock Neto (u)	Posición del inventario (u)
0				2610	2610	2610
1	32	0		2578	2578	2578
2	137	0		2441	2441	2441
3	92	0		2349	2349	2349
4	65	0		2284	2284	2284
5	9	0		2275	2275	2275
6	296	0		1979	1979	1979
7	29	0		1950	1950	1950
8	243	0		1707	1707	1707
9	91	0		1616	1616	1616
10	7	0		1609	1609	1609
11	93	0		1516	1516	1516
12	191	0		1325	1325	1325
13	50	0		1275	1275	1275
14	80	0		1195	1195	1195
15	14	1415		1181	1181	2596
16	30	0		1151	1151	2566
17	201	0		950	950	2365
18	21	0		929	929	2344
19	22	0		907	907	2322
20	32	0		875	875	2290

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.3 Ejemplo de actividad simulada para Fill rate y Meses de inventario promedio.

Parte II

Semana	ACTIVIDAD SIMULADA: PRODUCTO 32169					
	Demanda simulada (u)	Tamaño de la orden (u)	Unidades recibidas (u)	Stock a la mano (u)	Stock Neto (u)	Posición del inventario (u)
21	269	0		606	606	2021
22	18	0		588	588	2003
23	20	0		568	568	1983
24	100	0		468	468	1883
25	25	0		443	443	1858
26	82	0		361	361	1776
27	32	0	1415	1744	1744	1744
28	139	0		1605	1605	1605
29	282	0		1323	1323	1323
30	16	0		1307	1307	1307
31	21	0		1286	1286	1286
32	29	0		1257	1257	1257
33	10	1353		1247	1247	2600
34	26	0		1221	1221	2574
35	27	0		1194	1194	2547
36	89	0		1105	1105	2458
37	284	0		821	821	2174
38	208	0		613	613	1966
39	63	0		550	550	1903
40	86	0		464	464	1817
41	120	0		344	344	1697
42	38	0		306	306	1659
43	9	0		297	297	1650
44	74	0		223	223	1576
45	31	0	1353	1545	1545	1545
46	14	0		1531	1531	1531
47	83	0		1448	1448	1448
48	77	0		1371	1371	1371

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González.

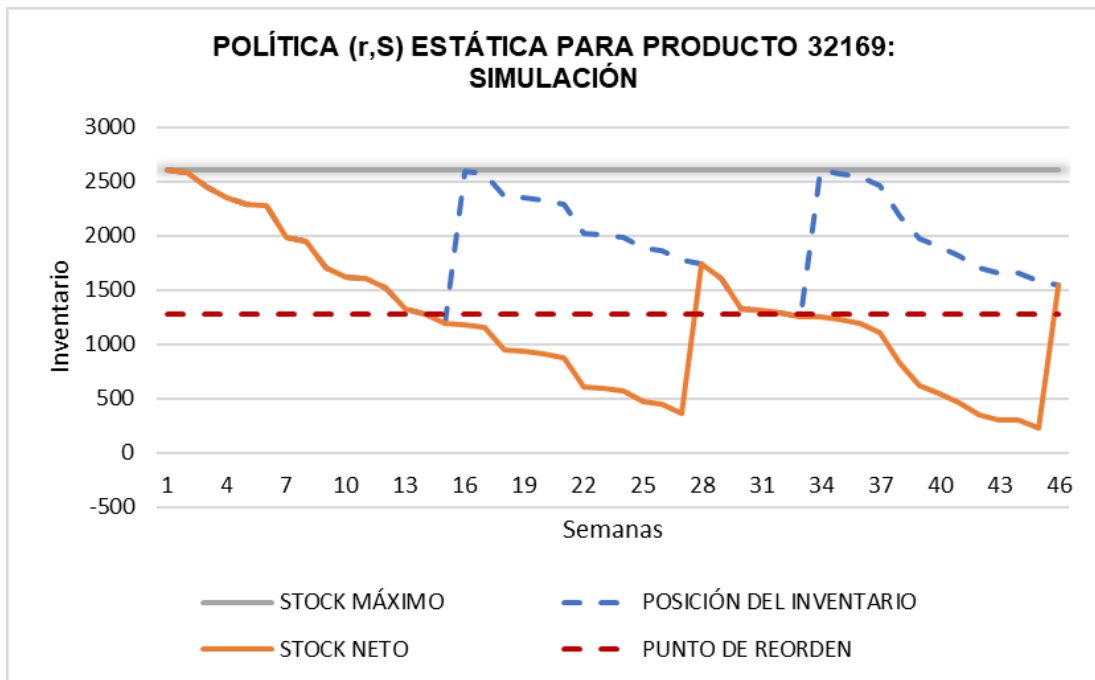


Figura 3.1 Gráfica de la actividad simulada.

