

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REPOSICIÓN DE
INVENTARIOS A TRAVES DE LA SIMULACION EN LA LINEA DE VEHICULOS
LIVIANOS DE UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AUTOPARTES**



**DAYANNA PAOLA LOPEZ PALLARES
LINA MARÍA FONTALVO MERCADO**

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA
2019**

**DISEÑO DE MODELO DE REPOSICIÓN DE INVENTARIOS A TRAVES DE
SOFTWARE DE SIMULACION PARA LINEA DE VEHICULOS LIVIANOS DE UNA
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AUTOPARTES**

Autoras

DAYANNA PAOLA LOPEZ PALLARES

LINA FONTALVO MERCADO

Trabajo presentado para cumplir requisito al título

Ingeniero Industrial

Tutor: Ing. Julio Mojica

Co-Tutor: Ing. Rafael Rojas

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BARRANQUILLA

2019

Nota de aceptación

Firma Jurado

Firma del Jurado

Firma Jurado

BARRANQUILLA, MAYO 2019

Dedicatoria

No sepultes tus sueños, riégalos y
cuídalos, el Señor te los

Al Creador de la vida, por haberme brindado la sabiduría, confianza y seguridad, llenándome de esperanza y satisfacción para alcanzar en mi vida una meta más, porque con su infinito amor en cada momento me ha sostenido y ha guiado mis pasos hasta el día de hoy, sin ÉL, nada sería posible.

A mis padres por ser ejemplo para mí durante toda mi vida. En especial a mi madre, quien con su amor, apoyo y dedicación ha estado en cada logro alcanzado. Teniendo siempre una palabra de aliento para mí y representado ese motor o fuente de inspiración que me impulsa a lograr cada uno de mis objetivos.

A mi hermano, amigas y novio por su apoyo incondicional en toda esta etapa de mi vida. Así mismo a mis ángeles del cielo (abuelos maternos) que estuvieron conmigo en gran parte de este trayecto y que hoy físicamente no están, pero permanecerán por siempre en mis recuerdos y mi corazón.

Dayanna Paola López Pallares

Dedicatoria

Your life is like a star,
then keep it shining.

A Dios gracias, por ayudarme a mantener viva la fe, la esperanza, la seguridad para seguir adelante, para no desfallecer, para luchar por mis sueños, y finalmente estar a puertas de cumplir uno de ellos. Por él y para él, esto es una realidad.

A mis padres, quienes me enseñaron a creer en mi potencial, a ser yo misma, a ser única, diferente, luchadora e incansable. Por estar siempre estar ahí cuando necesitaba que me cubrieran la espalda, y siempre decirme que no renunciara.

A mi esposo, pilar fundamental en esta etapa, por su paciencia, apoyo incondicional, coraje para animarme a continuar y culminar este ciclo. ¡A mis hijos, por ellos todo tiene sentido! Y a mi hermana, por siempre creer en mí y en mis sueños.

A mis demás familiares, mis amigas, los que siempre estuvieron pendiente de mi avance, porque siempre tuvieron una voz de apoyo en mi camino.

Finalmente me quedan muchos recuerdos, momentos que han marcado mi vida que me han ayudado a ser mejor persona, mejor profesional, y a fortalecer mi convicción que sí se puede, si lo haces con amor, empeño y dedicación lo logras.

Lina Fontalvo Mercado

Agradecimientos

A Dios por darnos las virtudes y fortalezas necesarias para salir siempre adelante pese a las dificultades y por ser nuestro guía incondicional.

A nuestros compañeros de grupo por su invaluable apoyo, por su amistad y ayuda para el logro de la presente investigación.

A nuestros profesores por todos los conocimientos impartidos.

A nuestros tutores, por su apoyo en la realización de esta investigación y por alentarnos a concretar nuestra meta.

A la CUC por abrirnos las puertas de su Alma Mater e impulsar procesos de aprendizajes e investigación con calidad y pertinencia.

Las autoras.

Resumen

La gestión de inventarios representa una alternativa económica muy indispensable en la organización de las empresas que se esfuerzan por reducir costos y mejorar su eficiencia productiva. Esta gestión es reconocida como una herramienta pertinente y eficaz para el buen manejo de los recursos disponibles, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes y por qué no, mejorar los márgenes de sustentabilidad financiera. En esta investigación se muestra el diseño través de un software de simulación una propuesta de reposición de inventarios para integrar el análisis de rotación basado en la categorización ABC y la estandarización de máximos y mínimos buscando mantener en el on hand de NTS los productos que le lleven a cumplir sobre el 85% los requerimientos de sus clientes. Entre los resultados se pudo verificar que el inventario de seguridad es una variable de control que afecta directamente el flujo de la cadena de aprovisionamiento e inventario. Puesto que este depende a su vez del flujo de pedidos y de la gestión de compras que se realice al aplicar valor de los stocks de seguridad por parte de la empresa.

Palabras clave: Gestión de inventario, simulación de procesos, política de compras, aprovisionamiento

Abstract

The management of inventories represents a very indispensable economic alternative in the organization of companies that strive to reduce costs and improve their productive efficiency.

This management is recognized as a pertinent and effective tool for the good management of the available resources, the improvement of the quality of the service to the clients and why not, to improve the margins of financial sustainability. In this research, the design is shown through a simulation software, a proposal to replenish inventories to integrate rotation analysis based on the ABC categorization and the standardization of maximums and minimums, seeking to keep the products that carry it in the NTS on hand to meet over 85% the requirements of its customers.

Among the results, it was possible to verify that the safety inventory is a control variable that directly affects the flow of the supply chain and inventory. Since this depends in turn on the flow of orders and the management of purchases made when applying value of security stocks by the company.

Key words: Inventory management, process simulation, purchasing policy, procurement.

Tabla de contenido

Lista de tablas figuras	10
Introducción	12
1. Descripción Del Problema	13
1.1 Formulación Del Problema	15
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. Justificación	16
4. Alcance	17
5. Fundamentos teóricos	17
5.1 Estado del arte	17
5.2 Marco teórico	26
6. Metodología	45
6.1 Fase 1 Clasificación de referencias	47
6.2 Fase 2 Diseño de modelo propuesto para la gestión de inventarios NTS	51
7. Resultados modelo de simulación	60
8. Conclusiones	65
9. Referencias	67

Lista de tablas y figuras**Tablas**

Tabla 1 Demanda junio 2018 por familia.....	48
Tabla 2 Probabilidades de ocurrencia de cada combinación.....	54
Tabla 3 Cantidades a pedir y nivel de servicios actual.....	60
Tabla 4 Cantidades a pedir y nivel de servicio para escenario 1	61
Tabla 5 Cantidades a pedir y nivel de servicio para escenario 2.....	62

Figuras

Figura 1 Esquema del ciclo de vida del producto	43
Figura 2 Equilibrio de los costos relacionados al inventario.	45
Figura 3 Matriz Metodológica.....	47
Figura 4 Demanda inventario	48
Figura 5 Distribución Demanda Familia 1 por orden.....	49
Figura 6 Distribución Demanda Familia 2 por orden.....	50
Figura 7 Distribución Demanda Familia 3 por orden.	51
Figura 8 Distribución Cantidad de Órdenes Recibidos.....	52
Figura 9 Diagrama explicativo: Modelo Conceptual:.....	56

Figura 10 Sección de revisión y abastecimiento del modelo..... 57

Figura 11 Sección de llegada de secuencia de órdenes de pedidos. Fuente NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras..... 58

Figura 12 Sección verificación de inventario para las secuencias de pedidos..... 59

Figura 13 Comparación de nivel de servicio para las órdenes de pedido según tipo de propuesta..
..... 63

Introducción

Es de conocimiento que para cualquier tipo de organización ya sea grande o pequeña, el manejo del inventario es fundamental para el efectivo funcionamiento de la misma. Esto es debido a que una buena administración de ello puede significar grandes ahorros para una compañía o en su defecto algunos sobre costos que en muchos de los casos pueden llevar a la quiebra a una empresa.

El inventario puede llegar a ser el activo más valioso con que cuenta una empresa, sin embargo, no siempre se le da la importancia que se merece, pues las personas encargadas de su manejo no siempre cuentan con las herramientas necesarias para mostrar óptimos resultados.

Un inventario representa en gran parte los activos con los que cuentan una organización, siendo un “conjunto de bienes corpóreos, tangibles y en existencia, propios y de disponibilidad inmediata para su consumo (materia prima), transformación (productos en procesos) y venta (mercancías y productos terminados).” (Perdomo, p.72).

De esta manera una mala administración del inventario o la inexistencia de un eficaz sistema de inventario pueden conllevar a incrementar los costos totales, pero también a incurrir en gastos no contemplados por no poder suplir debidamente la demanda o nivel de abastecimiento requerido en el mercado. Así mismo cualquier compañía se ve enfrentada a este tipo de situaciones.

Dado a la importancia que esto representa, toda política de inventario debe dar respuesta al tiempo en que deben hacerse las revisiones, cuándo y cuánto ordenar, para poder hacer frente a las demandas de ventas y producción.

1. Descripción del problema

En el mundo globalizado en el que se desenvuelve en estos días la economía de las empresas, en conjunto con el manejo y control de sus inventarios, la gestión de la producción, así como de la administración y dirección empresarial, cuyo conjunto hace parte de un importante sistema logístico muy útil para impulsar el crecimiento y desarrollo social de una región. Es por eso que se puede afirmar que las áreas de gestión de inventarios y producción ejercen un privilegiado lugar indispensable para propiciar flujos de productos desde su lugar de manufactura hasta los lugares de distribución y finalmente sus consumidores.

Debido a estas razones, resulta de gran importancia tener el conocimiento sobre la integración y la operación de gastos y costos de cada uno de los productos, pues estos implican una existencia de un capital invertido e inmovilizado en inventarios que generan constantemente nuevos costos, los cuales son asumidos para constituir reservas y dar respuesta a posibles demandas que pueden ser producto de posibles ventas que los ponen en movimiento para permitir su reabastecimiento y mantener activo el ciclo de productividad.

Las empresas distribuidoras de partes vehiculares de línea liviana siempre están en constante movimiento por las exigencias del mercado, que en mucho de los casos cuentan con demandas atípicas que conllevan a tomar rápidas decisiones. Uno de los retos que estas padecen es de contar con un inventario on hand es decir, que el transportista tenga a la mano las piezas que necesita, ya sea un repuesto de alta, media o baja rotación.

Al tener las existencias almacenadas, se puede constituir un riesgo calculado. Es por eso que se hace indispensable que se mejore constantemente el proceso de estimación de costos y gastos asociados a cantidades a pedir, al proceso productivo a los que son asignadas y al cumplimiento

del presupuesto de gestión comercial. Es así como los procesos de gestión de inventarios tienen el propósito de darle protagonismo a las estrategias empresariales destinadas a incrementar a la competitividad y el mejoramiento de continuo de los servicios prestados.

Cabe anotar que en algunos casos para un cliente un vehículo down representa pérdidas económicas inimaginables, es por ello que esta situación se convierte en una necesidad de mercado para cualquier autopartista, por lo que una organización de este sector debe contar con un sistema o programa de inventario capaz de reponer las partes de manera casi que inmediata según su demanda real.

NTS National Truck Service S.A.S. es una empresa colombiana de suministro de repuestos y servicio para vehículos comerciales y equipos y distribuye maquinaria agrícola, de construcción y generación de energía. Cuenta con una amplia gama de repuestos para cubrir las necesidades de sus clientes en los segmentos vehicular, industrial y maquinaria de marcas reconocidas internacionalmente. Cuenta también con una infraestructura y personal especializado para mantenimiento, cambio de aceite y filtros, reparación de componentes, pintura, entre otros.

Actualmente, la empresa NTS tiene una problemática con su manejo de inventarios, pues poseen una cantidad considerable de productos obsoletos como resultado de un análisis de inventarios poco objetivo y de negociaciones pérdidas. Lo anterior ha llevado a la empresa a disminuir su volumen de compra para bajar sus niveles de inventarios ocasionando en algunos casos la no compra del material realmente requerido, causando rupturas de inventarios e incumplimiento a las órdenes de pedidos por parte de sus clientes.

1.1 Formulación Del Problema

La situación mencionada con anterioridad nos impulsa a la pregunta problema base de nuestra investigación: ¿Qué política de reposición de inventario puede utilizar NTS para lograr mantener en su on hand los productos que se requieren para cumplir en un 85% los requerimientos de sus clientes tanto internos como externos?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de reposición de inventarios de autopartes en una empresa distribuidora de repuestos para garantizar un nivel de servicio del 85% a todos sus clientes.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de aprovisionamiento de la empresa a través de la clasificación de las referencias de acuerdo con su rotación para determinar los parámetros del modelo de aprovisionamiento.
- Diseñar un modelo de simulación en el software Arena ® Versión 14.0 que represente el sistema de aprovisionamiento de la empresa NTS utilizando el método de categorización ABC.
- Analizar los resultados obtenidos en la simulación mediante la herramienta de análisis de escenarios de procesos.

3. Justificación

Este proyecto busca implementar un método de reposición de inventarios en la empresa NTS con el cual se mantenga en su on hand el material realmente necesario para cumplirle a sus clientes y así lograr las ventas presupuestada; actualmente el nivel de obsoletos de la compañía representa un 1.2% de su inventario total on hand, siendo un total de \$324'564.940, un 4% sobre sus ventas mensuales; y por otro lado, cuentan con mercancía con bajo movimiento correspondiente a un 3% sobre su stock disponible, \$ 1.054'363.539, es decir un 12% de su facturación mensual, un riesgo latente para la liquidez de la compañía.

