

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y CONTROL DE
ALMACENAMIENTO PARA UNA DISTRIBUIDORA DE FERRETERÍA EN EL
MUNICIPIO DE ROLDANILLO VALLE DEL CAUCA**

LUIS FELIPE TORO - 1256405

MARIA ELENA HERNANDEZ GUERRERO – 1457363



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ZARZAL
2019**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y CONTROL DE
ALMACENAMIENTO PARA UNA DISTRIBUIDORA DE FERRETERÍA EN EL
MUNICIPIO DE ROLDANILLO VALLE DEL CAUCA**

LUIS FELIPE TORO - 1256405

MARIA ELENA HERNANDEZ GUERRERO - 1457363

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial

Director

Carlos Alberto Rojas Trejos

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ZARZAL

2019

Nota de Aceptación

Firma del Presiente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Zarzal valle del Cauca, Octubre 16 de 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios ser mi guía, por darme la sabiduría, entendimiento y fortaleza para continuar en cada momento de la vida y por todas las bendiciones recibidas. A mi Familia por el amor y apoyo incondicional. A la universidad del valle a todos y cada uno de los profesores que me regalaron parte de su conocimiento a todos infinitas gracias.

María Elena Hernández Guerrero.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo a Dios, familia y hermana por su apoyo incondicional. A la universidad del valle y a los docentes por sus conocimientos y enseñanzas.

Luis Felipe Toro Aldana.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
Formulación del Problema	5
JUSTIFICACIÓN	5
ANTECEDENTES	6
DESARROLLO METODOLÓGICO	11
1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE INVENTARIOS.....	13
1.1 Antecedentes	13
1.1.1 MISIÓN	13
1.1.2 VISIÓN.....	13
1.1.3 A CORTO PLAZO	14
1.1.4 A MEDIANO PLAZO.....	14
1.1.5 A LARGO PLAZO.....	14
1.2 Ubicación	14
1.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	17
1.3.1 CARACTERÍSTICAS	17
1.3.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	18
1.4 Condición actual de los inventarios.....	18
1.5 Análisis FODA.....	21
1.5.1 Factores internos.....	22
1.5.2 Factores Externos	22
1.6 Diagrama de Ishikawa	23
1.7 Costos del inventario actual	27
2 CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO UTILIZANDO ABC MULTICRITERIO	27
2.1 Análisis de la consistencia	33
2.2 Clasificación de cada ítem según cada peso del criterio.....	33

2.2.1	Resultado final de los pesos de cada ítem.....	34
2.3	RESULTADOS CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO	35
3	SIMULACIÓN DE PRONÓSTICOS DE ÍTEMS CLASE AAA.....	36
3.1	Patrones de demanda	36
3.1.1	Definición de modelo de pronósticos.....	36
3.2	Sistemas de pronósticos	37
3.2.1	Promedio móvil	37
3.2.2	Suavización Exponencial Simple.	37
3.2.3	Suavización Exponencial Doble.....	37
3.2.4	Pronósticos de ítem Cemento Gris x 50 Kg	39
3.3	Simulacion de pronosticos.....	40
4	SEÑALES DE RASTREO Y CONTROL DE OUTLIERS.....	44
5	DEFINICIÓN DE LA POLITICA DE CONTROL DE INVENTARIO.....	47
5.1	Tipos de sistemas de control.....	49
5.1.1	Sistema de revisión continua (s,Q) con P1 Especificado	49
5.2	Sistema de revisión continua (s,S)	50
5.3	Sistema de Revisión Periódico (R,S).....	51
5.3.1	Calculo del inventario máximo S.....	52
5.3.2	Costo Total Relevante	52
5.4	RESULTADO DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIO.....	53
6	PROPUESTA DE MEJORA EN CONTROL DE ALMACENAMIENTO	55
6.1	NORMAS REQUERIDAS POR EL CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD (CCS) 56	
6.1.1	LEGISLACIÓN Y NORMALIZACIÓN	56
6.2	MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.....	56
6.3	CLASIFICACIÓN ABC POR FAMILIAS	57
6.4	SEMAFORIZACIÓN.....	58

6.5	SEÑALIZACION ITEM CLASE AAA.....	58
6.5.1	CURSOGRAMA ANALITICO	59
6.6	REUBICACIÓN Y CODIFICACIÓN.....	62
6.7	DISTRIBUCCION DE LA BODEGA	63
6.8	Distribución Actual.....	63
6.9	Propuesta de mejora del Almacenamiento.....	64
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Problemas encontrados.....	5
Tabla 2. Diagrama de Pareto.....	26
Tabla 3. Escala de Saaty	28
Tabla 4. Resultado Encuesta	28
Tabla 5. Resultado para cada par de criterio.....	29
Tabla 6. Matriz de comparación de criterios	29
Tabla 7. Matriz Normalizada	30
Tabla 8. Vector Prioridad	30
Tabla 9. Calculo de la suma Ponderada	31
Tabla10. Resultado Suma Ponderada.....	31
Tabla 11. División de la Suma Ponderada con el Vector Prioridad	32
Tabla 12. Consolidado de Resultados AHP.....	32
Tabla 13. Clasificación de Ítems de Ventas	33
Tabla 14. Peso Final de Ítems clase AAA.....	34
Tabla 15. Porcentaje de Participación Clasificación ABC	35
Tabla 16. Porcentaje de Participación en Reclasificación ABC.....	36
Tabla 17. Coeficiente de Variación.....	38
Tabla 18. Simulación del método de Promedio Móvil	40
Tabla 20. Simulación del Método de Suavización exponencial Simple.....	41
Tabla 21. Simulación del Método de Suavización Exponencial Doble	42
Tabla 22. Parámetros del Método de Suavización Exponencial doble.....	43
Tabla 23. Resumen de Resultados de Menor Cuadrático Medio.....	43
Tabla 24. Señales de Rastre Cemento Argos Gris x 50 Kg	46
Tabla 25. Datos para Calcular Políticas de Inventario.....	48

Tabla 26. Política de Inventario Optimo.....	54
Tabla 27. Clasificación por Grupos ABC.....	57
Tabla 28. Clasificación ACB para Colores	58
Tabla 29. Clasificación por Familia y numeración.....	58
Tabla 30. Cursograma Analítico Actual	60
Tabla 36. Cursograma Analítico Propuesto.....	61

LISTA IMÁGENES

Imagen 1. Comercializadora Caso de Estudio.....	3
Imagen 2. Ubicación Ferretería Caso de Estudio.....	14
Imagen 3. Estructura Organizacional.....	15
Imagen 4. Flujograma Actual de la empresa	19
Imagen 5. Flujograma de Compras.....	19
Imagen 6. Orden de Compra	20
Imagen 7. Análisis Matriz Fado.....	21
Imagen 8. Diagrama Ishikawa.....	25
Imagen 9. Distribución Actual de la Bodega	63
Imagen 10. Propuesta de Distribución	64

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Diagrama de Pareto	26
Grafica 2. Importancia de Criterio.. .	31
Grafica 3. Demanda y Pronostico Cemento Argos x 50 Kg.....	39
Grafica 4. Mejor ECM de los Pronóstico	44

INTRODUCCIÓN

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa: almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y en los estantes de las tiendas de menudeo, entre otros; el inventario es en muchas empresas puede ser uno de los trabajos que debe realizarse día a día, o para otras puede ser una labor semanal o incluso mensual de acuerdo con sus necesidades.(Fiais, 2014).

Debido a esto la importancia del control de inventarios radica en el objetivo primordial de toda empresa, que es obtener utilidades, la obtención de éstas reside en gran parte en ventas, por lo que si no hay un control de inventarios adecuado, ventas no tendrá material suficiente para trabajar; aparte de esto al no tener un adecuado control de inventarios se presta al robo hormiga, a mermas y desperdicios y estos a su vez pueden causar un fuerte impacto en las utilidades(“sise,” 2007) .

Por esta razón se debe tener un control de inventarios el cual es uno de los temas más complejos y apasionantes de la Logística y administración de la cadena de abastecimiento (Supply Chain Management, SCM). Frecuentemente los administradores, gerentes manifiestan que uno de los principales problemas a los que se deben contrarrestar es el control y administración de los inventarios. Uno de los problemas característicos, es la existencia de excesos y de faltantes de inventarios: “Siempre tenemos mucho de lo que no se vende, y demasiados agotados de los productos que más rotan.” El dilema es que este problema ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial, comercial o de servicios, ya que administran de una u otra forma, materias primas, repuestos, insumos y productos terminados, manteniendo unidades en inventario en mayor o menor grado (Vidal, 2010).

“Las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son, inicialmente, el desfase 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 et al, 2011).

Para minimizar el impacto del desbalanceo, es necesario acudir a las herramientas cuantitativas que se basan en el estudio y análisis de datos históricos de la demanda,

que brindan apoyo para facilitar el proceso de toma de decisiones en inventarios (Díaz & Vélez. 2013).

En la distribuidora de materiales de construcción, es complejo el control de inventarios debido a la gran cantidad de ítems que se manejan, para tener registrado a ciencia cierta las entradas y salidas, evitando así acumulación de ítems que no tienen rotación y asegurando el abastecimiento de los productos más rotados.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo tiene como fin de proponer un modelo de control de inventarios para una distribuidora de materiales de construcción que se encuentra ubicada en el municipio de Roldanillo, en donde se distribuyen toda clase de componentes de ferretería para proyectos de vivienda o del gobierno, también se encarga de ser el principal proveedor de las ferreterías ubicadas en la zona urbana del municipio; Por otra parte cabe resaltar que esta distribuidora es totalmente nueva en mercado ya que sus operaciones iniciaron a finales del 2012 y cuenta con muchas debilidades, una de ellas es que no llevan un buen control de la base de datos de inventarios lo que crea clientes y contratos insatisfechos debido a la mala logística detrás de esto; allí debemos de administrar de manera adecuada la compra y venta de los diferentes ítems, evitando altos costos en mantenimiento y asegurando un nivel adecuado de servicio.

GENERALIDADES DEL PROBLEMA

Planteamiento del problema

La gestión de los inventarios de producto terminado, producto en proceso y materias primas, es uno de los aspectos logísticos más complejos en la industria de producción y distribución de bienes. Las inversiones en los inventarios pueden representar alrededor del 25% de los activos corrientes de una empresa (Vidal, 2002).

El ambiente dinámico en el que los empresarios deben tomar las decisiones relativas al sistema le agrega complejidad al problema de gestión (Axsäter, 2000).

La toma de decisiones al respecto de los diferentes tipos de inventario a lo largo de una cadena de abastecimiento es una tarea compleja, de carácter táctico y operativo, cuya gestión es determinante en la eficiencia del sistema de producción-distribución de cualquier empresa de producción de bienes o servicios. En este sentido, la definición de las políticas de inventario de producto terminado, producto en proceso y materias primas, son decisiones que no pueden asumirse como una tarea operativa, sino como una

actividad que requiere ser considerada en los niveles de planeación estratégico y táctico y debe estar soportada por métodos más evolucionados que la intuición y la experiencia operativa.(Gutiérrez & Patricia Jaramillo, 2009).

También cabe resaltar que en la administración de inventarios, es bien sabido que ante la variación de la demanda y la demora en la entrega de un nuevo pedido por parte del proveedor las organizaciones definen un inventario de seguridad que les permita atender la demanda y no llegar a la penosa situación de tener agotamientos del inventario que les representarían ventas perdidas, así como una mala imagen ante los consumidores, lo cual hoy día es esencial ante la enorme competencia que se ha desatado en prácticamente todos los sectores comerciales. (Izar Landeta, Ynzunza Cortés, & Guarneros García, 2016).

En aquellas pequeñas empresas donde se maneja una gran variedad y alto volumen de existencias, las cuales están constantemente en movimiento, sí se justifica el asignar la función logística a una unidad organizacional definida, para así optimizar el flujo de dichas existencias. Además, considerando que los recursos humanos y financieros son mucho más restringidos en pequeñas empresas, en comparación con las grandes organizaciones, se torna necesario, entonces, un sistema logístico eficiente para manejarlos. Este caso en particular se presenta en pequeñas empresas comercializadoras de artículos de ferretería, las cuales administran normalmente miles de ítems diferentes. (Palacios, 2003).

Por lo tanto, la complejidad de esta problemática es, que para obtener un desempeño eficiente, un enfoque sustentado en los principios de la logística, en especial en el tema de planeamiento y control de inventarios. Este enfoque contribuirá al desarrollo de la pequeña empresa en estudio y servirá como referencia para experiencias similares.

Imagen 1. Comercializadora caso de estudio



Fuente: Imágenes Suministrada por la Distribuidora caso de estudio (2019)

La empresa Caso de estudio es una comercializadora de materiales de construcción, Pvc, pinturas, cerámicas, Tuberías, Obra Blanca, Panel Yeso, entre otros elementos de ferretería. Fue fundada en el 2012 En el Municipio de Roldanillo Valle del Cauca.

En sus inicios era una pequeña ferretería, la cual no contaba con ningunos sistema contable o de registros de compras o ventas de los materiales, debido a esta situación se presentaban, hurtos, compras de materiales de poca rotación y desorden en las finanzas. Por tal razón el propietario se vio en la obligación de contratar personal administrativo, Contador, Auxiliar Contable y personal que se encargara de la bodega de almacenamiento.

En la actualidad la empresa objeto de estudio cuenta con un sistema contable y administrativo, donde se registra las ventas a crédito y de contado, manejo de entradas y salidas de productos, transacciones, pagos, compras a proveedores. Desafortunadamente en la distribuidora, la administración no le da el grado de importancia necesario al control de los inventarios, no manejan adecuadamente los registros, no existen personas responsables de llevar a cabo los conteos, no cuentan con un sistema que facilite la actividad y haga menos tedioso este proceso para los trabajadores, ya que no se ha definido un lugar en específico para ubicar los productos de mayor importancia y que a su vez evite esfuerzos innecesarios y pérdidas de tiempo al ubicar el producto requerido, por lo tanto se puede decir que mediante el análisis realizado la distribuidora se debe implementar herramientas efectivas para el manejo de control de inventario y almacenamiento, que le permita generar una mayor nivel rentabilidad.

Para la empresa el costo total de inventario hasta junio del 2016 estaba en \$112.342.584, el nivel de servicio generalmente es aceptable, la falta de un adecuado control de inventarios, ha provocado que la empresa en ocasiones no cuente con el material requerido por el cliente, lo que hace que se encuentre con desabastecimiento en las mercancías.

En la actualidad la empresa cuanta con 668 ítems para la venta y comercialización a nivel nacional. [Ver Anexo 1](#)

A continuación se describen los datos suministrados por la comercializadora en el año 2018.

Tabla 1. Problemas encontrados

PROBLEMA	COSTO ASOCIADO	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN QUE SE PODRÍA DEJAR DE PERCIBIR	TOTAL PÉRDIDA
FALTANTES EN LA ENTREGA	\$ 11.050.000	\$ 3.867.500	\$ 14.917.500
AUSENCIA DEL PRODUCTO REQUERIDO	\$ 9.467.000	\$ 3.786.800	\$ 13.253.800
TOTAL	\$ 20.517.000	\$ 7.654.300	\$ 28.171.300

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Con base en lo anterior, el presente proyecto genera el siguiente interrogante.

Formulación del Problema

¿Cómo definir una política de control de inventarios para una pequeña empresa comercializadora (ferretería), que permita minimizar los costos asociados al flujo de existencias y la distribución de las existencias en el centro de abastecimiento?