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

De la Tabla 3.2, Tabla 3.3 y Figura 3.1, se puede observar que dentro de los 48 periodos de abastecimiento simulados no hubieron agotados de stock, por lo que para este caso se obtuvo un Fill rate del 100%. Por otro lado, para los meses de inventario se tiene:

$$\text{Meses de inventario} = \frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Total de ventas}} * 12 \tag{3.2}$$

$$\text{Meses de inventario} = \frac{1206,83}{4007} * 12$$

$$\text{Meses de inventario} = 3,6 \text{ meses}$$

Para la especificación de Error porcentual absoluto medio del pronóstico (MAPE) se procedió de manera similar. Se testeó llevando a cabo simulaciones de la demanda en base a la data histórica, para posteriormente calcular qué tan ajustado salía el error antes mencionado al momento de pronosticar. A continuación, en la Tabla 3.4 se muestra un ejemplo en el cual se aprecian las distintas demandas simuladas con las que se realizó el ejercicio, para el cual se obtuvo un MAPE de 18,57.

Tabla 3.4 Ejemplo de actividad simulada para el MAPE.

Producto: 6145	Ciclo	Periodos (t)	Demanda X(t)	Pronóstico f(t)	Error Porcentual %E(t)	MAPE(t)
	-	0	-	-	-	-
Demanda con la que se realizó el pronóstico.	1	1	18018	19584	8,68%	8,68
	2	2	28266	24630	12,86%	10,77
	3	3	44821	39245	12,44%	11,33
	4	4	15850	24030	51,60%	21,40
	1	5	20598	18885	8,31%	18,78
	2	6	19791	23008	16,25%	18,36
	3	7	30489	35412	16,14%	18,04
	4	8	31331	23244	25,81%	19,02
Demanda futura pronosticada.	1	9	23326	26004	11,48%	18,18
	2	10	32964	25720	21,97%	18,56
	3	11	38188	25435	23,36%	18,99
	4	12	22078	25150	13,91%	18,57

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Finalmente, se resumen los resultados generales de la simulación en la Tabla 3.5, Tabla 3.6, y Tabla 3.7. Cabe recalcar que el tamaño de muestra $N=30$ fue suficiente para las especificaciones de Fill rate y Meses de inventario promedio, mientras que para el MAPE se tuvo que utilizar un tamaño de muestra $N=75$.

Tabla 3.5 Resultados del Fill rate.

FILL RATE $\geq 90\%$			
Política	Resultado	Probabilidad de agotados	Peor de los casos
Dinámica (r,S)	$\geq 91\%$	0,17	71%
Estática (r,S)	$\geq 96\%$	0,11	77%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.6 Resultados del MAPE.

ERROR PORCENTUAL ABSOLUTO MEDIO DE PRONÓSTICO \leq 20%			
Política	Resultado	Probabilidad de falla	Peor de los casos
Dinámica (r,S)	17,37%	0,25	24,28%
Estática (r,S)	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.7 Resultados de los Meses de inventario.

MESES DE INVENTARIO PROMEDIO \leq 4 MESES			
Política	Resultado	Probabilidad de falla	Peor de los casos
Dinámica (r,S)	3,11	0,033	3,65
Estática (r,S)	3,90	0,43	4,76

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

En conclusión, con un 95% de confianza y 8% de margen de error, se puede concluir con suficiente evidencia estadística que las especificaciones de diseño se cumplen de forma satisfactoria.

3.2 Comparación monetaria

Finalmente, se hizo una comparación entre el método actual y la política de inventario con el objetivo de identificar ahorros potenciales, para lo cual se tomó como ejemplo el producto principal de la política (r,S) dinámica, el 6145, y el principal producto de la política (r,S,) estática, el 32169. El ejercicio consistió en establecer una comparación en base a qué hubiese sucedido si las políticas se levantaban en el 2018 y se aplicaban en el 2019, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.8 Comparación monetaria: método actual vs política dinámica.

COSTOS ANUALES TOTALES	PRODUCTO: 6145	
	MÉTODO ACTUAL	POLÍTICA DINÁMICA
Costo de mantener	\$ 5,919.48	\$ 4,768.17
Costo de ordenar	\$ 2,191.68	\$ 2,630.02
TOTAL	\$ 8,111.16	\$ 7,398.19

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.9 Comparación de indicadores: método actual vs política dinámica.

INDICADOR	PRODUCTO: 6145	
	MÉTODO ACTUAL	POLÍTICA DINÁMICA
Inventario promedio	16865	13538
Rotación del inventario	7.1	8.8

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

De la Tabla 3.8 se puede observar un mayor ahorro en los costos de mantener inventario con el diseño propuesto, y a pesar de que hubo un ligero aumento en los costos de pedir, los costos globales de la gestión siguen siendo menores que con el método actual. El porqué de esta situación puede entenderse mejor con ayuda de los indicadores visualizados en la Tabla 3.9, donde se aprecia una disminución del inventario promedio, lo cual se traduce en menos costos de mantener; por otro lado, una rotación mayor del inventario sugiere una necesidad de ordenar con mayor frecuencia, aumentando los costos de ordenar.

