

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



Facultad de
**Ciencias Sociales
y Humanísticas**



“MODELO DE INVENTARIO CON DEMANDA INCIERTA PARA UNA FERRETERIA”

PROYECTO INTEGRADOR

Previa la obtención del Título de:

INGENIERÍA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

Presentado por:

ANDREA CRISTINA SOTELO CRUZ

MARÍA DANIELA VILLOO BORBOR

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la oportunidad de culminar la etapa universitaria y por regalarnos perseverancia para no decaer frente a las adversidades.

A nuestras familias por su apoyo, confianza y sus palabras alentadoras.

A nuestros abuelitos por brindarnos el calor de su hogar durante estos cinco años.

A los profesores de la universidad que compartieron sus conocimientos y nos incentivaron a aprender con entusiasmo e interés.

A la empresa objeto de nuestra investigación por colaborar cuando fue requerido, en especial a los principales por permitir que la información nos fuera proporcionada.

Las Autoras

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, por la tranquilidad que me transmiten cada uno a su manera. A mi abuelita Esperanza, por estar siempre pendiente de mí. A mi abuelita Orfilia, y tíos, por apoyarme y animarme en todo momento. A todos ellos. Mis palabras en esta dedicatoria quedan cortas.

Andrea Sotelo Cruz

A mis queridos padres, pilares fundamentales de mi vida, por creer en mí, y alentarme en los momentos más difíciles. A mis hermanas por alegrarme mis días y reír siempre conmigo. A mi Tito, pues su ayuda fue imprescindible para cumplir esta meta. A mi Tita, por sus cuidados y cariño. A mis abuelitos, tíos y primos quienes me han apoyado incondicionalmente durante mi etapa universitaria.

Daniela Villao Borbor

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MBA. Jenny Tola Cisneros
PRESIDENTE

DSc. Washington Martínez García
DIRECTOR DE TESIS

Ph.D. David Sabando Vera
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Andrea Cristina Sotelo Cruz

María Daniela Villao Borbor

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 IMPORTANCIA DEL TRABAJO	4
1.5 OBJETIVOS	5
1.6 ALCANCE DEL TRABAJO	5
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	7
2.1 CLASIFICACIÓN ABC.....	7
2.2 MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA	8
2.3 MODELOS PROBABILÍSTICOS DE INVENTARIO.....	10
2.4 TERMINOLOGÍA:.....	11
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	14
3.1 CLASIFICACIÓN ABC (CURVA 80/20)	14
3.2 CÁLCULO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	15
3.3 DETERMINACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIO	17
3.4 COLECCIÓN DE DATOS Y ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	19
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	21
4.1 ÁREA DE ESTUDIO:	21
4.2 OPERACIONES LOGÍSTICAS DE LA EMPRESA.....	23
4.3 OPERACIONES CRÍTICAS	24
4.4 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.....	28

5.1	CLASIFICACIÓN ABC DE LOS PRODUCTOS ELÉCTRICOS.	28
5.2	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.	29
5.3	APLICACIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO DEL PUNTO DE REORDEN CON DEMANDA INCIERTA.....	34
	CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	42
6.1	ANÁLISIS DEL PRONÓSTICO DE DEMANDA.....	43
6.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO DE INVENTARIO.....	46
6.3	COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	48
6.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	49
	CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	52
	REFERENCIAS.....	54
	ANEXOS.....	56

RESUMEN

En Ecuador, el sector ferretero ha tenido un crecimiento considerable en los últimos 5 años. Esto se refleja en el aumento de ferreterías concretamente en la provincia de Santa Elena, siendo estos establecimientos comerciales generadores de empleo. Pese al incremento del número de ítems a ofertar, su proceso de compra no sigue un modelo de gestión de inventarios en particular sino que se manejan empíricamente. La ferretería AD, situada en el cantón La Libertad, no es ajena a este problema a pesar de que cuenta con una variedad de productos, algunos de ellos importados. El estudio se centra en la aplicación del modelo de punto de re-orden con demanda incierta a los productos eléctricos de la ferretería AD. Previo la aplicación del modelo, es necesario ordenar los artículos de acuerdo a su volumen de ventas mediante la clasificación ABC para identificar a los más representativos. Luego, se estima la demanda mediante la técnica de pronóstico de series de tiempo que presente el menor error cuadrático medio. Las técnicas que se evalúan son: Promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavización exponencial. Finalmente, se determinan las políticas de inventario como la cantidad óptima de pedido (Q^*) y el punto de re-orden (ROP). Además, se calculan los costos de manejo de inventario, costo de faltantes y costo de pedido. El modelo aplicado permite una reducción de la inversión en inventarios así como las cantidades de inventario promedio y por ende los costos de mantenerlos. Esto beneficia a la empresa pues aumenta su liquidez.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Costo unitario del foco tortuga pequeño	3
Cuadro 2: Compras del Reflector halógeno 500w S/Filamento.....	26
Cuadro 3: Análisis de la cantidad de pedido por proveedor	27
Cuadro 4: Demanda real y demanda pronosticada del cable#2/0 19 hilos.....	30
Cuadro 5: Demandas pronosticadas de la muestra representativa de productos y sus respectivos ECM.....	32
Cuadro 6: ECM y R^2 de los productos del grupo A.	33
Cuadro 7: Costo de manejo de inventario	34
Cuadro 8: Costo por procesamiento de pedido	34
Cuadro 9: Cantidades óptimas a pedir de productos del grupo A.....	35
Cuadro 10: Punto de reorden de los artículos del grupo A.	37
Cuadro 11: Inventario promedio para los productos del grupo A.....	38
Cuadro 12: Costo unitario por falta de existencias para los productos del grupo A	39
Cuadro 13: Costo total anual de los productos del grupo A.....	40
Cuadro 14: Nivel de servicio para los productos de la categoría A	41
Cuadro 15: Resumen de la clasificación ABC de la línea eléctrica	42
Cuadro 16: Cantidad óptima de pedido.....	46
Cuadro 17: Inventario de seguridad y ROP	46
Cuadro 18: Inventario promedio en unidades y dólares.....	47
Cuadro 19: Costo total anual.....	48
Cuadro 20: Nivel de servicio al cliente.	48
Cuadro 21: Comparación de inventario promedio	48
Cuadro 22: Comparación del costo de manejo.....	49
Cuadro 23: Análisis de sensibilidad por producto.	50
Cuadro 24: Análisis de sensibilidad con variación en la demanda	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación geográfica de la ferretería y sus proveedores	21
Ilustración 2: Red de flujo de productos de la ferretería AD	22
Ilustración 3: Ventas de la línea eléctrica (\$). Período Enero 2013-Diciembre 2014.....	26
Ilustración 4: Demandas mensuales del cable #2/0 19 hilos mts	29
Ilustración 5: Curvas de demandas suavizadas para el producto 1	31
Ilustración 6: Pronóstico de demanda para el producto 1	43
Ilustración 7: Pronóstico de demanda para el producto 2	43
Ilustración 8: Pronóstico de la demanda del producto 3.	44
Ilustración 9: Pronóstico de la demanda del producto 4.	44
Ilustración 10: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 1	44
Ilustración 11: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 2	45
Ilustración 12: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 3	45
Ilustración 13: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 4	45

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El trabajo investigativo está relacionado con el sector ferretero por cuanto desempeña un rol de importancia para los consumidores por ser fuentes de suministro de materiales, generadoras de empleo y de ingresos para el país a través de los impuestos respectivos. El sector ferretero es importante para los consumidores al ofertar materiales de construcción, eléctrico, herramientas, pinturas y una variedad de artículos que pueden ser adquiridos de acuerdo a las necesidades. Las empresas ferreteras forman parte del sector importador que les permite diversificar sus productos a precios de mercado y ganar competitividad.

El presente trabajo investigativo está relacionado con las actividades que desarrolla la Ferretería AD –nombre supuesto por razones de confidencialidad- ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

La operación principal es la comercialización de productos ferreteros adquiridos en la ciudad de Guayaquil y en la localidad; producidos en su taller e importados. Complementa su actividad comercial con el diseño y construcción de camaroneras y laboratorios de larvas, tanto en el país como en el exterior. Brasil, El Salvador y Guatemala dan testimonio de los servicios profesionales de la empresa. Las consecuencias negativas de la “mancha Blanca” que afectó al sector camaronero en el año 1999, obligó a sus propietarios a diversificar su oferta en beneficio del sector industrial y naval.

La ferretería AD mantiene operaciones comerciales desde el año 1990. Según el Censo Económico 2010, realizado por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), existen 5291 ferreterías en el país. Diario El Universo (2013) sostiene que el sector ferretero ha tenido un crecimiento del 46,80% en los últimos 5 años, la facturación en el 2012 ascendió a \$2320 millones mientras que en el 2008 fue de \$1580 millones.

La gestión de inventarios es clave para lograr un nivel de servicio óptimo en toda empresa. La mayoría de las corporaciones comerciales peninsulares, en especial las

pequeñas y medianas, no poseen un modelo de gestión de inventario. Mediante entrevista realizada el 8 de noviembre del 2014 al gerente general de la ferretería AD, se determinó problemas de desabastecimiento por la aplicación de una gestión de inventarios empírica.

En consecuencia la tesis se orienta al análisis del manejo de los productos que oferta la ferretería en estudio y al establecimiento de una metodología que mejore el proceso controlador, minimice costos y determine el volumen óptimo de adquisición de productos que se ofertan.

1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Ferretería AD es líder en la comercialización de accesorios plásticos y metálicos dentro de la península de Santa Elena, liderazgo que se fundamenta en los siguientes parámetros:

- Ubicación estratégica.
- Dependencias amplias y con capacidad de almacenar y ofertar una gama de productos que requiere el usuario.
- Asesoría técnica al momento de compra.
- Servicio post-venta.
- Garantía efectiva y confiable.
- Fabricación de piezas termo deformadas de acuerdo a las características específicas que soliciten los clientes.

La empresa cuenta con los siguientes departamentos: Administrativo, Financiero, Compra-Venta, Producción e Importaciones y Bodega, con su respectivo jefe responsable ante el Gerente General.

Además, las operaciones logísticas de la compañía peninsular se sintetizan en los siguientes rubros: Transporte; Flujo de información y procesamiento de pedidos; Almacenamiento; Manejo de materiales con equipo hidráulico; Compra de materiales y Programación de suministros.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En reuniones focales con los principales de la empresa se detectó inconvenientes en el manejo del inventario de la línea eléctrica especialmente en la

gestión de compras. Existe una inadecuada administración en el departamento de proveeduría al carecer de una eficiente planificación que conlleva a desabastecimientos ocasionales.

Para suplir esta carestía y no perder participación de mercado, se solicitan los productos faltantes vía telefónica a otros proveedores o intermediarios a costos que incrementan el precio del 10 al 15 por ciento.

Esta situación se evitaría si el abastecimiento es directo con los proveedores que otorgan facilidades de pagos y entrega inmediata. Lo referido es real por ser información directa y verídica (CEO de Ferretería AD, entrevista personal, 8 de noviembre del 2014).

El cuadro 1.1 muestra una notable variación en el precio del artículo “foco tortuga pequeño” referente a los pedidos realizados periódicamente con perjuicio a la empresa al no considerar las variaciones de precios favorables. Como ejemplo se cita que del 19 de junio al 26 de julio del 2013 el precio de los focos tortuga se mantuvo (\$4,59) inalterable. Pero el 18 de septiembre del mismo año el precio disminuyó (\$3,45) adquiriendo cantidades mínimas en perjuicio de la ferretería al no aprovechar menor precio.

Cuadro 1.1: Costo unitario del foco tortuga pequeño

Fecha	Cantidad	Costo unitario (\$)
19/06/2013	20	4,59
18/07/2013	30	4,59
26/07/2013	50	4,59
18/09/2013	20	3,45
19/09/2013	20	4,59
01/10/2013	200	2,91
05/09/2014	12	2,91
26/09/2014	30	3,51
08/10/2014	27	3,36
28/10/2014	30	3,36
25/11/2014	400	2,91

Fuente: Sistema de información de la ferretería

La problemática presentada tiene su origen al no contar con un inventario de seguridad que le permita detectar a tiempo la reducción y aumento de stock en relación a la variación de precios y tomar las decisiones más apropiadas de abastecimiento.

1.4 IMPORTANCIA DEL TRABAJO

La importancia del trabajo investigativo radica en el modelo punto de reorden, basado en demandas probabilísticas, modalidad que ha dado réditos comerciales y financieros en empresas que actualmente lo aplican. Por consiguiente, las autoras de la investigación justifican su aplicación en la ferretería AD del cantón La Libertad.

Con la aplicación del modelo en referencia, se logrará agilidad administrativa en la venta y distribución de los productos que se ofertan, reducirá costos e incrementará la liquidez.

Además la investigación es de vital importancia porque el inventario es uno de los activos más representativos de toda empresa, llegando a tener una representación del 40% del capital invertido. Heizer & Render (2001, p.43) afirmaron “una empresa puede minimizar costos disminuyendo el inventario, pero el agotamiento del stock afecta el servicio al cliente, por lo tanto es conveniente lograr un equilibrio entre la inversión en inventario y el servicio al cliente”

Lo manifestado por Everett & Ebert (1981, p.532) puede aplicarse en la actualidad a las empresas que fundamentan el mantenimiento de inventarios porque “es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada elemento llegue con precisión al lugar en el cual se requiere y lo haga exactamente en el momento en el que se necesita”

La valoración del trabajo investigativo relacionado con inventarios radica en que éste depende del tipo de industria o de empresa, y cuyo mantenimiento requiere de una justa y equitativa inversión, la cual de ser excesiva genera costos de capital y disminución de los beneficios empresariales. Por lo tanto su control debe estar diseñado para mantener la existencia de artículos en los niveles deseados.

La gestión de inventario aplicada con efectividad en las empresas, puede reducir costes logísticos en un 25%. Además, disponer de un inventario de seguridad y del punto de re-orden permite ahorros de un 5% de ventas perdidas al minimizar las roturas de inventario que se producen por la ausencia o escasez de inventario en un momento dado debido a la falta de previsión.

Dentro de la gestión de stocks es esencial una clasificación ABC de los productos considerando la tendencia de la demanda, de esta manera se puede identificar productos obsoletos y centrarse en aquellos que realmente aportan valor.

El principal objetivo del manejo de inventario es asegurar que el producto esté disponible en el momento y en las cantidades deseadas. Los inventarios suministran un nivel de disponibilidad del producto o servicio que puede satisfacer las altas expectativas del cliente por la disponibilidad del mismo.

Por otro lado, una correcta previsión de la demanda es necesaria pues determina las futuras ventas de la empresa, esto es importante para tomar decisiones sobre el nivel de existencias en el almacén, inventario de seguridad y la periodicidad de las órdenes de compra.

Para la ferretería AD es primordial contar con una solución al problema que se ha presentado frecuentemente, pues su permanencia en el mercado depende mucho de la disponibilidad de sus productos y aunque algunos clientes están dispuestos a esperar sus pedidos, en ciertos casos, otros no se muestran pacientes en ese aspecto lo que les lleva a recurrir a la competencia y en una posible pérdida de participación de mercado para la compañía.

1.5 OBJETIVOS

Objetivo General:

Aplicar el modelo de punto de re-orden con demanda incierta que minimice los costos para la línea de productos eléctricos de una ferretería.

Objetivos Específicos:

- Determinar las características del modelo de inventario a usar.
- Identificar los productos más representativos de la línea eléctrica a través del método ABC.
- Estimar los costos de inversión en inventario.
- Establecer políticas de inventario requeridas para minimizar los costos.

1.6 ALCANCE DEL TRABAJO

La tesis se desarrolla en base a los problemas expuestos por el Gerente General por lo que el presente trabajo se enfoca en el manejo de inventarios. La investigación abarca únicamente la gestión de los productos de la línea eléctrica comercializados por la ferretería AD.

Una vez definido el problema y los objetivos que se pretenden alcanzar, se procede a la revisión de la literatura acerca de modelos de inventarios existentes así como su aplicación en diferentes empresas. Esta revisión servirá para elegir la metodología a aplicar. Los datos requeridos son proporcionados por el personal de la empresa.

Los resultados obtenidos como: grupo de productos con mayor volumen de venta, cantidad óptima de pedido, punto de re-orden, inventario de seguridad, nivel de servicio, y costos totales, servirán como guía para la empresa en sus futuras decisiones y para una correcta gestión de sus inventarios.