JUSTIFICACIÓN

Los modelos de inventarios han sido estudiados de manera intensiva durante el último siglo, debido a que son importantes para un manejo adecuado de los bienes que se tienen en existencia, que muchas veces constituyen una partida muy importante en los estados financieros de las organizaciones, razón por la cual deben ser bien administrados para que cumplan con su función sin incurrir en costos excesivos.(Izar Landeta, Ynzunza Cortés, & Zermeño Pérez, 2015).

La aplicación de un Sistema de Gestión de Inventarios es una de las alternativas más influyentes en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica, ya que incrementa los niveles de servicio al cliente, aumenta la liquidez y permite a las organizaciones estar prevenidas frente a las fluctuaciones de la demanda; manteniendo un óptimo nivel de seguridad y logrando mantener los inventarios necesarios del producto. La importancia que tienen las existencias para la empresa y, por lo tanto, la necesidad de administrarlas y controlarlas. Su objetivo consiste fundamentalmente en mantener un nivel de inventario que permita, a un mínimo de costo, un máximo de

servicio a los clientes.(Parada Gutiérrez, 2009); además genera mecanismos para responder a factores inesperados de la demanda (Vidal, 2010).

El autor Osorio (2008) citado por Zaruma, M., & Soldiarnar, L. (2015) indica que la gestión de inventarios es relevante a cualquier proceso que tenga que reorganizarse. Este autor destaca que a pesar de ser imprescindibles los controles, no es una tarea fácil ya que puede ser una actividad muy compleja por la naturaleza de los diversos productos.

Los inventarios no son malos. Lo malo es tenerlos en exceso para los ítems que no rotan tanto, se requiere ser considerados en los niveles de planeación estratégico y táctico y debe estar soportada por métodos más evolucionados que la intuición y la experiencia operativa. (Vidal, 2010).

Teniendo en cuenta las afirmaciones anteriores, importancia de este proyecto está en identificar y analizar el comportamiento de los sistemas de inventario dentro de una organización, de esta manera implementar métodos cuantitativos que permitan una actividad más eficiente de las operaciones, que en este caso es sistema de inventarios el cual tiene como gran ventaja minimizar los costos de la organización y tener respuesta a los cambios inesperados de la demanda. (Díaz & Vélez, 2013).

Para la ferretería distribuidora, tener un sistema de control de inventarios bien administrado sería una operación de vital importancia de la mano de un enfoque que permita mantener un nivel óptimo para no generar costos innecesarios. Esto tendría un impacto en la empresa en todas las áreas, elevando el nivel de calidad de servicio al cliente, mejorando el flujo de efectivo de la empresa, detectando fácilmente artículos de lento movimiento, reduciendo los costos de mantenimiento, reconocer robos o mermas, y control de entradas y salidas.

ANTECEDENTES

La gestión de los inventarios es uno de los temas más complejos en Logística. Uno de sus principales problemas es su administración, puesto que siempre hay demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos productos agotados de lo que sí se vende, lo cual se debe a la falta de información precisa y oportuna sobre la demanda en el punto de consumo.(Pérez, 2013)

En el transcurso de los años se han realizado investigaciones sobre la aplicación de modelos de control de inventarios que contribuyen a mejorar la administración de materias primas, producto en proceso y terminado, minimizando los costos de logística aumentando la eficiencia en las operaciones que realiza la empresa.

Parada (2009) en su artículo propone un sistema de control de inventario eficiente que no trata por igual a todos los renglones en existencia, sino que aplica métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa de cada producto. De ahí una cuestión: ¿cómo clasificar los productos en inventario con un impacto efectivo y eficiente en la administración empresarial? Se ha generalizado, en la práctica, diferenciar la gestión de inventario con dependencia de las características de los artículos que lo componen y, en la literatura revisada, recomendar el método de clasificación ABC, a partir de una variable o parámetro base cuantitativo. Este artículo presenta y aplica en dos organizaciones cubanas de servicios turísticos dos enfoques alternativos (multicriterio de aplicación del método ABC y la matriz de adquisición/índice de rotación), para clasificar los productos en existencia y servir de soporte a una gestión de aprovisionamiento eficiente y orientado al cliente. El estudio revela la pertinencia teórica y la factibilidad práctica de los métodos empleados para la toma de decisiones en la gestión de los inventarios.

En el artículo de Vidal et al (2004), se estudia el problema del desbalanceo de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una Bodega y N Puntos de Venta, se analizan las causas y posibles soluciones. Para la solución implementaron modelos de control de inventario periódico (R, S) para las compras en la bodega central y para los despachos automáticos hacia los detallistas. Fueron utilizados sistemas de pronósticos de demanda tradicionales, tales como promedio móvil y suavización exponencial doble, refinados con técnicas de detección de problemas mediante señales de rastreo y eliminación de datos atípicos de demanda. Se diseñaron además sistemas especiales de control para productos nuevos en la cadena.

También Gutiérrez (2009) toma aportes de diferentes autores como Christopher (1994), Prida y Gutiérrez (1996), Levy (1997), Gómez y Acevedo (2000) y Parada (2000), los cuales dicen que el valor añadido que incorpora la organización en cada uno de los eslabones del sistema logístico constituye un arma competitiva importante. Tal es el caso de la excelencia en el servicio de entrega, el liderazgo en la diferenciación del producto, la gestión con un mínimo de costo o el servicio logístico al cliente sobre la base de una eficiente gestión de los inventarios, y para poder llegar a esto Gutiérrez propone en su estudio alcanzar la combinación acertada del criterio costo en una clasificación ABC y alguna otra clase de elementos críticos (obsolescencia, tiempo de abastecimiento). No obstante, estos autores no precisan un modelo matemático específico para el logro de su objetivo y reafirman la importancia del juicio de la dirección; De modo general, en la literatura especializada el análisis multicriterio se apoya en diferentes métodos, como la

optimización lineal, el análisis matricial, el análisis jerárquico, los árboles de decisiones y las reglas heurísticas. En particular Cohen y Ernst (1988) desarrollan el análisis del clúster e introducen una agrupación diferente a la tratada en el método ABC convencional, que muestra una mezcla de procedimientos de agrupamiento estadístico y restricciones operacionales que fueron aplicados a los sistemas de producción-inventario. A esta alternativa se le imputan algunas limitaciones relacionadas con su complejidad para la toma de decisiones operativas y la disponibilidad de un alto volumen de datos. La mayor parte de las aplicaciones del método ABC emplean como parámetro base el valor del consumo y sugieren para el proceso de toma de decisiones la interacción conjunta de este y otros parámetros base. Al considerar estos elementos como antecedentes, se desarrolla una regla de decisión que constituye una alternativa que combina criterios cuantitativos y cualitativos para la clasificación del inventario a través de un código selectivo integral. En el Gráfico 1 se muestra el esquema general del enfoque multicriterio en la aplicación del método ABC. (Parada, 2009).

Además, Gallego (2011) en su artículo muestra como es tradicionalmente la clasificación ABC es realizada en las empresas con el objetivo de definir e implementar una política de control de inventarios a todos los productos pertenecientes a una misma categoría. La clasificación de los productos en categorías, se realiza de acuerdo a su importancia o relevancia por algún tipo de criterio, que normalmente es el consumo o utilización anual (para materias primas) o la demanda o las ventas anuales (para productos terminados), utilizando para esto el bien conocido principio de Pareto. Sin embargo, en ocasiones es altamente recomendable y necesario hacer uso de criterios adicionales que permitan realizar una diferenciación más efectiva de las existencias. Por ello, este artículo presenta una recopilación de criterios útiles para realizar la clasificación ABC del inventario, describe en qué consiste cada uno y cómo puede ser medido. Adicionalmente se muestra un ejemplo de un escenario crítico de una clasificación ABC con tres criterios, en donde de acuerdo a los pesos asignados a cada uno y de las características de los productos incluidos en el proceso de clasificación, se pierde la validez de algún criterio en el análisis. (Castro, Vélez & Castro, 2011).

Cabe resaltar el trabajo el artículo de (Cardozo, 2003) que establece que después de hacer la clasificación ABC, se debe diseñar un modelo EOQ, el cual son simples cálculos con el fin de determinar la cantidad óptima de producto que se debe pedir y disminuir el gasto de inventario en un período de tiempo.

Todo esto, sin que se deje de satisfacer la demanda y disminuir los costos de manejo del inventario que se tienen actualmente. De acuerdo con lo anterior, se revisan los

antecedentes teóricos y de aplicación de este modelo en empresas relacionadas con el sector de interés, a fin conocer situaciones reales en donde se verifican aportes al tema. Es relevante el inicio de este tipo de estudios con esta clase de modelos, con el fin de facilitar el manejo y comprensión de casos más complejos. Este modelo de EOQ fue desarrollado en primera instancia por Ford Whitman Harris en 1923 y, posteriormente, R. H. Wilson lo popularizó en 1934.(Fernández 2011) En la actualidad, se encuentran artículos como “Price determination for an EOQ model for deteriorating ítems under perfect competition”, que describe acerca del problema de la determinación de precios para un modelo de EOQ bajo la competencia perfecta, siendo de vital importancia en el campo de control de inventario y administración, especialmente para este tipo de modelos que estudia la dinámica de la economía de mercado con el tiempo. También habla acerca del artículo “Óptima inventory policies for profit maximizing EOQ models under various cost functions”, establece y analiza tres modelos EOQ basados en el inventario en virtud de la maximización de los beneficios a través de técnicas geométricas de programación (GP) y encuentra un orden óptimo de cantidad y precio para cada uno de estos modelos al considerar la producción (tamaño de lote), y la comercialización de las decisiones (precios).Se investigan los efectos sobre los cambios en las soluciones óptimas cuando se cambian los parámetros.(Rodríguez, 2015).

A su vez, Torres & Cordova (2014) dicen que una de las variables determinantes en la eficacia de la aplicación de los modelos de inventario es el desafío de identificar criterios para estimar la demanda de productos o materiales, donde se utilizan los siguientes modelos según los criterios de clasificación establecidos: promedios móviles, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble (o método de Holt), suavización exponencial triple (o método de HoltWinters) y el método de demanda intermitente (o método de Croston). Estos aportes serán integrados en el sistema propuesto. Por la multiplicidad de variables que intervienen en la toma de decisiones, tales como decisiones de compras, criterios de reposición, costos de ordenamiento y costos de mantenimiento, entre otros, la literatura especializada ofrece modelos de apoyo a la toma de decisiones en ambientes de alta complejidad basados en el conocimiento, tales como los sistemas expertos. Los sistemas expertos pertenecen a una rama de la inteligencia artificial, específicamente a los sistemas basados en conocimiento, los que a su vez son parte de la ingeniería del conocimiento, disciplina que nació para capturar y representar el conocimiento humano llevando esta actividad de un arte, a un proceso de ingeniería (Alonso, Guijarro, Lozano, Palma y Taboada, 2004) y representan actualmente una herramienta muy utilizada de la inteligencia artificial; La idea principal de los sistemas expertos es rescatar el conocimiento de uno o varios

expertos humanos de un área específica y simular mediante un software el razonamiento que este tendría frente a una situación y proporcionada dentro del dominio seleccionado, dando como resultado conclusiones o consejos que sirven de guía a un tomador de decisiones (Liao, 2005; Esquivias, Zamora, Merino y Prieto, 2013) y así, poder interrelacionar de una manera más eficaz las múltiples variables, que en este caso, están presentes en la toma de decisiones de inventarios.

La eficacia de los sistemas de control de inventarios depende de factores como la medición adecuada de los tiempos de reabastecimiento, el diseño de indicadores de eficiencia globales capaces de considerar todas las variables implícitas para el control de inventarios, y en especial de la implementación de métodos de pronóstico de demanda, que permitan una estimación precisa de la tendencia y variabilidad de la demanda de cada uno de los productos que se mantengan en inventario, y minimizando el error propio en la naturaleza de estos métodos, al tener en cuenta datos realistas sobre la demanda, la exclusión de datos atípicos y la selección adecuada del período base para el cálculo de pronósticos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer un modelo de gestión de inventarios y de almacenamiento que contribuya a minimizar el costo total relevante asociado a la operación en una distribuidora de productos de ferretería del municipio de Roldanillo.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema actual de control de inventario, en la empresa caso de estudio.
- Realizar una clasificación ABC Multicriterio de los productos que se administran en la empresa.
- Realizar un modelo de simulación de pronósticos de ítems clase AAA y las proyecciones de demanda de los ítems seleccionados mediante la aplicación de señales de rastreo y control de outliers.
- Definir una política de control de inventario que permita minimizar el costo total relevante.
- Proponer una mejora para el control de almacenamiento en la ferretería caso de estudio que permita localizar los productos de forma eficiente.

DESARROLLO METODOLÓGICO

Aquí se darán a conocer los métodos de investigación orientados al cumplimiento de cada objetivo específico del proyecto.

En el segundo capítulo se dará a conocer el cumplimiento del primer objetivo específico se procederá a realizar una caracterización del sistema de administración de inventario actual en el almacén de materiales de construcción por medio de visitas y encuestas realizadas al personal responsable del área, en busca de saber de qué forma está integrado la administración del inventario, analizar los costos en la etapa del proceso de pedido, transporte, almacenamiento, comercialización de los insumos; con el fin de obtener la información necesaria que permitan tener una visión más clara para disminuir el costos de mantenimiento de inventarios y considerar los factores en los cuales está presentando problemas el control de los inventarios.

Luego en el capítulo III se organizarán los ítems que tienen en el almacén de estudio por medio de una clasificación ABC multicriterio, escogiendo la metodología adecuada como método multiplicativo de Parada, también se debe tener en cuenta utilizar procesos de análisis jerárquicos (AHP), entre otros. Para determinar los ítems que pertenecen a la clase A, B o C se deben tener en cuenta criterios como: demanda, lead time, valor unitario, etc.

Después en el capítulo IV mediante el análisis de la clasificación multicriterio se realizará un modelo de simulación de pronósticos para los ítems clase AAA, este se realizará teniendo como base el análisis de la demanda. Estos pronósticos son de vital importancia para el cumplimiento de los objetivos de la organización, atención al cliente y para el mejoramiento de su competitividad.

Para la selección correcta del método de pronósticos es indispensable realizar un análisis profundo de los datos históricos de la demanda, en ellos se puede observar y determinar cuál es el comportamiento de la misma en un lapso determinado de tiempo, donde hay consumos elevados, bajos, afluencia de puntos en periodos consecutivos, entre otras conclusiones que se pueden derivar de este análisis. Vidal (2010).

Se debe tener en cuenta tres aspectos en los pronósticos, relacionados con el tiempo:

- El periodo del pronóstico referente a la unidad básica de tiempo para la cual se realiza el pronóstico en días, semanas, meses; esto dependerá de la naturaleza del proceso bajo estudio y de cómo se registren las transacciones (ventas, compras) en la organización.

- El horizonte de planeación del pronóstico siendo el número de periodos cobijados por el pronóstico a futuro.
- El intervalo del pronóstico referente a la frecuencia con la que se efectúan nuevos pronósticos o se actualizan.

La simulación del pronóstico se puede llevar a cabo cuando se dispone de suficientes datos históricos, ésta simulación ayudará a la selección del sistema de pronóstico adecuado, comprende los siguientes pasos:

- Inicialización del sistema.
- Simulación del pronóstico.
- Optimización de los parámetros del sistema utilizado.
- Utilización del sistema de pronósticos en tiempo real.
- Seguimiento y administración del sistema empleado.

El comportamiento de la demanda puede ser estable, perpetua o uniforme con tendencia creciente o decreciente, estacional o periódica y errática o intermitente, dependiendo de este comportamiento se debe aplicar el método correspondiente a cada caso: promedio móvil, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble.