En la información que se ha recolectado se encontró además que NTS no cuenta con datos de máximos y mínimos reales en su inventario, y como es sabido El stock mínimo y máximo en una empresa son las claves para determinar los volúmenes de mercancía con los que debe trabajar cualquier compañía. En el desarrollo de este proyecto de grado inicialmente se busca identificar las referencias críticas y analizar su comportamiento para así definir si sus parámetros se encuentran bien ajustados de tal manera que su reposición sea lo más cercana posible a la realidad de su consumo.

De acuerdo a lo mencionado respecto a los costos de inventarios, es determinante y total de relevancia tener en cuenta el factor económico en nuestro proyecto, ya que en algunas de sus oficinas esta compañía pueda estar presentando índices negativos en su rentabilidad debido a sus altos costos de manejo de inventarios, el manejo de inventarios implica equilibrar la disponibilidad del producto con los costos de suministrar un nivel determinado de stock del mismo. En este contexto se busca minimizar los costos relacionados con el inventario para cada

nivel de servicio. El propósito del análisis de inventarios es especificar cuándo se deben pedir los artículos y el tamaño o cuánto solicitar en cada pedido.

4. Alcance

Para el desarrollo de este proyecto se diseñará a través del software Arena un modelo de simulación del proceso de reposición de inventarios de la empresa National Truck Service SAS, con base al histórico de compras y ventas fiscales de la línea de negocios NAPA de su sede Soledad, Atlántico.

5. Fundamentos teóricos

5.1 Estado del arte

Para la construcción del marco de antecedentes se citan los trabajos de investigación cuyos autores han abordado temas similares al identificado en el objetivo general y el problema formulado en el presente trabajo.

Uno de los grandes retos que tienen las empresas hoy día es poder tener en cuenta los elementos que se han dado a través de la gestión y control de los inventarios, puesto que esto les garantiza la competitividad y la confiabilidad dentro del mercado generando satisfacción entre los clientes.

A nivel internacional se mencionan trabajos que presentan relevancia para el desarrollo de la presente investigación. Es así como se encontró el trabajo de Gavilanes, I. (2015), desarrollado en la ciudad de Quito, Ecuador, en el que centró su atención en la propuesta de un modelo de gestión de inventarios con base simulación para la empresa Cybercell S.A., que no contaba con una adecuada gestión de inventarios haciendo que su stock fuera obsoleto. Para ello, se describió su modelo de gestión de inventario utilizado en el momento del estudio y los problemas del mismo, identificando los modelos de gestión de inventarios en la bodega principal y puntos de venta que forman parte de la información histórica y que afectan de alguna manera la rentabilidad de la compañía y la evaluación del modelo probabilístico propuesto. (Gavilanes, 2015).

Este trabajo tiene su relevancia para la presente investigación, porque describe la importancia, tipos, costos y modelos de inventarios, como activos circulantes más grandes de la empresa, contrastándolos entre si teniendo en cuenta los parámetros que influyen directamente en el nivel de productividad y el rendimiento de los resultados de la empresa como tiempo de entrega e inventario de seguridad (Gavilanes, 2015).

Como conclusiones encontraron que el modelo probabilístico de inventarios que más se ajusta a la empresa Cybercell es el de Revisión Continua porque al simular y evaluar los modelos de Cantidad Económica de Pedido y modelo de Revisión Continua, ambos modelos contribuyen en la reducción de la obsolescencia de los productos manejados por el modelo actual, pero el porcentaje de ventas y de obsolescencia es más significativo en el modelo de Revisión Continua con un incremento de 14% más de las ventas, un 48% más en el abasto de los productos de cola para puntos de venta a nivel nacional gracias al uso de inventarios de seguridad que el modelo maneja para evitar quiebres de Stock y la reducción en un 39% en la obsolescencia de productos

porque se pudieron vender a los clientes. De igual manera, al evaluar y simular los modelos Empírico y de Revisión Continua, se encontró que con el segundo modelo el aumento de las ventas fue de un 4%, un 21% más en el abasto de los productos de cola para puntos de venta a nivel nacional y la reducción de la obsolescencia en un 64% con los productos que en vez de declararlos obsoletos se pudieron vender a los clientes al final. (Gavilanes, 2015).

Otro aporte desde el ámbito internacional es el realizado por Ryks, C. (2011) en Chile en su trabajo titulado “Diseño y construcción de herramienta de simulación para la toma de decisiones en gestión de almacenaje en frío en plantas de proceso de Miltidos”, cuyo objetivo principal fue diseñar y construir una herramienta de apoyo a la toma de decisiones relacionadas con gestión de almacenaje en frío aplicadas en este caso a las empresas mitilicultoras. Estas empresas tienen épocas durante el año donde sus cosechas dan mejor rendimiento (en cuanto a cantidad y calidad) por lo que hacen el esfuerzo de procesar en planta toda la cosecha que puedan durante esos períodos, sin tomar en cuenta la demanda inmediata, con el propósito de disminuir los costos de proceso por economías de escala (el procesar grandes cantidades disminuye los costos unitarios, pero trae consigo la necesidad de almacenar en frigoríficos el producto semi-terminado en espera de ser vendido) (Ryks, C. 2011).

Para ello, se propuso una nueva metodología, que une dos herramientas relacionadas con el estudio de procesos, integrando programación dinámica determinística en la metodología para estudios de simulación planteada por Jerry Banks. Las características de esta unión, hicieron que parte de los pasos de la Metodología de Simulación de Jerry Banks fueran adaptados, de manera que la Verificación y Validación fueran unidas y las Corridas de producción se eliminarán al no resultar un modelo basado en tendencias probabilísticas, que es la característica necesaria para realizar las Corridas de producción. (Ryks, 2011, p. iv).

La aplicación de ésta metodología se tradujo a dos modelos, ambos pueden ser intervenidos por el usuario para modificar las variables de entrada de manera que se puedan conocer resultados diferentes dependiendo de los escenarios planteados. El Modelo Genérico tiene de base 4 frigoríficos, cada uno con sus respectivos costos de transporte y almacenamiento, mientras que el Modelo Específico tiene de base dos frigoríficos: uno interno y otro externo, cada uno también con sus respectivos costos, planteando dos escenarios relevantes: el primero con la situación actual de capacidad limitada de almacenamiento interno, y el segundo sin necesidad de almacenar externamente, llegando a una visión de gastos globales por concepto logístico importante gracias a la comparación de costos obtenidos al final de la simulación de ambos escenarios. (Ryks, 2011).

La relevancia de este estudio radica en que, a pesar de que un modelo de simulación no entrega siempre los mejores resultados, sino más bien muestra el comportamiento frente a escenarios de prueba elegidos por el usuario, la unión de las dos herramientas mencionadas anteriormente permite que cada vez que se modifiquen las variables de entrada del modelo, las respuestas al final de la simulación entregan los mejores resultados, llamados “óptimos” debido a que se generan por el hecho de haber integrado un Algoritmo de programación dinámica a la programación del software Flexsim. (Ryks, 2011, p. iv).

Los resultados obtenidos les permitieron formular como conclusiones que el estudio de la eficiencia del almacenamiento en frío, a través del uso de herramientas como Flexsim unido a algoritmos de programación dinámica resulta de mucha ayuda a la hora de tomar decisiones rápidas y con fundamento, ya que en poco tiempo se puede conocer donde destinar la producción estimada de un periodo de tiempo prolongado, así como sus costos involucrados. Encontraron también que poder plantear diferentes escenarios, y que éstos entreguen siempre la mejor

alternativa de almacenamiento permite formar relaciones “producción-costos de almacenamiento” rápidamente sin costo alguno ni perjuicio de tiempo y dinero sobre pruebas reales (Ryks, 2011).

Concluyeron finalmente entonces que el Modelo Genérico es, por tanto, una herramienta práctica y de fácil uso cuando se quiere tener una visión holística del comportamiento en un proceso de almacenamiento, mientras que el Modelo Específico se logra captar el gasto global en concepto logístico por el hecho de no tener una capacidad de almacenaje en frío mayor. A su vez, al igual que el Modelo Genérico, al permitir modificar las variables de entrada, entrega diversos resultados de comportamiento que facilitan analizar los mismos escenarios (Ryks, 2011).

Por otro lado, se revisó el trabajo de investigación “Gestión de inventarios en una empresa de repuestos automotrices”, Arana, F. (2015), a través de la Universidad de Chile, cuyo objetivo fue “desarrollar y evaluar una política de gestión de inventarios dinámica que reduzca los costos asociados al manejo de mercadería en relación a niveles óptimos de servicio” (Arana, 2015, p. 5).

El trabajo consistió en el desarrollo de un modelo de gestión de inventarios en una mediana empresa de repuestos automotrices cuya estrategia principal es contar con el mayor surtido para sus clientes, propósito que requiere por sobre todo una alta dedicación a los inventarios. (Arana, 2015, p. 1).

Para llevar a cabo el estudio se clasificó la base de datos de productos en categorías según características técnicas. Luego, según su aporte económico se logró establecer el alcance final en las siete primeras categorías, a las cuales pertenece el 5,64% de los ítems, segmento que aportó

en los últimos años el 40% del margen total de la empresa. Para la administración de los inventarios se utilizó una metodología de pronóstico agregado, la cual según la porción que ocupaba cada ítem en su categoría, repartía cantidades esperadas de demanda. Luego, mediante el uso del modelo EOQ con extensión probabilística se obtuvieron las cantidades de pedido y de seguridad de inventario óptimas para cada producto. Al simular el modelo para los niveles de servicios actuales, se obtuvo que dos categorías no presentaron variaciones en sus resultados, mientras que entre las otras cinco se lograron disminuciones promedio del 7,9% de los costos (Arana, 2015, p. i).

Se evaluó también el comportamiento del modelo ante variaciones en el nivel de servicio. Frente a esto, seis de las siete categorías obtuvieron alzas en sus desempeños al aumentar sus niveles. Dichas mejoras generaron beneficios cercanos a \$111 MM, cifra equivalente al 4,74% de las ventas. Los niveles de servicio aumentaron en un 5,5% promedio, crecimiento que trae consigo una valoración intrínseca por parte de los clientes al contar con un mayor stock (Arana, 2015, p. i).

En cuanto a los productos no analizados se sugirió implementar políticas acordes a sus características, que incluye un proceso similar al de clasificación, pero menos riguroso en la medida que disminuya su aporte a la empresa (Arana, 2015, p. i).

Finalmente, se concluyó que el modelo es capaz de hacer mejorar los resultados de la empresa, aun así, es fundamental implementar junto a él algunas políticas de control que permitan su óptima ejecución. Además, se pudo verificar que la empresa se encuentra en un período de estancamiento debido a variados motivos han generado este estado, sobre todo los argumentos relacionados a la gestión de inventarios, lo cual lo hace relevante para el presente trabajo de investigación (Arana, 2015, p. i).

En cuanto a la ejecución del modelo se concluyó que, junto con implementar un sistema de pronósticos y pedido óptimo, es fundamental llevar a cabo un correcto sistema de revisión de stock. Ya que ninguna cantidad de pedido será lo suficientemente óptima si no se presenta la necesidad o el requerimiento por el producto (Arana, 2015, p. 57).

Toda empresa para tener satisfechos a los clientes y a la vez presentar una excelente rentabilidad de su negocio debe administrar bien su inventario, teniendo la cantidad justa, en el momento justo y en el sitio justo.

En el contexto nacional también se encuentran trabajos desarrollados como el de Silva, L. (2012), titulado “Optimización de la gestión de inventarios con simulación en Arena en la sociedad Soserauto S. A.”, cuyo objetivo principal consiste en el diseñar un modelo de simulación de inventarios de insumos con el propósito de mejorar las condiciones actuales de administración de inventarios, estableciendo las cantidades de productos que se deben mantener en el stock, minimizando los costos totales y permitiendo aumentar la rentabilidad de la empresa (Silva, 2012).

En esta investigación antes de construir el modelo de simulación Arena, se realizó un diagnóstico general de la empresa para conocer las funciones operativas y las relaciones con grupo de interés como socios, clientes y proveedores, además de un historial de ventas del año 2011. Identificaron también mediante una clasificación ABC de inventarios y un análisis de Pareto, la identificación de los cinco repuestos más significativos en ventas para la empresa. Consultaron toda la facturación de ventas del año 2011 para cada repuesto y se determinó la distribución de probabilidad de la demanda para cada repuesto. Analizaron la preferencia de compra de los clientes y desarrollaron un muestreo estadístico de la facturación de ventas para determinar la probabilidad de preferencia de compra de los clientes. Se determinaron los tiempos

de llegada de los clientes y los tiempos de despacho de los repuestos. Después de construido el modelo de simulación, se realizaron pruebas pilotos con diferentes combinaciones de valores para cada repuesto, de donde se tomaron los valores de la mejor alternativa de solución para cada uno de los repuestos sometidos a estudio, durante los 365 días de duración de la simulación. Después de analizar y evaluar los resultados obtenidos en la simulación se identificó la mejor política de manejo de inventarios tomando como criterio de optimización el nivel de satisfacción del cliente y se concluyó que un mejor nivel de servicio y además se logró realizar un diagnóstico general de la empresa que permitió conocer las funciones operativas y las relaciones con grupo de interés como los socios, clientes y proveedores (Silva, 2012).