Para el caso del producto con política estática, una situación parecida se observa con ayuda de la Tabla 3.10 y Tabla 3.11.

Tabla 3.10 Comparación monetaria: método actual vs política estática.

COSTOS ANUALES TOTALES	PRODUCTO: 32169	
	MÉTODO ACTUAL	POLÍTICA DINÁMICA
Costo de mantener	\$ 1,016.33	\$ 925.73
Costo de ordenar	\$ 59.13	\$ 59.13
TOTAL	\$ 1,075.46	\$ 984.86

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Tabla 3.11 Comparación de indicadores: método actual vs política estática.

INDICADOR	PRODUCTO: 32169	
	MÉTODO ACTUAL	POLÍTICA DINÁMICA
Inventario promedio	751	714
Rotación del inventario	6.36	6.70

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Se logra apreciar que los costos de ordenar son iguales para ambos métodos ya que, a pesar de que la rotación del inventario con la política es mayor, no difiere en gran medida con el método actual. Por otro lado, los costos de mantener son menores, ya que en promedio se tiene menos inventario en bodega.

Tabla 3.12 Ejemplo: Ahorros estimados como resultado de la implementación del diseño.

	COSTO TOTAL ANUAL DE PEDIR	COSTO TOTAL ANUAL DE MANTENER	COSTO TOTAL ANUAL
Método actual	\$2.250,81	\$6.935,81	\$9.186,62
Política de inventario	\$2.689,15	\$5.677,73	\$8.366,88
AHORROS TOTALES CON EL DISEÑO PROPUESTO			\$819,74

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Por último, como puede observarse en la Tabla 3.12, los ahorros totales con el diseño propuesto ascienden a \$819,74. Este tipo de ahorro global en los costos anuales de gestión se espera para el resto de los productos enfocados como resultado de la implementación de la política.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se establecieron políticas (r, S) estáticas y dinámicas para el control de inventarios de los artículos enfocados en base a las especificaciones de diseño.
- Los ahorros globales para los productos testeados fueron de aproximadamente \$ 819,74. También se esperan ahorros totales en la reducción de costos anuales de gestión para el resto de los productos, como consecuencia de una reducción en el inventario promedio.
- Se logró levantar el proceso actual y establecer mejoras en el mismo en base a las políticas levantadas, aumentando las actividades que agregan valor en un 10%.
- Con la finalidad de que las políticas (r,S) dinámicas puedan implementarse, se desarrolló una aplicación de pronósticos de series de tiempo para el cliente, utilizando programación en VBA.

4.2 Recomendaciones

- Actualizar periódicamente los parámetros estáticos de las políticas de inventario; así mismo, verificar la precisión de los pronósticos de forma recurrente.
- Mejorar la inversión de capital implementando políticas de inventario para el resto de los productos de la unidad de negocio, según su clasificación ABC. Para los productos tipo A, se recomiendan los mayores controles y las técnicas más sofisticadas, para los productos tipo B se recomiendan controles periódicos y menos sofisticados, mientras que para los productos tipos C no se recomienda mayor inversión para su control.
- Reducir el catálogo de productos identificando y eliminando productos tipo C que no agreguen ningún valor a las operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Aiteco. (2019). Obtenido de <https://www.aiteco.com/qfd-despliegue-de-la-funcion-de-calidad/>
- Banco Central del Ecuador. (2 de Julio de 2020). *Indicadores Macroeconómicos Trimestrales*. Obtenido de Banco Central del Ecuador: <https://sintesis.bce.fin.ec/BOE/OpenDocument/1602171408/OpenDocument/opendoc/openDocument.faces?logonSuccessful=true&shareId=3>
- Castro, J. (21 de Octubre de 2014). *Corponet*. Obtenido de <https://blog.corponet.com.mx/beneficios-de-un-sistema-de-control-de-inventarios#:~:text=Un%20sistema%20de%20control%20de%20inventario%20es%20el%20mecanismo%20>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson.
- elmundodelacalidad. (25 de noviembre de 2009). Obtenido de <https://elmundodelacalidad.wordpress.com/2009/11/25/six-sigma-una-herramienta-atractiva-para-mejorar-los-procesos/>
- Pricing. (2019). Obtenido de <https://www.pricing.cl/conocimiento/metodos-de-pronosticos/>
- Revista Líderes. (11 de Noviembre de 2019). *El 'retail' mueve en Ecuador más de USD 16 800 millones anuales*. Obtenido de Líderes: <https://www.revistalideres.ec/lideres/retail-ecuador-ventas-centros-comerciales.html>
- Silver, E. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. John Wiley & Sons.
- Software del Sol. (2020). Obtenido de <https://www.sdelsol.com/blog/tendencias/el-modelo-de-kano/>
- Thomopoulos, N. (2015). *Demand Forecasting for Inventory Control*. Springer.
- Urbina, D. C. (01 de Febrero de 2016). *Linkedin*. Obtenido de [linkedin.com/pulse/programas-de-voz-del-cliente-voc-la-clave-para-una-verdadera-cedeño](https://www.linkedin.com/pulse/programas-de-voz-del-cliente-voc-la-clave-para-una-verdadera-cedeño)