Finalmente se efectúa el análisis de sensibilidad, se comparan los resultados iniciales con los de la política propuesta y se describen las conclusiones.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Este capítulo presenta una breve explicación de la clasificación ABC para categorizar inventarios, se describen tres métodos de pronóstico de la demanda para el caso de series de tiempo y dos modelos de inventarios probabilísticos. Así mismo, se relatan trabajos de otros autores relacionados directamente al tema de este proyecto, los cuales presentan soluciones a problemas similares al de la ferretería AD.

Olvera & Sánchez (2004) sostienen que la insatisfacción de los clientes de una empresa comercializadora de cerámicas se debe tanto al proceso de ventas como al de compra. Los autores establecen la siguiente metodología para mejorar la gestión de inventarios: Clasificación ABC, Selección de pronósticos, Punto de re-orden e inventario de seguridad y Estimación de costos.

2.1 CLASIFICACIÓN ABC

El análisis ABC clasifica los artículos de un almacén dentro de tres grupos en función de su volumen anual de ventas en dólares. Ayuda a identificar los productos que generan más ventas en la empresa y da un tratamiento logístico en base a la categoría en la que los productos han sido encasillados. En una publicación Fucci (1999, p.1) sostuvo que “estos artículos no son necesariamente ni los de mayor precio unitario, ni los que se consumen en mayor proporción, sino aquellos cuyas valorizaciones (precio unitario x consumo o demanda) constituyen porcentajes elevados dentro del valor del inventario total”.

La zona "A" de la clasificación corresponde al 80% de la valorización del inventario, y el 20% restante se divide entre las zonas "B" y "C", tomando porcentajes muy cercanos al 15% y el 5% del valor del stock para cada zona respectivamente.

Este método permite clasificar a los productos dentro de tres categorías en términos de prioridad:

- Grupo A: Son los más importantes en cuanto a control de inventarios. Los productos de este grupo deben ser sometidos a conteos físicos y utilizar pronósticos

de ventas que se acerquen a lo que sucede en la realidad y que permitan cumplir con los pedidos de los clientes.

- Grupo B: Es el inventario con importancia secundaria. Deben ser monitoreados pues en cualquier momento pueden pasar a ser parte de la clase A o de lo contrario, a la clase C.

- Grupo C: Artículos con poco volumen de ventas en dólares y con poco control de inventario.

Los porcentajes descritos son arbitrarios pues pueden variar dependiendo del tipo de empresa. Ballou (2004, p.68) menciona que “no es común que se dé una relación exacta 80-20, pero la desproporcionalidad entre las ventas y el número de artículos sí es verdadera”.

Olvera et al., (2004) en su aplicación del ABC identifican los productos con demanda dependiente de las 3 categorías para eliminarlos del análisis y productos que tengan ventas significativas en un solo período para re-categorizarlos.

2.2 MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA

Existen varios modelos para pronosticar la demanda, los cuales se pueden dividir en dos grandes grupos: cualitativos y cuantitativos. Los modelos cualitativos son ideales cuando se trata de productos nuevos o cambios en tecnología y suelen basarse netamente en el juicio administrativo y la opinión para generar un estimado acerca del futuro. Por su parte, los modelos cuantitativos son modelos matemáticos con enfoques estadísticos basados en datos históricos que se consideran relevantes para el futuro y suelen usarse para productos ya existentes y establecidos en el mercado.

Los modelos cuantitativos pueden ser causales o de series de tiempo dependiendo del tipo de datos que emplean. Las técnicas de pronósticos apropiadas para series de tiempo que no presentan efectos significativos de tendencia, cíclicos o de estacionalidad se detallan a continuación:

La técnica de promedio móvil simple combina los datos de la demanda de varios de los períodos más recientes y su promedio se toma como el pronóstico para el período siguiente. El promedio se mueve o cambia sobre el tiempo en el sentido de que al tener nuevas observaciones disponibles de la serie de tiempo, se descarta la demanda

del período más lejano y se agrega la demanda del más reciente para calcular un nuevo promedio.

Krajewski & Ritzman (2000, p.507) sustentaron que “la técnica del promedio móvil es útil cuando se requiere suprimir los efectos de las fluctuaciones al azar. Implica calcular la demanda promedio para los n períodos más recientes con el fin de usarla como pronóstico para el siguiente período”. El término n se refiere al número de períodos que comprende el promedio móvil.

Se recomienda una n pequeña si la serie de tiempo permanece estable a lo largo del tiempo y una n grande si los datos de la serie de tiempo varían considerablemente.

El método de promedio móvil ponderado asigna diferentes pesos o factores de ponderación para cada valor de los datos y calcula en calidad de pronóstico un promedio ponderado de los n valores más recientes. La sumatoria de los pesos debe ser igual a 1. Regularmente se asigna un peso mayor al dato más reciente.

Por otra parte, Ballou (2004, p.297) afirma que “se ha observado que la suavización exponencial es autoadaptable a los cambios fundamentales en la información pronosticada. Es un tipo de promedio móvil, donde las observaciones pasadas no reciben la misma ponderación. En vez de ello, las observaciones que son más recientes reciben mayor ponderación que las anteriores”

La estructura de los coeficientes de ponderación tiene forma exponencial, es decir, que la demanda de los períodos más recientes tiene mayor peso y los coeficientes decrecen a medida que los períodos son más lejanos. La constante de suavización puede tomar valores entre 0 y 1 y determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción a las diferencias entre los pronósticos y las demandas reales. Chase, Jacobs, & Aquilano (2009)

Zapata (2008) cita a Taha (1995) quien recomienda que para el pronóstico de suavizamiento exponencial el factor de ajuste exponencial debe tomar valores entre 0.1 y 0.3 para casos reales.

Chackelson & Errasti (2010, p.23) evalúan tres técnicas de pronóstico de series de tiempo y selecciona la más ajustada para cada clase ABC en función del cálculo del error que puede determinarse de diferentes maneras. Los autores explican que “la previsión de la demanda es un factor clave en sistemas que gestionan sus productos contra stock para lograr un adecuado nivel de servicio equilibrando el nivel de stock”.

2.3 MODELOS PROBABILÍSTICOS DE INVENTARIO

Taha (2004) sostiene que una política de inventario responde a las preguntas: ¿cuánto pedir? Y ¿cuándo pedir?, y las respuestas de estas preguntas se basan en minimizar el costo total del inventario.

Los inventarios son bienes tangibles disponibles para la venta o para ser empleados en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los modelos de inventario se dividen en determinísticos y probabilísticos. En la realidad no se presentan condiciones para modelos determinísticos siendo los modelos de naturaleza más práctica, los modelos de inventarios estocásticos o probabilísticos.

El primer modelo probabilístico a describir es el modelo de inventario de período único. Anderson, Sweeney, William, Camm, & Martin (2011, p.628) explican que “este modelo se refiere a situaciones en las que se coloca un pedido del producto y al final del período o se ha vendido el producto en su totalidad o el excedente de artículos no vendidos se venderá a un valor de rescate”.

La finalidad del modelo es determinar el tamaño que debe tener el pedido único y para hallar dicho tamaño de pedido se compara el costo o pérdida de ordenar una unidad adicional con el costo o pérdida de no ordenar una unidad adicional. Ballou (2004, p.343) menciona que “se debe incrementar la cantidad de pedido hasta que la probabilidad acumulada de vender unidades adicionales iguale a la relación de ganancia/(ganancia+pérdida)”.

Rodriguez & Martínez (2010) describen un ejemplo de un sistema de abastecimiento para una compañía con un stock de más de 800 productos, la misma que cuenta con un sistema computarizado. Sin embargo, la gestión de inventarios es poco eficiente ya que carecen de un punto de reorden para realizar los pedidos. Los autores aplican el modelo de revisión continua de la cantidad económica de pedido para el grupo A y B y para el grupo C aplican el modelo probabilístico de período fijo.

El segundo modelo probabilístico que se detalla es el modelo de punto de reorden con demanda incierta. Ballou (2004, p.349) explica que “este modelo se fundamenta en colocar una cantidad económica de pedido (Q^*), con un enfoque probabilístico, en el punto en el cual se debe reponer el inventario”.

Para este modelo el tiempo total de entrega (TE) es constante y conocido, y la demanda es probabilística. Sin embargo existe otro modelo en el que se puede presentar

que la demanda sea determinística y el TE aleatorio. Izar, Ynzunza, & Sarmiento (2012) citan a Kampen quien menciona que si la demanda es incierta, para un buen desempeño habrá que tener existencias de seguridad.

Este modelo nos permitirá determinar la cantidad óptima a pedir (Q^*), el inventario de seguridad, el punto de reorden (ROP), el nivel promedio de inventario (AIL), el costo total (TC), y el nivel de servicio (SL).

Arango, Giraldo, & Castrillón (2013) exponen un modelo de administración de compras e inventarios con demanda incierta guiado por niveles de servicio diferenciales de acuerdo a una clasificación ABC por volumen de ventas. Los autores indican que para los productos de tipo A se debe buscar un altísimo nivel de servicio, para los del grupo B un nivel de servicio un poco menor y para los del grupo C un nivel más modesto. Con el modelo propuesto se obtuvo equilibrio entre la mínima inversión y un alto nivel de servicio, teniendo la cantidad justa que se espera que el cliente requiera.

Izar et al., (2012) explican que el objetivo del inventario es absorber las diferencias que se presentan entre la demanda y oferta, a fin de evitar faltantes. Para calcular el costo de faltantes, es necesario determinar alfa, que es el valor que mide el efecto negativo de la publicidad boca a boca.

Zapata (2008) presenta el problema de una ferretería que radica en el manejo empírico del inventario ocasionando sobrecostos y pérdida de ventas. Para contrarrestarlo emplea el modelo de punto de reorden con demanda incierta. El autor afirma que de esta manera la empresa crea diferenciación con respecto a sus competidores, quienes continúan gestionando el inventario empíricamente.

2.4 TERMINOLOGÍA:

A continuación se muestran los términos que se emplean en el desarrollo de la tesis, los cuales son definidos por los siguientes autores: Anderson et al., (2011, p.217), Everett et al., (1981, pág. 564) y Sabino (1996, p.78,80).

Costo de manejo: desembolsos reales para pagar los costos asociados con el hecho de tener inventarios a la mano, incluye los costes de alquiler de almacenes, operativos, intereses de préstamos para adquisición de inventario, impuestos, seguros, electricidad, entre otros.

Costo de pedido: los costos de colocar una orden, incluyendo llamadas telefónicas al vendedor, mano de obra y costos de computador asociados con la compra.

Costo por falta de existencias: costos asociados con la demanda cuando las existencias se han terminado; generalmente pérdidas de ventas y costos por órdenes insatisfechas.

Demanda dependiente: La demanda de un producto o artículo que depende de la demanda de otro.

Error Cuadrático Medio: enfoque para medir la precisión de un método de elaboración de pronósticos. Esta medida es el promedio de la suma de las diferencias cuadradas entre los valores de la serie de tiempo real y los valores pronosticados.

Gestión de inventario: Técnica para mantener los ítems en existencias a un nivel deseado.

Inventario de seguridad: inventarios para proteger contra las incertidumbres en demanda poco usual y por tiempos de aprovisionamiento inciertos.

Métodos de pronóstico de series de tiempo: Método de elaboración de pronósticos que se basan en el uso de datos históricos que están restringidos a valores pasados de la variable a pronosticar.

Métodos de pronóstico causales: Método de elaboración de pronósticos que se basan en el supuesto de que la variable a pronosticar exhibe una relación de causa y efecto con una o más variables.

Modelo de inventario probabilístico: Modelo donde la demanda no se conoce con exactitud; las probabilidades se asocian con los posibles valores de la demanda.

Modelo de inventario determinístico: Modelo donde la demanda se considera conocida y no sujeta a incertidumbre.

Serie de tiempo: Conjunto de observaciones de una variable medida en puntos sucesivos en el tiempo o a lo largo de períodos sucesivos.

Sistema de Revisión Continua: doctrina de operación de restablecer las existencias ordenando una cantidad económica Q cuando se llegue al punto de reorden R .

Variable: cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores.

Variable discreta: cuando las posibilidades intermedias carecen de sentido pues la variable se modifica de a “saltos” entre un valor y otro y no en forma paulatina.

Variable continua: cuando entre uno y otro valor existen infinitas posibilidades intermedias.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología a emplear para resolver el problema planteado. Mediante el siguiente procedimiento se aplica un modelo de inventario para los productos eléctricos con la finalidad de cumplir con los objetivos del presente trabajo.

3.1 CLASIFICACIÓN ABC (CURVA 80/20)

Como primer paso se categoriza el inventario de productos eléctricos a través de una clasificación ABC para determinar los artículos que representan el mayor porcentaje del volumen de ventas. Este grupo de productos debe ser sometido frecuentemente a un control físico para comprobar la exactitud de los registros de inventario. Heizer et al., (2001).

Este trabajo se centra en la gestión de inventario de los productos eléctricos de la ferretería AD, actualmente manejados empíricamente y cuya tasa de desabastecimiento es del 6,87%. El establecimiento comercial materia de estudio, maneja 760 artículos eléctricos, cada uno de ellos posee diferentes etapas de ciclo de vida del producto, tiene diferentes niveles de ventas y son manejados de diversas formas de acuerdo a sus características. El pronóstico de la demanda y el modelo de inventario se aplicarán a una muestra representativa.

La clasificación ABC se realiza utilizando las variables y procedimiento según Ballou (2004), que se describen a continuación:

Y_i = Fracción acumulativa de ventas para el artículo i .

X_i = Fracción acumulativa de artículos para el ítem i

Ambas variables son de naturaleza continua, medidas cuantitativamente y en porcentaje.

Los datos que se necesitan para realizar esta clasificación son:

- Número de productos.
- Ventas anuales por artículo.

Los pasos a seguir son:

1. Los productos son enumerados en orden descendente según su volumen de ventas.
2. Se calculan las ventas acumuladas de cada artículo.
3. La fracción acumulativa de ventas se la obtiene dividiendo la suma de las ventas de los artículos para las ventas totales.
4. La fracción acumulativa de artículos se la obtiene dividiendo el rango de artículo correspondiente para el número total de artículos.

Para la clasificación ABC, se usan las ventas en dólares de cada producto correspondientes al año 2014.

3.2 CÁLCULO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.

Un aspecto fundamental en el abastecimiento de inventario es conocer con la mayor exactitud posible la demanda de los productos, cuyo pronóstico constituye la base para la toma de decisiones. Los pronósticos a calcular serán medidos en unidades de productos.

Para este estudio se contemplan métodos de pronósticos cuantitativos y de corto plazo (0-3 meses) por ser más precisos que los de largo plazo (más de 2 años). Dentro de estos, se encuentran los métodos de series de tiempo y métodos causales. Se considera adecuado aplicar métodos de series de tiempo ya que se intenta predecir el futuro usando datos históricos y no se pretende incluir factores que influyan en la cantidad que se pronostica.

Los tres métodos de series de tiempo que se evalúan son los siguientes: promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavización exponencial. Las fórmulas para el cálculo de cada uno de ellos se muestran a continuación:

Para el cálculo del pronóstico mediante la técnica de promedio móvil se utiliza la siguiente fórmula de Render et al., (2012):

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}}{n} \quad (3.1)$$

Donde t es el período más reciente, F_{t+1} es el pronóstico para el período t+1, Y_t es la demanda real en el período t y n es el número de períodos que comprende el promedio móvil.

El cálculo del pronóstico mediante la técnica de promedio móvil ponderado se realiza usando las variables y fórmula de Render et al., (2012):

$$F_{t+1} = \frac{\sum w_i * Y_i}{\sum w} \quad (3.2)$$

Donde t es el período más reciente, F_{t+1} es el pronóstico de ventas en unidades en el período posterior a t, w_i es el peso para la i-ésima observación y Y_i es la demanda real en unidades del período i.

Para escoger el conjunto de ponderaciones se usa el siguiente criterio: elegir la combinación que minimice el promedio de los cuadrados de los errores (ECM) mediante un cálculo de ensayo y error probando con diferentes valores de los pesos.

Para el cálculo del pronóstico mediante la técnica de suavización exponencial se utiliza la siguiente fórmula de Render et al., (2012):

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (3.3)$$

Donde t es el período más reciente, F_{t+1} es el pronóstico para el período t+1, F_t es el pronóstico previo, Y_t es la demanda real para el período anterior y α es una constante de suavizamiento (varía entre 0 y 1).

El valor de la constante de suavizamiento que se elige es la que minimice el promedio de los cuadrados de los errores (ECM). Este valor se calcula usando la función SOLVER del software EXCEL.