Para este autor el inventario es de vital importancia para la rentabilidad de una empresa, por lo tanto, se requiere que se le dé una mejor utilización al mismo, al minimizar el costo total de las actividades de servicio con eficiencia y eficacia, asegurando la satisfacción de los clientes.

A nivel nacional también se encuentra el trabajo de Suárez, C. y Cuéllar, O. (2012), titulado “Diseño e implementación de un software de registro y control de inventarios”, un La investigación es de tipo cuantitativo y experimental realizado en la ciudad de Neiva, en el que realizaron un análisis para diagnosticar la situación actual del área de inventarios de la mencionada empresa con el fin de implementar un sistema de inventarios adecuado que brinde una mejor gestión administrativa y operativa y permita un proceso de intercambio de información verídica que contribuya al mejoramiento y dinamismo de la información financiera real.

El objetivo principal de este estudio fue diseñar e implementar un software de registro y control para la empresa CENTROSUR, que permita ser más eficiente en el manejo de la

información de los clientes, proveedores y artículos a través de la sistematización. (Suárez, Cuéllar, 2012, p. 43).

Con la realización de la investigación los autores lograron identificar la necesidad fundamental que existe en el almacén frente al manejo del inventario de productos disponibles para la venta, además de los ítems fundamentales que debe presentar el aplicativo web en su diseño para que supla la necesidad de control e inspección del inventario de la empresa.

Otra investigación también en el ámbito nacional, es la realizada por Blanco, A. (2016), que tiene por título “Diseño de propuesta de distribución del almacén para mejorar la gestión de inventarios de la empresa de Repuestos El Palenque S. A. S.” en la ciudad de Bucaramanga. Este trabajo tuvo como objetivo general diseñar y validar una propuesta de distribución de almacén para mejorar la gestión de inventarios de la empresa de Repuestos el Palenque S. A S. mediante el uso de técnicas para la optimización de la ubicación de los productos de la bodega (Blanco, 2016).

En este trabajo la autora afirma que los inventarios son el soporte que tiene una empresa para generar la satisfacción en los clientes y para ello se necesita del planteamiento de estrategias de gestión de inventarios que permitan el mejoramiento de las operaciones y de un nuevo modelo de distribución del almacén que promueva un mejor aprovechamiento de los espacios, la optimización de los recursos y el facilitamiento del control de las cantidades de los productos procurando el cumplimiento de la demanda de los mismos y la completa satisfacción de los clientes, todo esto llevado a cabo por medio de un modelo de simulación con el fin de mejorar la operacionalidad del almacén además de su rentabilidad.

Para determinar las políticas de inventario que minimizan los costos de la compañía y que permiten mantener niveles adecuados de servicio, se propuso el uso de dos métodos diferentes tales como optimización basada en simulación y el método numérico para calcular el punto de reorden. En ambos casos se usó el modelo EOQ para calcular la cantidad de pedido (Blanco, 2016, p.114).

5.2 Marco teórico

Con esta investigación se pretende lograr un equilibrio entre la disponibilidad de productos y los costos asociados. Para ello se hace necesario comprender algunos conceptos y/o procedimientos relacionados al manejo de inventarios.

Concepto de inventario.

La sola definición no es suficiente para mostrar la verdadera dimensión de los inventarios de una compañía. Los inventarios impulsan los procesos de abastecimiento y distribución. Mientras que el primero contribuye con bienes, el segundo los consume. Existen factores tanto internos como externos que influyen en los tiempos y las tasas pues estos pueden cambiar durante el abastecimiento y la distribución.

Inventario se llama a la existencia de cualquier artículo o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es un conjunto de políticas y controles utilizados para el monitoreo de la cantidad de artículos disponibles, la determinación de los niveles que se deben mantener, el momento de reponer la existencia de algún artículo y el tamaño que deben tener los pedidos. (Parada, 2006, p. 1).

El inventario representa un porcentaje importante del capital de trabajo de una empresa. Por lo tanto, el objetivo primero es aumentar la rentabilidad de la organización por medio de una correcta utilización del inventario, prediciendo el impacto de las políticas corporativas en los niveles de stock, y minimizando el costo total de las actividades logísticas asegurando el nivel de servicio entregado al cliente. (Hincapié, 2013, p. 1).

Mientras que los factores internos dependen de las políticas organizacionales de la empresa y se pueden controlar, los factores externos no reúnen esas características. Un ejemplo de los factores externos son la incertidumbre y el entorno que rodea a la compañía.

Los inventarios son un conjunto de recursos útiles, que se encuentran ociosos por algún tiempo, que tiene valor para la compañía y que van a entrar a la corriente comercial para su venta. Es la actividad más importante dentro del almacenamiento y que genera más “ruido” al interior de una compañía, puesto que es el activo de más fácil realización o venta, pues implica un control permanente del estado y las cantidades almacenadas. (Mora, 2011).

Para la española Francisca Parra Guerrero en su libro *Gestión de Stock*, define los inventarios como stocks o artículos en espera de su utilización para satisfacer alguna necesidad. Parra, (2005), p.16.

Para esta autora es de vital importancia valorar los stocks como bienes económicos porque satisfacen las necesidades de los clientes, encontrándose en el momento y el lugar oportuno.

Según Durán (2012), los inventarios existen por múltiples razones, las cuales se justifican principalmente porque prevén la escasez, es preferible ahorrar productos que dinero en efectivo por la rentabilidad que genera, permite obtener ganancias adicionales cuando hay alzas de precios, entre otros. A pesar de esto, trae como consecuencia una inmovilización de recursos

financieros que podrían usarse mejor en otras actividades con mayor rentabilidad, es decir, podría optarse por mejor uso de los recursos financieros y optimizar así las utilidades. (p. 59).

Martínez (2008) menciona la determinación de niveles de inventario que debe tener una empresa, tanto en aprovisionamiento de materiales, como en la cadena de distribución del producto, pues ésta se asocia a la manera en que se realiza la gestión de flujos físicos, el tipo de contratos con proveedores y distribuidores y los costos aceptados para cumplir niveles de servicio a la producción y a los clientes (p. 22).

La gestión de inventarios se asocia a un problema de toma de decisiones cuyas variables más significativas son: ¿cuánto producir o adquirir? y ¿cuándo pedir?, ya que reduciendo el inventario se minimiza la inversión, pero se corre el riesgo de no poder satisfacer la demanda y de obstaculizar las operaciones de la empresa. La gestión de inventarios permite determinar la cantidad de inventario del producto que debe mantenerse (Chase, Jacobs, 2010).

La administración del inventario tiene como propósito mantener los niveles del inventario lo más cerca posible de lo ideal, lo cual significa que éstos sean tan bajos como sea posible y mantener el flujo de producción necesario para atender la demanda de los clientes. (Martínez, 2008, p. 25)

Mantener un nivel de inventario implica una toma de decisiones en un sistema fuertemente retroalimentado. Cuando no está disponible un producto para un cliente, cualquiera que sea el sistema de inventario empleado, trae costos adicionales para la empresa. Es por eso que se hace necesario realizar un balance periódico entre la necesidad del inventario y el costo de mantenerlo.

Importancia del inventario.

El inventario puede llegar a ser el activo más valioso con que cuenta una empresa, sin embargo, no siempre se le da la importancia que se merece, pues las personas encargadas de su manejo no siempre cuentan con las herramientas necesarias para mostrar óptimos resultados.

Según Ballou (2004), son diversas las razones por las cuales toda empresa debe llevar un inventario:

- Cumplimiento de demanda.
- Cubren el proceso productivo cuando existan problemas internos o externos en la empresa.
- La naturaleza del proceso de producción.
- Ventajas económicas.
- Nivelan la producción.
- Cubrir cuando no hay acoplamiento entre oferta y demanda.
- Ahorro y especulación.

Administrar eficientemente un inventario permite según Ehrhardt y Brigham (2007), garantizar la operatividad de la empresa y conservar niveles óptimos que permita minimizar los costos totales (de pedido y de mantenimiento). Un inventario bajo hace aumentar los costos de pedido, mientras que los inventarios altos incrementan los costos de mantenimiento.

Cada vez más, las empresas son más conscientes de la importancia de la gestión de la ubicación y el diseño de sus instalaciones pues esto les permite aprovechar de manera más eficiente los recursos físicos y el espacio. La gestión de almacenamiento de los inventarios en bodega permite que se lleven a cabo las operaciones logísticas de manera correcta. En el almacén

de inventarios, la eficiente gestión de localización de los ítems permite llevar a cabo el control de éstos, a conocer con exactitud las existencias de los productos, a garantizar el cumplimiento de la demanda, pues al mismo tiempo en que se aprovechan los espacios se asegura que los productos se mantengan en buenas condiciones, lo cual ayuda a incrementar los ingresos de la compañía.

Dado a la importancia que esto representa, toda política de inventario debe dar respuesta al tiempo en que deben hacerse las revisiones, cuándo y cuánto ordenar, para poder hacer frente a las demandas de ventas y producción.

Tipos de inventario

Según Gavilanes (2015) una de las formas de clasificar los inventarios es según la forma en que fueron creados, como el inventario de ciclos, inventario de seguridad, inventario de previsión e inventario de tránsito. Estos inventarios no pueden identificarse a simple vista, sin embargo, cada uno tiene sus funciones bien definidas y son totalmente diferentes. (p. 22-23).

Inventario de ciclo: “Es la cantidad del inventario total que fluctúa en forma diferente proporcional al tamaño del lote”. La periodicidad con que pueden hacerse los pedidos y la cantidad de los mismos recibe el nombre de dimensionamiento del lote” (Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008, p. 465 – 468).

Inventario de seguridad:

“El stock de un determinado artículo es la cantidad de existencias que se tiene en bodega por encima de lo que se necesita, para hacer frente a las variaciones en exceso de la demanda, y/o los imprevistos en la recepción de los abastos” (Parra, 2012, p. 21).

Estos inventarios son necesarios cuando los proveedores no entregan el producto en las fechas deseadas, en las cantidades solicitadas con una calidad aceptable, o cuando la producción de artículos genera cantidades considerables de desperdicio y realiza rectificaciones a los productos

terminados. Los inventarios de seguridad garantizan que la gestión comercial o producción no se paren cuando se presenten imprevistos como quiebres de stock o incrementos de la demanda. (Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008, p. 465).

Este tipo de inventarios sirven de apoyo a los inventarios de ciclo, ayudándoles a prevenir cambios inesperados en la demanda, procurando que ésta no quede insatisfecha.

Inventario de previsión: “es el utilizado en las empresas para absorber las irregularidades que se presentan frecuentemente en las tasas de demanda y oferta”. (Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008, p. 465).

Este tipo de inventarios permite que la empresa cubrir la demanda de los clientes oportunamente, para evitar que se sientan insatisfechos. Por lo general, estas existencias se acumulan cuando la demanda es estacional. Cuando el comportamiento de la demanda es inestable y conlleva a que los fabricantes acumulen inventario de previsión cuando la demanda es baja, lo cual ayuda a no aumentar tanto los volúmenes de producción cuando la demanda alcanza su nivel máximo. (Saldarriaga, 2005, p. 423).

Inventario en tránsito: este tipo de inventario sigue una rotación cíclica desde su concepción hasta la distribución o comercialización final: éstos se mueven desde los proveedores hasta las industrias, en estas desde una operación manufacturera a la siguiente. Cuando son productos terminados, pasan a los almacenes, distribuidores y comercializadores, hasta llegar finalmente al cliente. Este inventario está conformado por las órdenes de requisición de mercadería que se ha solicitado, pero que aún no se ha recibido. El volumen de esta mercadería va a estar en correspondencia con el flujo que existía en la cadena de valor, mientras mayor sea este, mayor va a ser el volumen del inventario. (Krajewski, Ritzman y Malhotra 2008, p. 466).

Clasificación del inventario según el tipo de demanda.

La demanda puede clasificarse en dos tipos. Independiente y dependiente.

Demanda independiente: este tipo de inventarios se refiere a la demanda de productos terminados que está sujeta a la fuerza del mercado. El producto terminado es el inventario para la demanda independiente (Blanco, 2016, p. 37).

Este tipo de demanda puede ser constante o variable

Demanda independiente constante.

- EOQ (Cantidad Económica de Pedido)
 - ✓ Sin faltante
 - ✓ Con faltante
- LEP (Lote Económico de Producción)
 - ✓ Sin faltante
 - ✓ Con faltante
- EOQ con descuentos por volumen

Demanda Independiente Variable:

- EOQ Con Demanda probabilística
- Simulación
- De Revisión:
 - ✓ Periódica: Sistema P
 - ✓ Cantidades: Sistema Q

- Heurístico: Amortiguadores Boffel.

Demanda dependiente: es aquella que se relaciona con la necesidad o demanda de otro artículo. Es aquella demanda que se requiere para formar el producto terminado para la demanda independiente. De ella hacen parte el inventario de componentes, partes, los subensambles que son usados en la producción de artículos que sirven para la fabricación de otros artículos, materias primas, repuestos, suministros.

Fluctuaciones de la demanda

Entre las causas se encuentran el desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos y, principalmente, las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición en la cadena de suministro. Las estrategias más comunes para manejar estas fluctuaciones son el mejoramiento de la calidad de la información, el mantenimiento de inventarios de seguridad y la colaboración en la cadena de abastecimiento. (Vidal, Londoño, Contreras, 2004).

Almacenamiento

Es la actividad de guardar y preservar los artículos, cuidándolos para que puedan entregarse en condiciones de ser utilizados cuando los consumidores lo necesiten. Según Dobler & Burt (1996) el problema de la ubicación de los productos dentro del almacén consiste en decidir la distribución física de los productos dentro de los almacenes con los siguientes objetivos:

- Minimizar los costos de manipuleo de mercancías.
- Minimizar las distancias totales recorridas en los almacenes.
- Maximizar la utilización de los espacios.