APÉNDICES

Anexo A

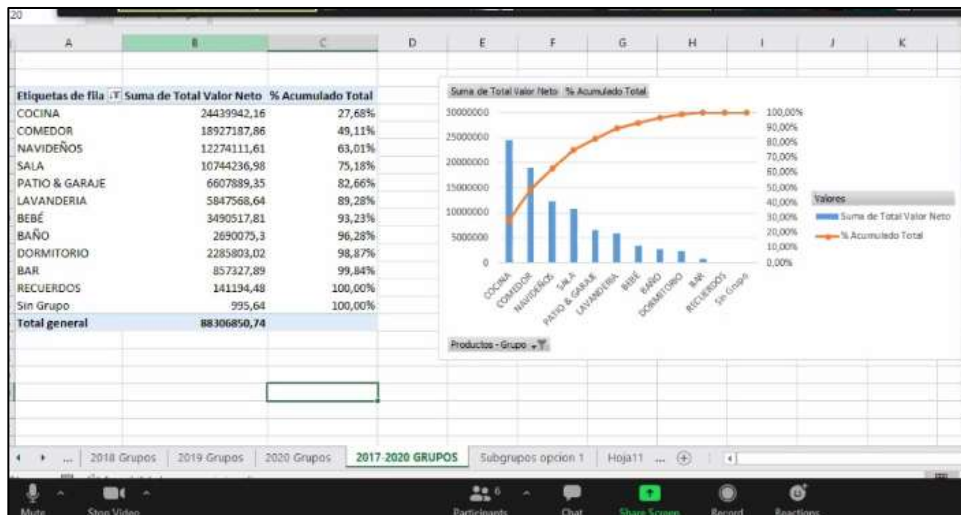
Confiabilidad de los datos.

DOBRA Empresarial - ALEISA S.A.

PRODUCTOS - Kardex

CUCHILLO TRAMONTINA REP-24K 21/4/2020 9/7/2020 Consolidado

Fecha	Tipo	Ref.	Bodega	Cant.	Empaque	Ingreso	Egreso	Unidades	Div.	Costo	DEBE	HABER	Valor
12/06/2020	POS-FA	0000459306	ALTOGER	1.0000	U	0.0000	1.0000	273.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,802.16
12/06/2020	POS-FA	2600152717	USD-GRAP	1.0000	U	0.0000	1.0000	272.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,795.56
17/06/2020	VEN-FA	0008463202	CDS-6	1.0000	CS	0.0000	40.0000	212.0000	\$	6.6013	0.00	396.07	1,399.40
19/06/2020	POS-FA	0008464313	A_02	1.0000	U	0.0000	1.0000	211.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,392.88
19/06/2020	POS-FA	0701150846	PC2	1.0000	U	0.0000	1.0000	210.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,386.28
22/06/2020	POS-FA	0701151352	PC2	5.0000	U	0.0000	5.0000	205.0000	\$	6.6013	0.00	33.00	1,353.27
24/06/2020	POS-FA	1900192781	USD-HSST	1.0000	U	0.0000	1.0000	204.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,346.67
24/06/2020	VEN-FA	2300483320	HAN-PACI	1.0000	U	0.0000	1.0000	203.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,340.07
24/06/2020	VEN-FC	0301426195	A_BH_03	1.0000	U	0.0000	1.0000	202.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,333.47
26/06/2020	POS-FA	0008469041	A_02	1.0000	U	0.0000	1.0000	201.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,326.86
26/06/2020	POS-CE	0000211491	A_02	1.0000	U	1.0000	0.0000	202.0000	\$	6.6013	6.60	0.00	1,320.26
29/06/2020	VEN-FC	0301426706	A_BH_03	1.0000	U	0.0000	1.0000	201.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,313.66
29/06/2020	VEN-FC	0301426807	A_BH_03	1.0000	U	0.0000	1.0000	200.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,307.06
30/06/2020	INV-TR-SL	00001781549	CDS-DESP	12.0000	U	0.0000	12.0000	188.0000	\$	6.6013	0.00	79.21	1,241.05
01/07/2020	POS-FA	0201612051	ALM. SUR	1.0000	U	0.0000	1.0000	187.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,234.45
01/07/2020	POS-FA	0201612133	ALM. SUR	1.0000	U	0.0000	1.0000	186.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,227.84
02/07/2020	INV-TR-SL	0300061339	PC2	12.0000	U	12.0000	0.0000	186.0000	\$	6.6013	79.21	0.00	1,201.06
04/07/2020	POS-FA	0008475030	A_02	1.0000	U	0.0000	1.0000	187.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,200.46
04/07/2020	POS-FA	2300483324	HAN-PACI	1.0000	U	0.0000	1.0000	186.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,203.86
09/07/2020	POS-FA	0008478355	A_02	1.0000	U	0.0000	1.0000	185.0000	\$	6.6013	0.00	6.60	1,207.26
09/07/2020	VEN-FA	0008479126	A_02	3.0000	U	0.0000	3.0000	182.0000	\$	6.6013	0.00	19.80	1,267.45
				0.0000		0.0000	0.0000	192.0000		0.0000	0.00	0.00	1,267.45



Anexo B

Subgrupos tipo A de los grupos más representativos por consumo monetario.