Se realizara las señales de rastreo y control de outliers para definir si el proceso se encuentra ajustado a la demanda o por el contrario se encuentra por encima o por debajo de la demanda actual, el control de outliers permite conocer los datos atípicos que se presentan y deben de ser analizados a mayor detalle, debido a que si se elimina podrá causar un cambio significativo en el sistema.

En el capítulo V Se establecerá una política de control de inventario para los ítems clase AAA de la empresa, estos ítems son primordiales, aunque son relativamente pocos representan el mayor porcentaje de volumen de ventas, generando más utilidad. La determinación de la política de control de inventario debe ser la más económica en cuanto a los costos totales de inventario en el área del almacén de materiales de construcción, se realizara una comparación entre los costos asociados, luego su determinación entre el CTR del sistema actual y del propuesto, así podremos ver los beneficios de esta política de control de inventarios.

En el capítulo VI se realizará una propuesta de distribución de los productos en la bodega, teniendo en cuenta la clasificación ABC y el nivel de importancia que tenga cada uno de los ítems.

Por último se encuentran las conclusiones del estudio realizado en la empresa y las mejoras que podrían percibir al aplicar el control del inventario y la gestión de almacenamiento adecuadas.

1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE INVENTARIOS

1.1 Antecedentes

La ferretería SAYJÚ se creó en el año 2012, como una idea del señor Luis Carlos Fernández Castañeda, surgió por la necesidad de cubrir el campo ferretero y materiales de construcción en general. Empezó como una pequeña ferretería bastante pequeña y con pocos productos, pero al paso de los años fue creciendo gracias a que el fundador decidió hacer un préstamo en el banco para así convertirse en un minorista lo que la lleva a ser proveedora de residentes de veredas y pueblos circunvecinos, también tiene alianzas con las ferreterías pequeñas de la zona. Esta ferretería hoy en día cuenta con una gran variedad de productos de buena calidad, a precios bastante cómodos y competitivos, ayudado de una buena atención a los clientes, haciendo que estos queden satisfechos con el buen servicio brindado. Ferretería SAYJÚ hoy por hoy sigue creciendo dentro del mercado.

1.1.1 MISIÓN

Somos una empresa que trabaja para brindar a sus clientes, almacenes la mayor diversidad en materiales de construcción y de ferretería en general, bajo los principios de precios bajos, calidad y servicio acorde a las exigencias del mercado, comprometiéndonos con la capacitación constante de nuestro equipo de trabajo , para que este sea altamente calificado, productivo y lograr mantener la preferencia y satisfacción de nuestros clientes; con la finalidad de generar un crecimiento rentable, en beneficio de todos que nos permita mantener y mejorar cada día la calidad y servicio prestado.

1.1.2 VISIÓN

Ser líderes en el mercado ferretero y de construcción en la zona, ofreciendo un servicio rápido, eficiente y de calidad basado en el compromiso continuo con un equipo de trabajo capacitado, logrando brindar el mejor servicio.

1.1.3 A CORTO PLAZO

Conseguir obtener que en nuestra empresa logremos obtener un portafolio amplio y de calidad para así buscar obtener que nuestros clientes se encuentren satisfechos.

1.1.4 A MEDIANO PLAZO

Lograr obtener que nuestros clientes internos se sientan en un ambiente laboral sano lleno de valores y sobre todo con un ambiente laboral a gusto, también lograr que nuestros clientes externos se sientan totalmente satisfechos para así poco a poco ir cumpliendo los objetivos de la empresa y así también lograr obtener unas buenas relaciones con nuestros proveedores nacionales e internacional.

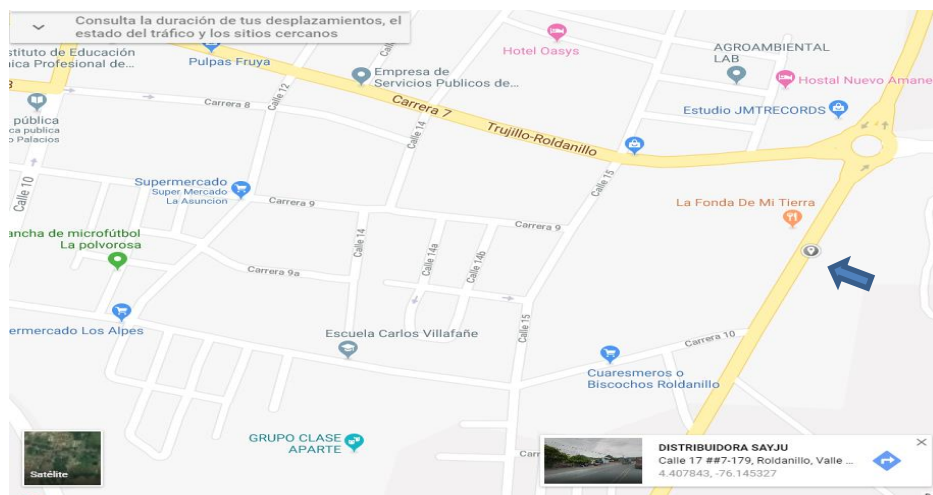
1.1.5 A LARGO PLAZO

Ser una ferretería con muchas sucursales a nivel regional como a nivel nacional, ofreciendo un portafolio amplio con un nivel de calidad alto llegar a posesionarnos en todas las ciudades de Colombia y en cada barrio de cada ciudad

1.2 Ubicación

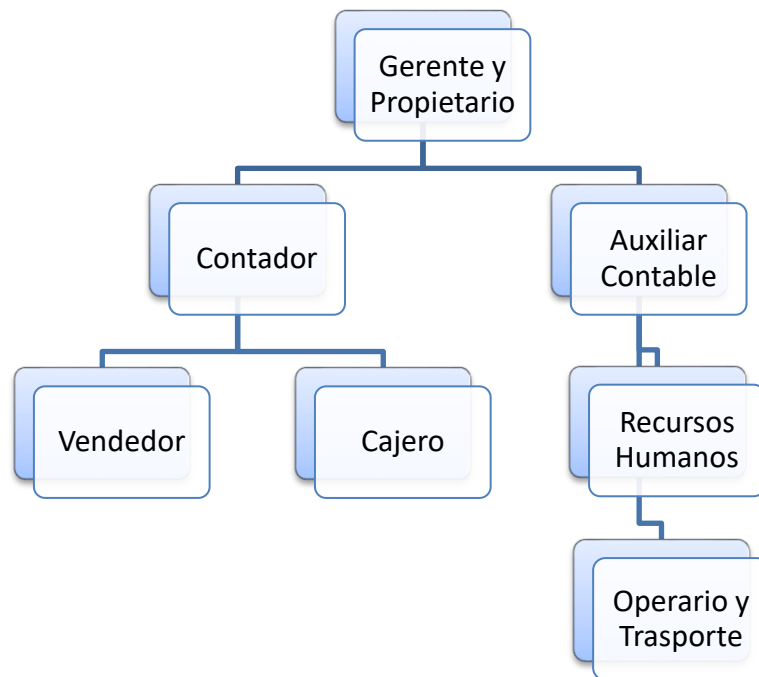
La empresa se encuentra ubicada en una de las principales vías del municipio Roldanillo, exactamente en la dirección Calle 17 #7-179, esto es de gran ventaja ya que cuenta salida a rápida a los demás municipios y posee un gran terreno para ampliar sus instalaciones, también facilita la llegada de la mercancía y el transporte de ella.

Imagen 2. Ubicación Ferretería Caso de Estudio



Fuente: Google Maps (2019)

Imagen 3. Estructura Organizacional



Fuente: Elaboración Propia (2019)

En esta empresa existe el rol organizacional, porque tienen unos objetivos claros como lo es la comodidad y satisfacción del cliente, tiene una organización formal, es cierto con pocas divisiones pues es una pequeña empresa, está debidamente separada por las áreas de gerencia, contaduría, recursos humanos, vendedores y operarios.

La jerarquías de la empresa están definidas mediante un organigrama, en el cual se entiende que la gerencia el cual tiene dentro de sus múltiples funciones, representar a la sociedad frente a terceros y coordinar todos los recursos a través del proceso de planeamiento, organización dirección y control a fin de lograr objetivos establecidos.

Luego se tiene al administrador el cual tiene como función tener una clara visión organizacional con la cual, es capaz de aplicar y desarrollar todos los conocimientos acerca de la planeación, organización y control, donde sus objetivos están en la misma dirección de las metas y propósitos de la empresa.

En siguiente área se encuentra el contador y auxiliar contable. El contador se encarga de todas las incumbencias legales, asesora a la empresa en materia contable y para la emisión de dictámenes que sirven a fines judiciales y administrativos; asimismo

proporciona la información financiera confiable para así tomar las mejores decisiones, para esto debe estar apoyado en la auxiliar contable ya que es la que esta tiempo completo en la empresa, porque el contador es independiente y tiene otras obligaciones, por esta razón la auxiliar se encarga de recibir, examinar, clasificar, codificar y efectuar el registro contable de documentos. Revisa y compara lista de pagos, comprobantes, cheques y otros registros con las cuentas respectivas, también archiva documentos contables para uso y control interno.

El área de recursos humanos provee a la empresa de las personas idóneas en base a una adecuada planeación, tanto en cantidad como en calidad, para desarrollar todos los procesos del negocio entre estos analizar las habilidades, aptitudes, capacidades y cualidades de los solicitantes a fin de decidir, sobre bases objetivas, cuál tienen mayor potencial para el desempeño del puesto, de esta manera formaliza con apego a la Ley la futura relación de trabajo para garantizar los intereses, derechos y deberes tanto del trabajador como de la empresa; también mantiene y mejora las buenas relaciones humanas y laborales entre empleado y empleador y en la parte administrativa gestiona los trámites de carácter jurídico y administrativo relacionados con el personal, actividades como:

- Selección y formalización de los contratos que se suscriben con los trabajadores.
- Tramitación de nóminas y seguros sociales.
- Control de los derechos y deberes de los trabajadores (permisos, vacaciones, movilidad, salud laboral, seguridad e higiene en el trabajo, etc.).
- Control de asistencia
- Aspectos relativos a la disciplina del personal.

Finalizando están los vendedores que se encargan de atender a los clientes de una manera atenta, donde ellos encuentran asesoría completa acerca de los productos que la empresa comercializa, dándoles sugerencias o formas de pago (crédito) de pago que se acomoden a la capacidad de los clientes como de la empresa. También

están los operarios de la bodega los cuales tienen como función organizar los materiales y despachar los pedidos de una manera rápida y eficiente, asimismo manteniendo el orden y limpieza en la bodega. Además cuentan con el conductor que agiliza el proceso de despacho de materiales, para así cumplir con el tiempo de entrega y lograr la satisfacción del cliente, transportando de manera segura los materiales de construcción.

1.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Un material de construcción es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil.

Según la función que desempeñan en la obra se pueden clasificar en:

- Materiales fundamentales,
- Materiales conglomerantes
- Materiales complementarios o auxiliares

Los materiales fundamentales: (Acero, hormigón, rocas, etc.) sirven para construir las unidades de obra capaces de soportar los esfuerzos mecánicos y las acciones atmosféricas a que va a estar sometida la construcción que se proyecta.

Los materiales conglomerantes: son aquellos que constituyen la base de los morteros y hormigones, empleándose en construcción para unir o enlazar materiales del grupo anterior, además de constituir los últimos, por sí solos y en combinación con el acero, un material de construcción fundamental por excelencia.

Las pastas que con ellos se consiguen permiten ser extendidas y moldeadas convenientemente para adquirir, después de endurecidas, unas características mecánicas similares a las de los materiales pétreos naturales y artificiales.

Los principales conglomerantes empleados en la construcción son el cemento Portland, el yeso y la cal.

Los materiales complementarios o auxiliares: son aquellos que se utilizan dentro de las edificaciones como complementos utilitarios de las mismas. El vidrio, pinturas, aislantes, materiales eléctricos, de fontanería, carpintería de madera, de aluminio, de PVC, etc.

1.3.1 CARACTERÍSTICAS

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y baratas. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra.

Además, es conveniente que los procesos de manufactura requeridos consuman poca energía y no sean excesivamente elaborados. Esta es la razón por la que el vidrio es

considerablemente más caro que el ladrillo, proviniendo ambos de materias primas tan comunes como la arena y la arcilla, respectivamente.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades

1.3.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Con objeto de utilizar y combinar adecuadamente los materiales de construcción conocer sus propiedades. Los fabricantes deben garantizar unos requisitos mínimos en sus productos, que se detallan en hojas de especificaciones. Entre las distintas propiedades de los materiales se encuentran:

- Densidad: relación entre la masa y el volumen
- Higroscopicidad: capacidad para absorber el agua
- Coeficiente de dilatación: variación de tamaño en función de la temperatura
- Conductividad térmica: facilidad con que un material permite el paso del calor
- Resistencia mecánica: capacidad de los materiales para soportar esfuerzos
- Elasticidad: capacidad para recuperar la forma original al desaparecer el esfuerzo
- Plasticidad: deformación permanente del material ante una carga o esfuerzo
- Rigidez: capacidad de los materiales de soportar cargas con poca deformación, es la resistencia a la deformación

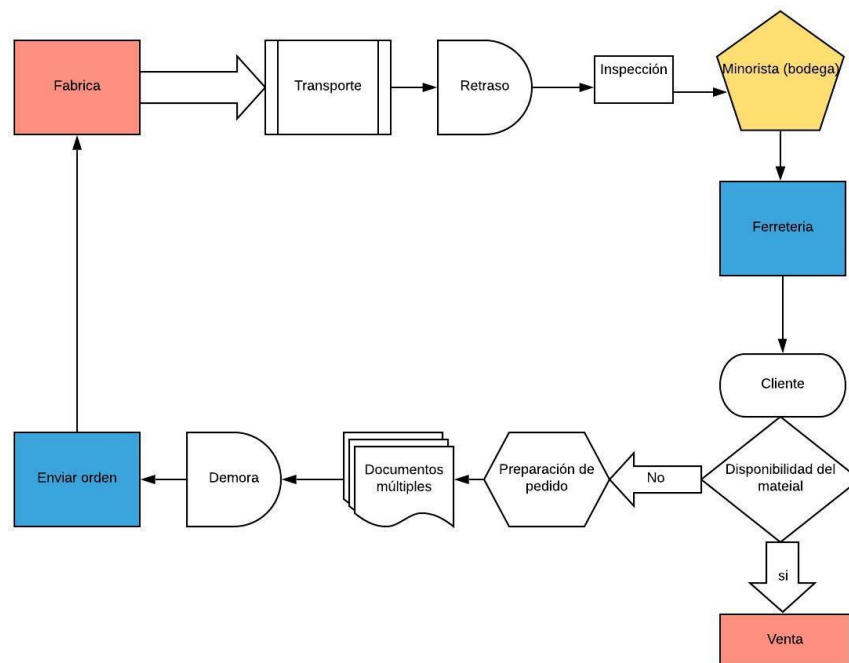
1.4 Condición actual de los inventarios.

Gracias a las constantes visitas a la empresa y a las diferentes entrevistas realizadas al gerente general de Luis Carlos y a sus empleados, se logró hacer un diagnóstico de cada uno de los eslabones de su cadena de abastecimiento.

La cadena de suministro de SAYJÚ está compuesta por 5 eslabones, los cuales son la fábrica, transportador, minorista, ferretería y por ultimo cliente , así mismo cada uno de estos eslabones están compuestos por una variedad de procesos relacionados entre sí, los cuales serán descritos a continuación.