- Satisfacer ciertos condicionantes del almacenamiento del producto, tales como:
- Evitar las incompatibilidades de diferentes tipos de mercancías.
- Ajustarse a las necesidades del área de preparación de pedidos.
- Reducir las posibilidades de accidentes o siniestros.

Clasificación de Pareto.

En el año 1906, Vilfredo Pareto observó que alrededor del 20% de los productos comercializados en una empresa conformaban cerca del 80% de las ventas. De esta forma, es correcto establecer prioridades distintas a cada producto o categoría según su respectiva relevancia (Schroeder, 1992).

El análisis en particular sugiere dividir los productos en tres clases: A, B y C. Donde generalmente la clase A corresponde al 20% de los productos que generan cerca del 80% del valor total. En el otro extremo, la clase C representa los productos que representan el 5% del valor total y que por lo general son cerca del 50% de los productos. Los productos restantes corresponden a la clase B.

Nivel de servicio.

El principal propósito de la administración de inventarios es asegurar que el producto esté disponible en el momento y en las cantidades requeridas. Generalmente se mide como la probabilidad de satisfacer la demanda a partir del stock actual para un período dado (Ballou, 2004).

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{\text{Nº de unidades agotadas}}{\text{Demanda total}}$$

Este parámetro entrega valores entre 0 y 1 y suele expresarse como porcentaje. Así, lograr un nivel de servicio del 90% por ejemplo, se puede interpretar afirmando que de cada 100 veces que se solicita el ítem, sólo en 90 de ellas se satisface el pedido.

Control de inventarios

El control de inventarios consiste en un conjunto de políticas, procedimientos y controles que supervisan tanto las existencias reales como aquellas que están en el proceso de producción, para compararlas con las necesidades presentes y las futuras y así establecer el costo de mantenerlos, o en caso contrario, reponer los saldos, así como la cantidad de los pedidos de los proveedores que sean necesarios para poder atender la demanda.

(Krajewski, 2013) Lo define como la verificación física de los productos, lo cual debe de realizarse durante todo el ciclo de almacenamiento, desde la recepción hasta el despacho. Los aspectos a verificar son: (a) el tipo del producto, (b) la cantidad del mismo (unidades, peso, volumen, etc.), (c) el estado de conservación del mismo. Cuando esta actividad se realiza sobre los productos almacenados se denomina también Toma de inventarios el cual puede ser de dos tipos: Toma masiva de inventarios y Toma cíclica de inventarios.

Toma masiva de inventarios

(Pau I Cos, 2001) La define como aquella que se ejecuta, como su nombre lo indica, en masa a todos los productos almacenados, al menos debe realizarse una vez al año, y por lo general, esta ocasión coincide con el cierre del ejercicio contable anual. Esta acción es una actividad compleja, puesto que requiere de una preparación previa del almacén, ordenamiento de los productos guardados, actualización de las transacciones en el sistema de información y capacitación del personal al intervenir en la toma.

Toma cíclica de inventarios

Su nombre se debe a que el conteo se realiza por ciclos cortos, en cada uno de los cuales se cuenta un grupo determinado de artículos. La condición del conteo cíclico es que, al finalizar el año, al menos se haya contado una vez cada producto. (Pau I Cos, 2001) Sugiere para organizar el conteo cíclico, usar la ley de Pareto, el cual nos dice que unos pocos productos concentran gran parte del costo de los productos almacenado. Por tanto, aquellos productos de mayor costo serán contados varias veces al año, en más ciclos que aquellos que no lo son.

Según (Krajewski, 2013), la administración de inventarios se refiere a la planificación y control de los inventarios para mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas de la forma más eficiente, importante para lograr el pleno potencial de toda cadena de valor. Para esto se requiere de información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido, entre otros.

Los motivos básicos para crear inventarios son: protegerse contra incertidumbres, permitir la producción y compra bajo condiciones económicamente ventajosas, cubrir cambios anticipados en la demanda y la oferta y mantener el tránsito entre los puntos de producción o almacenamiento (Parada, 2009).

La administración y control de los inventarios afecta a las empresas e intermediarios; siendo frecuente su problema en el desbalanceo de inventarios. El control y administración de inventarios es uno de los temas más apasionantes en Logística y una de las principales aplicaciones prácticas de la Investigación de Operaciones (IO) (Arango, Zapata, Wilson, 2011).

(Parada, 2009) Expresa que un eficiente sistema de control de inventario no tratará por igual a todos los productos en existencia, sino que aplica métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa de cada producto.

El problema en la mayoría de las organizaciones locales radica principalmente en que los inventarios de seguridad y sus correspondientes puntos de re-orden o inventarios máximos se determinan exclusivamente con base en el promedio de la demanda, ignorando su variabilidad y la variabilidad de los tiempos de reposición (Vidal, Londoño, Contreras, 2004).

(Vidal, Londoño, Contreras, 2004) Establece que la solución al problema de inventarios, consiste en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de productos con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de productos con alta variabilidad. El balance de esta operación es frecuentemente positivo y se puede mejorar significativamente el servicio al consumidor sin invertir un peso adicional en inventarios, se puede mantener el servicio actual con mucho menos capital invertido, o incluso se puede diseñar una combinación intermedia de ambos beneficios.

Administrar eficientemente un inventario es llevar un buen registro y supervisión del mismo, aplicando procesos que le hagan rentable y productivo a la vez. Estos procesos se detallan a continuación:

Determinación de los saldos de inventarios: determina la información concerniente a las existencias físicas de los productos a controlar. Para ello se hace necesario que la toma física del inventario se realice periódicamente, así como la realización de auditorías de saldos al corte, la evaluación de políticas y procedimientos de entradas y salidas y muestreos de inventarios de mayor a menor rotación.

Análisis de existencias: se realiza estadísticamente para determinar si los saldos de los inventarios que fueron establecidos son aquellos que se deberían tener en la empresa durante un tiempo determinado, teniendo en cuenta la rentabilidad que estos puedan representar.

Supervisión de producción y venta: según Rodríguez (2016) se refiere a la supervisión de todos los procesos de fabricación, despacho y ventas realizados a los departamentos a controlar, es decir donde hay transformación de materia prima en productos terminados para su comercialización adicionalmente a todos los productos que se compran para vender (p. 11).

Tipos de control.

Control de caducidad y calidad: consiste en comprar la materia prima por volumen según se vaya necesitando, pero estableciendo un máximo de un mes de producción, lo cual abre la posibilidad de obtener mejores precios y por ende mejores costos. Al comprar por volumen las materias primas esenciales que tienen un uso permanente se deben tener en cuenta los factores de tiempo y entrega por parte del proveedor.

Rodríguez (2016) menciona las acciones que se deben realizar en este tipo de control:

- ✓ Llevar un reporte de control de caducidades mediante un formato el cual debe ser revisado periódicamente por el jefe de bodega o el jefe de planta y supervisado por la gerencia.
- ✓ Los inventarios con caducidad más próxima serán los primeros a utilizar o vender y serán dados de baja en el reporte de control de caducidades con previo visto bueno de destrucción o entrega.

- ✓ La ubicación de los inventarios con fecha de caducidad más próxima deberá ser conforme a esta, en pocas palabras los productos más a la mano serán los que tengan la caducidad más próxima.

Control de mermas u obsolescencia: las mermas son factores que incrementan los costos de ventas. Una merma u obsolescencia u obsolescencia aceptable sería desde el 0.5% hasta el 1.5% del valor del inventario según sea el caso. Para toda empresa la única merma aceptable es del 0%: aunque esto se trate de una utopía, los objetivos estarán orientado hacia los procesos más óptimos para obtener la máxima utilidad posible. Para su administración se pueden utilizar las siguientes acciones:

La simulación de procesos

La simulación se ha definido como una representación de lo realizado mediante el empleo de un modelo que, bajo una serie de condiciones dadas reaccionará del mismo modo que la realidad. Simular consiste en reproducir fenómenos reales mediante fenómenos artificiales o parecidos, es esencialmente una analogía, similitud de relaciones o propiedades sin que haya identidad (Ríos, 2000, p. 424.)

La simulación permite prever lo que va a ocurrir en un futuro bajo el supuesto de una serie de condiciones dadas. También hace posible el estudio de los diferentes resultados que se obtendrán al cambiar alguna o algunas de las condiciones, es decir, que se puede conocer con bastante exactitud, y antes de que ocurran los distintos resultados que se van a producir al cambiar determinadas variables o parámetros condicionantes de la realidad. (Suárez, 2012, p. 134). Simular es muy importante a la hora de imprevistos en una empresa; el pode prever problemas es

fundamental. Mediante una simulación es posible poner en manifiesto las posibles soluciones que pueden pasar desapercibidas. (Suárez, 2012, p. 136)

Simulador Arena

Según Gómez (2012), Arena es una aplicación (creada por Rockwell Software) del sistema operativo Windows de Microsoft (totalmente compatible con otros softwares de Windows) que permite la realización de modelos de simulación con un elevado nivel de detalle, tanto conceptualmente como con el uso de animaciones. (p. 11).

El Simulador Arena es un software de simulación de eventos discretos para la optimización de procesos complejos, con el que se pueden representar y analizar el comportamiento de un sistema complejo como una serie de eventos bien definidos y ordenados en el tiempo.

Partiendo de un proceso dado se puede generar diferentes escenarios para buscar la solución a un problema sin una causa clara, o permite encontrar el mejor escenario minimizando el riesgo de una futura inversión. Mediante el modelado del proceso se pueden identificar cuellos de botella dentro del sistema o al contrario identificar cuellos sobredimensionados innecesarios en el mismo.

Características del simulador Arena:

- Bloques de construcción predefinidos para modelar el proceso sin necesidad de programación.
- Amplia gama de opciones de distribuciones estadísticas para modelar la variabilidad del proceso.
- Métricas de rendimiento, análisis estadístico y generación de informes.
- Capacidades realistas de animación en 2D y 3D.

Costos.

Los costos asociados a la gestión de inventarios se definen cuatro tipos: Costo del artículo, Costos por ordenar pedidos, Costos de inventario y Costo por falta de existencias. Estos costos se comportan de distinta manera y el objetivo es alcanzar el equilibrio al momento de generar una orden de pedido. (Ballou, 2004).

Costo del artículo.

Es el costo por artículo que se paga a un proveedor. Se expresa como un valor unitario multiplicado por la cantidad adquirida. Suele ser mucho mayor que los otros costos de inventario (Arana, 2015, p.11).

Costos por ordenar pedidos.

Se incurre en estos costos cada vez que se coloca una orden con el proveedor. Corresponden a los costos asociados a todos los subprocessos necesarios para emitir una orden de pedido. Cabe destacar que estos costos no son constantes para todos los ítems, más aun, su valor cumple un rol fundamental en el pedido, por lo que debe ser estimado de la forma más certera posible. (Arana, 2015, p.11).

Costos de adquisición.

Cuando se coloca un pedido de reaprovisionamiento de existencias, se incurre en diversas fuentes de costos relacionados con el procesamiento, ejecución, transmisión, manejo y compra.

Costos de inventario.

También se les conoce como el costo de almacenaje o costo por mantener el inventario y resulta de mantener artículos en bodega durante un período de tiempo. Es el compromiso del

capital que usa espacio y requiere mantenimiento, lo cual requiere dinero, lo que incluye costo de oportunidad, costo de almacenaje y manejo, impuestos y seguros, robos, daños, inseguridad y obsolescencia. Este tipo de costo comienza con la inversión en el inventario y el dinero invertido en él no puede tener rendimiento en otra parte.

Los costos de inventario se pueden clasificar en:

Costos de capital: son los costos del dinero en conexión con el inventario. Cuando el dinero está detenido en inventario no está disponible para otros propósitos. A pesar que éstos son altamente intangibles, pueden llegar a representar más del 80% de los costos de mantener el inventario. Pueden determinarse a partir de un amplio rango de valores, desde tasas de interés de mercado hasta costos de oportunidad del capital. (Arana, 2015, p.12).

Costos de riesgo de inventarios: tiene que ver con los costos de obsolescencia y depreciación del inventario. Según Arana (2015), es común que la gente piense que los productos se mantienen con un nivel de ventas consolidado, cuando en realidad éste ha variado ya sea algunos al alta y otros a la baja. Para llevar a cabo una correcta gestión de inventarios es necesario comprender la curva de ciclo de vida de cada producto y con esto, llevar a cabo una correcta toma de decisiones. Para estimarlos se deben analizar los volúmenes de mercadería que con el paso del tiempo siguen permaneciendo en bodega sin poder ser vendidos. (p. 12).

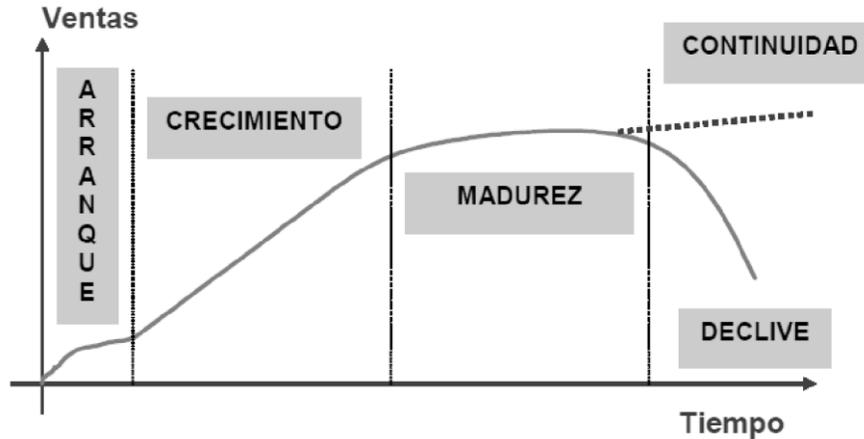


Figura 1 Esquema del ciclo de vida del producto Fuente: (Vidal, 2015)

Costos de almacenamiento: tienen que ver con los cargos por utilizar volumen dentro del lugar almacén y los respectivos montos por asegurar la mercadería.