GRUPO COCINA		
SUBGRUPOS	CONSUMO MONETARIO	% ACUMULADO
CUCHILLOS Y HACHAS	\$2.473.469,46	17,63%
REPOSTEROS ENVASES	\$1.983.556,68	31,76%
OLLAS/CACEROLAS	\$1.108.359,14	39,66%
PORTA BOCADITOS / PORTA TORTA	\$742.240,83	44,95%
PORTA VAJILLAS	\$740.117,75	50,23%
TAZONES	\$714.141,33	55,32%
SARTENES	\$699.449,50	60,30%
CANTINAS/ TETERAS	\$687.182,05	65,20%
CUCHARONES/JGO.COCINA Y PARRILLA	\$629.959,02	69,69%
TERMICOS	\$366.983,10	72,31%
ENCENDEDORES-DIFUSOR DE LLAMAS	\$306.954,67	74,49%
PORTA CUBIERTOS/PORTA UTIL	\$276.113,34	76,46%
CONDIMENTEROS – CREMEROS	\$261.560,99	78,33%
PIREX	\$260.084,85	80,18%
VIANDAS/LONCHERAS EJECUTIVAS	\$250.574,60	81,96%
RALLADORES	\$247.031,40	83,73%
BALANZA P-COCINA	\$233.698,77	85,39%
COLADERAS-ESCURRIDOR	\$226.716,29	87,01%
TABLAS DE PICAR	\$216.724,24	88,55%
MOLDES	\$199.961,08	89,98%
CANASTAS/CANASTILLAS	\$169.458,40	91,18%
PELADOR Y CORTADOR	\$151.101,34	92,26%
BANDEJAS	\$132.433,18	93,20%
TOALLA COCINA	\$130.944,69	94,14%
ACCESORIOS REPOSTERIA	\$122.052,87	95,01%
MUEBLES COCINA	\$108.267,70	95,78%
VARIOS – COCINA	\$106.657,52	96,54%
LEGUMBRERAS	\$87.595,08	97,16%
MANTEQUILLERA – QUESERA	\$78.820,56	97,73%
EXPRIMIDOR MANUAL	\$74.110,06	98,25%
BOTELLAS	\$61.882,61	98,69%
CUBETA HIELO/CUBETA HUEVO	\$47.985,52	99,04%
PAPEL ALUMINIO	\$41.769,98	99,33%
ABRELATAS Y DESTAPADORES	\$26.164,70	99,52%
MOLINOS	\$24.925,44	99,70%
GAVETAS	\$19.483,84	99,84%
JARROS TERMICOS	\$11.587,50	99,92%
PORTA PALILLOS	\$5.680,08	99,96%
ADORNO C/IMAN	\$5.553,58	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

GRUPO COMEDOR		
SUBGRUPOS	CONSUMO MONETARIO	% ACUMULADO
PLATOS	\$1.831.040,66	16,84%
VAJILLAS	\$1.796.656,71	33,36%
JARROS	\$1.260.954,09	44,95%
CUBIERTOS Y TENEDOR	\$817.604,46	52,47%
JARRAS	\$719.123,66	59,08%
VASOS	\$633.608,36	64,91%
PLATOS BASE DECORATIVOS	\$548.595,58	69,96%
TAZA C/PLATO	\$513.776,41	74,68%
SALEROS/AZUCARERAS/PORTA SERVILLETAS	\$485.191,49	79,14%
JUEGO COMEDOR	\$374.239,15	82,58%
CUCHARAS	\$297.649,81	85,32%
COPAS	\$228.330,07	87,42%
CEVICHERAS	\$211.930,03	89,37%
ARTICULOS MELAMINE	\$208.721,67	91,29%
CHAROLES	\$164.477,32	92,80%
INDIVIDUALES	\$163.614,54	94,30%
SILLAS	\$132.294,05	95,52%
MESAS	\$79.482,75	96,25%
FUENTES – DULCERAS	\$76.037,27	96,95%
BANCOS	\$73.435,63	97,63%
FRUTERAS/PANERAS	\$72.685,84	98,29%
MANTELES	\$71.797,65	98,95%
TAZAS	\$57.856,78	99,49%
PORTA VASOS C/VASOS	\$46.081,43	99,91%
VARIOS – COMEDOR	\$7.135,14	99,98%
PONCHERAS	\$2.640,96	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