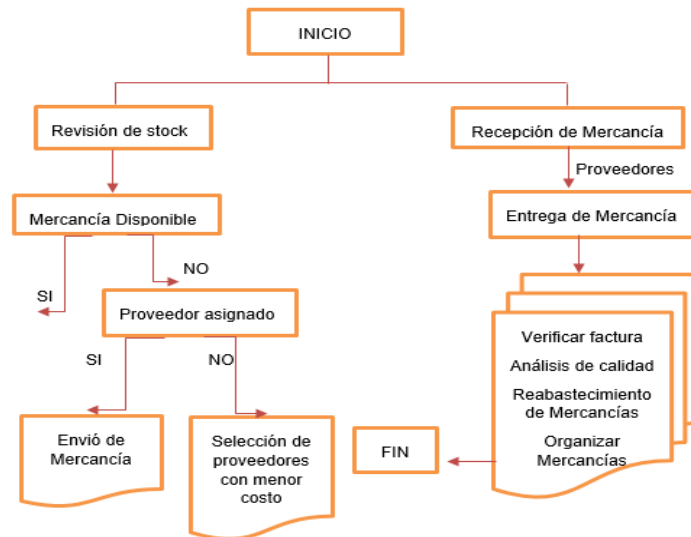
El proceso empieza desde la fabrica la cual se encarga de suministrar los de materiales de construcción a un costo bajo y altos estándares de calidad, a condición los productos siguen un trasporte que va dirigido hacia los mayoristas o minoristas; en este caso es un minorista (sayju); aquí los materiales son debidamente inspeccionados por los operarios para hacia llevarlos a la bodega y ubicarlos adecuadamente; después son contabilizados e ingresados a la base de datos de la ferreteria donde llegan los clientes u organizaciones de construcción comprar los materiales necesarios para sus obras. En caso de no tener las referencias demandadas, inmediatamente se prepara un pedido el cual debe cumplir con los requisitos y políticas de la fábrica, este proceso tarde en tres 3 a 4 días por lo q el cliente debe esperar para adquirir los materiales. Esto afecta a la empresa ya que pueden ocasionar venta perdidas y altos costos en los inventarios.

Imagen 4. Flujograma Actual de la Empresa



Fuente: Elaboración Propia (2019)

Imagen 5. Flujograma de compras



Fuente: Elaboración Propia (2019)

Para este procedimiento se utilizará la orden de compra que es parte del manejo del control de inventarios, y tiene como objetivo registrar y solicitar los diferentes pedidos de los productos a los proveedores. Se tendrá en cuenta la procedencia del producto, porque de esto depende mucho la garantía y calidad que se ofrecerá a los clientes. Revisado el stock de mercaderías, la orden de compra será aprobada por el gerente o encargado de compras y su formato es:

Imagen 6. Orden de Compra

ÓRDEN DE COMPRA MERCANCIA			
Comercializadora SAYJU			
ÓRDEN DE ADQUISICIÓN N° 000001			
Proveedor:		Dirección:	
Fecha de Pedido:		Lugar de Entrega:	
Condiciones de Pago:		Crédito/Contado:	
CANT.	NOMBRE DEL ARTÍCULO	V. UNITARIO	VALOR TOTAL

Fuente: Elaboración Propia (2019)

1.5 Análisis FODA

Es una herramienta que sirve para analizar la situación competitiva de una organización. Su principal objetivo es detectar las relaciones entre las variables más importantes para así diseñar estrategias adecuadas, sobre la base del análisis del ambiente interno y externo que afecta a cada organización.

Dentro de cada una de los ambientes (externo e interno) se analizan las principales variables que la afectan; en el ambiente externo encontramos las amenazas que son todas las variables negativas que afectan directa o indirectamente a la organización y además las oportunidades que nos señalan las variables externas positivas a nuestra organización.

Dentro del ambiente interno encontramos las fortalezas que benefician a la organización y las debilidades, aquellos factores que menoscaban las potencialidades de la empresa. La identificación de las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades de las empresas, es algo lo que suele ignorarse esto repercute negativamente ya que la combinación de estos factores puede recaer en el diseño de distintas estrategias o decisiones estratégicas en la empresa.

Imagen 7. Análisis de Matriz Foda



Fuente: Análisis Foda - Links: Lámina y aceros

1.5.1 Factores internos

FORTALEZAS

- Cuenta con local propio, con amplias áreas de almacenamiento.
- Posee líneas exclusivas de productos.
- Posee vehículos propios para el transporte de materiales.
- Predisposición y responsabilidad de los propietarios al trabajo grupal en función de un objetivo común.
- Competitividad de precios.
- Portafolio amplio de productos.
- Cuenta con capital propio.
- Calidad de la mercancía.

DEBILIDADES

- No existe delegación de funciones y responsabilidades definidas de cada integrante.
- Falta de control de inventarios.
- Administración empírica de los recursos empresariales.
- Falta de un estudio de clientes para conceder créditos.
- Escases de personal.
- Falta de publicidad.
- No se cuenta con sistemas computarizados para el manejo de inventarios.
- No cuentan con una página web de servicio al cliente.

1.5.2 Factores Externos

OPORTUNIDADES

- Facilidad de ampliación de local por la amplitud de terreno.
- Expansión de construcciones en el sector rural.
- Mercado insatisfecho.
- Inversión en productos diversificados.
- Convenios con otras ferretera de la zona.

- Incrementar las ventas frente a la competencia por tener líneas exclusivas de productos.

AMENAZAS

- Mercado saturado
- Uso de tecnología y sistemas computarizados por parte de la competencia.
- Incremento de nuevos impuestos por parte del gobierno que afectan el desarrollo del negocio.
- Situación económica del país
- Inflación en los precios.

1.6 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidas.

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en sus causas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado. (Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado. (2017, 3 marzo. <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>)

En base a una ardua investigación en la empresa la cual duro un mes, en la que fuimos y medimos las inconsistencias encontradas alrededor de la operaciones de la empresa,

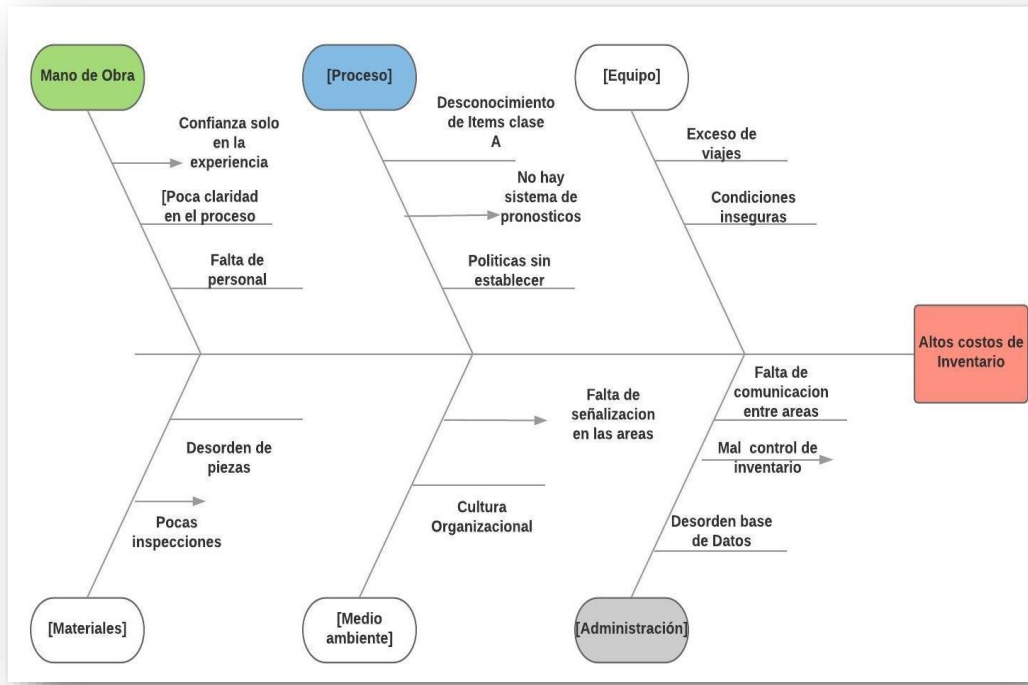
nos enfocamos en la parte de la gestión de los inventarios para así tener una visión clara de porqué de ocasionaban ventas perdidas he insatisfacción en los usuarios.

El resultado que arrojó la investigación fue los altos costos en el mantenimiento del inventario, por consecuencia de una mala administración de los ya mencionados, esto afecta de manera negativa la reputación de la empresa; las problemáticas más notables fueron encontradas fueron:

- Poca claridad en los procesos
- Desconocimiento de los ítems clase AAA
- Políticas de inventario sin establecer
- Falta de personal
- Desorden en las piezas en la bodega (materiales de construcción)
- Confianza solo en la experiencia
- Pocas inspecciones
- Falta de señalización en las áreas
- Falta de cultura organizacional
- Mala comunicación entre las áreas
- Condiciones inseguras
- Desorden la base de datos
- No hay un sistema de pronóstico de inventarios

De esta manera se hizo uso de la herramienta Ishikawa (Diagrama causa y efecto), para que así la gerencia visualizara de manera rápida la problemática principal (altos costos de inventario) y las posibles causas de este.

Imagen 8. Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia (2019)

A continuación se emplea como método para medir los inconvenientes de la empresa, un análisis de Pareto, el cual nos ayudara a identificar de forma rápido las fallas que más afectan al sistema de inventarios, de esta manera pondremos orden prioridades e ir solucionando los problemas estratégicamente. La regla nos dice que hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del medidos.

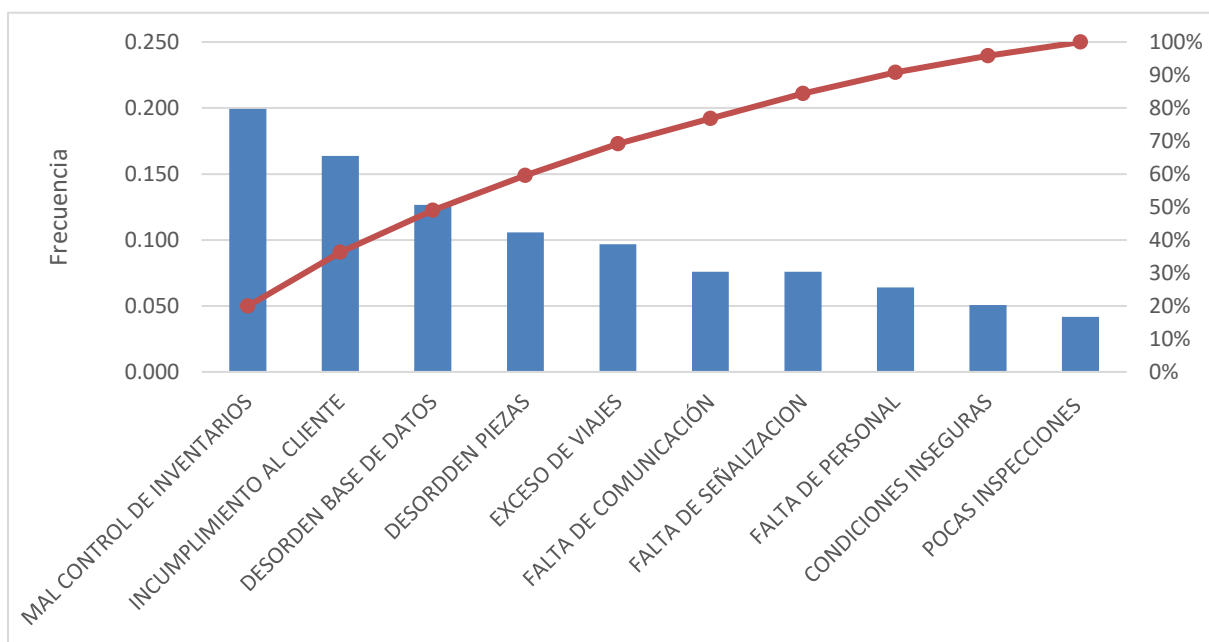
En la siguiente tabla observamos las fallas encontradas en la empresa del caso de estudio, como podemos observar con base a la experiencia y medición de datos, se obtuvo que las fallas o inconvenientes más frecuentes son el mal control de inventarios, incumpliendo al cliente, desorden en la base de datos y también en las piezas o materiales; esto se debe a que la gerencia no tiene un historial con el cual pueda pronosticar la demanda y se basan solo en la experiencia de los vendedores a la hora de emitir la orden de pedido. [Ver Anexo 2](#)

Tabla 2. Diagrama de Pareto

FALLAS POR:	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
MAL CONTROL DE INVENTARIOS	134	0,199	20%
INCUMPLIMIENTO AL CLIENTE	110	0,164	36%
DESORDEN BASE DE DATOS	85	0,126	49%
DESORDDEN PIEZAS	71	0,106	60%
EXCESO DE VIAJES	65	0,097	69%
FALTA DE COMUNICACIÓN	51	0,076	77%
FALTA DE SEÑALIZACION	51	0,076	84%
FALTA DE PERSONAL	43	0,064	91%
CONDICIONES INSEGURAS	34	0,051	96%
POCAS INSPECCIONES	28	0,042	100%
TOTAL	672	1	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Grafica 1. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la tabla se observa que el 80% de los inconvenientes de la ferretería se deben a el mal control del inventario, incumplimiento al cliente, desorden base de datos, desorden

piezas, excesos de viajes los cuales indican que se le debe dar prioridad a resolver, las causas que están generando estos inconvenientes en la ferretería.

1.7 Costos del inventario actual

Para que la gestión de inventarios sea adecuada en la empresa deben tratar de conseguir los costos más bajos posibles, por parte del proveedor que garantice una rentabilidad apropiada de la empresa, además los costos generados por la adquisición de materia prima, mantenimiento en la bodega, costo de emisión de pedidos y gastos operativos (operarios, servicios básicos).

En nuestro caso se tiene que la empresa posee gran variedad de productos de construcción lo que tiene como consecuencia altos costos en el inventario, es por esta razón que requiere de un cuidadoso estudio de la demanda que permita predecir ciertos comportamientos inusuales, para así poder contrarrestar las situaciones adversas que el mercado genera.

A continuación se observan los siguientes costos operacionales [Ver Anexo 3](#). La empresa anualmente cuenta con unos costos operacionales de \$ 2.160.555.021 millones. La mayor parte de estos costos son de inventario salarios (administrativos, directivos, operarios). Por tal razón la investigación es de vital importancia, ya que tiene como objetivo analizar, establecer estándares y políticas de inventario, que permitirán a la empresa tener una mayor claridad en el manejo y control sus existencias.

2 CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO UTILIZANDO ABC MULTICRITERIO

La técnica multicriterio (AHP) Analytic Hierarchy Process, es una herramienta que se utiliza para tomar decisiones, se basa principalmente en definir las diferentes alternativas en función de una prioridad que permita establecer cual o cuales son las decisiones que mayor impacto genera, según el objetivo buscado por la empresa.

A continuación se describe la manera como se realizó la técnica AHP en la empresa caso de estudio.

- Se definieron los criterios más relevantes de la empresa.
- Se eligieron los criterios según la consideración del personal encargado del área, donde se realizó el inventario.

- Se hizo una encuesta al personal, para determinar cuáles de los criterios eran más relevantes para ellos, posteriormente se construye la matriz de preferencia y se realiza una valoración por criterio.

Tabla 1 Escala de Saaty

Escala de saaty	
1	igualmente preferido
2	
3	moderadamente preferido
4	
5	fuertemente preferido
6	
7	muy fuertemente preferido
8	
9	extremadamente preferido

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Para este proceso se tuvo en cuenta la opinión de las cinco personas que trabajan en las distintas áreas de la empresa. Mediante la encuesta se hizo una comparación de criterios, con el fin de obtener los datos de entrada para la matriz de comparación de criterios. Así como se muestra a continuación.