Cuando el espacio es arrendado, los costos por mantener mercadería almacenada se consideran generalmente por unidad de masa en un período de tiempo ($\$/\text{ton} \cdot \text{mes}$). Si el edificio es propio de la empresa, estos costos se asocian a la operación de la bodega, que incluye climatización e iluminación, personal a cargo de la bodega, mano de obra y sus respectivas actividades relacionadas al inventario (Ballou, 2004).

En cuanto a los seguros por incendio, catástrofes o robos que se adquieren como medida de protección. Debido a que los montos pagados son proporcionales al inventario existente, deben agregarse en esta categoría. Por lo general, representan una pequeña parte de los costos de llevar el inventario (Ballou, 2004).

Costo por falta de existencias: es el que ocurre cuando existe una demanda de un producto que no se tiene. Una vez que ocurre esto, pueden surgir dos instancias: Se genera una orden pendiente o se pierde la venta. Si el producto se compra en otro lado, recibe el nombre de

pérdida. Si la demanda se surte atrasada existe un costo adicional al expedirla, costos de registro en libros y la reputación de un mal servicio al cliente.

Según Ross y otros (2006) y Gitman (1986), Ballou (2004) en los inventarios se involucran tres tipos de costos (figura 2):

- Costos de mantenimiento o manejo: están representados por todos los costos que involucra mantener la existencia de un artículo de inventario durante un período específico. Son costos variables por unidad. Este costo incluye los costos de almacenaje, costos de seguro e impuestos, costos de pérdida (deterioro, robo, obsolescencia) y el más importante costo de oportunidad del capital invertido.
- Costos de pedido: están relacionados con los costos administrativos necesarios en la solicitud de los pedidos de inventarios. Se involucran los costos por faltantes ocasionados por tener existencias insuficientes en el inventario; los mismos costos de reabastecimiento o de pedido (gastos administrativos fijos para formular y recibir un pedido) y de reservas de seguridad (pérdida de oportunidad).
- Costos totales: se define como la suma del costo de faltante (pedido) y el costo de mantener un inventario.

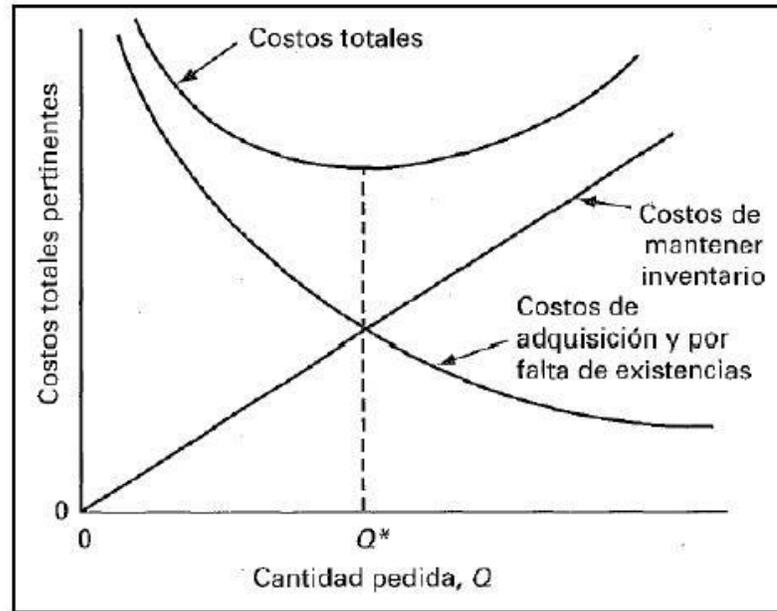


Figura 2 Equilibrio de los costos relacionados al inventario. Fuente: (Ballou, 2004)

6. Metodología

Con el fin de afianzar, profundizar y aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial se desarrolló en este proyecto de tesis de grado un modelo de reposición de inventarios aplicando teorías ya desarrolladas por expertos nacionales e internacionales que tocan de manera directa e indirecta los modelos de gestión de inventarios desarrollados con herramientas de simulación, utilizando para ello un software que ayuda a visualizar mejor el panorama actual vs. el planeado, lo cual lleva a plantear escenarios con opciones de mejora viables para el mejor curso y desarrollo del proceso estudiado.

Para lograr lo anteriormente planteado y teniendo en cuenta que la información recolectada fue de primera mano gracias al directo acceso con el que cuenta una de las investigadoras, se estudiaron y analizaron a través de la herramienta diagrama de Pareto los datos de rotación de inventarios, compra y venta, logrando un informe que llevó a obtener las referencias críticas en el almacén de la compañía base del estudio de esta investigación y de la optimización planteada.

Después de la recolección de datos que conllevan a la realidad de la compañía, se desarrolló entonces el modelo de simulación con el software Arena ® Versión 14.0 para establecer la optimización de nivel servicio y crear escenarios de prueba.

A continuación, se expone la metodología para la realización del proyecto planteado:

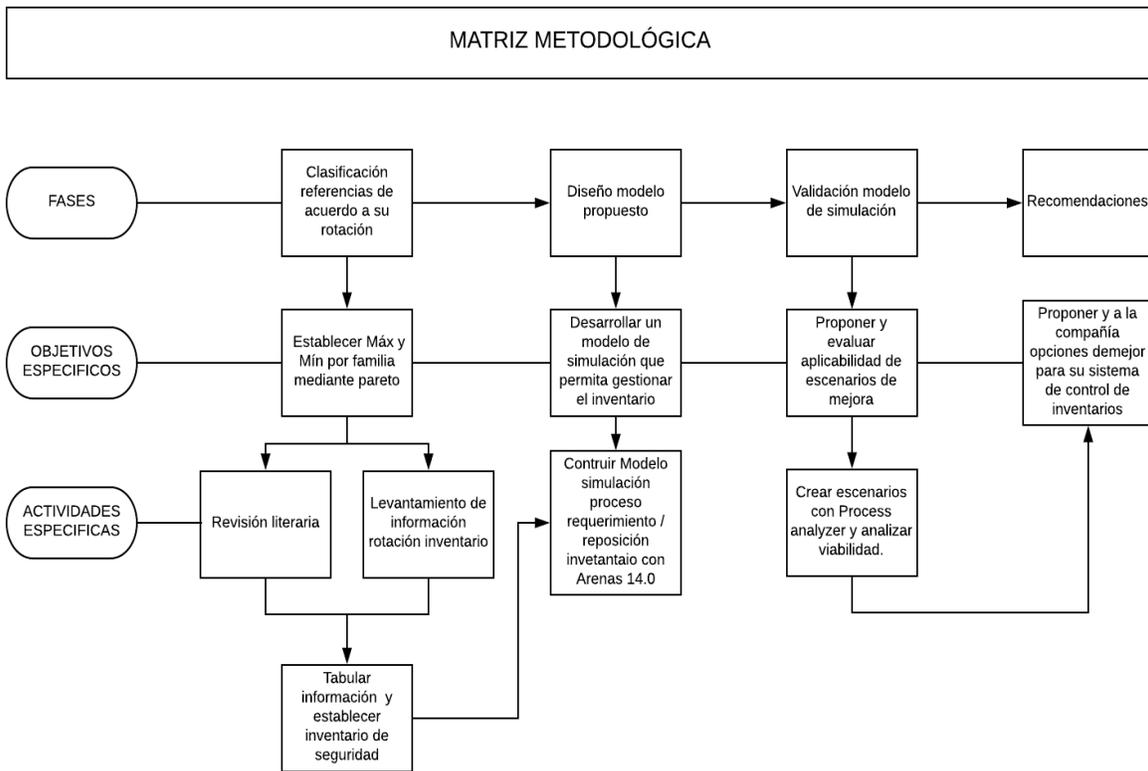


Figura 3 Matriz Metodológica. Fuente: NTS SAS

6.1 Fase 1: Clasificación de Referencias

Inicialmente, con base a la información extraída del sistema de gestión de información de la compañía National Truck Service SAS, DBS, se analizó la información de rotación de las referencias para luego clasificarlas por grupos o familias, para lograr así la demanda por cada uno de ellos y graficar su participación en la rotación del inventario y visualizar así los datos para el mejor análisis en el período estudiado, en este caso, junio 2018. Como criterio para la selección del mes en donde se tomarán las mediciones, se determinó utilizar el mes de junio porque históricamente en este mes se dan demandas pico.

Tabla 1

Demanda junio 2018 por familia

CODIGO FAMILIA	NOMBRE FAMILIA	DEMANDA 30 DÍAS (JUN)	UNIDAD	% PARTICIPACIÓN POR UNIDADES	% ACUMULADO
1	ACCESORIOS	41699	UNIDADES	82%	82%
2	ACEITES	3113	UNIDADES	6%	88%
3	FILTROS	3426	UNIDADES	7%	95%
4	QUÍMICOS	1244	UNIDADES	2%	98%
5	REPUESTOS	1252	UNIDADES	2%	100%
6	BATERÍAS	278	UNIDADES	1%	88%
TOTAL		51012			

Fuente: NTS SAS.

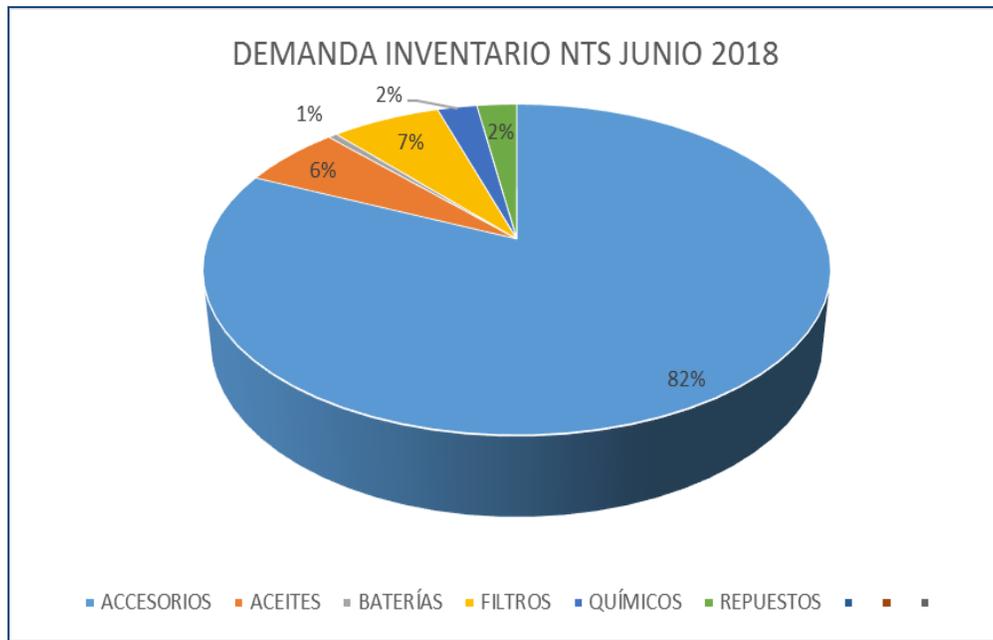


Figura 4 Demanda inventario Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

En la figura 4 se observa como está distribuida la rotación del inventario de la empresa NTS, evidenciando que la familia con mayor rotación son los accesorios.

Por otro lado, se puede evidenciar que se resaltan 3 familias con un mayor porcentaje de participación en la rotación de inventarios de la empresa, de tal manera que se pueden registrar mediante las siguientes ilustraciones su distribución conforme a su demanda a través del input analyzer.



Figura 5 Distribución Demanda Familia 1 por orden. Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

Como se evidencia en la presente gráfica y a los resultados arrojados del input esta familia presenta una distribución Weibull, con una expresión: WEIB (2.73, 0.294) y un margen de error de 0.003342.