GRUPO NAVIDEÑOS		
SUBGRUPOS	CONSUMO MONETARIO	% ACUMULADO
LUCES	\$1.468.771,82	19,42%
NAVIDEÑOS – COCINA	\$1.307.925,53	36,72%
NAVIDEÑOS – SALA	\$785.238,36	47,10%
BOMBILLOS/APLIQUES	\$576.566,65	54,73%
FLORES/PINCHOS/RAMAS	\$563.557,19	62,18%
ARBOLES	\$557.166,15	69,55%
ADORNOS ACRILICO NAVIDEÑOS	\$382.710,95	74,61%
MUÑECOS DE PAÑO – BOTAS	\$331.690,07	78,99%
MALLAS & CINTAS	\$262.056,54	82,46%
TARJETAS-PAPEL/FUNDAS-REGALO	\$211.431,92	85,26%
NAVIDEÑOS - COMEDOR	\$193.871,38	87,82%
CANDELABROS	\$186.399,68	90,28%
NACIMIENTOS	\$167.441,48	92,50%
ADORNOS DE ARBOL	\$143.725,06	94,40%
GUIRNALDAS	\$107.748,64	95,82%
GORROS, DIADEMAS	\$59.024,31	96,60%
NAVIDEÑOS - BAÑO	\$58.513,86	97,38%
CORONAS Y ADORNOS P/PUERTAS	\$56.054,45	98,12%
COJINES NAVIDEÑOS	\$55.569,22	98,85%
BASE DE ARBOL NAVIDEÑO	\$43.658,92	99,43%
VELAS NAVIDEÑAS	\$16.721,27	99,65%
INFLABLES	\$16.466,24	99,87%
VARIOS - NAVIDEÑOS	\$6.556,51	99,96%
FUENTES	\$3.163,21	100,00%
CASA FIBRA OPTICA	\$69,04	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

GRUPO SALA		
SUBGRUPOS	CONSUMO MONETARIO	% ACUMULADO
CANDELABROS/BRISEROS	\$822.831,93	14,05%
CUADROS-ESPEJOS	\$679.718,56	25,66%
FLORETEROS/JARRONES/PECERAS	\$653.877,44	36,83%
PORTARETRATOS	\$547.046,75	46,17%
CAJAS PLASTICAS	\$523.655,26	55,11%
RELOJES PARED	\$409.853,88	62,11%
FLORES/RAMAS	\$373.753,57	68,50%
LAMPARAS	\$348.200,19	74,44%
ADORNOS DECORATIVOS	\$206.023,73	77,96%
ESTANTES Y MODULARES	\$183.448,07	81,09%
MESAS	\$182.231,28	84,21%
BOMBONERAS	\$137.053,92	86,55%
VELAS AROMATICAS-DECORATIVAS	\$132.003,91	88,80%
ALFOMBRAS	\$106.191,28	90,61%
ALBUMES	\$101.143,57	92,34%
REPISA	\$98.046,92	94,02%
CORTINAS	\$83.500,42	95,44%
LUCES DECORACION	\$83.050,85	96,86%
VARIOS - SALA	\$52.060,43	97,75%
BANDEJAS DECORATIVAS SALA	\$41.173,17	98,45%
JUEGOS DE SALA	\$20.121,35	98,80%
LAMPARAS TUMBADO	\$17.849,82	99,10%
COJINES	\$14.369,85	99,35%
RELOJES SALA	\$10.598,65	99,53%
CAJAS MUSICALES	\$8.124,30	99,67%
FUENTES AGUA	\$7.857,97	99,80%
TAPETES	\$6.009,38	99,90%
CENICEROS	\$5.198,36	99,99%
CANASTAS DE BAMBU	\$477,36	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.

Anexo C

Productos enfocados.

CUCHILLOS Y HACHAS			
No	CÓDIGO	CONSUMO MONETARIO TOTAL	% ACUMULADO
1	6145	\$371.515,78	18,96%
2	21382	\$233.339,45	30,87%
3	32155	\$229.723,89	42,59%
4	54242	\$211.663,09	53,39%
5	21383	\$187.286,98	62,95%
6	32169	\$53.828,57	65,69%
7	42276	\$46.708,25	68,08%
8	85392	\$43.983,89	70,32%
9	97774	\$39.489,06	72,34%
10	45793	\$31.902,98	73,96%
11	8160	\$30.804,85	75,54%
12	32166	\$26.803,75	76,90%
13	6141	\$24.226,58	78,14%
14	6142	\$23.945,64	79,36%
15	52468	\$23.827,08	80,58%
16	52439	\$23.720,14	81,79%
17	54243	\$23.477,37	82,99%
18	52460	\$21.814,98	84,10%
19	52466	\$21.663,09	85,21%
20	86625	\$21.609,17	86,31%
21	45800	\$21.317,60	87,40%
22	42277	\$20.392,44	88,44%
23	32168	\$19.354,64	89,42%
24	92267	\$15.831,71	90,23%
25	52461	\$14.373,16	90,97%
26	52457	\$14.332,85	91,70%
27	58941	\$12.687,64	92,34%
28	42278	\$11.850,85	92,95%
29	92299	\$11.815,14	93,55%
30	52469	\$11.030,28	94,12%
31	97775	\$10.960,22	94,67%
32	62519	\$10.932,28	95,23%
33	52459	\$10.925,89	95,79%
34	58939	\$10.854,14	96,34%
35	98778	\$10.840,82	96,90%
36	41408	\$10.582,99	97,44%
37	65687	\$10.541,55	97,98%
38	83148	\$10.300,28	98,50%
39	52472	\$10.264,93	99,02%
40	54244	\$9.672,95	99,52%
41	52456	\$9.443,54	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González.