Tabla 2 Resultado de Encuesta

Encuestados \ Criterios	Costo	Costo	Ventas
	Ventas	Rot Inv.	Rot Inv.
Auxiliar de Bodega	1/5	9	7
Auxiliar de Logística	1/7	1/5	9
Auxiliar de compras	8	6	4
Jefe o Dueño	1/7	8	7
Auxiliar Administrativo	1/7	5	5

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Debido a que no se obtuvo un consenso entre los encuestados el cual no logro determinar un único valor de las ponderaciones, se aplica la media geométrica para cada pareja de criterios.

$$MG = \sqrt[5]{\left(\frac{1}{5}\right) * \left(\frac{1}{7}\right) * (8) * \left(\frac{1}{7}\right) * \left(\frac{1}{7}\right)} = 0,342$$

A continuación se muestra los resultados de la media geométrica de cada uno de las parejas de par de criterios comparados.

Tabla 3 Resultado para cada par de criterios

Criterio1	Criterio 2	Media Geométrica
Costo	Ventas	0,342
Costo	rot inv	3,366
Ventas	rot inv	6,153

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al obtener las calificaciones de cada par de criterio se construyó la matriz de comparación y se ubica los valores obtenidos de la media geométrica en la parte superior de la matriz, la diagonal siempre tendrá los números uno ya que al evaluarse cada criterio por sí mismo dará el mismo valor, en la parte inferior de la matriz se ubican la inversa de los valores obtenidos de la media geométrica. Por ejemplo si comparamos el costo frente las ventas se tendría 0,342 en la parte superior, para la parte inferior se tendría las ventas frente al costo con un valor de 2,926. Se realiza el mismo proceso para cada uno.

Tabla 4 Matriz de comparación de criterios

	Costo	Ventas	Rot Inv
Costo	1,000	0,342	3,366
Ventas	2,926	1,000	6,153
Rot Inv	0,297	0,163	1,000
	4,223	1,504	10,519

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Después se construye la matriz normalizada, sumando los criterios de cada columna y dividiendo entre cada uno de los criterios. Por ejemplo:

Costo vs coste

$$\frac{1}{4.223} = 0.237$$

Tabla 5 Matriz Normalizada

	Costo	Ventas	Rot Inv
Costo	0,237	0,227	0,320
Ventas	0,693	0,665	0,585
Rot Inv	0,070	0,108	0,095

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al obtener la matriz normalizada se procede a calcular el vector prioridad, mediante el promedio de cada una de la fila de la matriz, el cual indicara la importancia relativa de cada uno de los criterios comparados.

$$VP = \frac{0,237+0,227+0,320}{3} = 0,261$$

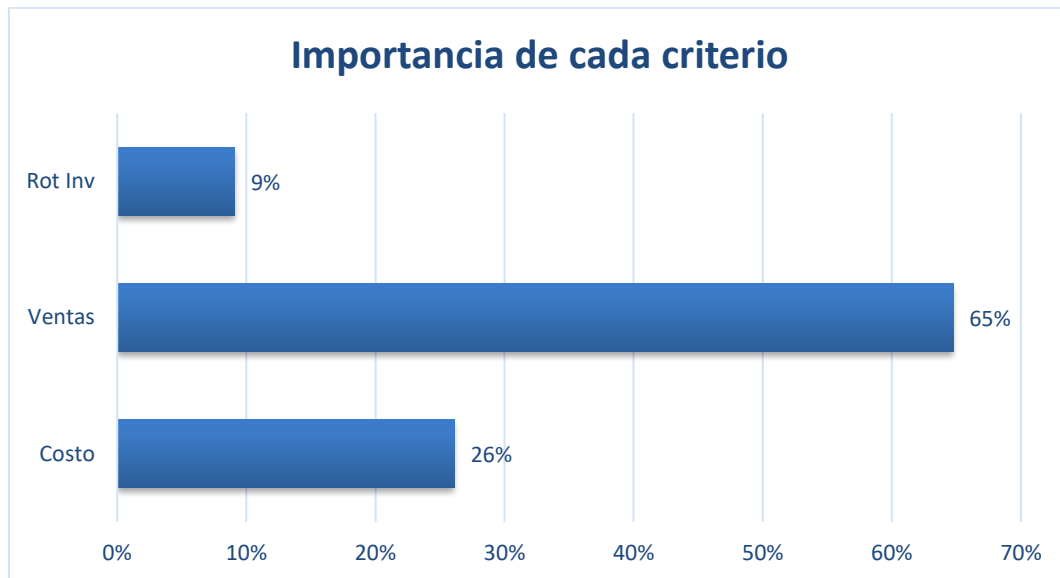
Tabla 8 Vector Prioridad

	Costo	Ventas	Rot Inv	Vector Prioridad
Costo	0,237	0,227	0,320	26%
Ventas	0,693	0,665	0,585	65%
Rot Inv	0,070	0,108	0,095	9%
				100%

Fuente: Elaboración Propia(2019)

En este caso se puede decir que el criterio con más relevancia es el de las ventas, el cual aporta un 65% de importancia para la empresa, el segundo el costo con un 26% y por último se considera la rotación del inventario tiene un nivel de importancia.

Grafica 2. Importancia de Criterios



Fuente: Elaboración Propia (2019)

Por último se realiza el análisis de la consistencia, donde se multiplica la matricialmente los valores de cada fila por el vector prioridad.

Tabla 6 Calculo de Suma Ponderada

	Costo	Ventas	Rot Inv	Vector Prioridad
Costo	1,000	0,342	3,366	26%
Ventas	2,926	1,000	6,153	65%
Rot Inv	0,297	0,163	1,000	9%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 7 Resultado Suma Ponderada

SP
0,789
1,973
0,274

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se divide la suma ponderada y el vector prioridad entre cada valor

$$\frac{sp}{vp} = \frac{0.789}{0.261} = 3.02$$

Tabla 8 División de suma Ponderada con Vector Prioridad

SP/VP
3,02
3,05
3,01

Fuente: Elaboración Propia (2019)

$$\lambda_{MAX} = \frac{3.02+3.05+3.01}{3} = 3.025$$

Cálculo del índice de consistencia.

$$IC \frac{(\lambda_{MAX}-m)}{m-1} = \frac{(3.025-3)}{3-1} = 0.012$$

Determinación del índice aleatorio

$$AI \frac{1.98 (3 - 2)}{3} = 0.66$$

Coefficiente de consistencia

$$\frac{IC}{IA} = \frac{0.012}{0.66} = 2\%$$

Tabla 9 Consolidado de Resultados

SP	SP/VP	λ_{MAX}	IC	IA	Coefficiente de consistencia
0,789	3,021	3,025	0,012	0,66	2%
1,973	3,047				
0,274	3,006				

Fuente: Elaboración Propia (2019)

2.1 Análisis de la consistencia

Al realizar el análisis de consistencia para cada uno de los pares de criterio se pudo constatar que las ponderaciones fueron consistente, debido a que se encuentra dentro los límites establecidos, el cálculo de consistencia es menor a 10 % lo cual indica que el 2% es adecuado para continuar con el estudio ya que no supera el 0,1 se considera aceptable. [Ver Anexo 4](#)

2.2 Clasificación de cada ítem según cada peso del criterio.

Al obtener cada peso de los criterios se procede a evaluar cada ítem de acuerdo al peso obtenido en el análisis, esto se realiza para identificar los ítems clase AAA.

Mediante el análisis de los datos se pudo establecer que el producto con mayor relevancia para la empresa en año 2018, fue el Cemento Argos Gris x 50 Kg \$ con valor de (206.921.700) pesos m/cte.

Tabla 13. Clasificación de ítem de ventas.

Código	Ventas	Normalización	Peso criterio	Peso producto
053	\$ 206.921.700	1	0,648	0,647
00040	\$ 161.747.200	0,78	0,648	0,506
2921	\$ 136.349.400	0,65	0,648	0,426
0321	\$ 120.768.000	0,58	0,648	0,377
0058	\$ 83.882.500	0,40	0,648	0,262
353	\$ 75.991.750	0,36	0,648	0,237
81	\$ 3.168.800	0,01	0,648	0,009
2077	\$ 55.784.000	0,26	0,648	0,174
598	\$ 39.237.500	0,18	0,648	0,122
0386	\$ 57.536.000	0,27	0,648	0,180
2080	\$ 43.244.000	0,20	0,648	0,135
1244	\$ 11.505.000	0,05	0,648	0,036
0090	\$ 46.372.500	0,22	0,648	0,145
0127	\$ 18.685.000	0,09	0,648	0,058
415	\$ 12.437.480	0,06	0,648	0,038
047	\$ 28.805.700	0,13	0,648	0,090
428	\$ 39.697.500	0,19	0,648	0,124
0366	\$ 2.107.000	0,01	0,648	0,006
0411	\$ 30.339.210	0,14	0,648	0,094
420	\$ 16.479.400	0,07	0,648	0,051
0295	\$ 28.648.800	0,13	0,648	0,089
0299	\$ 29.250.000	0,14	0,648	0,091

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Para cada uno de los criterios evaluados, se realizaron el mismo procedimiento para obtener el peso de cada uno de los productos.

2.2.1 Resultado final de los pesos de cada ítem.

En la clasificación ABC se agrupan todos ítem en una tabla, la cual proporciona todos los datos registrados en la clasificación por criterios (rotación, costos y ventas) de cada uno de los criterios analizados con su respectivo peso y nivel de importancia.

Tabla 14. Pesos finales de criterios clase AAA.

Código	Peso producto Rotación	Peso Costo	Peso producto Ventas	Peso Total
053	0,023217171	0,012508031	0,647514674	0,683239876
00040	0,080351601	0,02232375	0,50615129	0,608826642
2921	0,083178039	0,008189114	0,426674618	0,518041772
0321	0,052642412	0,035897488	0,37791615	0,46645605
0058	0,086711087	0,024959972	0,262491317	0,374162377
353	0,078029884	0,024118625	0,237798999	0,339947508
81	0,006864207	0,261332693	0,009916043	0,278112943
2077	0,055822155	0,021314134	0,174563415	0,251699703
598	0,074269712	0,024118625	0,122784884	0,221173221
0386	0,03250404	0,006955138	0,180045903	0,219505081
2080	0,051986275	0,021314134	0,13532232	0,208622728
1244	0,002927382	0,165464984	0,036002296	0,204394663
0090	0,021299231	0,037860632	0,145112254	0,204272117
0127	0,006662319	0,122887708	0,058470483	0,188020509
415	0,006157598	0,136787468	0,038920282	0,181865348
047	0,070156235	0,004318917	0,090140925	0,164616076
428	0,025437944	0,013293289	0,12422435	0,162955583
0366	0,00262455	0,137394576	0,00659338	0,146612506
0411	0,036037087	0,014975983	0,094939698	0,145952769
420	0,086206366	0,004178692	0,051568556	0,141953614
0295	0,032201207	0,019407079	0,089649942	0,141258228
0299	0,027456829	0,014583355	0,091531261	0,133571444

Fuente: Elaboración Propia (2019)

2.3 RESULTADOS CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO

La clasificación ABC de ítems es una herramienta de gestión muy poderosa para la administración de los inventarios. El sistema de pronósticos, como herramienta fundamental para este control, debe por lo tanto estar alineado con dicha clasificación. Específicamente, los ítems clase A deberían ser examinados continua y rutinariamente por los administradores, en conjunto con técnicas relativamente complejas de pronósticos. Los ítems clase B pueden ser manejados de una forma automática, con técnicas adecuadas de pronósticos, en general no tan complejas como las aplicables a ítems clase A, y con la intervención humana solamente en casos de excepción. Para ítems clase C se pueden utilizar las técnicas más simples de pronósticos, e incluso se recomienda en ocasiones que no sean pronosticados. Se debe, sin embargo, ser cuidadoso con estos ítems ya que, aunque representan una fracción baja del porcentaje de ventas totales, pueden ocasionar problemas de manejo en los centros de distribución, de espacio de almacenamiento en puntos de venta, de saturación de los sistemas de información y otros relacionados. (Vidal, 2010)

En este caso se realizó una clasificación ABC con los 668 ítem con los que cuenta la ferretería, se asignaron las ponderaciones correspondientes a cada criterio, la cual indico un mayor porcentaje en las ventas, se obtuvieron los pesos de cada criterio y ordenaron los ítem de mayor a menor para obtenerlas mayores frecuencias, con 668 ítem, la cual arrojó como resultado un total de 144 ítems correspondientes a la clase A que equivalen a un 65% del % de peso total (peso rotación + peso ventas + peso costo) y a un 25% del total de ítems analizados. A si como se muestra a continuación.

Tabla 15. Porcentajes de participación en la clasificación ABC.

Porcentaje	Clasificación	Cantidad	Participación	Peso Total	% Peso total
80%	A	144	22%	14,5675	65%
15%	B	242	36%	5,6243	25%
5%	C	282	42%	2,2541	10%
100%		668	100%	22,4460	100%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Después se realizó una reclasificación para disminuir el número de ítems clase A los cuales se les va a aplicar los pronósticos, debido a que es comprensible que sea un

desgaste realizar varias políticas de inventario para cada uno de los 144 ítems resultantes de la clasificación ABC multicriterio.

Tabla 16. Porcentajes de Participación en la Reclasificación ABC

Porcentaje	Clasificación	Cantidad	Participación	Peso Total	%Peso Total
80%	A	22	41%	5,985	63,78%
15%	B	21	39%	2,402	25,60%
5%	C	11	20%	0,996	10,62%
100%		54	100%	9,384	100,00%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Por los motivos anteriormente expuestos se realiza una clasificación ABC estándar con todos los ítems clase A resultantes de la clasificación ABC multicriterio dando como resultado una zona de ítems clase AAA final con 22 ítems equivalente a aproximadamente. Al 63,78% del % de peso total (peso rotación + peso ventas + peso costo) de las referencias.

A continuación se puede observar a mayor detalle la clasificación ABC. [Ver Anexo 5](#)
[Ver Anexo 6](#), [Ver Anexo 7](#).

3 SIMULACIÓN DE PRONÓSTICOS DE ÍTEMS CLASE AAA

3.1 Patrones de demanda

Para determinar los pronósticos de la demanda se definió en primer lugar que tipo de distribución presentaban los datos al visualizarse gráficamente, para este caso de establecieron patrones de la demanda según el coeficiente de variación que se presentara, en este caso se identificaron patrones de demanda perpetuos y con tendencia creciente y decreciente.

3.1.1 Definición de modelo de pronósticos

Para la realización de los modelos de pronósticos se determinó la tendencia de la demanda de cada uno de los ítem de forma individual, para elegir un método de pronóstico adecuado. Se logró hacer por simulación de hojas de Excel, se determinó los eventos futuros usando los métodos promedio móvil, Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y las señales de rastreo de cada uno de los ítems, los cuales lograron identificar los comportamientos a futuro de la demanda.

3.2 Sistemas de pronósticos

Los sistemas de pronósticos que implementamos para realizar el estudio, fueron el promedio móvil, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, donde se escogió el pronóstico con menor ECM.

3.2.1 Promedio móvil

Este sistema es uno de los más simples que existen, pero no menos útil. A través de él se van a ilustrar varios aspectos que son comunes a cualquier método para pronosticar el promedio móvil es adecuado para patrones de demanda estables o perpetuos, con poca o ninguna tendencia.