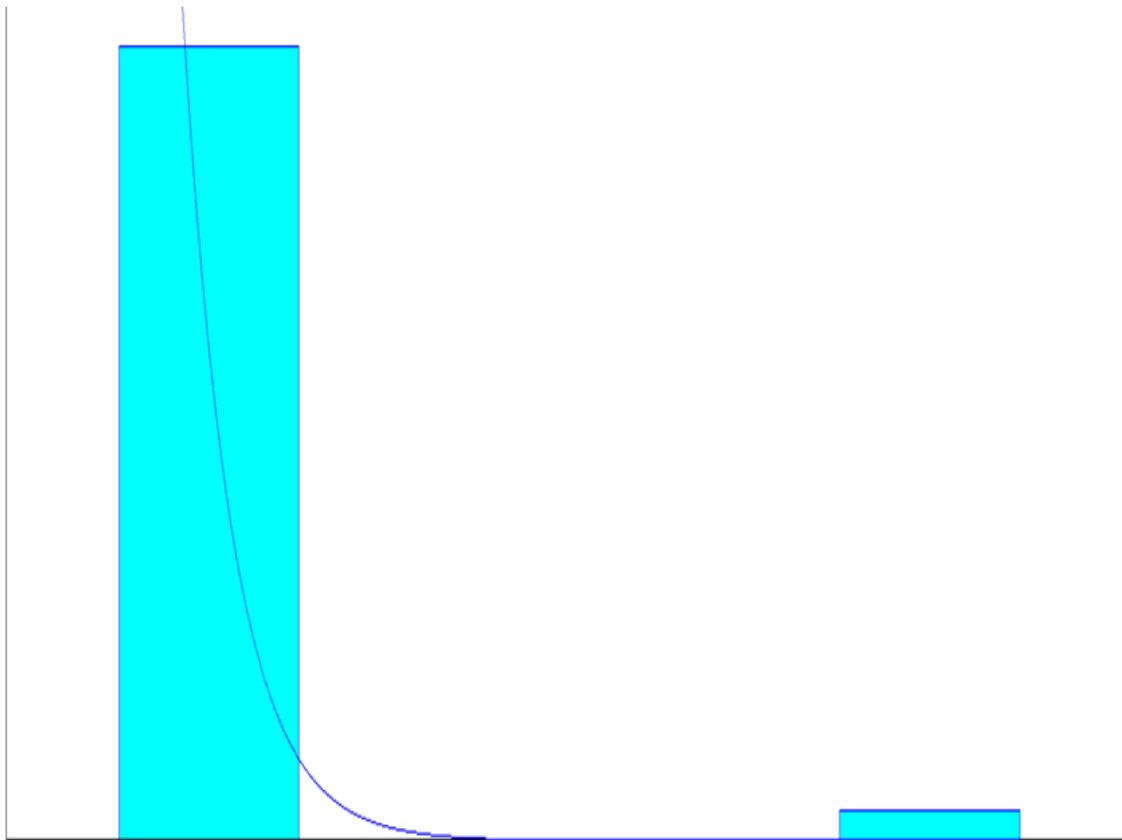


Figura 6 Distribución Demanda Familia 2 por orden. Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

En la figura anterior, se muestra que la demanda de la familia N°2 obtiene una distribución de tipo Exponencial, con una expresión: $0.999 + \text{EXPO}(62.8)$ y un margen de error de 0.002051.

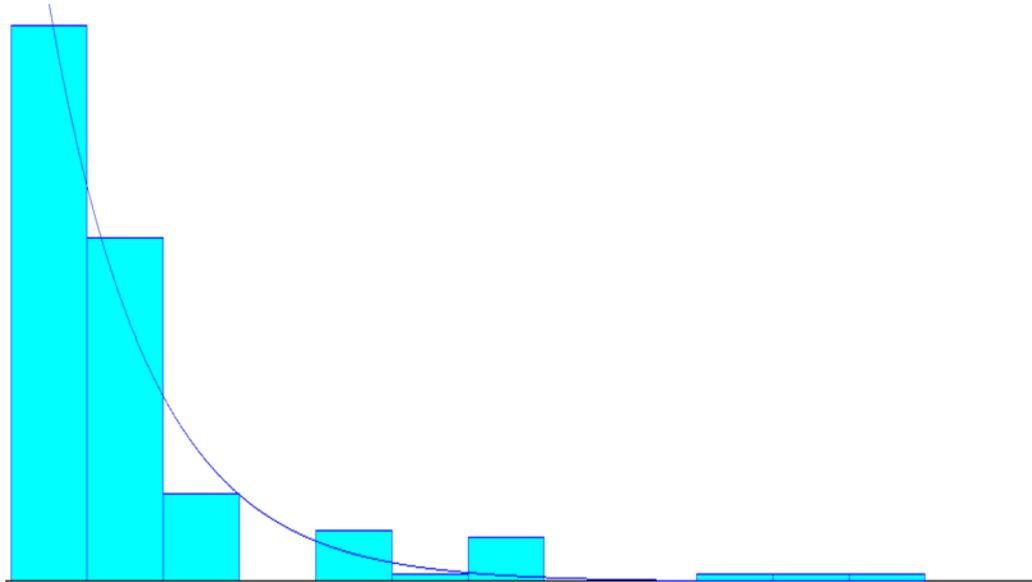


Figura 7 Distribución Demanda Familia 3 por orden. Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

En la figura 7, se puede observar que la demanda de la familia N°3 se comporta con una distribución de tipo Exponencial, con una expresión: $0.999 + \text{EXPO}(0.988)$ y un margen de error de 0.010764.

6.2 Fase 2 Diseño de modelo propuesto para la gestión de inventarios NTS

En esta fase se desarrolló un modelo de simulación con la información obtenida de la fuente de información del sistema DBS de National Truck Service SAS. Cabe anotar que en la compañía NTS se reciben diariamente órdenes de pedido de diferentes clientes en todas sus oficinas a nivel nacional, en las cuales pueden venir solicitadas una o varias referencias en variadas cantidades, por tal razón no hay una distribución específica para las llegadas, sin embargo, es importante medir la cantidad de llegadas que se dan durante un día de operaciones; para ello se realizó un análisis de los datos de entrada mediante la herramienta Input Analyzer,

con la que se determinó que la cantidad de pedidos recibidos en un día está asociada a la distribución $NORM(80.1, 37.7)$.

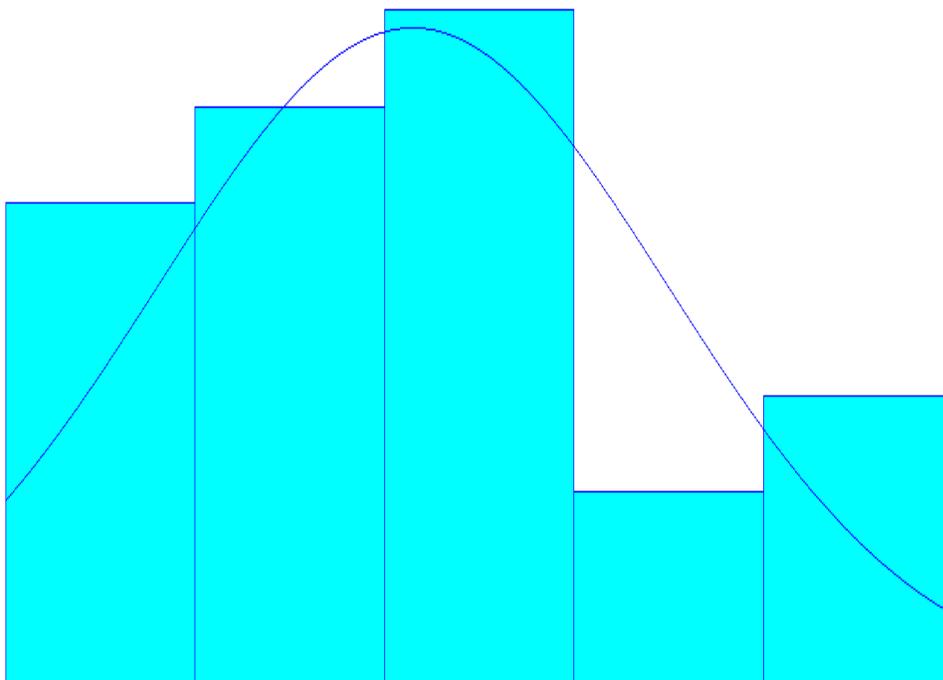


Figura 8 Distribución Cantidad de Órdenes Recibidos. Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

Con base en esta gráfica y los resultados arrojados por el input analyzer, se verifica que la cantidad de órdenes recibidas en el modelo presentan una distribución NORMAL, con una expresión: $NORM(80.1, 37.7)$ y con un margen de error de 0.018753.

De acuerdo a las familias manejadas por la empresa NTS como lo son los accesorios, aceites, filtros, químicos, repuestos y baterías se realizó un análisis de pareto con el cual se pudo determinar los pocos vitales o las familias que eran más críticas en el proceso a saber, dando como resultado: accesorios, filtros y aceites.

Teniendo en cuenta la información obtenida se calculó la muestra requerida con la fórmula a continuación:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

Donde,

N: es el tamaño de la población o universo.

k: es una constante que depende del nivel de confianza asignado.

e: es el error muestral deseado.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

n: es el tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

Entonces, teniendo una población de 50 días de datos colectados, un nivel de confianza de 80%:

$$n = \frac{1.28^2 * 0.5 * 0.95 * 50}{(10^2 * (50-1)) + 1.28^2 * 0.5 * 0.95} = 31$$

y luego se encontró que durante un (1) mes de ventas se obtienen las siguientes probabilidades de ocurrencia de cada combinación:

Tabla 2

Probabilidades de ocurrencia de cada combinación

SECUENCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%)
SECUENCIA 1	21
SECUENCIA 1-2	17
SECUENCIA 1-3	16
SECUENCIA 2	9
SECUENCIA 2-3	10
SECUENCIA 3	12
SECUENCIA 1-2-3	15

La presente tabla (Tabla 2) representa la probabilidad de ocurrencia de que en un pedido se ordene una determinada familia (1-2-3) o las combinaciones de estas (denominado secuencia).

Fuente: NTS SAS.

Con relación a las posibles secuencias de un pedido así será la verificación del inventario, es decir se debe validar en inventario cada una de las referencias que se encuentran en cada orden de pedido; por lo tanto, como el almacén tiene una capacidad delimitada se procede a conformar como variables de control el inventario min (ss) y el inventario máximo (InvMax) siendo la diferencia entre estos la cantidad a pedir siempre que el nivel de cada referencia sea inferior a SS. Siendo así, se procede a presentar el modelo de simulación del proceso de reposición de inventarios de la empresa NTS S.A.S.

Modelo conceptual del proceso de Reposición de inventarios.

Diariamente cuando se reciben órdenes de pedido en la empresa NTS el asesor que procesa dicha orden, debe inicialmente consultar en el inventario si se cuenta con la existencia requerida y en caso de ser así se genera un documento backorder para procesar por el área de compras. Por otro lado, de acuerdo a lo establecido por el procedimiento de reposición, cada quince (15) días el departamento de Control de Inventarios corre el proceso de reposición generando un informe de lo que se debe comprar basado en el inventario actual comparado contra los mínimos y máximos parametrizados en el sistema, y contra las ventas del período.

Esta reposición luego es revisada manualmente contra las ventas del período, pues el sistema repone automáticamente luego de que una referencia cuenta con más de tres llamadas en ventas. Lo que puede generar riesgos de que no se repongan las nuevas piezas en que están en venta.

Vale la pena aclarar que los precios de ventas están actualizados en el sistema, debido que a medida que se realizan las compras se actualiza precio con que ingresa la referencia; para piezas nuevas o las que no se importan hace mucho es necesario solicitar la actualización al especialista de control de inventarios quien realiza la consulta en la plataforma del proveedor.

Luego de que la orden se corre y es revisada por reposición de inventario para stock se procede a enviar orden de pedido al proveedor, después de esto la mercancía maneja un lead time de 25 días para llegar a las bodegas de NTS; sin embargo, para documentos backorder el lead time se maneja de 15 días.

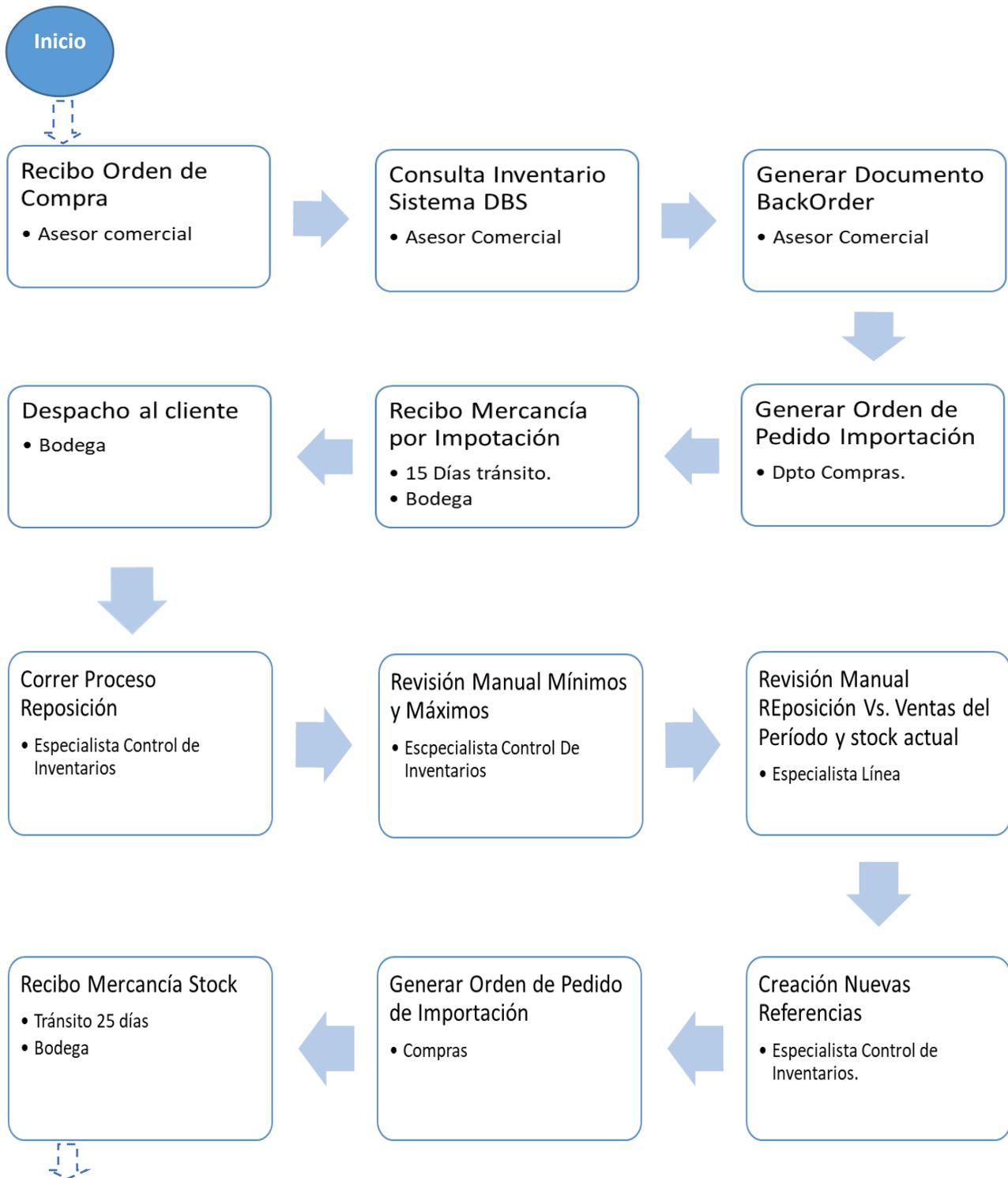


Figura 9 Diagrama explicativo: Modelo Conceptual: fuente NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