La variable t está expresada en meses, las variables F_{t+1} , y Y_i son medidas en unidades de producto. Las tres variables anteriores son de naturaleza discreta. El peso (w_i) y la constante de suavizamiento α son medidos en porcentaje y son de naturaleza continua. Todas las variables son medidas cuantitativamente.

Una vez realizado el análisis de comparación entre el promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavización exponencial se escoge la técnica del promedio móvil ponderado pues esta presenta menor Error Cuadrático Medio (ECM) y mayor coeficiente de determinación.

El Error cuadrático medio (ECM) se obtiene mediante la fórmula descrita por Render et al., (2012):

$$ECM = \frac{\sum (error)^2}{n} \quad (3.4)$$

Donde el error es la diferencia entre la demanda real y la pronosticada y n es el número de errores calculados. El error está determinado en unidades de producto. Ambas variables son discretas y medidas cuantitativamente.

El comportamiento de la demanda de los productos eléctricos de la ferretería AD, es horizontal y aleatoria y no presenta patrones de tendencia, estacionales ni cíclicos. Render et al., (2012, p.160) afirman que “si todas las variaciones de una serie de tiempo se deben a variaciones aleatorias, se recomienda algún tipo de modelo de promedios o de suavizamiento”. Y continúan diciendo Render et al., (2012) que la técnica de promedios móviles ponderados es efectiva para suavizar fluctuaciones que se presentan en el patrón de demanda.

Es necesario un mínimo de dos años de historial de ventas. Sin embargo, entre más datos históricos sean usados, mejor será el pronóstico. Everett et al., (1981). Por lo tanto, para cada producto se recolectan las demandas mensuales históricas correspondientes a los últimos tres años.

3.3 DETERMINACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE INVENTARIO

El modelo que se emplea es el modelo del punto de reorden con demanda incierta que se fundamenta en colocar una cantidad económica de pedido (Q^*), con un enfoque probabilístico, en el punto en el cual se debe reponer el inventario. Su uso es adecuado ya que la demanda es independiente, se realiza la gestión de bienes terminados y el tiempo de entrega es conocido.

Con las demandas pronosticadas se calcula la cantidad óptima de pedido de cada producto. Las fórmulas empleadas para los cálculos de esta sección son descritas por Ballou (2004).

La fórmula para calcular la cantidad óptima a pedir (Q^*) y sus variables:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad (3.5)$$

Donde:

D representa la demanda pronosticada, es de naturaleza discreta, medida en unidades o metros según el producto que se analice.

S es el costo por procesamiento del pedido, es de naturaleza continua, medido en dólares por pedido.

I es el costo por manejo de inventario, es de naturaleza continua y medido como un porcentaje anual

C es el costo unitario del artículo, es de naturaleza continua, medido en dólares por unidad.

Todas las variables descritas anteriormente son medidas cuantitativamente.

El costo de manejo de inventario incluye los sueldos del personal de la bodega, las aportaciones al seguro social, los gastos de alimentación, capacitación del personal, seguros contra incendios, servicios básicos, intereses de préstamos para adquisición de inventario, impuestos, guardianía, depreciación y pérdidas y deterioros.

El costo de pedido incluye los gastos en impresos, sueldos del personal que interviene en el proceso, telefonía e internet.

Como siguiente paso, se calcula el punto de re-orden (ROP) que indica que cuando el inventario desciende a ese nivel se debe ordenar Q^* . El ROP incluye el inventario de seguridad que sirve para prevenir el desabastecimiento. Se establecen existencias de seguridad de acuerdo al nivel especificado de confianza a los clientes.

La fórmula del ROP y sus variables:

$$ROP = d \times TE + z(s'd) \quad (3.6)$$

Donde d es la demanda estimada, es de naturaleza discreta y medida en unidades o metros según el producto que se analice.

TE es el tiempo total de entrega que varía según el proveedor entre 2 y 4 días. TE está expresado en días pero para efectos de cálculos se trabajará con este dato expresado en mes. Esta variable es de naturaleza continua.

z representa el número de desviaciones estándar para un nivel de confianza especificado, en este caso del 85%. El valor de z que se encuentra en la tabla de distribución normal para este valor es de 1,04. Esta variable es de naturaleza continua.

$s'd$ es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega. Es de naturaleza discreta y está medida en unidades o metros según el producto que se analice. Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$s'd = s_d \sqrt{TE} \quad (3.7)$$

Donde s_d es la desviación estándar de la demanda, es de naturaleza discreta y medida en unidades o metros según el producto que se analice.

TE es el tiempo de entrega descrito en la fórmula 3.6.

Ambos términos deben estar expresados en la misma unidad de tiempo.

Luego de calcular Q^* y $s'd$, se procede a obtener el nivel promedio de inventario (AIL) que es la suma de las existencias regulares más las existencias de seguridad mediante la siguiente fórmula:

$$AIL = \frac{Q}{2} + z(s'd) \quad (3.8)$$

Donde Q es la cantidad óptima a ordenar, z representa el número de desviaciones estándar para un nivel de confianza especificado y $s'd$ es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega.

Posteriormente se encuentra el valor del costo total que es útil para comparar políticas de inventario. El costo total (TC) resulta de la suma del costo del pedido, costo de manejo de existencias regulares, costo de manejo de existencias de seguridad y costo por falta de existencias, y se expresa con la ecuación:

$$TC = \frac{D}{Q}S + IC\frac{Q}{2} + ICzs'd + \frac{D}{Q}ks'dE(Z) \quad (3.9)$$

Donde k es el costo unitario por falta de existencias. Es de naturaleza continua y se expresa en dólares por unidad. Este valor será diferente para cada artículo y se obtiene de la siguiente fórmula:

$$k = (1 + \alpha) * (\text{Precio} - \text{Costo de adquisición}) \quad (3.10)$$

Donde α es la fracción del efecto negativo de tener agotamientos. $E(z)$ es la unidad normal de pérdida integral. Ambas variables son de naturaleza continua.

Finalmente, se calcula el nivel de servicio al cliente o tasa de disponibilidad del producto (SL) que se expresa como un porcentaje. El nivel de servicio que se logra con una política de inventario se calcula con la fórmula:

$$SL = 1 - \frac{s'd(E(z))}{Q} \quad (3.11)$$

Durante el desarrollo de esta sección se explicaron las variables de la ecuación 3.9 y 3.11.

3.4 COLECCIÓN DE DATOS Y ENFOQUE INVESTIGATIVO.

Para los cálculos necesarios en el desarrollo de la tesis, se utilizan datos obtenidos de fuentes primarias como entrevistas al Gerente, asistente de Gerencia y asistente de compras y fuentes secundarias como la información histórica del sistema interno que tiene la empresa.

Para la elaboración del marco teórico se utiliza información de fuentes electrónicas y fuentes bibliográficas como libros, artículos de periódicos, revistas científicas, entre otros.

Para la elaboración de gráficos, tablas y cálculos se utilizará el programa de computación Microsoft Office Excel.

Para el desarrollo de esta tesis, se usa un enfoque de investigación cuantitativo ya que los datos recolectados son medidos numéricamente, se realizan procesos de cálculo para ejecutar los respectivos análisis matemáticos y estadísticos de estos datos con la finalidad de responder a los objetivos planteados. Los resultados son cuantificables.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa AD es una de las 48 ferreterías asentadas en el cantón La Libertad, sus operaciones comerciales se centran en la oferta de productos para la construcción y de materiales eléctricos.

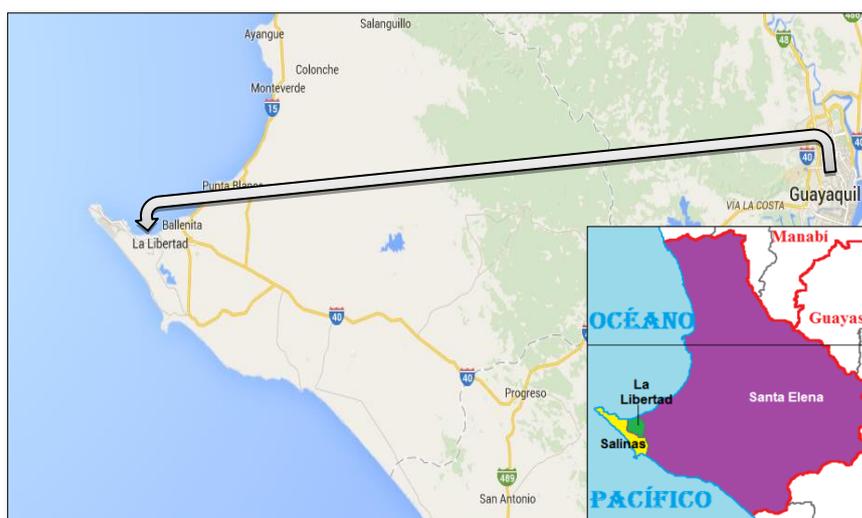
La línea eléctrica es muy diversa y los flujos de la demanda son impredecibles, la empresa al no contar con un método que indique la cantidad óptima a pedir de productos eléctricos evidencia la necesidad de la aplicación de la técnica del re-orden.

4.1 ÁREA DE ESTUDIO:

La ferretería objeto de nuestro estudio se encuentra ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. Los proveedores de la línea eléctrica se encuentran en la ciudad de Guayaquil, y las ventas de los productos ferreteros se realizan a nivel provincial.

La ilustración 4.1 presenta la ubicación de la ferretería en el cantón La Libertad y de los proveedores en la ciudad de Guayaquil.

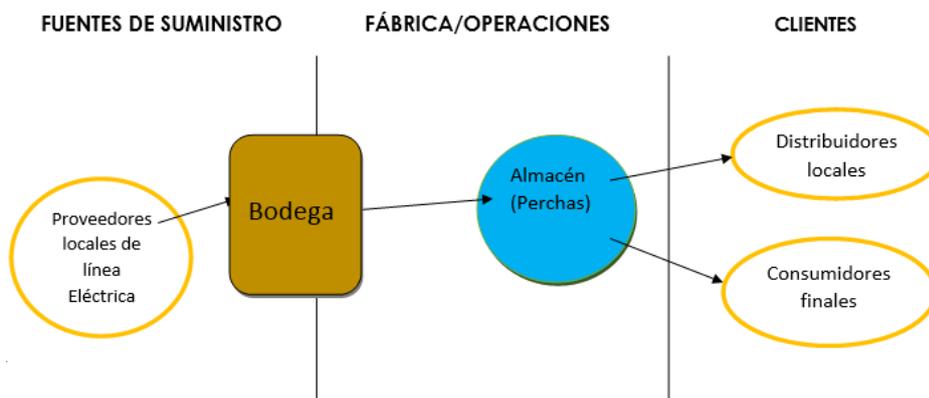
Ilustración 4.1: Ubicación geográfica de la ferretería y sus proveedores



Fuente: Google Maps

La ilustración 4.2 muestra la red de flujo de productos que usa la ferretería AD para la compra-venta de bienes terminados, la cual se divide en 3 secciones.

Ilustración 4.2: Red de flujo de productos de la ferretería AD



La sección 1 muestra la fuente de suministros, la cual se refiere a la compra de bienes terminados que llegan a la bodega donde son revisados por el personal encargado. Los bienes son comprados para inventario. La empresa tiene proveedores locales según la línea de productos que maneja. En el caso de la línea eléctrica, se tiene entre los proveedores a Ferremundo S.A. y Sumelec S.A, ubicados en la ciudad de Guayaquil.

La sección 2 describe al almacenamiento. Una vez revisados los productos, se registra su ingreso en el sistema. Posteriormente, se procede a etiquetarlos y colocarlos en las perchas o almacenarlos en la bodega. La etiqueta contiene el código de barras, descripción del producto y la dirección electrónica de la ferretería. Sin embargo, no utilizan el código de barras al momento de las ventas.

La sección 3 se refiere a los clientes del establecimiento comercial AD. La empresa distribuye a ferreterías con menor volumen de ventas a nivel local. Las ventas directas se realizan a personas jurídicas así como a personas naturales. El proceso de venta empieza cuando el consumidor solicita lo que desea comprar al vendedor, quien lo asesora como parte del servicio al cliente. Una vez que el comprador decide qué adquirir, el vendedor le da a conocer el número de cotización y el total a pagar. Con esto se acerca a caja, en donde le dan el comprobante con el cual retira el producto en el área

de entrega. En caso de que el cliente esté dispuesto a comprar y esperar el tiempo manifestado por algún producto sin existencias disponibles, recibe una nota de entrega.

4.2 OPERACIONES LOGÍSTICAS DE LA EMPRESA.

Las operaciones logísticas que practica la ferretería AD y su respectiva descripción se detallan a continuación:

- **Transporte:** la ferretería AD cuenta con una camioneta que está siempre disponible para realizar entregas de materiales adquiridos, a cualquier lugar de la provincia de Santa Elena. También es utilizada para viajar a la ciudad de Guayaquil para retirar productos en las distribuidoras. Cuando es necesario se utilizan las camionetas de los socios para realizar estas actividades.

- **Manejo de inventarios:** se estiman las ventas en base al movimiento de los últimos 2 meses de los productos. La ferretería posee un único punto de almacenamiento propio que se encuentra en la parte posterior de las instalaciones. Las dimensiones aproximadas de la bodega son 25m de largo, 7 m de ancho y 7 m de altura. La mercadería se receipta en la bodega, se verifica que esté en buen estado y que no haya faltantes. Si el producto se encuentra dañado es separado y pasa al área de devoluciones y garantía.

- **Flujo de información y procesamiento de pedidos:** la venta inicia con la cotización que los vendedores hacen a los clientes. Con esta cotización, se acercan a caja para cancelar y recibir el comprobante dado que realizan facturación electrónica. Con este comprobante reciben el producto en el área de entrega. El vendedor traslada los productos que han sido facturados al área de entrega en donde finaliza el proceso de venta.

- **Almacenamiento:** Una vez revisada la mercadería, se imprimen las etiquetas para colocarlas a los productos. Parte de la mercadería que se recibe va al área de ventas y el resto se almacena en los estantes de la bodega. La misma se encuentra organizada por secciones: eléctrica, agrícola, pintura, naval, tubería, entre otros.

- **Manejo de materiales:** para ésta actividad se cuenta con un carro hidráulico y un carro manual. Debido a que la bodega es de 2 pisos, se usa un tecele para levantar la mercadería hacia los lugares altos.

- Compras: se pronostica la demanda mediante la observación del historial de ventas de los dos últimos meses. Para realizar el pedido, toman como referencia el último costo de adquisición. El asistente de compras nota que debe comprar cuando visualiza en el sistema que el stock disminuye o los vendedores y personal de bodega le notifican posibles agotamientos. El pedido se efectúa vía telefónica.

- Embalaje de protección: Se conserva el embalaje original del producto. La ferretería coloca embalaje sólo a la mercadería que es enviada por transporte de carga liviana.

- Cooperación con producción y operaciones: La ferretería cuenta con 2 talleres: electro-portátil y termo-deformación. El tiempo de producción promedio es de 20 minutos pero depende del producto que se vaya a ensamblar o reparar. Para programar los suministros necesarios en los talleres, los operarios comunican a proveeduría cuando tienen poco stock, quienes a su vez revisan si cuentan con lo que el taller solicita en bodega, caso contrario realiza el pedido al proveedor.

- Mantenimiento de información: la empresa utiliza un sistema de información al que se le da mantenimiento 3 veces al año. Con el registro de las facturas en el sistema se actualiza el stock automáticamente. El sistema presenta módulos como: inventarios, facturación, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, contabilidad, entre otros. Cada colaborador de la empresa posee un usuario para acceder a información referente a órdenes de compra, kardex de productos, recibos de cobro, cartera de proveedores, cotizaciones, entre otros.

4.3 OPERACIONES CRÍTICAS

El interés de conocer y aplicar un modelo que optimice el manejo de inventarios en la línea eléctrica de la ferretería AD, influyó para que su propietario exponga el sistema de compras la misma que se resume de la siguiente manera:

En primer lugar, la empresa no posee un modelo de inventario específico. La forma como determina el volumen de compras es mediante la revisión del nivel de inventario en el sistema. Además, el asistente de compras realiza un conteo físico de los productos con mayor volumen de ventas. Esta revisión se ejecuta cada dos semanas con el objetivo de verificar que las cantidades coincidan.

Por tradición, la ferretería adquiere mercaderías de sus proveedores para un lapso de dos meses, sin embargo efectúan pedidos antes si el nivel de existencias desciende al punto que la ferretería considera como stock mínimo o si hay agotamientos de materiales. También se efectúa la respectiva provisión a través del asistente de compras que con anterioridad recibe información del personal de ventas.