Según (Vidal,2010) Debe escogerse el valor de N , por lo tanto, que minimice un indicador especificado de precisión del pronóstico. Para hacer este ejercicio, se puede variar N , por ejemplo, desde 6 hasta 15, aunque algunos autores sugieren hacerlo entre 6 y 20. Valores inferiores a 6 pierden demasiada información histórica de demanda.

3.2.2 Suavización Exponencial Simple.

Este método se considera como la evolución del promedio móvil debido a que se presenta una modificación al realizar una correlación que ajusta el pronóstico de las desviaciones y realiza una suavización de acuerdo al α óptimo.

En este caso se analizaron los 12 meses de la demanda del 2018.

3.2.3 Suavización Exponencial Doble.

Este método es efectivo para patrones de demanda que presenta una tendencia creciente o un patrón estacional constante, por medio del cual se puede eliminar el impacto de eventos irregulares que se presentan históricamente el proceso.

En este caso la demanda presenta un coeficiente de variación inferior a uno, por lo generan una distribución de tipo perpetua.

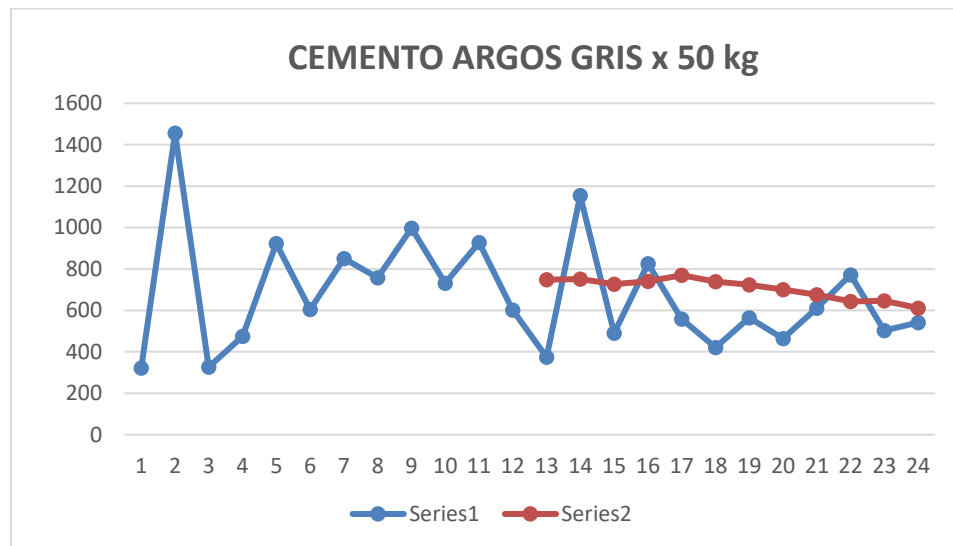
Tabla 17. Coeficiente de Variación

Código	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	C.V
053	677,13	275,66	0,41
00040	304,96	223,65	0,73
2921	697,75	453,59	0,65
0321	136,25	77,93	0,57
0058	136,71	96,35	0,70
353	134,29	105,34	0,78
81	5,67	3,67	0,65
2077	122,33	89,45	0,73
598	76,04	52,18	0,69
0386	386,71	305,89	0,79
2080	89,21	64,48	0,72
1244	3,25	2,25	0,69
0090	57,25	30,85	0,54
0127	8,71	5,09	0,58
415	4,25	3,64	0,86
047	311,75	220,44	0,71
428	131,42	49,80	0,38
0366	7,17	5,10	0,71
0411	91,92	36,31	0,40
420	176,54	115,58	0,65
0295	68,58	7,59	0,11
0299	91,67	9,24	0,10

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Con el coeficiente de variación se puede determinar el tipo de patrón de la demanda, en este caso el CV fue menor a 1, lo cual indica que la demanda sigue un patrón de demanda perpetua.

Grafica 3. Demanda y pronósticos Cemento Argos



Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.2.4 Pronósticos de ítem Cemento Gris x 50 Kg

Los sistema de pronósticos se le realizaron a todos los ítem clase AAA, pero en este caso analizaremos el producto que más peso en la clasificación ABC, es Cementos Argos Gris x 50 Kg con un peso de 3,044%, el cual indica que es el ítem que más ventas genera a la empresa.

En la tabla siguiente se muestra los cálculos obtenidos al realizar el promedio móvil para los datos históricos de dos años anteriores el año de 2017 y 2018, tomando como base los 12 meses de año 2018. [Ver Anexo 8.](#)

3.3 Simulacion de pronosticos

Tabla 18. Método de promedio móvil

Periodo		Demanda						
Meses	T	x_t	Pronostico	e_t	$ E_t $	eT^2	APE %	APE' %
1		322						
2		1456						
3		326						
4		475						
5		923						
6		604						
7		850						
8		758						
9		997						
10		732						
11		927						
12	0	602						
13	1	375	781,4	406,4	406,4	165184	108%	52%
14	2	1154	748,7	-405,3	405,3	164257	35%	54%
15	3	490	792,1	302,1	302,1	91290	62%	38%
16	4	825	753,9	-71,1	71,1	5061	9%	9%
17	5	559	729,3	170,3	170,3	28997	30%	23%
18	6	421	704,6	283,6	283,6	80413	67%	40%
19	7	565	632,3	67,3	67,3	4527	12%	11%
20	8	464	627,0	163,0	163,0	26569	35%	26%
21	9	611	639,7	28,7	28,7	825	5%	4%
22	10	771	562,1	-208,9	208,9	43621	27%	37%
23	11	502	602,3	100,3	100,3	10057	20%	17%
24	12	542	556,1	14,1	14,1	200	3%	3%
25	13	Pronostico Real	553,7					
			MAD	185,10				
			ECM	51750				
			MAPE	34%				
			MAPE'	26%				
			Desviación Estándar	232 227				

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 20. Método de Suavización Exponencial Simple

Periodo															
Meses	T	Demanda x_t	Pronostico	e_t	$ E_t $	eT^2	APE %	APE' %							
1		322													
2		1456													
3		326													
4		475													
5		923													
6		604													
7		850													
8		758													
9		997													
10		732													
11		927													
12	0	602													
13	1	375	747,7	372,7	372,7	138880,4	99%	50%							
14	2	1154	695,4	-458,6	458,6	210341,3	40%	66%							
15	3	490	759,7	269,7	269,7	72754,2	55%	36%							
16	4	825	721,9	-103,1	103,1	10634,0	12%	14%							
17	5	559	736,3	177,3	177,3	31452,9	32%	24%							
18	6	421	711,5	290,5	290,5	84368,2	69%	41%							
19	7	565	670,7	105,7	105,7	11172,8	19%	16%							
20	8	464	655,9	191,9	191,9	36813,4	41%	29%							
21	9	611	628,9	17,9	17,9	322,0	3%	3%							
22	10	771	626,4	-144,6	144,6	20901,8	19%	23%							
23	11	502	646,7	144,7	144,7	20942,0	29%	22%							
24	12	542	626,4	84,4	84,4	7124,3	16%	13%							
25	13	Pronostico Real	614,56												
									MAD		196,76				
									ECM				53808,96		
									MAPE						36%
									MAPE'						28%
									Desviación Estándar		246,6		231,9		

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 21. Método de Suavización Exponencial Doble

Meses	Periodo T	Demanda x_t	S_T	$S_T^{[2]}$	$\hat{x}_t$ Pronóstico	e_T	$ e_T $	e_T^2
1		322						
2		1456						
3		326						
4		475						
5		923						
6		604						
7		850						
8		758						
9		997						
10		732						
11		927						
12	0	602	424,4	33,4				
13	1	375	422,9	43,8	827,7	452,7	453	204948
14	2	1154	445,2	77,7	813,9	-340,1	340	115675
15	3	490	446,6	90,3	824,3	334,3	334	111739
16	4	825	458,1	112,7	814,1	-10,9	11	120
17	5	559	461,2	126,4	814,4	255,4	255	65230
18	6	421	460,0	135,3	806,6	385,6	386	148690
19	7	565	463,2	148,5	794,8	229,8	230	52822
20	8	464	463,2	158,1	787,8	323,8	324	104854
21	9	611	467,7	171,9	777,9	166,9	167	27864
22	10	771	477,0	190,2	772,8	1,8	2	3
23	11	502	477,7	199,7	772,8	270,8	271	73318
24	12	542	479,7	210,2	764,5	222,5	223	49509
				Pronostico Real	757,7			
						MAD	249,56	
						ECM		79564,34
						Desviación Estándar	313	282

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 22. Parámetros del Método de Suavización Exponencial Doble

$a_1(0) =$	667,6212121
$b_2(0) =$	12,31468531
$b_1(0) =$	815,3974359
ALPHA	0,030532951
BETA	0,969467049

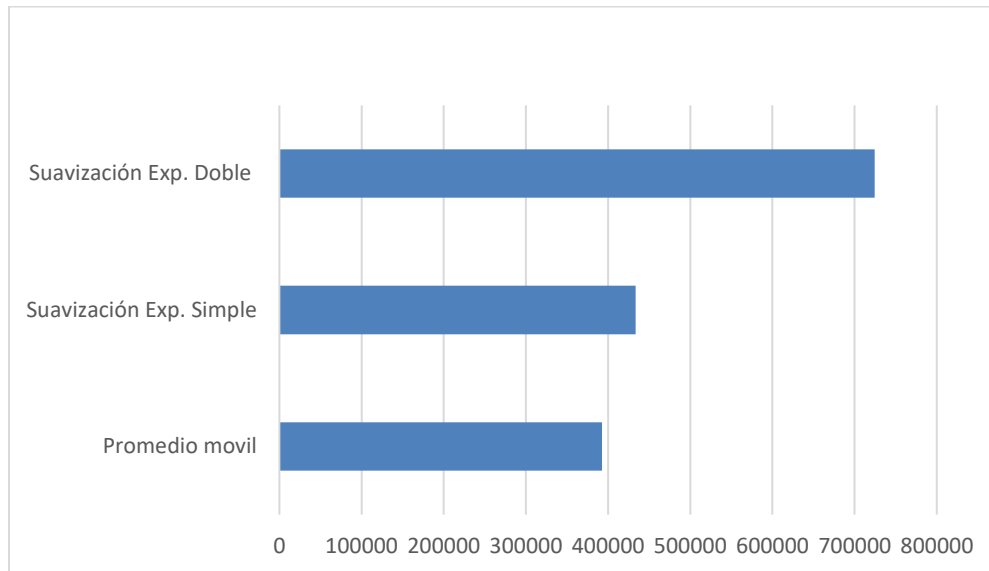
Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 23. Resumen de Resultados del Menor Error Cuadrático Medio.

	Promedio Móvil	Suavización Exp. Simple	Suavización Exp. Doble
ITEMS	ECM	ECM	ECM
053	51750	53809	79564
00040	63366	124948	77251
2921	108630	49815	351409
0321	6064	6187	5482
0058	8888	9696,59	9110
353	11159	33008	11467
81	11	11	13
2077	7164	8180	7691
598	1371	1576	2615
0386	90959	98542	125925
2080	3148	1186	3441
1244	2,20	2	6
0090	802	920	1011
0127	4,89	6	6
415	8	7	18
047	33538	39509	38991
428	2052	2335	2364
0366	14	14	15
0411	1617	1458	2293
420	2178	2067	5509
0295	32	34	78
0299	29	30	74

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Grafica 4. Mejor ECM de los Pronósticos



Fuente: Elaboración Propia (2019)

Con la realización de los pronósticos se concluye que el menor ECM de los tres métodos, es el promedio móvil ya que es óptimo para eliminar el impacto de elementos irregulares históricos.

4 SEÑALES DE RASTREO Y CONTROL DE OUTLIERS

Mediante la señales de rastreo se puede identificar y mostrar las posibles desviaciones o sesgos que se presentan el sistema de pronósticos, que se encuentre fuera de control, donde se tiene un rango de (0,40 – 0,6) si este rango se sobre pasa se tendrá que revisar el sistema de pronósticos ya que se pueden presentar datos atípicos que están alterando el sistema de pronósticos, este dato a típico se puede eliminar si se toma el promedio de los otros datos para ser remplazado por el dato atípico que está presentando alteraciones en el sistema de pronósticos.

En la fase de inicialización del pronóstico se pueden identificar datos atípicos por medio de la estimación del promedio y la desviación estándar de la demanda en forma directa con base en los datos de demanda disponibles. Se puede, por ejemplo, declarar la presencia de un dato atípico cuando un dato de demanda supera al promedio ± 2.5 veces

la desviación estándar. Si esto ocurre, entonces se procede a eliminar el dato y tomar, por ejemplo, el promedio del resto de datos para su reemplazo.

Cuando se presentan datos atípicos dentro del proceso normal del pronóstico, entonces se pueden utilizar valores más adecuados de control. Montgomery et al. (1990, p. 222), sugieren calcular la expresión:

$$\left| \frac{e(T)}{MAD} (T) \right|$$

Se declara la presencia de un dato atípico cuando ésta supere el valor de 5 ó 6, aproximadamente. Sin embargo, no es conveniente eliminar el dato atípico automáticamente, pues puede representar un cambio real en el nivel de la demanda. Es preferible analizar más a fondo la situación específica para determinar la existencia de uno u otro. (Vidal, 2010)

Según (Vidal, 2010) w es una constante de suavización diferente a la que se esté utilizando para los pronósticos, la cual, aunque teóricamente cumple con la condición $0 < w < 1$ [Montgomery et al. (1990), p. 207], en la práctica se emplea normalmente el rango $0.01 < w < 0.10$ [Silver et al. (1998), p. 112], con el valor más comúnmente utilizado de 0.10 [Axsäter (2000), p. 18], aunque algunos autores sugieren un valor único de 0.15. Dado que el valor esperado de los errores del pronóstico es cero, entonces siempre se define como valor inicial $Q(0) = 0$.

Para hallar los errores de suavización se requiere calcular los residuos de regresión lineal para los 24 meses evaluados, por lo tanto se tiene que encontrar los valores del eje, en este caso es $\hat{a}_1(0)$ y una pendiente $b_2(0)$

Se calcula mediante la siguiente formula:

Demanda estimada por regresión lineal $(T = 1) = \hat{a}_1(0) + Tb_2(0)$

Tabla 24. Señales de Rastreo Cemento Argos Gris x 50 kg

Dem Regresión	Residuos	Error Suav Q(T)	MAD Suav MAD (T)	ECM Suav ECMS(T)	Inv Máximo ECMS	Señal de Rastreo	Control Outliers		
680	358			ALPHA0,030532951 BETA0,969467049 σϵ4673,125575 Constante w =0,10 Constante c1 =1,039240					
1348	-108								
2015	1689								
2683	2208								
3350	2427								
4018	3414								
4686	3836								
5353	4595								
6021	5024								
6689	5957	Error Suavizado	MAD Suavizada	ECM Suavizado	Inv Máximo ECMS	Señal de Rastreo	Control de		
7356	6429	Q(T)	MAD(T)	ECMS(T)		Q(T)/MAD(T)	Outliers		
8024	7422	0,00	3811,14	21838102,64					
		45	3475	19674787	12046	0,01	0,13		
		7	3162	17718876	11462	0,00	0,11		
		39	2879	15958162	10929	0,01	0,12		
		34	2592	14362358	10404	0,01	0,00		
		57	2359	12932645	9912	0,02	0,11		
		89	2161	11654250	9439	0,04	0,18		
		103	1968	10494107	8990	0,05	0,12		
		126	1804	9455182	8564	0,07	0,18		
		130	1640	8512450	8159	0,08	0,10		
		117	1476	7661205	7777	0,08	0,00		
		132	1356	6902417	7417	0,10	0,20		
		141	1242	6217126	7071	0,11	0,18		

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En las señales de rastreo y control de datos atípicos (outliers) anterior se puede observar que el sistema de pronósticos se encuentre ajustado, debido a que el Q(T)/MAD(T) presenta no presenta outliers. En el caso de que se presentaran se deben corregir o remplazarse por el promedio de los datos y ser remplazados, ya que si se eliminan podrían presentar nerviosismo al sistema.