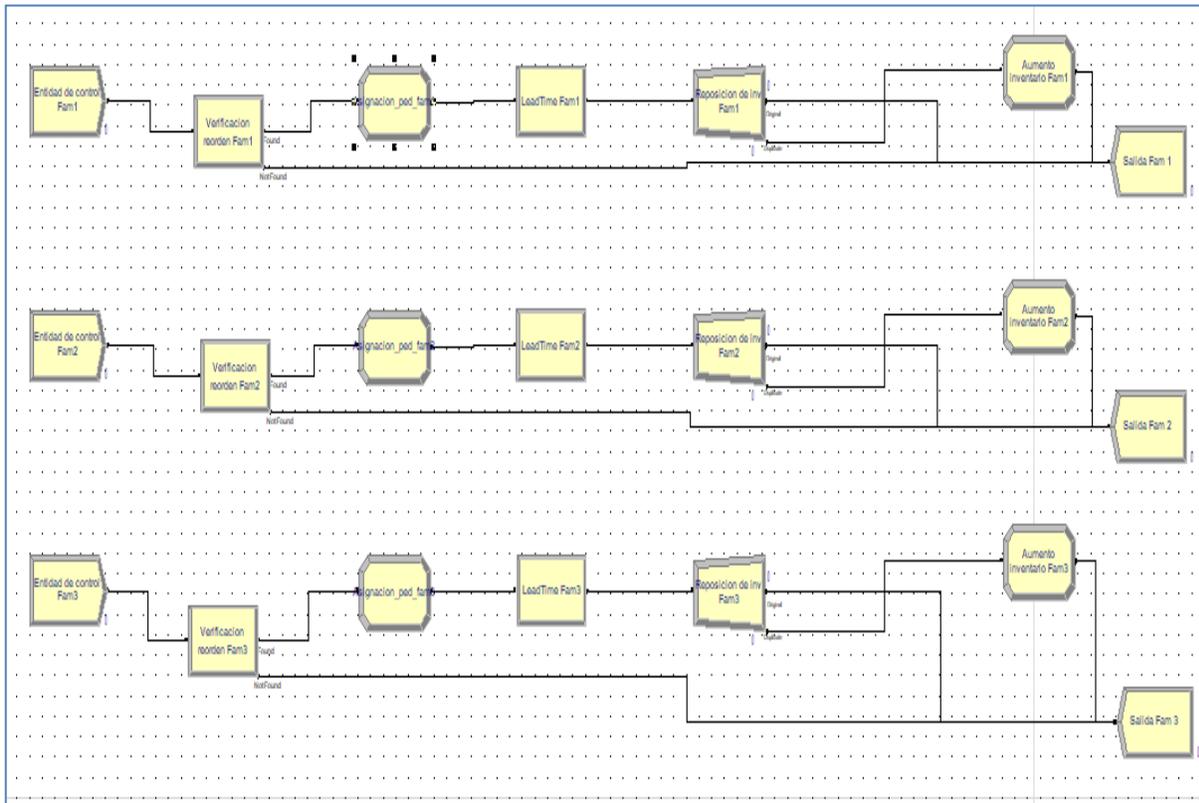


Figura 10 Sección de revisión y abastecimiento del modelo. Fuente: NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras

Gráfica del modelo de abastecimiento en el software Arena ®

Tal y como se observa en la Ilustración 9, en el modelo de simulación se establece una sección de aprovisionamiento, la cual está basada en un módulo de búsqueda que verifica que el nivel de inventario sea menor o igual al inventario de seguridad (ss) para realizar el pedido del repuesto, aumentando el inventario en la cantidad definida por las variables de control antes mencionadas.

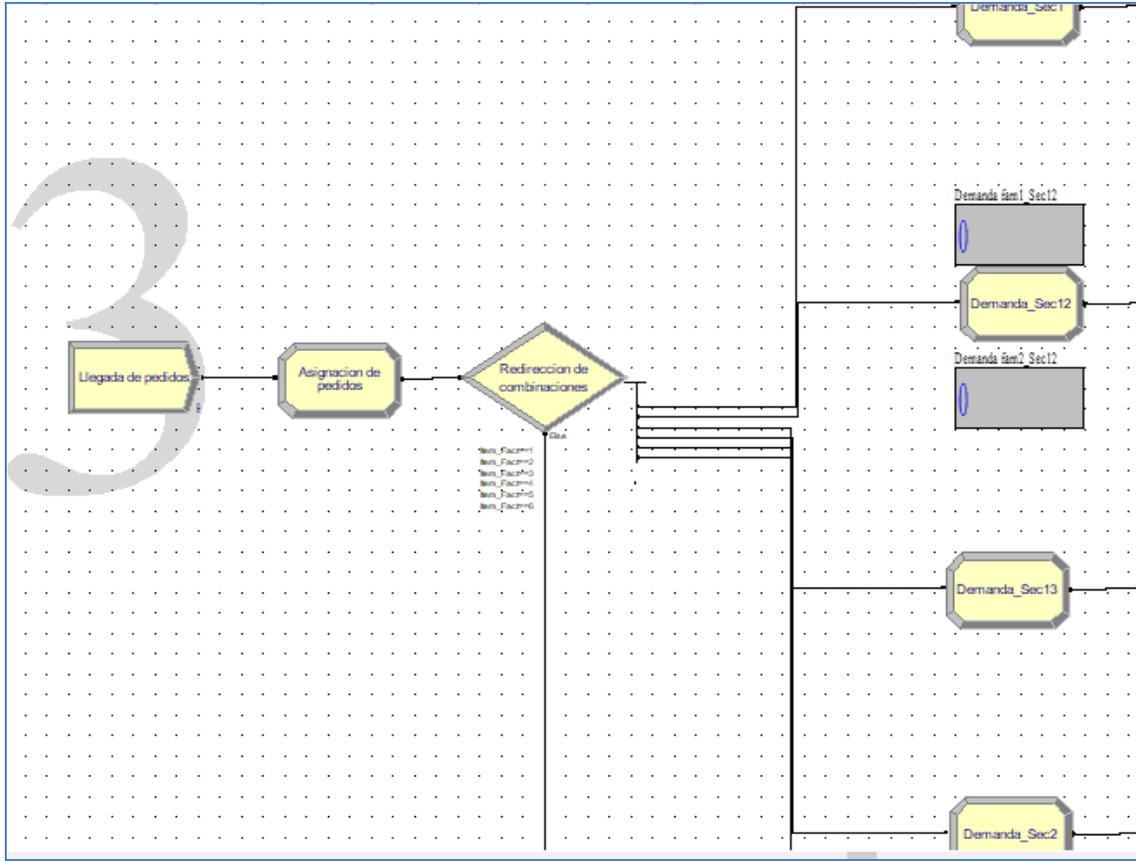


Figura 11 Sección de llegada de secuencia de órdenes de pedidos. Fuente NTS SAS. Elaborado y concebido por las autoras.

Se puede notar mediante la observación de la figura 10 que las llegadas de órdenes de pedidos son re direccionados según el tipo de familia solicitada en la orden. Inmediatamente se integran las solicitudes de pedidos con los módulos de abastecimiento (compras).

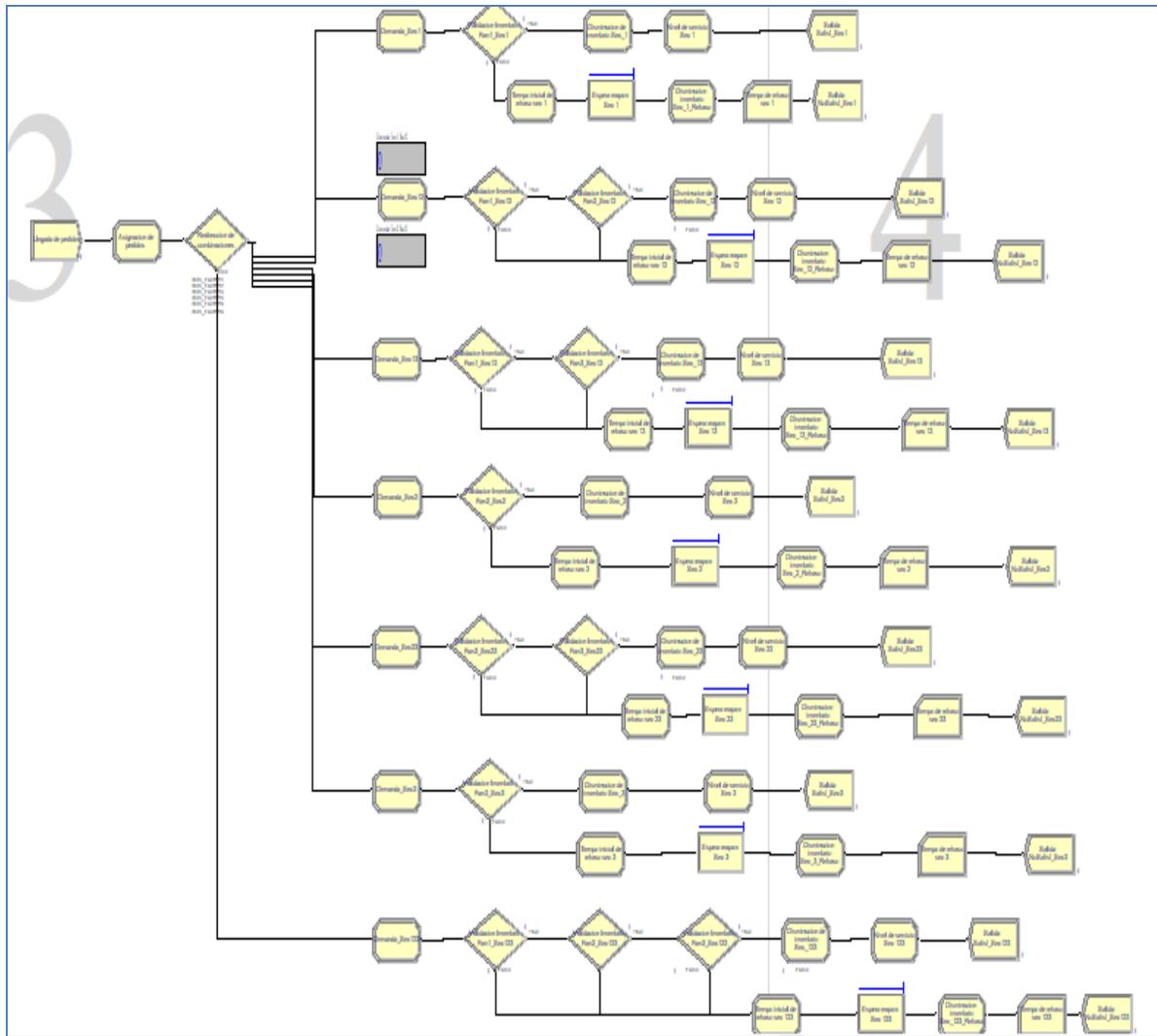


Figura 12 Sección verificación de inventario para las secuencias de pedidos. Fuente: NTS SAS.

Elaborado y concebido por las autoras

En la figura 11, se puede observar el proceso de verificación de repuestos necesarios para cumplir una orden de pedido según el tipo de familia a las que estos correspondan. Si llegase a existir un repuesto que se encuentre por debajo de los requerimientos, se considerará como un pedido en demora (lead time: 15 días).

7. Resultados del modelo de simulación

Luego de modelar el flujo de las ordenes de pedido dentro del proceso operativo de reposición de inventarios de NTS S.A.S, se realizó un análisis de escenarios mediante la herramienta Process Analyzer de Arena ®, obteniendo los siguientes resultados.