El soporte de la decisión final para el abasto eléctrico de la ferretería AD es la diferencia entre el número de artículos vendidos en los dos últimos meses y el stock actual. Dicha información es obtenida del sistema de información de la empresa.

Otra situación crítica de la ferretería AD, consiste en determinar la demanda futura, responsabilidad en manos del asistente de compras quien la estima conforme al historial de ventas de los dos meses anteriores más un crecimiento del 10%.

La empresa ferretera a través del personal de compras, decide el volumen a adquirir para un tiempo determinado. Mediante la respectiva orden, consulta la disponibilidad de los productos a los proveedores. Tiene proveedores establecidos y no realiza cotizaciones antes de la compra. La adquisición definitiva se realiza al por mayor y las tasas de descuento, por lo general fluctúa entre el 5 y el 15 por ciento. La cancelación tiene un plazo de 30 a 120 días. El transporte de los materiales adquiridos está cargo del proveedor.

Cuando se producen agotamientos, las compras se hacen al por menor a un mayor costo de adquisición y el costo de transporte lo asume la ferretería. Estas compras encarecen el costo del artículo entre un 10 y 15%. En estos casos, los productos llegan al día siguiente de la fecha de pedido. Si el proveedor que tiene establecido no dispone de las cantidades necesarias, hace el pedido a otro proveedor de las cantidades que necesita de urgencia. Las restantes las pide al proveedor habitual aunque signifique un tiempo de entrega mayor.

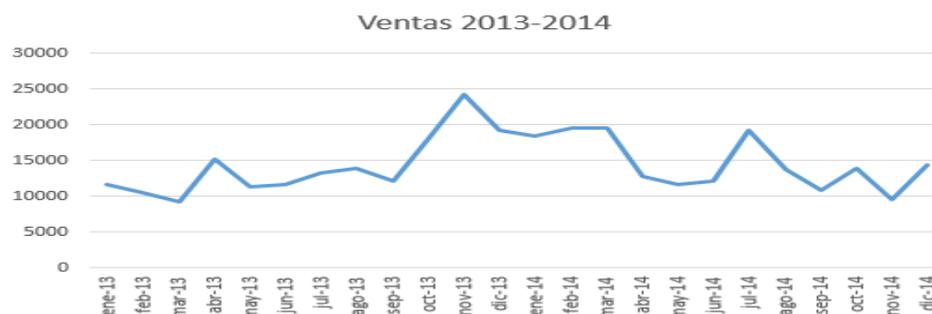
4.4 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.

El problema se centra en las dificultades que presenta la gestión de los productos eléctricos al no contar con políticas de inventario establecidas. Esta línea representa el 11% de las ventas totales del año 2014. La demanda de la ferretería es probabilística y al no mantener un inventario de seguridad, no puede hacer frente a las

fluctuaciones de la demanda y es más propensa a afrontar stock cero durante el tiempo de entrega.

La ilustración 4.3 muestra que el comportamiento de la demanda de los productos de la línea eléctrica es irregular pues no demuestra comportamientos cíclicos dentro del período analizado.

Ilustración 4.3: Ventas de la línea eléctrica (\$). Período Enero 2013-Diciembre 2014



Además se presenta la errónea estimación de ventas a corto plazo como consecuencia de no aplicar un método de pronóstico, causando agotamiento de existencias. La tasa de desabastecimiento del año 2014 fue de 6,87%. Esto produce un aumento del costo de adquisición, como se describió en la sección anterior y asumir el costo de transporte.

El cuadro 4.1 señala un ejemplo de la compra de reflectores que corrobora que el área de proveeduría no tiene definidas las políticas necesarias para saber cuánto y cuándo pedir. Los costos están expresados en dólares. Se evidencia que se producen compras urgentes pues el tiempo entre dos pedidos en el mes de agosto fue de dos días. Esta situación genera un aumento en el costo de adquisición debido a que se ven obligados a cambiar de proveedor aunque eso signifique que el costo del reflector se incremente en \$2,09.

Cuadro 4.1: Compras del Reflector halógeno 500w S/Filamento

Proveedor	Cantidad	Costo Unitario	Fecha
Proveedor 1	15,00	3,34	12/03/2014
	10,00	3,34	07/07/2014
	10,00	3,34	15/07/2014
	15,00	3,41	21/08/2014
Proveedor 2	10,00	5,50	23/08/2014
Proveedor 3	10,00	3,57	12/09/2014
Proveedor 4	20,00	3,34	08/10/2014
	100,00	2,85	25/11/2014

Actualmente, la línea eléctrica cuenta con 760 productos. Tienen 8 proveedores principales, sin embargo tienen consignatarios a los cuales recurren cuando se originan desabastecimientos. El inventario promedio de dicha línea para el año 2014 ascendió a \$23247,82. Este rubro puede disminuir mediante el establecimiento de políticas de inventario. De esta manera, la ferretería AD se beneficiaría de una mayor liquidez.

El cuadro 4.2 se refiere al Proveedor 4 y es reportado por el sistema de información interno de la ferretería AD en base a las ventas de los dos últimos meses. El stock se refiere a la cantidad de ítems disponibles al momento que se genera el reporte. Las unidades vendidas corresponden al periodo seleccionado para generar el informe. Dichas unidades + 10% es la expectativa de venta, es decir, que la empresa espera que el movimiento del inventario aumente en un 10%. El pedido es la resta entre las unidades vendidas del periodo seleccionado + 10% y el stock. En caso de que éste sea una cantidad negativa para algún producto, significa que no es necesario pedir ninguna cantidad pues se tiene suficientes existencias en stock.

Cuadro 4.2: Análisis de la cantidad de pedido por proveedor

Nombre de producto	Stock	Unidades vendidas bimensuales	Unidades vendidas bimensuales + 10%	Pedido
Breacker sobrepuesto 1p-40a/GE	6,00	32,00	35,20	29,20
Cable flexible #12 metro	1178,40	2965,90	3262,49	2084,09
Cable piatina #12 metro	3048,66	501,00	551,10	- 2497,56
Enchufe polarizado cooper amarillo (4867)	62,00	85,00	93,50	31,50

Fuente: Sistema de información de la ferretería

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

Para una muestra de productos representativa de la categoría A se aplican la Clasificación ABC, que categoriza a los productos eléctricos de la ferretería; la técnica de pronóstico de promedio móvil ponderado y el modelo de inventario del punto de reorden con demanda incierta.

5.1 CLASIFICACIÓN ABC DE LOS PRODUCTOS ELÉCTRICOS.

Se toma como base las ventas anuales (\$) del 2014 de los 760 productos eléctricos. Estos artículos que oferta la ferretería AD son clasificados en tres grupos conforme al porcentaje acumulativo del total de ventas y al porcentaje acumulativo del total de artículos.

El ANEXO 1 presenta la categoría de productos A de la clasificación ABC. Los productos son ordenados en sentido descendente en base a su volumen de ventas y en base a esto se determina que el cable #2/0 19 hilos mts es el producto que se sitúa en el rango 1. La categoría de productos A se encuentra compuesta por 152 artículos, sin embargo, por efectos de cálculo, se aplicará la metodología solamente a una muestra representativa conformada por los primeros 36 productos.

A continuación se describe los cálculos para el producto cable #2/0 19 hilos mts a lo largo de todo el capítulo pues es el más representativo en cuanto a volumen de ventas (\$). El valor de las ventas acumuladas se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Ventas acumuladas}_i &= \text{Ventas anuales}_i + \text{Ventas acumuladas}_{i-1} & (5.1) \\ \text{Ventas acumuladas}_1 &= \$19909,34 + 0 = \$19909,34 \end{aligned}$$

Donde i es el rango del producto. El valor de la columna 4 para este producto es el mismo valor que el de la columna 3.

El valor del porcentaje acumulativo de ventas para el producto 1 es del 13,11% y se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje acumulativo de ventas}_i &= \frac{\text{Ventas acumuladas}_i}{\text{Ventas totales}} * 100 & (5.2) \\ \text{Porcentaje acumulativo de ventas}_1 &= \frac{\$19909,34}{\$151808,84} * 100 = 13,11\% \end{aligned}$$

El valor del porcentaje acumulativo de artículos para el producto 1 es del 0,13% y se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje acumulativo de artículos}_i = \frac{\text{Rango del producto}_i}{\text{Número total de productos}} * 100 \quad (5.3)$$

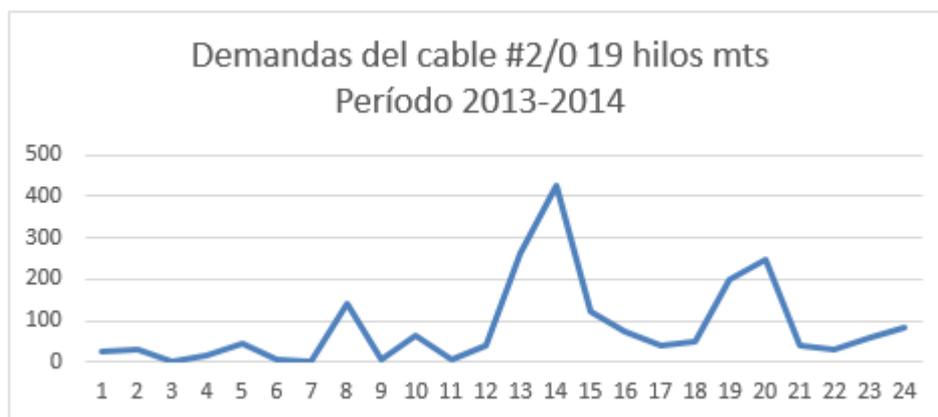
$$\text{Porcentaje acumulativo de artículo}_1 = \frac{1}{760} * 100 = 0,13\%$$

5.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.

Con el objetivo de elegir el método de pronóstico de demanda más apropiado, se estiman las posibles cantidades demandadas mediante las tres técnicas de series de tiempo mencionadas en el apartado de la metodología. Se usan las demandas mensuales de los últimos 36 períodos con excepción de los artículos 1, 8, 11, 27, 28 y 33 los cuales disponen de menos información histórica.

En la ilustración 5.1 se presentan las demandas mensuales del período 2013-2014 del cable #2/0 19 hilos mts. Se puede observar que las ventas en el mes de febrero del 2014 alcanzaron un pico de 427 mts. No se registra ningún tipo de tendencia, estacionalidad o ciclicidad. La serie presenta irregularidad pues se producen fluctuaciones no periódicas que se deben a las condiciones cambiantes del mercado.

Ilustración 5.1: Demandas mensuales del cable #2/0 19 hilos mts



El cuadro 5.1 muestra la demanda real del cable #2/0 19 hilos mts así como las demandas pronosticadas utilizando cada una de las tres técnicas: promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavizamiento exponencial. En el ANEXO 2 se presentan las demandas reales de los productos bajo estudio.

Cuadro 5.1: Demanda real y demanda pronosticada del cable#2/0 19 hilos

Meses	At	Promedio móvil n=3	Promedio móvil ponderado n=3	Suavizamiento exponencial
1	25			
2	30			25
3	3			26
4	15	19	22	21
5	47	16	13	20
6	6	22	20	25
7	2	23	29	22
8	140	18	15	18
9	6	49	38	42
10	65	49	72	35
11	4	70	54	41
12	39	25	35	34
13	264	36	28	35
14	427	102	87	81
15	120	243	249	152
16	76	270	310	145
17	40	208	186	131
18	50	79	78	113
19	200	55	52	100
20	250	97	85	120
21	42	167	175	147
22	30	164	186	125
23	60	107	91	106
24	85	44	41	97
25		58	59	94

El valor de la columna 3 para el mes 25 corresponde a la demanda pronosticada mediante el método de promedio móvil con un $n=3$ y se obtiene aplicando la fórmula 3.1:

$$F_{25} = \frac{Y_{24} + Y_{23} + Y_{22}}{3}$$

$$F_{25} = \frac{30 + 60 + 85}{3} = 58 \text{ mts.}$$

El valor de la columna 4 para el mes 25 corresponde a la demanda estimada mediante el método de promedio móvil ponderado con un $n=3$. Los valores de los pesos para cada observación son los siguientes: $w_1 = 0,25$; $w_2 = 0,5$ y $w_3 = 0,25$. La demanda pronosticada para el mes 25 es de 59 mts, que resulta de la fórmula 3.2:

$$F_{25} = 0,25Y_{22} + 0,50Y_{23} + 0,25Y_{24}$$

$$F_{25} = 0,25 * 30 + 0,50 * 60 + 0,25 * 85$$

$$F_{25} = 58,75 \approx 59 \text{ mts.}$$

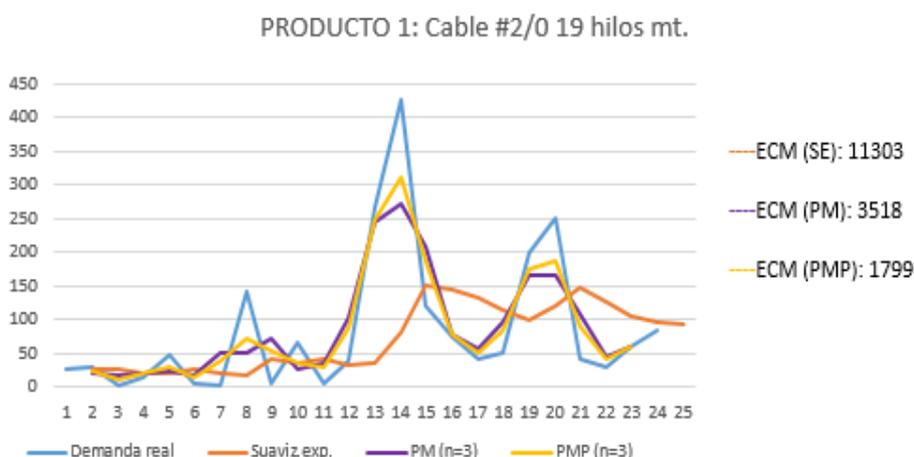
El valor de la columna 5 para el mes 25 corresponde a la demanda pronosticada mediante la técnica de suavizamiento exponencial usando un alfa de 0.20 y se obtiene aplicando la fórmula 3.3:

$$F_{25} = 0,20 * Y_{24} + (1 - 0,20)F_{24}$$

$$F_{25} = 0,20 * 85 + 0,80 * 97 = 94 \text{ mts.}$$

La ilustración 5.2 muestra la comparación las curvas de demanda suavizadas para cada una de las tres técnicas de pronóstico con su respectivo ECM. Se demuestra que la curva de demanda producida por el promedio móvil ponderado llega a ser la que más se acerca a la curva de demanda real, evidenciado por un ECM menor de entre las tres técnicas evaluadas: Promedio móvil (PM), promedio móvil ponderado (PMP) y suavizamiento exponencial (SE).

Ilustración 5.2: Curvas de demandas suavizadas para el producto 1



A continuación se muestran los cálculos realizados para encontrar el ECM para cada una de las tres técnicas, para lo cual se aplica la ecuación 3.4. Así se tiene que:

$$ECM (SE) = \frac{259980}{23} = 11303$$

$$ECM (PM) = \frac{70368}{20} = 3518$$

$$ECM (PMP) = \frac{39582}{22} = 1799$$

Se observa que el método del promedio móvil ponderado es el que ofrece un ECM mucho más bajo que el de las otras dos técnicas para el producto 1, por lo que se elige esta técnica como la más adecuada para estimar su demanda pues mediante la

misma se obtienen valores más cercanos a la demanda real. El ANEXO 3 expone esta comparación para los demás productos en análisis.

Este mismo procedimiento se aplicó a los 36 productos de la muestra representativa escogida por los autores. El cuadro 5.2 resume las demandas pronosticadas y los ECM obtenidos para cada uno de dichos artículos.