Las señales de rastreo son útiles para medir el desempeño que permite medir las desviaciones del pronóstico con respecto a las variaciones de la demanda. [Ver Anexo 9](#)

5 DEFINICIÓN DE LA POLITICA DE CONTROL DE INVENTARIO

Al realizar los sistemas de pronósticos se identifica el menor MAD, ECM y menor APE del ítem analizado, para realizar la política de control siempre es importante responder a las siguientes preguntas, ¿cuándo se debe revisar el inventario? ¿cuándo se debe emitir una orden de pedido? ¿cuánto se debe ordenar?, para ofrecer un nivel de servicio adecuado reduciendo los costos totales relevante.

En este caso se aplicó la técnica de revisión continua (s,Q) (s, S) y la técnica de revisión periódica (R,S) para determinar cuál de ellas proporcionaba el menor costo total relevante CTR.

El análisis se realizó con la información de la demanda de los últimos dos años proporcionada por la empresa, debido a que no cuentan con registros de años anteriores.

El costo de mantener el inventario el cual fue calculado de la siguiente manera.

$$\text{costo de mantener el inventario} = Ivr$$

Donde:

I = Inventario promedio

v = Precio de compra

r = Costo porcentual por año por mantener el inventario

El factor k se determina de la siguiente manera. (Muller,2005)

$$\text{Costo de Mantener el Inventario (factor } k) = \frac{\text{costo de mantener el inventario}}{\text{valor promedio del inventario}} * 100$$

$$\text{Costo de Mantener el Inventario (factor } k) = \frac{24.250.028}{107.255.215} * 100 = 23\%$$

Tabla 25. Datos para calcular política de inventario

053 CEMENTO ARGOS GRIS x 50 Kg			
DATOS		Valor	Periodo
Demanda mensual pronosticada (und/mes)	d	554	
Error cuadrático medio	ECM	51750	
Desviación estándar del errores	σ_1	227	
Tiempo de reposición (mes)	L	0,5	Mes
Valor del ítem (\$)	v	\$ 19.624	
Costo de ordenamiento (\$)	A	\$ 1.107.938	\$/Pedido
Costo de mantenimiento del inventario (\$)	r	23%	Anual
Nivel de servicio deseado	P1	95,00%	

Fuente: Elaboración propia (2019)

Para la construcción de la política de inventario se determinó las siguientes variables tales como:

El tiempo que transcurre para pedir una orden (tiempo de reposición L) se estableció que a la mitad del mes se hace la reposición del producto listo para ser demandado es de 0,5 mes.

El costo de Alistamiento se calculó multiplicando el promedio del inventario del producto por el costo asociado de cada ítems.

El costo de mantener el inventario se calcula de la siguiente manera.

$$CTM = C * P * A$$

Donde:

C = costo porcentual por año por el mantenimiento del inventario

P = Precio de compra

A = Inventario promedio

Después de hallar el costo de mantenimiento, se continua con la aplicación de las técnicas de revisión continua (s,Q) (s,S) y la técnica de revisión periódica (R, S) para posteriormente seleccionar la política de control de inventario que ofrezca el menor costo total relevante.

5.1 Tipos de sistemas de control

5.1.1 Sistema de revisión continua (s,Q) con P1 Especificado

$$Q = \frac{\sqrt{2AD}}{vr}$$

$$\sigma_L = \sigma_1 * \sqrt{L}$$

Determinación del factor K

$$P_z(k) = 1 - P2$$

Demanda dada mediante el tiempo de reposición $\hat{X}_L$

$$\hat{X}_L = dl$$

5.1.2 El punto de reorden s

$$s = \hat{X}_L + k \sigma_L$$

5.1.3 El nivel de servicio P2

$$P2 = 1 - \frac{\sigma LGz(k)}{Q}$$

$$P1 = 1 - P_z(k)$$

Por último se calcula el costo total relevante generado por el sistema (s,Q)

$$CTR_2 = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + k\hat{\sigma}_L \right) vr + \frac{D}{Q} (B_2 v) \hat{\sigma}_L G_z(k)$$

5.2 Sistema Continuo (s,Q) con P2 Especificado

$$Q = \frac{\sqrt{2AD}}{vr}$$

Al asumir que todos los faltantes son ordenes pendientes, se determina el punto de reorden de P2 es igual a 95%

$$G_z(K) = \frac{Q}{\sigma_L} (1 - P2)$$

$$G_z(K)$$

$$P1 = 1 - P_z(k)$$

$$s = \hat{X}_L + k\sigma_L$$

5.3 Sistema de revisión continua (s,S)

- Hallar el valor se s y S
- Establecer un costo total relevante

Cálculo de Q

$$Q = \frac{\sqrt{2AD}}{vr}$$

el factor de seguridad k se determina para un nivel de servicio de 95% con la fórmula de Excel = DISTR.NORM.ESTAND.INV(0.95) $K = 1.645$

El inventario de seguridad (SS) se calcula con las demandas estimadas durante el tiempo de reposición ($\hat{X}_L$)

$$SS = \sigma_L * K$$

$$\hat{X}_L = d * L$$

Con la siguiente formula se obtiene el valor del punto de re orden y el valor máximo se inventario.

5.3.1 Punto de Re orden s

$$s = SS + \hat{X}_L$$

$$S = Q + s$$

5.3.2 Costo total relevante

este costo se calcula con los costos de la realización de un pedido y los costos de mantenimiento del inventario.

$$CTR = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + SS \right) vr$$

5.4 Sistema de Revisión Periódico (R,S)

Para calcular este sistema periódico se utiliza costo de ordenamiento A el cual es igual al costo de ordenamiento anterior.

Calculo del tiempo de revisión R:

$$R = \frac{EOQ}{D}$$

5.4.1 Calculo del inventario máximo S

El cálculo se inicia dependiendo el tiempo de reposición.

$$\sigma_{R+L} = \sigma_1 * \sqrt{R+L}$$

El factor de seguridad k se determina con la fórmula de Excel = DISTR.NORM.ESTAND.INV(0,95)= 1.64

Calculo de k para P2

$$Gz(k) = \frac{DR}{\sigma_{R+L}} (1 - P_2)$$

En el Apéndice A, del libro de (Vidal,2010) se obtiene el factor de seguridad k

Calculo del inventario según el tiempo de reposición.

$$SS = \sigma_{R+L} K$$

$$\widehat{X_{R+L}} = d(R + L)$$

Después obtenemos S

$$S = SS + \widehat{X_{R+L}}$$

5.4.2 Costo Total Relevante

$$CTR = \frac{A}{D} + \left(\frac{DR}{2} + SS \right) vr$$

5.5 RESULTADO DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIO

Los datos calculados de las políticas (s,S) (R,s) y (s,Q) de los 22 ítems se pueden observar a continuación. [Ver Anexo 10](#)

Para la política de control (s,S) con P1 especificado de 95% se obtuvo que P2 proporciona valores mayores al 97% y un aproximado de aceptación de 99,74% para P2.

Para la política de inventario control (R,s) con P1 especificado de 95% se obtuvo que un aproximado de aceptación de 90.42% para obtener el nivel de servicio desea.

Para la política de inventario control (s, Q) con P1 especificado de 95% se obtuvo que P2 proporciona valores mayores al 96% y un aproximado de aceptación de 99,77%.

A continuación se realizó una comparación entre políticas anteriormente calculadas, para determinar el menor costo total relevante. [Ver Anexo 11](#)

Posteriormente se identifica la mejor propuesta para cada uno de los ítems clase AAA. Mediante el cual se logra establecer el costo total relevante óptimo. En este caso la mejor opción para la empresa es aplicar la políticas continuas (R,S) al cual arroja en menor costo total relevante. [Ver Anexo 12](#)

Tabla 26. Política de Inventario Optima

Ítem	Sistema	Costo Total Relevante	Nivel de Servicio Deseado
CEMENTO ARGOS GRIS x 50 Kg	(R,S)	\$ 7.353.658	92,68%
LAMINA SUPERBOARD 6 MM X UND	(s,Q)	\$ 6.679.779	99,61%
PERFIL ENTREPISO PLACA FACIL EXENTO	(R,S)	\$ 5.723.086	96,64%
MALLA ELECTROSOLDADA 4,0 MM 15 X 15 X 6 MTS	(R,S)	\$ 5.962.348	89,28%
TEJA ETERNIT 3,05 (No.10)	(R,S)	\$ 4.388.558	90,17%
ARENA GRUESA X METROS	(s,S)	\$ 4.417.790	99,08%
TUBO RECTANGULAR 4" X 11/2" CAL18 (1,10MM) X UND	(R,S)	\$ 1.861.048	94,80%
PVCIELO 2 S/E MADERA BLANCO x 5,95 MT X UNIDAD	(R,S)	\$ 257.345	99,63%
ARENA DELGADA X METROS	(R,S)	\$ 1.907.123	91,84%
TUBO SANITARIO 4" X METROS CELTA - DURMAN	(R,S)	\$ 1.861.048	94,80%
PVCIELO 2 S/E MADERA ENCINO x 5,95 MT LOGIC X	(R,S)	\$ 1.596.569	94,25%
LAVADERO GRANITO 1 MT X 60 CON JABONERA	(s,Q)	\$ 532.080	99,71%
PERLIN 4x2 CAL 14 (2,00 MM) (100x50) X UNIDAD	(R,S)	\$ 2.355.668	91,52%
VINILO PINTULAND T1 X CÑT BLANCO SUPERLAV Ref	(R,S)	\$ 879.073	95,39%
TUBO ALCANTARILLADO 10" CORRUGADO DURAFORT	(R,S)	\$ 730.859	89,17%
VARILLA CORRUGADA 9 MM	(R,S)	\$ 1.599.089	89,93%
VARILLA CORRUGADA 5/8")	(R,S)	\$ 1.605.416	94,55%
LIMPIADOR PVC-CPVC 1/4")	(R,S)	\$ 1.097.576	94,55%
TUBO SANITARIO 6" X METROS CELTA - DURMAN	(R,S)	\$ 1.396.683	92,82%
VARILLA CORRUGADA 8,5 MM	(R,S)	\$ 657.997	97,30%
TEJA ETERNIT 2,44 (No.8)	(R,S)	\$ 482	98,560%
TEJA ETERNIT 1,83 (No.6)	(R,S)	\$ 807.099	98,97%
TOTAL		\$ 53.670.374	

Fuente: Elaboración propia (2019)

6 PROPUESTA DE MEJORA EN CONTROL DE ALMACENAMIENTO

Imagen 11. Bodega de abastecimiento



Fuente: Imágenes Suministrada por la Distribuidora caso de estudio (2019).

El siguiente punto tiene como objetivo proponer una mejora en el proceso de almacenamiento de la distribuidora caso de estudio, debido a que se debe maximizar la utilización del espacio de las instalaciones la bodega, minimizar los esfuerzos o agotamientos del trabajador, disminuir el riesgo de accidentalidad, minimizar los tiempos de almacenamiento y despacho del producto, eliminado obstáculos en áreas de tránsito de los empleados, ya que con un almacenamiento se logra conservar en óptimas condiciones el máximo de mercancías con el mínimo espacio, por lo tanto se recomienda caracterizar la mercancía por tamaño, peso, composición química, calidad, resistencia y empaque.

Para realizar la distribución homogénea de los productos ofrecidos por la empresa, se tienen presente las normas e indicaciones establecidas por el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). En donde se tendrá en cuenta la clasificación ABC multicriterio y técnica APH realizada en el capítulo III, además se procede hacer una semaforización de los productos, dependiendo la demanda y la fechas de ingreso de cada ítem, después se clasifican por familias y nivel de importancia, luego se procede a reubicar por medio de categorías y colores.

El siguiente paso es realizar un cursograma analítico, donde se registren las actividades realizadas en el proceso de almacenamiento y despacho, tanto para el sistema actual

como el propuesto, en el cual se requiere conocer los tiempos de reducción del sistema propuesto.

6.1 NORMAS REQUERIDAS POR EL CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD (CCS)

6.1.1 LEGISLACIÓN Y NORMALIZACIÓN

La resolución número 02400 de mayo 22 de 1979 “Normas sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo”.

Artículo 218: Los locales de trabajo, los pasillos y patios alrededor de las edificaciones, los patios de almacenamiento y lugares similares, deberán mantenerse libres de basuras, desperdicios y otros elementos susceptibles de encenderse con facilidad.

Colores de seguridad

Código de colores Artículo 203. Los colores básicos que se emplearán para señalar o indicar los diferentes materiales, elementos, máquinas, equipos, etc., son los siguientes de acuerdo a su clasificación:

El color amarillo se empleará para señalar demarcación de áreas de trabajo y de almacenamiento (franjas de cinco centímetros de ancho). De las edificaciones destinadas a lugares de trabajo.

Código sanitario nacional Artículo 91.

Los establecimientos industriales deberán tener una adecuada distribución de sus dependencias, con zonas específicas para los distintos usos y actividades, claramente separadas, delimitadas o demarcadas y, cuando la actividad así lo exija tendrán espacios independientes para depósitos de materias primas, elaboración, procesos especiales, depósitos de productos terminados y demás secciones requeridas para una operación higiénica y segura. (Leyes.co 2014-2019 Colombia)

6.2 MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.

Artículo 120.

Los vehículos, equipos de izar, bandas transportadoras y demás elementos para manejo y transporte de materiales, se deberán mantener y operar en forma segura.

Artículo 121. El almacenamiento de materiales u objetos de cualquier naturaleza, deberá hacerse sin que se creen riesgos para la salud o el bienestar de los trabajadores o de la comunidad.

NTC 4166. Equipo de protección y extinción de incendios.

NTC 1931. Protección contra incendio, señales de seguridad.

Para el almacenamiento.

En las visitas de control realizadas por el CCS a la comercializadora caso de estudio se hacen las siguientes recomendaciones para mejorar el almacenamiento

Agrupación por línea o familia de productos: los ítems ferreteros deben estar distribuidos en las estanterías y vitrinas de acuerdo a su línea de producto. Las líneas de productos de la comercializadora caso de estudio están comprendidas entre:

- Materiales fundamentales,
- Materiales conglomerantes
- Materiales complementarios o auxiliares
- Materiales Cerámicos
- Materiales químicos
- Accesorios

Peso de productos: El peso de los ítems varían, por lo que se recomienda que los más pesados se ubiquen en la parte de abajo.

6.3 CLASIFICACIÓN ABC POR FAMILIAS

El objetivo de la clasificación ABC para la comercializadora caso de estudio es organizar los productos ferreteros dependiendo las ventas. Para esta se tendrá en cuenta la clasificación ABC realizada en el capítulo III .

Imagen 27. Clasificación por Grupos de Familia.

Familias	Clase A	Clase B	Clase C	Total
Materiales Fundamentales	58	72	93	223
Materiales Conglomerados	18	27	17	62
Materiales complementarios	35	85	103	223
Materiales Cerámicos	25	34	31	90
Materiales químicos	5	11	17	33
Accesorios	3	13	21	37
Total	144	242	282	668

6.4 SEMAFORIZACIÓN

La función de la semaforización en la comercializadora caso de estudio es visualizar a que clase pertenece y a que familia pertenece cada ítem. Esto se hace con el propósito de reducir los tiempos de almacenamiento y despacho de productos, ya que será visualmente más fácil encontrar los productos más demandados.