Política de inventario

Escenario actual:

Tabla 3

Cantidades a pedir y nivel de servicios actual

Nivel de Servicio donde el nivel de servicio viene dado por la ecuación:						
$\text{Nivel de servicio (\%)} = 1 - \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades agotadas}}{\text{Demanda total}}$						
SECUENCIA 1	SECUENCIA 12	SECUENCIA 13	SECUENCIA 2	SECUENCIA 23	SECUENCIA 3	SECUENCIA 123
45.383	45.531	45.488	99.964	99.844	99.866	45.526
Cantidad a Pedir (UND)						
FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
541.900		266.933		247.267		

Nota: diseño actual de la empresa, mediante el cual se aprecia las cantidades a ordenar por cada una de las familias y así su nivel de servicio para estas. Fuente: las autoras

Escenario propuesto 1:

Tabla 4

Cantidades a pedir y nivel de servicio para escenario 1

Nivel de Servicio (%)						
SECUENCIA 1	SECUENCIA 12	SECUENCIA 13	SECUENCIA 2	SECUENCIA 23	SECUENCIA 3	SECUENCIA 123
82.433	82.495	82.420	99.938	99.794	99.852	82.477

Cantidad a Pedir (und)		
FAMILIA 1	FAMILIA 2	FAMILIA 3
471.433	255.600	226.300

Nota: Política de inventario diseñada para cada una de las familias, así como el nivel de servicio para cada una de éstas. Fuente: Las autoras

Escenario propuesto 2:

Tabla 5

Cantidades a pedir y nivel de servicio para escenario 2

Nivel de Servicio (%)						
SECUENCIA 1	SECUENCIA 12	SECUENCIA 13	SECUENCIA 2	SECUENCIA 23	SECUENCIA 3	SECUENCIA 123
89.721	89.715	89.749	99.927	99.771	99.850	89.612
Cantidad a Pedir (und)						
FAMILIA 1			FAMILIA 2		FAMILIA 3	
415.967			266.867		248.433	

Nota: Política de inventario diseñada para cada una de las familias, así como el nivel de servicio para cada una de éstas. Fuente: Las autoras

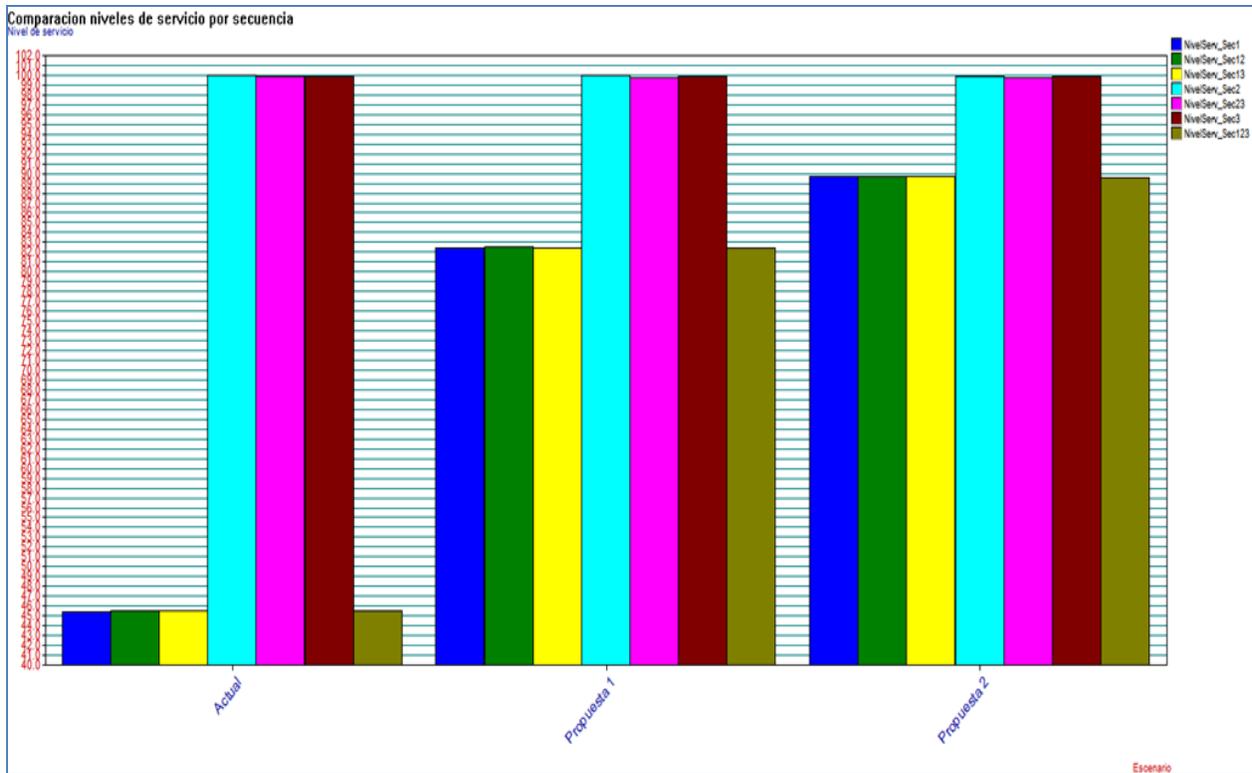


Figura 13 Comparación de nivel de servicio para las órdenes de pedido según tipo de propuesta.

Fuente: elaboración propia.

Mediante el análisis de la figura 12, se puede observar un importante aumento en el nivel de servicio para el cumplimiento de entrega de las órdenes de pedido. De acuerdo a la data recopilada, en el escenario 1 se presentaba un porcentaje de cumplimiento del 45.38, luego de los escenarios propuestos se alcanza un nivel de servicio del 89.72%.

Luego de realizar un informe cualitativo se encuentra que la empresa en la actualidad tiene un bajo nivel de servicio que le representan muchas ventas perdidas (para mayor información ver tabla 3). Lo anterior trae consigo que cuando los clientes acuden a las tiendas en busca de una referencia en particular existen ocasiones en las que no se encuentra disponible el producto. De

acuerdo a la información financiera analizada, la empresa deja de percibir mensualmente alrededor de \$342.061.361 pesos, por concepto de ventas perdidas, con base al análisis del escenario 1. Luego en los escenarios planteados encontramos que en el escenario 2 llevaría a la empresa a aumentar las ventas a un nivel en el que solo dejaría de percibir mensualmente \$63.934.378, aumentando las ventas en un aproximado del 44% sobre el registro actual.

Finalmente, esta información se direccionó a la gerencia comercial de la zona quien en el próximo comité debatirá la posibilidad de mejorar la reposición de inventario con base a los datos obtenidos, se puede concluir que el impacto inicial fue positivo teniendo en cuenta que se aumenta considerablemente el volumen de venta.

8. Conclusiones

Con relación a los resultados de la investigación presentada, se puede concluir que la adopción de políticas de aprovisionamiento registrada en el escenario 2 comparada a las registradas en el escenario 1 son más beneficiosas desde el punto de vista del nivel de servicio, debido a que se le permite al cliente tener mayor disponibilidad de mercancías.

Por tal motivo, tener una política de inventario que permita mantener satisfechos a los clientes generaría directamente una gran fuente de consecución de clientes pues la voz a voz y con los alcances de compartir información mediante los nuevos medios de comunicación (redes sociales) ayuda a la empresa a generar un sobresaliente 'Good Will', permitiendo la llegada de nuevos clientes, expandiéndose a otras zonas del país y quizás ampliando su catálogo de productos y servicios.

Tener la oportunidad de adaptar este tipo de modelos de mejora facilita en gran manera el desarrollo de la logística, por lo menos en su punto más común como lo son las estrategias de gestión de inventarios y aprovisionamiento, debido a que si la compañía direcciona organizadamente sus procesos internos podrá fortalecer sus procesos logísticos tanto directa como indirectamente siendo que se garantice el adecuado manejo de los recursos. De tal manera que los actores de la cadena de suministros puedan sacar su mayor provecho de ello.

Así mismo se debe tener claridad en ciertos factores fundamentales como el arribo o llegada de las ordenes de pedidos, la frecuencia de aprovisionamiento de cada una de las familias manejadas, la cantidad de insumos solicitados al proveedor y el nivel de inventarios, los cuales son los que más generan impacto sobre la operación de la cadena de suministros; para ello se

recomienda que tales factores se encuentren enfocados hacia un mismo propósito con el fin de asegurar el flujo continuo de su canal de servicio.

También se pudo verificar que el inventario de seguridad es una variable de control que afecta directamente el flujo de la cadena de aprovisionamiento e inventario de la empresa. Puesto que este depende a su vez del flujo de pedidos y de la gestión de compras que se realice al aplicar valor de los stocks de seguridad por parte de la empresa.

Finalmente, con base a los resultados obtenidos pretendemos dejar por sentado ciertas acciones que la empresa debería implementar para optimizar su nivel de servicio con todos sus clientes, tales como son: aumentar las unidades de los productos a reponer de la familia 1, teniendo en cuenta la categorización ABC. Ya que si vemos de esta familia son donde se generan más cantidades a pedir y el nivel de servicio es menor comparado con el de las otras familias. Por consiguiente, se deberá implementar una estrategia de mercado que permita rescatar clientes perdidos y capturar nuevos mercados.

Así mismo, la empresa cuenta con una oportunidad de mejora en la creación de un plan de negocios que tenga como propósito aumentar las ventas de la familia 2 (aceites) y 3 (filtros), debido a que se evidencio que la demanda de los accesorios (familia 1) es mayor. Sin embargo, la empresa puede potencializar sus ganancias adaptando lo anterior descrito, pero manteniendo el nivel de servicio que presentan la familia 2 y 3, el cual con ese 99.93 % y 99,85 % termina siendo un proyecto competitivo muy aprovechable.

9. Referencias

- Arana, F. (2015). Gestión de inventarios en una empresa de repuestos automotrices. Trabajo de grado. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Chile. Recuperado de:
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132985>
- Arango, M. D., Zapata, J. A., & Wilson, A. J. (Julio de 2011). Aplicación del modelo de inventario manejado por el vendedor en una empresa del sector alimentario colombiano. Escuela de Ingeniería de Antioquia . (R. EIA, Ed.) Medellín, Colombia.
- Ballou (2004). Administración de la cadena de suministro. Naucalpan de Juárez. Edo de México. Pearson.
- Blanco, A. (2016). Diseño de propuesta de distribución del almacén para mejorar la gestión de inventarios de la empresa de Repuestos El Palenque S. A. S. Trabajo de grado. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. Colombia. Recuperado de:
http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_31412.pdf
- Gavilanes, I. (2015). Evaluación de un modelo de gestión de inventarios mediante simulación, en la empresa Cybercell, S.A. Tesis de Maestría. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10581/1/CD-6259.pdf>
- Gómez, C. (2012). Simulación con el Software Arena Resumen de los capítulos 1 al 4 del libro “Simulación con Software Arena” (4ta edición) de Kelton, Sadowski y Sturrock. Recuperado de: <https://edoc.site/simulacion-con-el-software-arena-pdf-free.html>

- Kelthon, D., Sadowski, P., Sturrock, D. (2008). Simulación con software Arena. McGraw – Hill Interamericana. Recuperado de: <https://jrvargas.files.wordpress.com/2010/02/simulacion-arena-kelton-sadowski-20081.pdf>
- Krajewski, L. (2013). Administración de Operaciones. Procesos y cadena de suministro. México: Pearson Educación.
- Krajewski, L., Ritzman, L., Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones, procesos y cadenas de valor. México. Prentice Hall. Recuperado de: https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._KRAJEWSKI_1
- Martínez, A. (2008). Control de inventario con análisis de la demanda, para la empresa "Sport B". Trabajo de grado. Universidad Mayor Nacional De San Marcos. Lima. Perú.
Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/monografias/Basic/martinez_ra/martinez_ra.htm
- Mora, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución y almacenes de bodegas. Bogotá. Colombia. ECO EDICIONES.
- Parada, J. (2006). Sistemas de Inventario.
- Parada, O. (Junio de 2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Cuaderno de Admisión. Bogotá, Colombia. 26. Porter, M.
- Parra, F. (2005). Gestión de Stock. Madrid. Esic.
- Pau I Cos, J. (2001). Manual de Logística Integral. . España, Díaz de Santos, 846 p.

Ríos, D., Ríos, S., Jiménez, M. (2000). Simulación. Métodos y aplicación. México.

ALFAOMEGA S. A.

Ryks, C. (2011). Diseño y construcción de herramienta de simulación para la toma de decisiones en gestión de almacenaje en frío en plantas de proceso de Mitilidos. Trabajo de grado.

Puerto Montt – Chile. Recuperado de:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bpmfcir993d/doc/bpmfcir993d.pdf>

Silva, L. (2012). Optimización de la gestión de inventarios con simulación en Arena en la sociedad Soserauto S. A. Trabajo de grado. Universidad Pontificia Bolivariana.

Bucaramanga. Colombia. Recuperado de:

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2209/digital_24022.pdf?sequence=1

Schroeder, R. (1992). Administración de operaciones. México. McGraw Hill.

Suárez (2012). Gestión de inventarios. Bogotá. De la U.

Suárez, C. y Cuéllar, O. (2012). Diseño e implementación de un software de registro y control de inventarios. Tesis de especialización en Administración Financiera. Universidad EAN,

convenio Universidad Surcolombiana. Neiva. Huila. Recuperado de:

http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_31412.pdf

Vidal, C. J., Londoño, J. C., & Contreras, F. (Septiembre de 2004). Aplicación de modelos de inventario en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N puntos de venta. Ingeniería y Competitividad, Volumen 6. Bogotá, Colombia.

Vidal, C. J. (2005). Fundamentos de Gestión de Inventarios. Santiago de Cali, Colombia:

Universidad del Valle - Facultad de Ingeniería. Recuperado de:

https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/479402/mod_resource/content/1/FUNDAMENTOS%20DE%20CONTROL%20Y%20GESTION%20DE%20INVENTARIOS%20taller%201.pdf