Cuadro 5.2: Demandas pronosticadas de la muestra representativa de productos y sus respectivos ECM

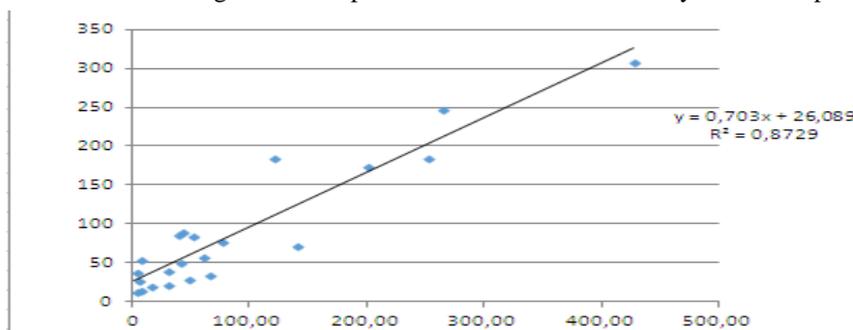
No.	Producto	Métodos de pronóstico					
		Promedio móvil n=3	ECM1	Promedio móvil ponderado n=3	ECM2	Suavizamiento exponencial	ECM3
1	cable #2/O 19 hilos mts.	58	3518	59	1799	94	11303
2	Cable flexible #12 metro	999	44578	850	25075	872	96116
3	cable #6 7 hilos mts.	117	8065	126	4537	165	18980
4	cable #8 7 hilos mts.	278	9670	228	5439	202	21380
5	Cable flexible #10 metro	322	12380	329	6964	360	29365
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	100	2424	92	1429	114	5249
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	192	2314	196	1302	171	4687
8	cable #1/O 19 hilos mts.	6	372	6	209	27	1011
9	Cable concentrico 3*10awg p	84	271	81	152	62	697
10	Cable solido #12 metro	263	75324	223	42370	302	246391
11	cable #2 7 hilos mts.	9	422	9	237	28	997
12	Cable concentrico 2*14	115	4040	104	2272	165	8688
13	cable Piatina #12 metro	183	2263	180	1273	236	11608
14	Cable concentrico 2*10	45	549	51	309	62	1230
15	boquilla caucho Cooper	114	512	113	288	96	923
16	Cable flexible #14 metro	440	19260	341	11980	349	41958
17	cable Piatina #14 metro	205	5258	199	2958	188	9129
18	Cable solido #10 metro	138	5202	114	2926	155	16619
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex	203	677	196	381	187	1425
20	foco p/bateria 60w 24v Osran	98	213	104	120	62	966
21	Transformador de 120v 2*40v	12	57	10	32	14	126
22	foco ahorrador 20w - 3U Osra	56	304	52	171	55	630
23	Cinta autofundente 3M/Plast	12	4	11	3	12	11
24	cable #4 7 hilos mts.	42	319	43	179	34	782
25	foco Tortuga pequeño 1724 6	18	77	16	43	18	128
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a	16	43	14	24	19	94
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL	47	41	48	23	53	160
28	Foco ahorrador 23w - Espiral	38	47	38	26	31	132
29	Tomacorriente doble polariz	41	199	41	112	49	413
30	cable Plastiplomo 2*12	59	778	58	438	60	1543
31	Breacker para panel de 1p-30	26	77	26	43	23	212
32	Foco de 100w/110W Lamptan	98	452	92	254	94	790
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	23	78	24	44	23	178
34	Breacker para panel de 1p-20	23	53	20	30	20	106
35	Cable solido #14 metro	101	16235	90	9132	258	36209
36	foco p/bateria 40w 24v Osran	37	414	33	233	57	1370

Dado que el ECM para cada uno de los 36 productos es menor aplicando la técnica de promedio móvil ponderado, se determina que dicho método es el ideal para encontrar las demandas pronosticadas. Por lo anterior se establece que las cantidades

pronosticadas que se muestran en la columna 5 del cuadro 5.3 serán usadas para el cálculo de los parámetros del modelo de inventario del punto de reorden.

La ilustración 5.3 muestra el diagrama de dispersión y el coeficiente de determinación, el cual indica que el pronóstico para el cable #2/0 19 hilos mts explica el 87% de sus ventas reales.

Ilustración 5.3: Diagrama de dispersión entre demandas reales y demandas pronosticadas



A continuación se presenta el cuadro 5.3 con los ECM y coeficientes de determinación (R^2) para los 36 productos.

Cuadro 5.3: ECM y R^2 de los productos del grupo A.

No. Producto	Producto	ECM	Coefficiente de determinación (R^2)
1	cable #2/0 19 hilos mts.	1799,17	87%
2	Cable flexible #12 metro	25075,2	72%
3	cable #6 7 hilos mts.	4536,8	74%
4	cable #8 7 hilos mts.	5439,17	80%
5	Cable flexible #10 metro	6963,66	76%
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	1429,24	75%
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	1301,99	77%
8	cable #1/0 19 hilos mts.	209,23	76%
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	152,38	80%
10	Cable solido #12 metro	42370,22	83%
11	cable #2 7 hilos mts.	237,32	80%
12	Cable concentrico 2*14	2272,41	76%
13	cable Platina #12 metro	1272,89	78%
14	Cable concentrico 2*10	308,99	73%
15	boquilla caucho Cooper	288,04	74%
16	Cable flexible #14 metro	11980,27	72%
17	cable Platina #14 metro	2957,62	71%
18	Cable solido #10 metro	2926,29	75%
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	380,77	75%
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G	119,57	92%
21	Transformador de 120v 2*40w	32,03	75%
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	171,26	64%
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	3,18	71%
24	cable #4 7 hilos mts.	179,48	72%
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W b	43,14	76%
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	24,46	75%
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAV	23,3	88%
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSR	26,35	88%
29	Tomacorriente doble polarizado T	112,12	74%
30	cable Plastiplomo 2*12	437,64	73%
31	Breacker para panel de 1p-30a G/	43,26	76%
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILV	254,33	71%
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	43,92	77%
34	Breacker para panel de 1p-20a G/	29,99	72%
35	Cable solido #14 metro	9131,95	74%
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G	232,73	87%

Ambos criterios evidencian menores diferencias entre los valores reales y los valores pronosticados luego de ser comparados con los ECM y R^2 de suavizamiento exponencial y promedio móvil. Entre más se acerque el valor R^2 a 1, más exacto es el pronóstico. Se observa que los valores de R^2 fluctúan entre 0,7 y 0,92 lo cual indica que esta técnica permite estimar las demandas con mayor precisión.

5.3 APLICACIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO DEL PUNTO DE REORDEN CON DEMANDA INCIERTA.

Para el cálculo de la cantidad óptima de pedido para el cable #2/0 19 hilos mts es necesario conocer el costo de manejo de inventario (I) y el costo de pedido (S). El cuadro 5.4 resume los componentes para el cálculo de I que se obtiene dividiendo el total de gastos relacionados al manejo de inventarios para las compras anuales en dólares.

Cuadro 5.4: Costo de manejo de inventario

COSTO DE MANEJO DE INVENTARIO	
Descripción	USD
suelos/bodega	42582
IESS	8771,89
Alimentación	4680
Capacitación	9600
Seguro	4632
servicio basico (luz, telefono)	4932
Guardiana	4032
Impuestos	950
Intereses (gastos financieros)	14400
Depreciación	11849,69
Pérdidas y deterioros	62634,5124
Total	169064,0944
Compras anuales	2087817,08
Costo/mantenimiento (%)	8,10%

El cuadro 5.5 resume los componentes para el cálculo de S que se obtiene dividiendo el total de gastos relacionados al procesamiento del pedido para el número de pedidos al año.

Cuadro 5.5: Costo por procesamiento de pedido

COSTO DE PEDIDO	
Descripción	USD
Sueldos	14400
Papelería y suministros	2349,6
Teléfono (móvil, fijo)	2055,84
Internet	483,84
Total	19289,28
Número de pedidos (año 2014)	3384
Costo de pedido (\$/pedido)	5,70

Una vez obtenidos dichos costos, se presentan los datos requeridos para el cálculo de Q*:

- Demanda pronosticada mensual = 59 metros
- Costo de manejo de inventario = 8,10%/año
- Costo unitario del artículo = \$7,83/metro
- Costo de pedido = \$5,70/pedido

Aplicando la ecuación 3.5, se tiene que la cantidad óptima que se debe adquirir del producto bajo estudio es de 113 metros:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 59 * 5,70}{7,83 * (8,10\%/12)}} = 113 \text{ metros}$$

El cálculo de Q* para los 36 productos del grupo A empleando la fórmula presentada anteriormente se resume en el cuadro 5.6:

Cuadro 5.6: Cantidades óptimas a pedir de productos del grupo A

No. de producto	Producto	D	I (%)	S (\$)	C (\$)	Q
1	cable #2/O 19 hilos mts.	59	0,675	5,7	7,83	113
2	Cable flexible #12 metro	850	0,675	5,7	0,41	1871
3	cable #6 7 hilos mts.	126	0,675	5,7	1,52	374
4	cable #8 7 hilos mts.	228	0,675	5,7	0,98	627
5	Cable flexible #10 metro	329	0,675	5,7	0,62	947
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	92	0,675	5,7	1,4	333
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	196	0,675	5,7	1,02	570
8	cable #1/0 19 hilos mts.	6	0,675	5,7	6,13	41
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	81	0,675	5,7	2,37	240
10	Cable solido #12 metro	223	0,675	5,7	0,32	1085
11	cable #2 7 hilos mts.	9	0,675	5,7	3,84	63
12	Cable concentrico 2*14	104	0,675	5,7	0,73	491
13	cable Piatina #12 metro	180	0,675	5,7	0,82	609
14	Cable concentrico 2*10	51	0,675	5,7	1,61	231
15	boquilla caucho Cooper	113	0,675	5,7	1,25	391
16	Cable flexible #14 metro	341	0,675	5,7	0,28	1434
17	cable Piatina #14 metro	199	0,675	5,7	0,51	812
18	Cable solido #10 metro	114	0,675	5,7	0,54	597
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex	196	0,675	5,7	0,58	755
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / c	104	0,675	5,7	1,43	350
21	Transformador de 120v 2*40w	10	0,675	5,7	6,47	51
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	52	0,675	5,7	1,69	228
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	11	0,675	5,7	8,59	47
24	cable #4 7 hilos mts.	43	0,675	5,7	2,54	169
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W	16	0,675	5,7	3,21	92
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	14	0,675	5,7	3,96	77
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MA	48	0,675	5,7	2,53	179
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSF	37,725	0,675	5,7	2,4	163
29	Tomacorriente doble polarizado	41	0,675	5,7	1,47	217
30	cable Plastiplomo 2*12	58	0,675	5,7	0,92	326
31	Breacker para panel de 1p-30a G	25,833	0,675	5,7	2,97	121
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SII	92	0,675	5,7	0,6	509
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	24	0,675	5,7	2,03	141
34	Breacker para panel de 1p-20a G	20	0,675	5,7	2,98	106
35	Cable solido #14 metro	90	0,675	5,7	0,24	796
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / c	33	0,675	5,7	1,31	206

Para determinar el punto de reorden para el producto bajo estudio se reunieron los siguientes datos:

- Tiempo de entrega = 4 días = 0,13 meses
- $Z = 1,04$
- Desviación estándar de la demanda $Sd = 104$ metros

El valor de Sd se lo obtiene usando la fórmula = DESVEST(número 1; número 2;....) del programa EXCEL.

El valor de z es 1,04 según la tabla de distribución normal, donde la fracción del área por debajo de la curva de distribución normal es 0.85. Este valor es el mismo para todos los artículos eléctricos.

Primero es necesario calcular la desviación estándar mensual de la demanda durante el tiempo de entrega, para lo cual se hizo uso de la ecuación 3.7:

$$s'd = 104\sqrt{0,13} = 38,12 \text{ mts}$$

Una vez obtenida $s'd$, se determinó que el punto de reorden para el cable #2/0 19 hilos mts es de 48metros utilizando la fórmula 3.6, quedando el cálculo de la siguiente manera:

$$ROP = (59 * 0,13) + (1,04 * 38,12) = 8 + 40 = 48 \text{ metros}$$

Por lo tanto, cuando el nivel de inventario descienda a 48metros, se deberá colocar una nueva orden de 113 metros de cable #2/0 19 hilos mts.

El cálculo del ROP para los 36 principales productos empleando las fórmulas antes explicadas se muestra en el cuadro 5.7:

Cuadro 5.7: Punto de reorden de los artículos del grupo A.

No. de producto	Producto	Sd	TE (Días)	TE (meses)	S'd	d*TE	Z*S'd	PRO
1	cable #2/O 19 hilos mts.	104	4	0,13	38	8	40	48
2	Cable flexible #12 metro	319	2	0,07	82	57	86	142
3	cable #6 7 hilos mts.	128	2	0,07	33	8	34	43
4	cable #8 7 hilos mts.	145	2	0,07	37	15	39	54
5	Cable flexible #10 metro	163	2	0,07	42	22	44	66
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	72	2	0,07	19	6	19	25
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	72	2	0,07	19	13	19	32
8	cable #1/O 19 hilos mts.	31	4	0,13	11	1	12	13
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	28	2	0,07	7	5	8	13
10	Cable solido #12 metro	553	2	0,07	143	15	148	163
11	cable #2 7 hilos mts.	31	4	0,13	11	1	12	13
12	Cable concentrico 2*14	93	2	0,07	24	7	25	32
13	cable Piatina #12 metro	106	3	0,10	34	18	35	53
14	Cable concentrico 2*10	33	2	0,07	9	3	9	12
15	boquilla caucho Cooper	31	3	0,10	10	11	10	21
16	Cable flexible #14 metro	190	2	0,07	49	23	51	74
17	cable Piatina #14 metro	90	3	0,10	28	20	30	49
18	Cable solido #10 metro	114	3	0,10	36	11	37	49
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex	39	2	0,07	10	13	10	24
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G	36	2	0,07	9	7	10	17
21	Transformador de 120v 2*40w	11	3	0,10	3	1	4	5
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	22	2	0,07	6	3	6	9
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	3	3	0,10	1	1	1	2
24	cable #4 7 hilos mts.	25	2	0,07	6	3	7	10
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W	11	3	0,10	3	2	4	5
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	9	4	0,13	3	2	3	5
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MA	16	3	0,10	5	5	5	10
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSR	14	2	0,07	4	3	4	6
29	Tomacorriente doble polarizado	19	2	0,07	5	3	5	8
30	cable Plastiplomo 2*12	38	2	0,07	10	4	10	14
31	Breacker para panel de 1p-30a G/	13	2	0,07	3	2	3	5
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SIL	28	3	0,10	9	9	9	18
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	12	2	0,07	3	2	3	5
34	Breacker para panel de 1p-20a G/	10	4	0,13	4	3	4	6
35	Cable solido #14 metro	183	2	0,07	47	6	49	55
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G	40	2	0,07	10	2	11	13

El nivel promedio de inventario para este artículo es de 96 metros de los cuales 56 metros son existencias regulares mientras que los 40 metros restantes son existencias de seguridad. Este valor fue calculado a partir de la ecuación 3.8:

$$AIL = \frac{113}{2} + 1,04(38) = 56 + 40 = 96 \text{ metros}$$

Al multiplicar este inventario promedio expresado en metros por su costo unitario de \$7,83, da como resultado un inventario promedio de \$752,08.

El cálculo del AIL tanto en dólares como en unidades para los 36 productos de la categoría A empleando la fórmula antes explicada se muestra en el cuadro 5.8:

Cuadro 5.8: Inventario promedio para los productos del grupo A

No. de producto	Producto	Q	Existencias regulares	Inv. Seguridad	AIL	C (\$)	AIL (\$)
1	cable #2/O 19 hilos mts.	113	56	40	96	7,83	752,08
2	Cable flexible #12 metro	1871	936	86	1021	0,41	418,76
3	cable #6 7 hilos mts.	374	187	34	221	1,52	336,61
4	cable #8 7 hilos mts.	627	313	39	352	0,98	345,31
5	Cable flexible #10 metro	947	473	44	517	0,62	320,61
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	333	167	19	186	1,4	260,27
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	570	285	19	304	1,02	310,26
8	cable #1/O 19 hilos mts.	41	20	12	32	6,13	196,78
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	240	120	8	128	2,37	302,52
10	Cable solido #12 metro	1085	542	148	691	0,32	221,10
11	cable #2 7 hilos mts.	63	31	12	43	3,84	166,00
12	Cable concentrico 2*14	491	245	25	270	0,73	197,27
13	cable Piatina #12 metro	609	304	35	339	0,82	278,23
14	Cable concentrico 2*10	231	116	9	125	1,61	200,46
15	boquilla caucho Cooper	391	195	10	206	1,25	256,95
16	Cable flexible #14 metro	1434	717	51	768	0,28	215,07
17	cable Piatina #14 metro	812	406	30	435	0,51	222,10
18	Cable solido #10 metro	597	299	37	336	0,54	181,47
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LUX	755	378	10	388	0,58	225,16
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G/E	350	175	10	185	1,43	264,41
21	Transformador de 120v 2*40w	51	26	4	29	6,47	188,69
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	228	114	6	120	1,69	202,61
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	47	23	1	24	8,59	208,21
24	cable #4 7 hilos mts.	169	85	7	91	2,54	231,80
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W blan	92	46	4	49	3,21	158,87
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	77	39	3	42	3,96	166,53
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIUL	179	90	5	95	2,53	239,75
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	163	81	4	85	2,4	204,54
29	Tomacorriente doble polarizado Tici	217	109	5	114	1,47	167,02
30	cable Plastiplomo 2*12	326	163	10	173	0,92	159,49
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	121	61	3	64	2,97	190,35
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILVA	509	254	9	264	0,6	158,19
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	141	71	3	74	2,03	149,97
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	106	53	4	57	2,98	169,95
35	Cable solido #14 metro	796	398	49	447	0,24	107,29
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G/E	206	103	11	114	1,31	149,17

Para el cálculo del costo total anual del cable #2/O 19 hilos mts se tienen los siguientes datos adicionales:

- Precio unitario del producto = \$11,48
- $E(1,04) = 0,0772$

El valor de k para este producto es de \$ 6,387 obtenido mediante la ecuación 3.10:

$$k = (1 + 0,75) * (11,48 - 7,83) = \$ 6,387$$

Se utiliza un $\alpha = 0,75$. Izar et al., (2012) citan a Heskett y Kumar (2007) quienes señalan que si no hay manera de estimar α , es recomendable usar un valor de entre 0,5 y 1 pues es un número conservador.