Anexo D

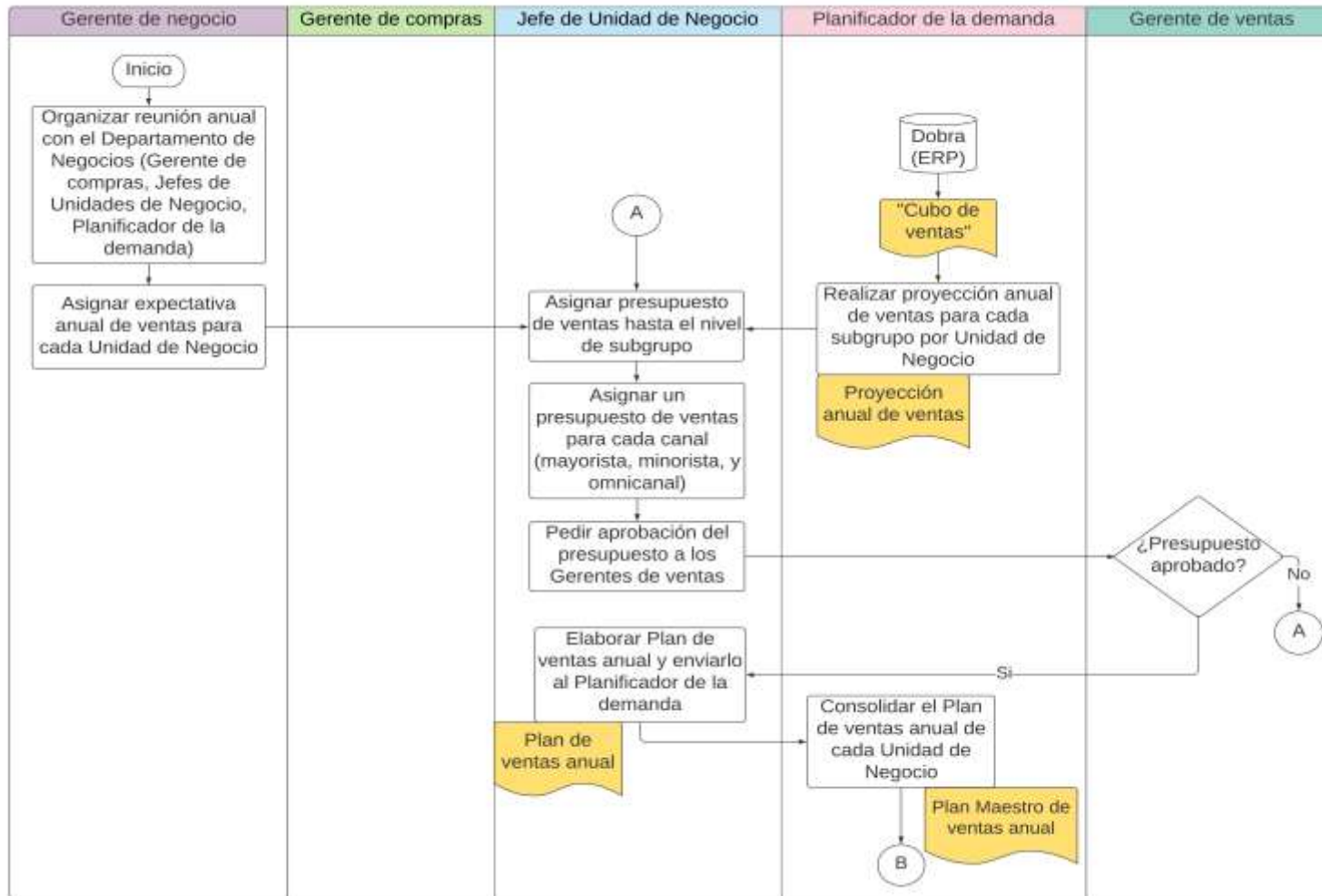
Diagrama de Gantt del plan de prototipado.