Para la comercializadora caso de estudio se van a trabajar los rangos de colores y numeraciones como observa a continuación.

Tabla de 28. Clasificación ABC por medio de Colores

Clasificación Ítem	
	Clase A
	Clase B
	Clase C

Fuente: Elaboración Propia (2019)

6.5 SEÑALIZACION ITEM CLASE AAA

Tabla de 29. Clasificación por Familias y numeración

Familia Clase A	
A1F	Fundamentales
A2CG	Conglomerados
A3C	Complementario
A4CR	Cerámicos
A5Q	Químicos
A6A	Accesorios

Fuente: Elaboración Propia (2019)

6.5.1 CURSOGRAMA ANALITICO

El Cursograma analítico es un método donde se representa gráficamente los procedimientos administrativos de la empresa y se logra identificar las diferentes acciones que se realizan en el proceso de almacenamiento y despacho, las cuales son fundamentales para el desempeño de la organización.

Los curso gramas permiten indicar:

- Que operaciones se llevan a cabo.
- Que tiempo se tarda en cumplir cada tarea.
- Que controles se deben de realizar en los procedimientos.
- Que decisiones se toman con respecto a los controles de cada procedimiento.

El curso grama analítico actual representa las actividades que comprenden el proceso de almacenamiento y despacho de los productos de la comercializadora caso de estudio, por lo tanto se conoce el tiempo transcurrido entre cada actividad. En este caso la actividad que representa demoras es la espera para almacenar y el tiempo que tarda el operario en ubicar el material requerido por el cliente. Según el tiempo registrado durante el proceso actual se tarda un total de 171 minutos y en distancia se tiene un recorrido de 3 metros, en realizar la operación de traslado y despacho [Ver anexo 13](#)

Tabla 30 Cursograma Analítico Actual

CURSOGRAMA ANALITO ACTUAL				Operario					
Diagrama no. 1 Hoja 1 de 1				Resumen					
Producto: Materiales de construcción y ferretería				Actividad		Actual	Pro.	Ec.	
Actividad: Proceso de Almacenamiento				Operario		29			
Método: Actual				Inspección		16			
				Espera		101			
				Transporte		10			
				Almacenamiento		15			
				Distancia(mts.)		3			
Lugar: Comercializadora caso de estudio				Tiempo(hrs. –hom.)		171			
Operario(s)				Costo					
Compuesto por: Felipe – Elena		Fecha: 15/08/2019		Mano de Obra					
Aprobado por: Administrador		Fecha: 15/08/2019		Material					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo minutos	Actividad					OBSERVACION
				○	□	◐	➡	▽	
1. Descargar de materiales.		0	17	●					
2. Entrada de materiales a la bodega.		1	10				●		
3.Estado del producto y calidad.		0	9		●				el operario revisa las condiciones del material
4. Registro de materiales para almacenar.		0	7		●				
5. Espera de material a almacenar.			100			●			Hasta que el administrador este disponible
6.Ubicación en la zona de almacenamiento.		2	10				●		
7. Características del producto (familia, color, numero).		0	5					●	
8. Solicitud del cliente.		0	1				●		
9. Ubicar material requerido por el cliente.		0	9	●					
10. Empaque y Despacho.		0	2	●					
11. Realizar factura.		0	1	●					
TOTAL		3	171 min	29	16	101	10	5	171

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Tabla 31. Cursograma Analítico Propuesto

CURSOGRAMA ANALITO Propuesto				Operario					
Diagrama no. 1 Hoja 1 de 1				Resumen					
Producto: Materiales de construcción y ferretería				Actividad		Actual	Pro.	Ec.	
Actividad: Proceso de Almacenamiento				Operario	○	29	21	8	
Método: Propuesto				Inspección	□	16	14	2	
				Espera	D	101	31	70	
				Transporte	⇒	10	16	-6	
				Almacenamiento	▽	5	5	0	
				Distancia(mts.)		2			
Lugar: Comercializadora caso de estudio				Tiempo(hrs. –hom.)		161	87	74	
Operario(s)				Costo					
Compuesto por: Felipe – Elena		Fecha: 15/08/2019		Mano de Obra					
Aprobado por: Administrador		Fecha: 15/08/2019		Material					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (min)	Actividad					OBSERVACION
				○	□	D	⇒	▽	
1. Descargar de materiales.		0	17	●					
2. Entrada de materiales a la bodega.		1	9				●		
3.Estado del producto y calidad.		0	7		●				el operario revisa las condiciones del material
4. Registro de materiales para almacenar.		0	7		●				
5. Espera de material a almacenar.		0	30			●			Hasta que el administrador este disponible
6.Ubicación en la zona de almacenamiento.		1	7				●		
7. Características del producto (familia, color, numero).		0	5					●	
8. Solicitud del cliente.		0	1				●		
9. Ubicar material requerido por el cliente.		0	2	●					
10. Empaque y Despacho.		0	1	●					
				●					
11. Realizar factura.		0	1	●					
TOTAL		2	87min	21	14	31	16	5	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al comparar los dos registros se puede evidenciar que se presentan demoras en las entradas y salidas del material debido a que no se cuenta con una organización en las áreas de almacenamiento, por tal razón es necesario estandarizar los procedimientos a realizar.

Como resultado del Cursograma propuesto se obtuvo una reducción de 74 minutos con respecto al actual y en distancia se obtuvo una reducción de 2 metros, debido a que se mejoraron las zonas de almacenamiento y los tiempos de espera para almacenar.

6.6 REUBICACIÓN Y CODIFICACIÓN

La propuesta de reubicación de estanterías se hace con la idea de utilizar de mejor manera el espacio de la comercializa, de evitar pérdidas en ventas por la insatisfacción de los clientes ya que los tiempos de espera son muy largos, esto se logra organizando los productos en un lugar específico a las herramientas, varillas y bultos para que no estén obstaculizando el tránsito, ubicarlos de tal forma que se identifique que clase de producto es (A,B,C) y a que familia pertenece (Fundamentales, Conglomerantes, complementarios, Cerámicos, Químicos ,Accesorios)

La comercializadora cuenta con 24 estanterías metálicas, de 90 cm de ancho por 2 m de alto, de 5 niveles, con 8 vitrinas con 1,5 m de ancho por 45 cm de alto, con 4 niveles cada una. El objetivo de la codificación es localizar de forma ágil los productos, lo que minimizara el tiempo de despacho del cliente y de almacenamiento, el recuento de la mercancía a la hora de realizar inventario se hace más rápido y se logra tener una bodega más ordenada.

Cada estantería y vitrina estarán asociadas a una codificación correlativa conformada por:

- Número de estantería o vitrina
- Letra de la familia
- Nivel de la estantería o vitrina
- Color de la semaforización

El código de cada estantería será de dígitos y la abreviación de la familia que corresponda.

- Primer dígito: La letra en mayúscula a la que corresponda en la clasificación.
- Segundo dígito: numero al que pertenece cada familia.

- Tercer dígito: letra mayúscula inicial que representa la familia (Fundamentales, Conglomerantes, complementarios, Químicos, Accesorios) a la que pertenece cada producto.
- Nivel de la estantería o vitrina: número que indica el nivel de la estantería o vitrina de forma ascendente
- Color: está asociado a la semaforización.

6.7 DISTRIBUCCION DE LA BODEGA

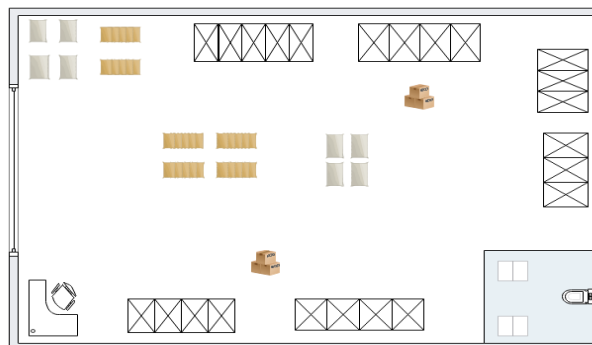
El Layout es una herramienta utilizada en para el diseño y distribución de planta, es ideal para realizar distribuciones de material y aumento de la capacidad de las instalaciones, la cual permite delimitar las zonas, maximizar espacios, mejorar traslados de material, personal o maquinaria.

En este caso la distribuidora de materiales de construcción cuenta con un área de 385 m², una habitación de almacenamiento con baño con un medidas de L 6:10 metros x W 8:90, el resto, el resto de espacio las ocupa 27, estanterías y 8 vitrinas, además cuenta con una mezcladora de cemento, un montacargas. En la parte delantera de la bodega se encuentra los bulto de cementos y estibas.

Los materiales se encuentran desordenados en varios lugares de la bodega, lo cual causa dificultades en ubicar los materiales solicitados.

6.8 Distribución Actual

Imagen 9. Distribución Actual de la Bodega



Fuente: Elaboración Propia (2019)

6.9 Propuesta de mejora del Almacenamiento

Al analizar el layout anterior con la información suministrada y las visitas realizadas a la bodega se constata, que se requiere de una redistribución de los materiales, ya que el mecanismo utilizado por la empresa actualmente, no ayuda a mejorar el procesos de almacenamiento, por lo tanto se propone clasificar los ítems del ABC, en grupos de familias, ubicando los ítems de mayor ventas en la zona principal a la entrada, las distribución se hará en forma de U para el sistema de flujo de material sea eficiente, además se tienen cuenta las normas de seguridad establecidas.

Imagen 10. Propuesta distribución



Fuente: Elaboración Propia (2019)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el diagnóstico se logró determinar el estado actual en que se encuentra la empresa, se analizaron las fallas en los procesos que realizan, y a su vez se aplicaron herramientas de calidad que permitieron establecer los inconvenientes que se generaban, con los altos niveles de inventario.

En los datos proporcionados por la comercializadora se observa las pérdidas de margen contributivo anual que se generan al no contar con una política de inventario, ya que en el año 2018 se registraron pérdidas de \$ 91.851.60 millones por ausencia de producto requerido y faltantes en las entregas, por lo tanto la empresa perdería 338.055.600 millones anuales, por no establecer políticas de inventario ideales para su operación de almacenamiento y abastecimiento.

Con el resultado que arroja la encuesta se puede concluir que el criterio más importante para la empresa es la venta con un porcentaje de 65%, el segundo criterio costos tiene un 26%, mientras que la rotación del inventario cuenta con un 9% de importancia según las personas encuestadas.

La clasificación ABC multicriterio, es una herramienta importante para este tipo de situaciones, donde se requieren el análisis de criterios y definiciones de pesos para los productos de mayor importancia para la empresa en este caso el criterio ventas es más relevante, los ítems clase AAA representan el 65% de las ventas totales de la empresa. Los ítems clase AAA corresponden a un 63, 78% de las ventas.

Con los patrones de demanda se identificó los comportamientos perpetuo según el conjunto de los datos obtenidos, se establecieron los métodos más aprobado para adquirir el menor error cuadrático medio (ECM) sobre determinado periodo. Fue el promedio móvil.

El rastreo de datos no se encontró ningún dato atípico que requiriera ser modificado se hace generalmente para corregir datos atípicos que están alterando el sistema, con este tipo de métodos se alcanza a obtener un pronóstico de las demandas futuras o un inventario máximo, con el que se pueda contar para no tener faltas en los productos con mayor rotación.

Mediante el cálculo del costo total relevante la empresa puede adquirir un mayor beneficio al aplicar la política más conveniente en este caso fue la política de revisión

Periodica (R,S) la cual permite revisar el inventario cada cierto periodo de tiempo, por lo tanto con esta política se podrá reducir costos de transporte.

Con la propuesta de mejora a la comercializadora por medio de la redistribución del inventario y el almacenamiento, se logra observar la mejora en el proceso por medio del Cursograma analítico, ya que se evidencio la reducción de tiempos de espera y mejoramiento de las instalaciones, al aplicar herramientas recomendadas, debido a que se obtendrá una mayor maximización de los espacios, además al organizar la bodega se puede evitar riesgos y posibles accidentes.

Los resultados finales que se presenten mostrar con este trabajo de grado, implementado en la distribuidora de materiales de construcción, fue proponer una serie de alternativas muy útiles, para llevar a cabo un sistema de control de inventario apropiado, que permita ser efectivos a la hora de prestar el servicio esperado. Por esta razón se le recomienda a la empresa realizar un estudio detallado sobre las demandas futuras, considerar la variabilidad de los lead times o metodología de control conjunto de ítems.

Para el desarrollo de futuras investigaciones, se debería de tener en cuenta un mayor número de datos históricos que presente diferentes patrones de demanda, y que se tenga registro de los faltan, ya que mediante ellos se podrá hacer un análisis acertado y fiable.

Además se recomienda que para futuras investigaciones en el Cursograma Analítico se tenga en cuenta los costos de mano de obra y material ya que se podría hacer una reducción de dichos costos y además realizar un análisis de costo beneficio el cual este enfocado al mejoramiento del almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Cortés, B., & Morales, L.(2012). “Diseño de un sistema de control de inventarios de repuestos en la empresa manufactura”. Universidad del valle, Cali, Colombia.
- Fernández, C “Programación Lineal e Ingeniería Industrial: una Aproximación al Estado del Arte”, Actualidad y nuevas tendencias, Año 4, Vol. II, N.º 6. 2011.
- Fiaep, (2015) de Inventario, y. a. Control y manejo de inventario y almacén.
- G. Cardozo et al; Gestión Efectiva de Materiales. Proceso de Compras, Administración de Almacenes y Control de Inventarios. Cartagena de Indias: Fondo Editorial Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Primera Edición. 2003.
- Castro Zuluaga, C. A., Vélez Gallego, M. C., & Castro Urrego, J. A. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignacion de pesos. *Iteckne*, 8, 163–170
- Gutiérrez, V., & Patricia Jaramillo, D. (2009). Reseña del Software Disponible en Colombia Para la Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento. *Estudios Gerenciales*, 25(110), 125–153. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(09\)70065-8](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(09)70065-8)
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortés, C. B., & Guarneros García, O. (2016). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario. *Contaduria Y Administracion*, 61(3), 499–513. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.11.008>
- Izar Landeta, J. M., Ynzunza Cortés, C. B., & Zermeno Pérez, E. (2015). C??lculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda est??n correlacionados. *Contaduria Y Administracion*, 60(4), 864–873. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.07.003>
- Parada Gutiérrez, Ó. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuad. Adm. Bogotá (Colombia)*, 22(38), 169–187.
- Pérez-Vergara, I. (2013). Un Modelo De Gestión De Inventarios Para Una Empresa De Productos Alimenticios/an Inventory Model for a Food Company. *Ingeniería ...*, XXXIV(2), 227–236. Retrieved from

<http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/583>

- Palacios, D. A. (2003). Diseño un sistema logistico para una pequeña empresa comercializadora de ferreteria. (tesis de pregado) univervidad pontificia catolica del peru.
- Rodríguez, E. C. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 14(27), 163–178. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5506351>
- “sise.” (2007). Control de Inventarios. Retrieved May 9, 2017, from <http://sise-inventarios.blogspot.com.co/>
- Torres, C., & Cordova, J. (2014). Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales. *Cuadernos de Administración / Universidad Del Valle*, 31(52), 20–30.
- Vidal, J. (2010) Fundamentos de control y gestion de inventarios. Escuela de ingenieria. universidad del valle, cali colombia.
- Valdez Ávila, G. E. (2018). Propuesta de mejora en el proceso de despacho y distribución para la reducción de costos en una empresa distribuidora de lubricantes.