El cálculo de k para el resto de los productos de la categoría A empleando la fórmula antes explicada se muestra en el cuadro 5.9:

Cuadro 5.9: Costo unitario por falta de existencias para los productos del grupo A

No. de producto	Producto	α	Pr (\$)	C (\$)	k (\$)
1	cable #2/O 19 hilos mts.	0,75	11,48	7,83	6,39
2	Cable flexible #12 metro	0,75	0,58	0,41	0,30
3	cable #6 7 hilos mts.	0,75	2,33	1,52	1,42
4	cable #8 7 hilos mts.	0,75	1,54	0,98	0,98
5	Cable flexible #10 metro	0,75	0,86	0,62	0,42
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	0,75	2,48	1,4	1,89
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	0,75	1,93	1,02	1,59
8	cable #1/0 19 hilos mts.	0,75	9,56	6,13	6,00
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	0,75	3,84	2,37	2,57
10	Cable solido #12 metro	0,75	0,45	0,32	0,23
11	cable #2 7 hilos mts.	0,75	7,29	3,84	6,04
12	Cable concentrico 2*14	0,75	1,24	0,73	0,89
13	cable Piatina #12 metro	0,75	1,27	0,82	0,79
14	Cable concentrico 2*10	0,75	2,71	1,61	1,93
15	boquilla caucho Cooper	0,75	1,74	1,25	0,86
16	Cable flexible #14 metro	0,75	0,4	0,28	0,21
17	cable Piatina #14 metro	0,75	0,8	0,51	0,51
18	Cable solido #10 metro	0,75	0,71	0,54	0,30
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LUXAR	0,75	0,82	0,58	0,42
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G/E	0,75	2,07	1,43	1,12
21	Transformador de 120v 2*40w	0,75	10,04	6,47	6,25
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	0,75	2,48	1,69	1,38
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	0,75	12,23	8,59	6,37
24	cable #4 7 hilos mts.	0,75	3,87	2,54	2,33
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W blanco/ne	0,75	5,68	3,21	4,32
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	0,75	5,57	3,96	2,82
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIJU	0,75	3,6	2,53	1,87
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	0,75	3,67	2,4	2,22
29	Tomacorriente doble polarizado Ticino p/e	0,75	2,05	1,47	1,02
30	cable Plastiplomo 2*12	0,75	1,39	0,92	0,82
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	0,75	4,17	2,97	2,10
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILVANIA	0,75	0,85	0,6	0,44
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	0,75	3,47	2,03	2,52
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	0,75	4,07	2,98	1,91
35	Cable solido #14 metro	0,75	0,32	0,24	0,14
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G/E	0,75	2,03	1,31	1,26

El costo total anual del cable #2/0 19 hilos mts es de \$214,67 valor que se desglosa de la siguiente manera: \$35,77 es el costo de pedido, \$35,77 es el costo de manejo de las existencias regulares, \$25,14 es el costo de manejo de las existencias de seguridad y \$117,98 es el costo por falta de existencias. Estos valores fueron calculados al aplicar la fórmula 3.9:

$$TC = \left(\frac{(59 * 12)}{113} * 5,70 \right) + (0,081 * 7,83) \frac{113}{2} + (0,081 * 7,83 * 1,04 * 38) + \frac{(59 * 12)}{113} * 6,387 * 38 * 0,0772$$

$$TC = 35,77 + 35,77 + 25,14 + 117,98 = \$214,67$$

El cálculo de TC para los 36 principales productos correspondientes a la categoría A empleando la fórmula antes explicada se muestra en el cuadro 5.10:

Cuadro 5.10: Costo total anual de los productos del grupo A

No. de producto	Producto	Costo de pedido (\$)	Costo de manejo exist. Reg. (\$)	Costo de manejo exist. Seg (\$)	Costo de falta de exist. (\$)	TC (\$)
1	cable #2/O 19 hilos mts.	35,77	35,77	25,14	117,98	214,67
2	Cable flexible #12 metro	31,07	31,07	2,85	10,33	75,32
3	cable #6 7 hilos mts.	23,03	23,03	4,23	14,61	64,91
4	cable #8 7 hilos mts.	24,88	24,88	3,09	12,36	65,21
5	Cable flexible #10 metro	23,77	23,77	2,20	5,69	55,43
6	Cable concéntrico 3*12 (mt)	18,89	18,89	2,19	8,99	48,96
7	Cable concéntrico 2*12 (mt)	23,53	23,53	1,60	9,44	58,10
8	cable #1/O 19 hilos mts.	10,09	10,09	5,85	9,29	35,32
9	Cable concéntrico 3*10awg pvc	23,06	23,06	1,44	5,81	53,37
10	Cable sólido #12 metro	14,06	14,06	3,85	6,19	38,15
11	cable #2 7 hilos mts.	9,78	9,78	3,66	9,06	32,29
12	Cable concéntrico 2*14	14,50	14,50	1,48	4,21	34,69
13	cable Piatina #12 metro	20,22	20,22	2,32	7,23	49,99
14	Cable concéntrico 2*10	15,08	15,08	1,16	3,35	34,67
15	boquilla caucho Cooper	19,78	19,78	1,03	2,25	42,85
16	Cable flexible #14 metro	16,26	16,26	1,16	2,27	35,95
17	cable Piatina #14 metro	16,77	16,77	1,22	3,28	38,04
18	Cable sólido #10 metro	13,06	13,06	1,64	1,90	29,65
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/L	17,75	17,75	0,49	1,02	37,00
20	foco p/batería 60w 24v Osram / G/8	20,30	20,30	1,12	2,86	44,58
21	Transformador de 120v 2*40w	13,39	13,39	1,90	3,94	32,61
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	15,60	15,60	0,81	1,66	33,67
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	16,18	16,18	0,69	1,32	34,37
24	cable #4 7 hilos mts.	17,39	17,39	1,38	3,54	39,71
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W bl	11,93	11,93	0,94	2,43	27,23
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	12,39	12,39	1,10	1,55	27,44
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVI	18,34	18,34	1,08	2,35	40,12
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	15,84	15,84	0,73	1,72	34,13
29	Tomacorriente doble polarizado Ti	12,92	12,92	0,61	0,87	27,32
30	cable Plastiplomo 2*12	12,16	12,16	0,76	1,33	26,41
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	14,58	14,58	0,84	1,39	31,39
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILV	12,37	12,37	0,45	0,65	25,83
33	Cable concéntrico 4*12 (mt)	11,62	11,62	0,53	1,23	24,99
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	12,85	12,85	0,92	1,21	27,83
35	Cable sólido #14 metro	7,74	7,74	0,96	0,69	17,12
36	foco p/batería 40w 24v Osram / G/8	10,94	10,94	1,14	1,93	24,96

El nivel de servicio que se alcanza al aplicar el modelo de inventario propuesto para el cable #2/O 19 hilos mts es del 97,39%, calculado a partir de la fórmula 3.11:

$$SL = 1 - \frac{38 * 0,0772}{113} = 0,9739 = 97,39\%$$

El cálculo del nivel de servicio para el restante de productos empleando la fórmula antes explicada se muestra en el cuadro 5.11:

Cuadro 5.11: Nivel de servicio para los productos de la categoría A

No. de producto	Producto	E (Z)	Q	S'd	SL (%)
1	cable #2/O 19 hilos mts.	0,0772	113	38	97,39
2	Cable flexible #12 metro	0,0772	1871	82	99,66
3	cable #6 7 hilos mts.	0,0772	374	33	99,32
4	cable #8 7 hilos mts.	0,0772	627	37	99,54
5	Cable flexible #10 metro	0,0772	947	42	99,66
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	0,0772	333	19	99,57
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	0,0772	570	19	99,75
8	cable #1/0 19 hilos mts.	0,0772	41	11	97,85
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	0,0772	240	7	99,77
10	Cable solido #12 metro	0,0772	1085	143	98,98
11	cable #2 7 hilos mts.	0,0772	63	11	98,61
12	Cable concentrico 2*14	0,0772	491	24	99,62
13	cable Piatina #12 metro	0,0772	609	34	99,57
14	Cable concentrico 2*10	0,0772	231	9	99,72
15	boquilla caucho Cooper	0,0772	391	10	99,81
16	Cable flexible #14 metro	0,0772	1434	49	99,74
17	cable Piatina #14 metro	0,0772	812	28	99,73
18	Cable solido #10 metro	0,0772	597	36	99,53
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LUXA	0,0772	755	10	99,9
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G/E	0,0772	350	9	99,8
21	Transformador de 120v 2*40w	0,0772	51	3	99,47
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	0,0772	228	6	99,81
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	0,0772	47	1	99,84
24	cable #4 7 hilos mts.	0,0772	169	6	99,71
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W blanc	0,0772	92	3	99,71
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	0,0772	77	3	99,67
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIJU	0,0772	179	5	99,78
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	0,0772	163	4	99,83
29	Tomacorriente doble polarizado Ticinc	0,0772	217	5	99,83
30	cable Plastiplomo 2*12	0,0772	326	10	99,77
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	0,0772	121	3	99,79
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILVANI	0,0772	509	9	99,87
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	0,0772	141	3	99,83
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	0,0772	106	4	99,74
35	Cable solido #14 metro	0,0772	796	47	99,54
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G/E	0,0772	206	10	99,61

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este acápite muestra los resultados obtenidos con el modelo que se propone aplicar en el manejo del inventario de la línea eléctrica y una comparación del actual escenario comercial de la ferretería AD y el del modelo propuesto.

A partir de las ventas anuales en dólares de los productos eléctricos de la empresa se ordenaron los artículos en base a su volumen de ventas. Luego fueron clasificados en tres grupos conforme al porcentaje acumulativo del total de ventas (\$) y del total del número de artículos.

El cuadro 6.1 detalla la relación entre el porcentaje de artículos y el porcentaje de ventas. La categoría A es el grupo en el cual se centra el presente estudio puesto que son los que necesitan de un mayor control por tener alta participación en las ventas de la empresa.

Cuadro 6.1: Resumen de la clasificación ABC de la línea eléctrica

Clase	No. De artículos	% acumulativo de artículos	Ventas acumuladas (\$)	% de ventas acumuladas
A	1 al 152	20%	133730,08	88,09%
B	153 al 380	50%	148088,79	97,55%
C	381 al 760	100%	151808,84	100%
Total	760			

En este caso en particular el 20% de los artículos representa el 88,09% de las ventas. Este porcentaje equivale a 152 productos entre los que predominan ítems como cables, focos ahorradores, breakers, tomacorrientes, enchufes, etc. La categoría B abarca 228 productos equivalentes al 30% del total de productos y representan el 9,46% de las ventas. Mientras que, la categoría C es la más numerosa pues comprende 380 artículos equivalentes al 50% del total de productos y representa apenas el 2,45% de las ventas.

6.1 ANÁLISIS DEL PRONÓSTICO DE DEMANDA

El método de pronóstico que se aplica es el de promedio móvil ponderado utilizando información histórica de las ventas mensuales en cantidades de los tres últimos años (Enero 2012 – Diciembre 2014). Sin embargo, para ciertos productos sólo existían datos históricos de dos años como es el caso del cable #2/0 19 hilos mts.

Las ilustraciones 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 muestran el comportamiento de la demanda real y del pronóstico para 4 de los productos de la categoría A usando la técnica de promedio móvil ponderado con n=3. En esta sección se denomina como producto 1 al cable #2/0 19 hilos mts, como producto 2 a la boquilla caucho cooper, como producto 3 a la cinta aislante 20 yds 3m TEMFLEX y como producto 4 al cable concéntrico 2*12 mt.

Ilustración 6.1: Pronóstico de demanda para el producto 1

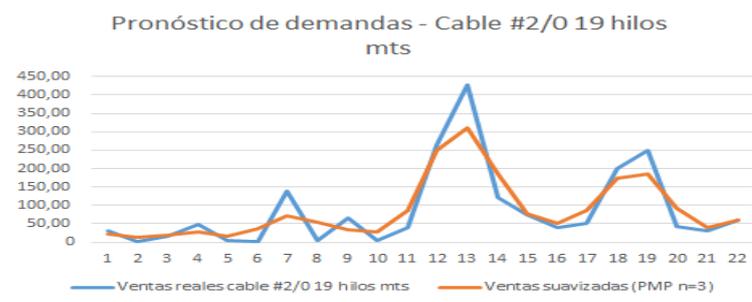


Ilustración 6.2: Pronóstico de demanda para el producto 2

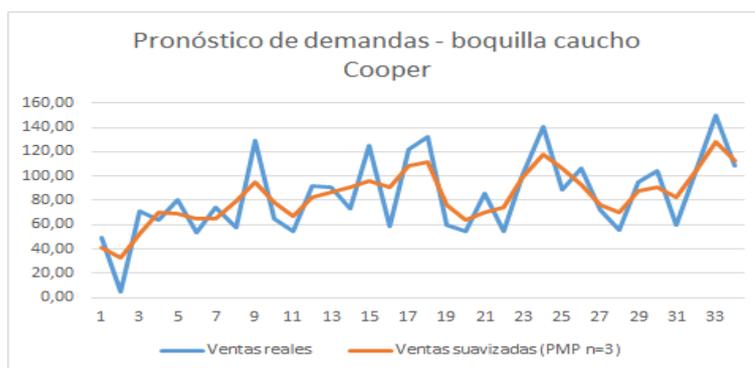


Ilustración 6.3: Pronóstico de la demanda del producto 3.

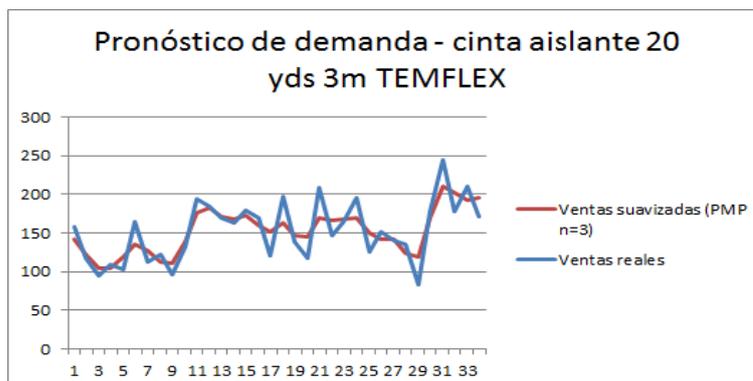
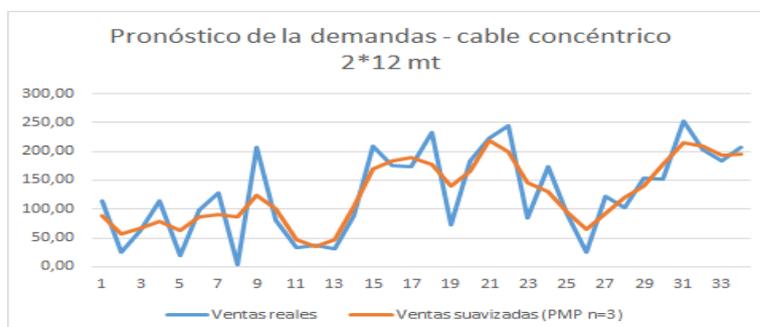


Ilustración 6.4: Pronóstico de la demanda del producto 4.