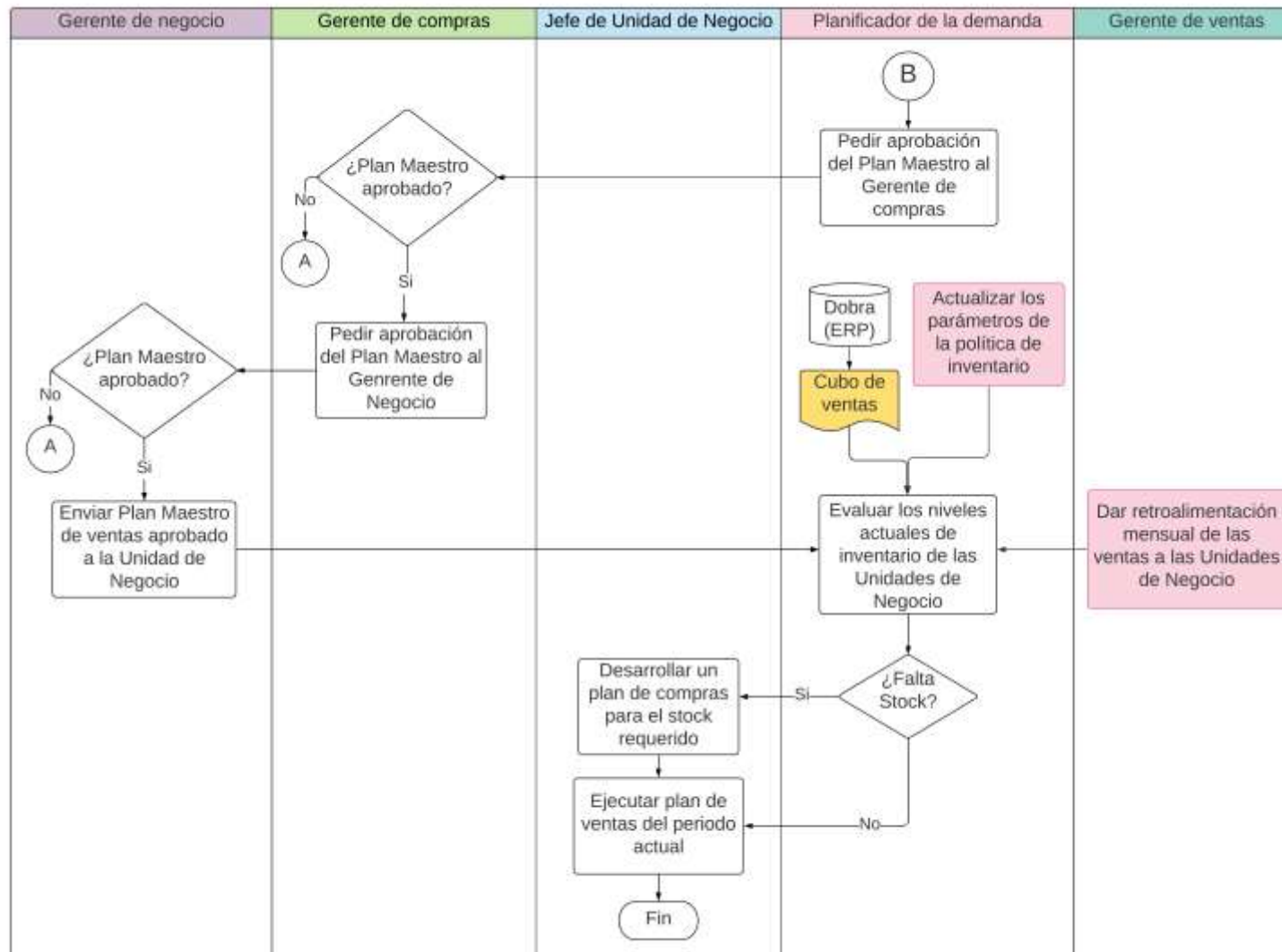
ACTIVIDAD	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	DURACIÓN (Días)	SEPTIEMBRE																																
				3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31	1	2	3	4	7	8	9	10	11			
Involucrar a los gerentes de ventas en el proceso de reabastecimiento	03/08/2020	03/08/2020	1																																	
Priorizar alternativas de diseño de inventario	04/08/2020	20/08/2020	13																																	
Desarrollar aplicación en Excel con manual de usuario	07/08/2020	28/08/2020	16																																	
Rediseño del proceso de reabastecimiento	24/08/2020	28/08/2020	5																																	
Capacitación	28/08/2020	02/09/2020	4																																	
Prototipo modelado	01/09/2020	07/09/2020	5																																	
Evaluación de resultados	07/09/2020	11/09/2020	5																																	

Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez-Tommy González.

Anexo E

Procesos generales de Planificación de ventas y Planificación de compras.





Fuente: Elaboración propia.
Henry Sánchez - Tommy González.