Se observa que el patrón de demanda para los 4 productos tiene un componente irregular pues se producen fluctuaciones creando picos altos o bajos a lo largo del tiempo. Estas fluctuaciones son difíciles de predecir y pueden afectar la estimación de la demanda. El promedio móvil ponderado suaviza dichas fluctuaciones de manera que se pueda eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos.

Las ilustraciones 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8 presentan las ecuaciones de regresión y los coeficientes de determinación para los 4 productos del grupo A considerados para el análisis.

Ilustración 6.5: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 1

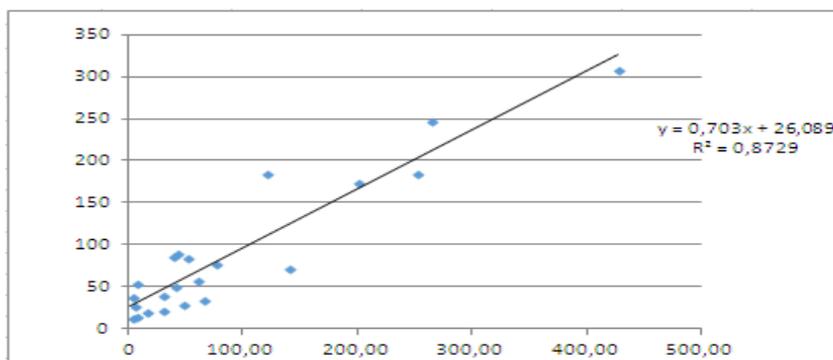


Ilustración 6.6: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 2

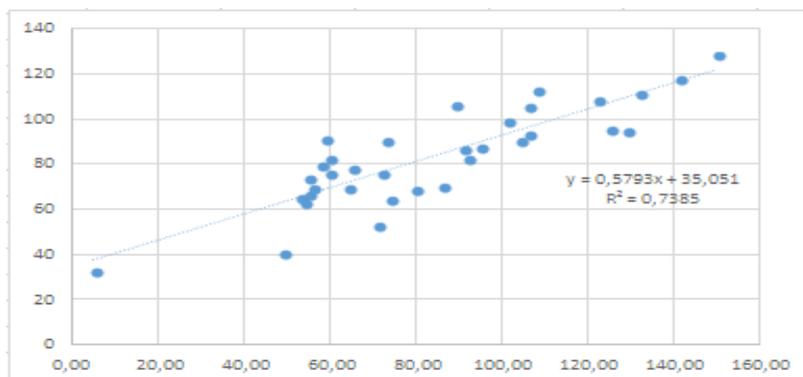


Ilustración 6.7: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 3

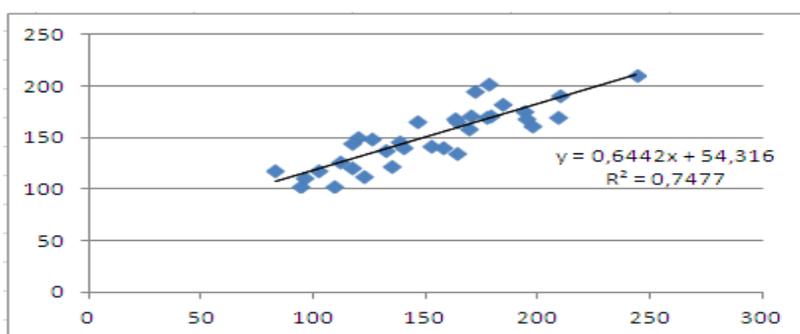
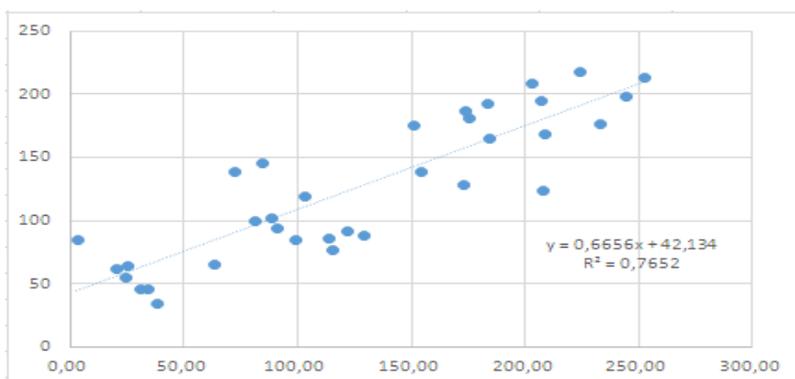


Ilustración 6.8: Gráfico de dispersión entre demandas reales y pronosticadas del producto 4



Como se puede observar, los valores de los coeficientes de determinación son mayores a 0,73 para los 4 productos siendo el producto 1 el que posee el mayor coeficiente de determinación. Este coeficiente permite afirmar que el pronóstico de sus demandas explican a las reales en un 87%, 73%, 74% y 76% respectivamente. Es decir, que se puede estar seguro que las demandas pronosticadas se asemejarán a las reales.

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELO DE INVENTARIO

El modelo empleado es el punto de reorden con demanda incierta ya que la demanda de los productos es estocástica y el tiempo de entrega es constante y por ende conocido. El modelo permite obtener la cantidad óptima de pedido y el punto de reorden.

El cuadro 6.2 muestra los valores de la cantidad óptima de pedido (Q^*) de cuatro artículos del grupo A, donde la columna D es la demanda pronosticada mensual; I es el costo de manejo de inventario mensual, es decir que el costo de manejo de inventario anual se convierte a mensual, ya que el pronóstico de la demanda es mensual. S es el costo de pedido (dólares/pedido) y C es el costo de adquisición (dólares/unidad).

Cuadro 6.2: Cantidad óptima de pedido

Productos	D	I (%)	S (\$)	C (\$)	Q^*
cable #2/O 19 hilos mts.	59	0,68%	5,7	7,83	113
boquilla caucho Cooper	113	0,68%	5,7	1,25	391
cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	196	0,68%	5,7	0,58	755
Cable concentrico 2*12 (mt)	196	0,68%	5,7	1,02	570

Luego de hallar Q^* se calcula ROP, que es el nivel predeterminado en el cual se reemplazan las existencias con Q^* . En el cuadro 6.3 se muestra S_d que es la desviación estándar de la demanda mensual, TE es el tiempo de entrega que varía según el proveedor y debe estar expresado en mes, $S'd$ es la desviación estándar de la demanda durante TE, $d*TE$ es la demanda esperada durante el tiempo de entrega y $z*S'd$ es el inventario de seguridad.

Cuadro 6.3: Inventario de seguridad y ROP

Productos	S_d	TE (días)	TE (mes)	$S'd$	$d*TE$	$z*S'd$	PRO
cable #2/O 19 hilos mts.	104	4	0,13333	38	8	40	48
boquilla caucho Cooper	31	3	0,1	10	11	10	21
cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	39	2	0,06667	10	13	10	24
Cable concentrico 2*12 (mt)	72	2	0,06667	19	13	19	32

La probabilidad de existencias durante el tiempo de entrega se estableció en 85%. Lo que significa que la probabilidad de tener una demanda igual a la esperada durante el tiempo de aprovisionamiento o mayor a esta sea 0,15 durante ese lapso de tiempo.

Cuando el nivel de inventario es igual o menor al ROP se coloca una orden de pedido de Q^* en el punto de suministro para reponer el inventario. Para el caso del cable #2/O 19 hilos mts cuando el nivel de existencias desciende a 48 metros se coloca una

orden de 113 metros. Se espera que durante el tiempo de reaprovisionamiento sean demandados 8 metros pero se tiene una existencia de seguridad de 40 metros para dar el nivel deseado de servicio y por la variación brusca de la demanda. El mismo razonamiento se aplica a todos los productos del grupo A.

El inventario promedio (AIL) resulta de la suma de las existencias regulares y las existencias de seguridad. El cuadro 6.4 presenta el AIL en unidades y en valor monetario para ítems del grupo de estudio. El inventario promedio del cable #2/0 19 hilos mts es de 96 metros, de esta cantidad 56 metros son existencias regulares y 40 metros son el inventario de seguridad. La inversión esperada en el inventario de los ítems del grupo A es \$8523,85, este valor es la suma del inventario promedio en dólares de todos los artículos de este grupo.

Cuadro 6.4: Inventario promedio en unidades y dólares

Productos	Q	Existencias regulares	Inv. Seguridad	AIL	C (\$)	AIL (\$)
cable #2/0 19 hilos mts.	113	56	40	96	7,83	752,08
boquilla caucho Cooper	391	195	10	205	1,25	256,95
cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	755	378	10	388	0,58	225,16
Cable concéntrico 2*12 (mt)	570	285	19	304	1,02	310,26

El costo total anual es la suma del costo del pedido, el costo del manejo de existencias regulares, el costo de manejo de existencias de seguridad y el costo por falta de existencias.

El primer término se obtiene multiplicando el número de órdenes colocadas al año por el costo de ordenar; el segundo de la multiplicación del número promedio de unidades en inventario por su costo de mantenimiento; el tercero multiplicando el costo de mantenimiento por las existencias de seguridad y el cuarto término es el número total esperado de unidades agotadas para el período determinado multiplicado por el costo de falta de existencias. El tercer y cuarto término explican la incertidumbre de la demanda.

El cuadro 6.5 resume los costos totales anuales de productos del grupo A. Para el caso del cable #2/0 19 hilos mts se puede observar que el costo por falta de existencias representa el mayor costo dentro del costo total anual, esto debido a su alto costo unitario por falta de existencias de \$6,39. La boquilla, la cinta y el cable concéntrico presentan como mayor costo al costo de pedido y de manejo de existencias regulares. Los cuatro artículos muestran como menor costo al de manejo de existencias de seguridad.

Cuadro 6.5: Costo total anual

Productos	Costo de pedido (\$)	Costo/ manejo existencias regulares (\$)	Costo/manejo existencias de seguridad (\$)	Costo por falta de existencias (\$)	TC (\$)
cable #2/O 19 hilos mts.	35,77	35,77	25,14	117,98	214,67
boquilla caucho Cooper	19,78	19,78	1,03	2,25	42,85
cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	17,75	17,75	0,49	1,02	37,00
Cable concéntrico 2*12 (mt)	23,53	23,53	1,60	9,44	58,10

El nivel de servicio al cliente (SL) que se obtiene con la política de inventario del cable #2/O 19 hilos mts es de 97,39%, lo que significa que se tiene disponibilidad del producto el 97,39% del tiempo. El cuadro 6.6 señala el nivel de servicio alcanzado para cuatro productos del grupo A, entre los cuales el cable #2/O 19 hilos mts es el artículo con menor SL mientras que la cinta aislante logra un mayor SL con el 99,9%.

Cuadro 6.6: Nivel de servicio al cliente.

Productos	E(z)	Q*	S'd	SL (%)
cable #2/O 19 hilos mts.	0,0772	113	38	97,39
boquilla caucho Cooper	0,0772	391	10	99,81
cinta aislante 20 yds 3M Temflex/	0,0772	755	10	99,90
Cable concéntrico 2*12 (mt)	0,0772	570	19	99,75

6.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Esta sección presenta una comparación entre los resultados que se obtuvieron del escenario del año 2014 de la ferretería y los de la política propuesta.

El cuadro 6.7 muestra que el inventario promedio de los 36 productos de la categoría A ha disminuido en relación a las cantidades del 2014, en 9041 unidades. De la misma forma se tiene un ahorro de inversión en inventario de \$5674,39 con el método propuesto. El inventario promedio actual se origina de la suma del inventario inicial e inventario final, valor que se divide entre dos.

Cuadro 6.7: Comparación de inventario promedio

Inventario promedio (2014)	En cantidades	En dólares
Actual	17528	\$ 14.198,24
Propuesto	8487	\$ 8.523,85
Ahorro	9041	\$ 5.674,39
%	52%	40%

De lo anterior se concluye que la metodología aplicada permite que la ferretería AD disminuya su inversión en inventario en un 40%. Además las cantidades de

inventario promedio disminuyen en un 52% lo cual es una ventaja pues entre menor inventario promedio se tenga, menores serán los costos de mantenerlos. El inventario promedio propuesto incluye las existencias de seguridad lo cual asegura la disponibilidad de artículos evitando agotamientos. En el ANEXO 4 se presenta el cuadro de comparación de AIL para todos los artículos de estudio.

El cuadro 6.8 presenta la comparación del costo de manejo del inventario promedio. El costo de manejo de los 36 productos del grupo A es de \$1150,06 mientras que el del manejo propuesto es de \$690,43 lo que significa un ahorro de \$459,62 para la ferretería que podría aumentar su liquidez.

Cuadro 6.8: Comparación del costo de manejo

Costo de manejo de inventario (2014)	USD
Actual	1150,057302
Propuesto	690,4317182
Ahorro	459,6255841
%	40%

Con el método propuesto, el costo de manejo del inventario promedio incluyendo las existencias de seguridad se reduce en un 40%, porcentaje que coincide con el de inversión en inventario. En el ANEXO 5 se presenta el cuadro de comparación del costo de manejo para todos los artículos de estudio.

6.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Krajewski et al., (2000, p.557) describen al análisis de sensibilidad como “una técnica para modificar sistemáticamente los parámetros de importancia crucial, a fin de determinar los efectos del cambio”. El costo de pedido, el costo de manejo de inventario y la demanda son valores que pueden variar a lo largo del tiempo. Anderson et al., (2011) mencionan que se realiza el análisis de sensibilidad para calcular la cantidad del pedido en diferentes condiciones de costos.

Diario El Comercio (2015) afirma que el valor de los productos eléctricos presentó un alza debido a la resolución 50 del Comité de Comercio Exterior (COMEX). Dicha resolución entró en vigencia en Enero del presente año, la misma que presenta el establecimiento de salvaguardias para partidas de importación. Este hecho produce un

aumento del 15% en el precio del material eléctrico lo que deriva en el incremento del costo de manejo de inventario.

El costo de pedido presenta un aumento del 6,65%, obtenido de las variaciones de los últimos cuatro años del salario básico unificado (rubro más significativo del costo de pedido). Por otra parte la demanda se incrementa en un 15%, el cálculo de este porcentaje es en base a las variaciones de los últimos cuatro años de la demanda de productos eléctricos. Los cálculos de las variaciones de la demanda y del salario básico unificado se presentan en el ANEXO 6.

García (2006) señala que los cambios en las variables de entrada se pueden medir en forma de razón, situando los valores estimados sobre los reales:

$$k = \sqrt{\frac{D_t * Co_t * Cc}{D * Co * Cc_t}} \quad (6.1)$$

Donde D (demanda), Co (costo de pedido) y Cc (costo de mantenimiento) son los valores reales y D_t , Co_t y Cc_t son los valores estimados. La razón k puede calcularse cuando se producen cambios en forma conjunta de las tres variables o cuando se modifica una de ellas.

El cuadro 6.9 muestra de manera singular el análisis de sensibilidad para el cable #2/0 19 hilos mts, sin embargo, este análisis puede ser desarrollado para todos los productos eléctricos. Donde Q es la cantidad de pedido en condiciones de demanda y costos sin cambios y Q* es la cantidad de pedido con cambios en la demanda y costos.

Cuadro 6.9: Análisis de sensibilidad por producto.

	D (unidades)	Co (\$)	Cc (\$)	Dt (unidades)	Cot (\$)	Cct (\$)	k	Q (unidades)	Q* (unidades)
Cambio en la demanda	59	-	-	68	-	-	1,07	113	121
Cambio en el costo de pedido	-	5,7	-	-	6,08	-	1,03	113	117
Cambio en el costo de manejo	-	-	0,63	-	-	0,73	0,93	113	105
Cambio en la demanda, costo de pedido y manejo	59	5,70	0,63	68	6,08	0,73	1,03	113	117

Las casillas con espacios en blanco del cuadro significan que no existen cambios en esas variables para el cálculo de Q*. En las condiciones iniciales la cantidad de pedido es de 113 metros, ante un aumento de la demanda del 15% la nueva cantidad de pedido es de 121 metros, valor que resulta de la multiplicación de k por Q, donde k

es la raíz cuadrada de la división de 68 entre 59. El aumento en la demanda del 15% incrementa la cantidad de pedido en un 7%.

Un alza del 6,65% del costo de pedido implica un aumento del 3% de la cantidad de pedido. Mientras que un aumento del 15% del costo de manejo de inventario ocasiona una disminución del 7% de la cantidad de pedido.

Cuando las variables cambian al mismo tiempo la cantidad de pedido aumenta en un 3%. Estos cambios evidencian que la cantidad de pedido varía en proporción directa a la raíz cuadrada de los cambios en la demanda y costo de pedido y en relación inversa a la raíz cuadrada de los cambios en los costos de mantenimiento. Se puede concluir que la cantidad de pedido es insensible a cambios pequeños en las variables de entrada.

El cuadro 6.10 muestra los cambios en los costos ante un aumento del 15% de la demanda en un análisis de sensibilidad más generalizado. Se observa que el costo de pedido y el costo por falta de existencias presentan un aumento del 7,24% mientras que el costo de manejo aumenta 6,37% respecto a la situación planteada inicialmente. El costo total tuvo un incremento del 6,86%.

Cuadro 6.10: Análisis de sensibilidad con variación en la demanda

	Costo de pedido (\$)	Costo/ manejo existencias regulares y existencias de seguridad (\$)	Costo por falta de existencias (\$)	Costo Total (\$)
Situación propuesta	607,90	690,43	265,93	1564,26
Aumento en la demanda	651,90	734,43	285,18	1671,51
Variación porcentual	7,24%	6,37%	7,24%	6,86%

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Tras el desarrollo del presente trabajo de investigación se derivan las siguientes conclusiones como respuesta a los objetivos planteados:

1. La categoría A representa el 20% del total de artículos y constituye el 88,09% del total de ingresos como se muestra en el cuadro 6.1.

2. Las categorías B y C representan el 30% y el 50% del total de artículos respectivamente pero constituyen el 9,46% y el 2,45% del total de ingresos de la venta de productos eléctricos, esto se presenta en el cuadro 6.1.

3. Al tener políticas de gestión de inventarios para los 152 artículos de la categoría A, se puede controlar los ingresos correspondientes a la venta de los mismos, que en el año 2014 ascendieron a \$133730,08, información del cuadro 6.1.

4. La técnica de pronóstico de promedio móvil ponderado presenta un menor error cuadrático medio como lo muestra el cuadro 5.2 y un mayor coeficiente de determinación entre las ventas pronosticadas y reales por lo tanto esta técnica es la más adecuada para estimar la demanda de los productos eléctricos bajo estudio.

5. La inversión de mantener un inventario de seguridad para poder satisfacer la demanda de los artículos bajo estudio durante el tiempo de aprovisionamiento asciende a \$82,53, como presenta el cuadro 5.10. Esta inversión permite que no se genere pérdida de ventas y que se pueda enfrentar la incertidumbre de la demanda.

6. El establecimiento de políticas de inventario proporciona a la ferretería una disminución del costo de manejo de los artículos en un 40% como lo muestra el cuadro 6.8. De esta manera se genera un ahorro de \$459,62 en el costo de manejo de inventarios de los artículos bajo estudio, la reducción evidencia que el punto de reorden con demanda incierta minimiza los costos en los que se incurre para mantener las existencias lo que ayuda a aumentar la liquidez de la ferretería.

7. La ferretería AD debe invertir \$8583,25 con la aplicación del modelo propuesto. Este valor es menor al inventario promedio (\$) anterior lo que permite un ahorro del 40% como lo indica el cuadro 6.7.

8. Con el método propuesto se alcanza un ahorro del 52% en cantidades de inventario promedio, lo que reduce los costos ocasionados por mantener cantidades excesivas de artículos, tal como lo indica el cuadro 6.7.

9. El modelo del punto de reorden con demanda incierta proporciona una cantidad de pedido que supone un costo total anual mínimo, este costo total ascendió a \$1564,26 como presenta el cuadro 5.10 para los artículos bajo estudio. De esta manera se mantiene una cantidad óptima de inventario sin incurrir en costos elevados.

10. Los valores más significativos dentro del costo total anual son el costo de pedido y el costo de manejo de existencias regulares, el cuadro 5.10 presenta que ambos ascienden a \$607,90. Mientras que el costo de falta de existencias es mayor al costo de manejo de existencias de seguridad, el primero asciende a \$265,93 y el segundo a \$82,53.

11. La cantidad de pedido del cable #2/0 19 hilos mts disminuye de 113 a 105 metros, si el costo de manejo aumenta \$0,10, esto se presenta en el cuadro 6.9. Además si la tasa de demanda aumenta el 15% la cantidad de pedido también aumenta pero en 8 metros. Y si el costo de pedido aumenta \$0,38 la cantidad de pedido aumenta en 4 metros.

REFERENCIAS

Anderson, D., Sweeney, D., William, T., Camm, J., & Martin, K. (2011). **Métodos cuantitativos para los negocios**. México: CENGAGE Learning.

Arango, J., Giraldo, J., & Castrillón, O. (2013). **Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio**. *Scientia Et Technica*, (p.743-747).

Ballou, R. (2004). **Administración de la cadena de suministro**. México D.F: Pearson Educación.

Chackelson, C., & Errasti, A. (2010). **Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios**. *Memorias de trabajo de difusión científica y técnica*, (p.23-32).

Chase, Jacobs, & Aquilano. (2009). **Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros**. México D.F: Mc Graw Hill.

Enríquez, C. (3 de Febrero de 2015). **Los aranceles preocupan a los ferreteros**. *Diario El Comercio*, p.4.

Everett, A., & Ebert, R. (1981). **Administración de la producción y las operaciones**. México D.F: Prentice Hall.

Fucci, T. (Junio de 1999). **El gráfico ABC como técnica de gestión de inventario**. Obtenido el 16 de noviembre de 2014, Universidad Nacional de Luján:<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf>

García, V. (Diciembre de 2006). **Avances de tecnología y producción No. 5: Modelos de inventarios con demanda independiente**. Obtenido el 25 de noviembre de 2014, Publicaciones Administración de empresas:<http://administracion.uexternado.edu.co/publicaciones/default.asp?codigo=74>

Heizer, J., & Render, B. (2001). **Dirección de la producción**. Madrid: Prentice Hall.

Impulsado por construcción, sector ferretero creció 46,8%. (2013, 13 de junio). *El Universo*. p.

Izar, J., Ynzunza, C., & Sarmiento, R. (2012). **Determinación del Costo del Inventario con el Método Híbrido.** *Conciencia Tecnológica*, (p.30-35).

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). **Administración de operaciones: estrategia y análisis.** México: Pearson Educación.

Olvera, G., & Sanchez, M. (Mayo de 2004). **Reducción de quejas mediante el control de inventarios y mejora en el flujo de información.** Obtenido el 2 de diciembre de 2014, Universidad de las Américas Puebla:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/olvera_g_gp/

Render, B., Stair, R., & Hanna, M. (2012). **Métodos cuantitativos para los negocios.** México: Pearson Educacion.

Rodríguez, L., & Martínez, L. (Julio de 2010). **Propuesta de sistema de control de abastecimiento para una empresa dedicada a la distribución, venta de pinturas y productos relacionados en el ramo.** Obtenido el 5 de diciembre de 2014, Universidad de Oriente:
<http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2894/1/13-TESES.IS010R73.pdf>

Sabino, C. (1996). **El proceso de investigación.** Buenos Aires: LUMEN/HVMANITAS.

Taha, H. A. (2004). **Investigación de operaciones.** Naucalpan de Juárez, Edo. de México: Pearson Eduacación.

Zapata, C. (2008). **Análisis y propuesta de mejoramiento para la gestión de inventarios de ferretería Aldia S.A.** Obtenido el 8 de diciembre de 2014, Universidad Pontificia Bolivariana:
http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/464/1/digital_16908.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

**CATEGORIA A DE LA CLASIFICACIÓN ABC DE PRODUCTOS
ELÉCTRICOS PARA EL AÑO 2014**

No. de producto	Nombre del producto	Ventas anuales (\$)	Ventas anuales acumuladas (\$)	Porcentaje acumulativo del total de las ventas	Porcentaje acumulativo del total de artículos
1	cable #2/O 19 hilos mts.	19909,3358	19909,3358	13,11%	0,13%
2	Cable flexible #12 metro	5933,5572	25842,893	17,02%	0,26%
3	cable #6 7 hilos mts.	5362,5239	31205,4169	20,56%	0,39%
4	cable #8 7 hilos mts.	4789,31967	35994,7366	23,71%	0,53%
5	Cable flexible #10 metro	4121,97987	40116,7165	26,43%	0,66%
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	3959,0793	44075,7957	29,03%	0,79%
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	3570,80009	47646,5958	31,39%	0,92%
8	cable #1/O 19 hilos mts.	3365,17504	51011,7709	33,60%	1,05%
9	Cable concentrico 3*10awg	3215,46937	54227,2402	35,72%	1,18%
10	Cable solido #12 metro	3073,61712	57300,8574	37,75%	1,32%
11	cable #2 7 hilos mts.	2649,42777	59950,2851	39,49%	1,45%
12	Cable concentrico 2*14	2643,23956	62593,5247	41,23%	1,58%
13	cable Piatina #12 metro	2586,43533	65179,96	42,94%	1,71%
14	Cable concentrico 2*10	2183,74514	67363,7052	44,37%	1,84%
15	boquilla caucho Cooper	2039,8265	69403,5317	45,72%	1,97%
16	Cable flexible #14 metro	1871,66551	71275,1972	46,95%	2,11%
17	cable Piatina #14 metro	1846,55278	73121,7499	48,17%	2,24%
18	Cable solido #10 metro	1821,7418	74943,4917	49,37%	2,37%
19	cinta aislante 20 yds 3M Tem	1672,7347	76616,2264	50,47%	2,50%
20	foco p/bateria 60w 24v Osra	1663,4077	78279,6341	51,56%	2,63%
21	Transformador de 120v 2*40	1640,02576	79919,6599	52,64%	2,76%
22	foco ahorrador 20w - 3U Osr	1621,42225	81541,0822	53,71%	2,89%
23	Cinta autofundente 3M/Plas	1577,75331	83118,8355	54,75%	3,03%
24	cable #4 7 hilos mts.	1489,87947	84608,7149	55,73%	3,16%
25	foco Tortuga pequeño 1724	1330,9361	85939,651	56,61%	3,29%
26	Breacker sobrepuesto 1p-30	1277,94526	87217,5963	57,45%	3,42%
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL	1268,7937	88486,39	58,29%	3,55%
28	Foco ahorrador 23w - Espiral	1257,19646	89743,5864	59,12%	3,68%
29	Tomacorriente doble polariz	1086,29347	90829,8799	59,83%	3,82%
30	cable Plastiplomo 2*12	1082,06624	91911,9461	60,54%	3,95%
31	Breacker para panel de 1p-3	1032,48669	92944,4328	61,22%	4,08%
32	Foco de 100w/110W Lampta	1022,44694	93966,8798	61,90%	4,21%
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	1022,17802	94989,0578	62,57%	4,34%
34	Breacker para panel de 1p-2	1004,19763	95993,2554	63,23%	4,47%
35	Cable solido #14 metro	917,647358	96910,9028	63,84%	4,61%
36	foco p/bateria 40w 24v Osra	883,37597	97794,2787	64,42%	4,74%
37	cable p/acometida 3X4 AL	781,342091	98575,6208	64,93%	4,87%
38	Terminal cobre p/bateria 24	778,48067	99354,1015	65,45%	5,00%
39	Breacker sobrepuesto 1p-20	762,705685	100116,807	65,95%	5,13%
40	Caja rectangular plastica PLA	760,05575	100876,863	66,45%	5,26%
41	Foco ahorrador 9w ESPIRAL	751,4761	101628,339	66,94%	5,39%
42	Enchufe polarizado cooper a	741,490755	102369,83	67,43%	5,53%
43	Cable concentrico 3*14 (mt)	740,16894	103109,999	67,92%	5,66%
44	filamento p/reflector halog	735,95232	103845,951	68,41%	5,79%
45	Tubo fluorecente de 40 w G	717,626791	104563,578	68,88%	5,92%
46	cable Piatina #10 metro	712,18359	105275,761	69,35%	6,05%
47	cable p/bateria #4 (MTS)	679,98	105955,741	69,80%	6,18%
48	Cable flexible #16 metro	660,37678	106616,118	70,23%	6,32%
49	Breacker sobrepuesto 1p-40	613,852075	107229,97	70,63%	6,45%
50	Foco ahorrador 26w espiral	602,469	107832,439	71,03%	6,58%
51	Cable concentrico 2*16	548,152615	108380,592	71,39%	6,71%
52	Breacker para panel de 1p-4	547,94621	108928,538	71,75%	6,84%
53	foco ahorrador 75W 130V ES	544,418104	109472,956	72,11%	6,97%
54	Caja para breacker de 412c-4	535,710855	110008,667	72,47%	7,11%

No. de producto	Nombre del producto	Ventas anuales (\$)	Ventas anuales acumuladas (\$)	Porcentaje acumulativo del total de las ventas	Porcentaje acumulativo del total de artículos
55	Foco ahorrador 15w Espiral	525,49113	110534,158	72,81%	7,24%
56	cable p/bateria # 6 (MTS)	488,75216	111022,91	73,13%	7,37%
57	caja octagonal plastica PVC	477,75297	111500,663	73,45%	7,50%
58	Breacker para panel de 1p-1	458,37284	111959,036	73,75%	7,63%
59	Enchufe simple 2P cooper a	458,250314	112417,286	74,05%	7,76%
60	Cable flexible #8 metro	451,893545	112869,18	74,35%	7,89%
61	Foco de 60w Lamptan/SILVA	427,513425	113296,693	74,63%	8,03%
62	cinta aislante 10 yds 3M Tem	423,397683	113720,091	74,91%	8,16%
63	cable Piatina #16 metro	411,912295	114132,003	75,18%	8,29%
64	Tomacorriente doble sobre	406,106744	114538,11	75,45%	8,42%
65	tomacorriente sobrepuesto	380,077345	114918,188	75,70%	8,55%
66	interruptor ticino p/empotr	379,45569	115297,643	75,95%	8,68%
67	Codo conduit 1/2" Tubytek/	378,06715	115675,71	76,20%	8,82%
68	interruptor doble ticino par	364,8384	116040,549	76,44%	8,95%
69	Foco ahorrador 13w Espiral	363,92734	116404,476	76,68%	9,08%
70	Tomacorriente doble pola/e	351,08728	116755,563	76,91%	9,21%
71	Tubo fluorecente de 40 w O	339,88429	117095,448	77,13%	9,34%
72	Conector EMT 1/2" PVC	332,798535	117428,246	77,35%	9,47%
73	Foco de 200w Lamptan	332,64199	117760,888	77,57%	9,61%
74	Interruptor sobrepuesto tici	325,44818	118086,336	77,79%	9,74%
75	Roseton portalampara Ticin	324,46054	118410,797	78,00%	9,87%
76	terminal cobre p/bateria 12	319,1337	118729,931	78,21%	10,00%
77	foco reflector 150w 110V PA	318,42872	119048,359	78,42%	10,13%
78	cable #3/0-19 hilos mts.	310,923	119359,282	78,62%	10,26%
79	lampara fluorescente c/tran	306,06135	119665,344	78,83%	10,39%
80	foco p/bateria 50w 12v VICA	295,6023	119960,946	79,02%	10,53%
81	varilla para tierra 5/8 * 1.80	295,338444	120256,284	79,22%	10,66%
82	cable p/acometida 3X2 AL	288,54	120544,824	79,41%	10,79%
83	Foco ahorrador 15w Espiral	288,462365	120833,287	79,60%	10,92%
84	Breacker sobrepuesto 1p-60	282,93043	121116,217	79,78%	11,05%
85	lampara fluorescente p/inte	277,099	121393,316	79,96%	11,18%
86	varilla para tierra nacional 1	275,2215	121668,538	80,15%	11,32%
87	Caja para breacker 6-12 G/E	274,71811	121943,26	80,33%	11,45%
88	Grapas plasticas p/cable c/	265,2795	122208,54	80,50%	11,58%
89	cable #2 19 hilos mts.	260,2764	122468,81	80,67%	11,71%
90	Breacker para panel grueso	255,10395	122723,92	80,84%	11,84%
91	Breacker con molde 3P-125A	247,62681	122971,54	81,00%	11,97%
92	Breacker con molde 3P-250A	238,32108	123209,86	81,16%	12,11%
93	lampara para barco con pro	231,36773	123441,23	81,31%	12,24%
94	Cable concentrico 3*16	231,23285	123672,46	81,47%	12,37%
95	Caja rectangular plastica bl	229,80343	123902,27	81,62%	12,50%
96	Breacker para panel de 2p-2	227,43315	124129,7	81,77%	12,63%
97	Foco ahorrador 13w Espira	225,87508	124355,58	81,92%	12,76%
98	Foco ahorrador 20W ESPIRA	223,5525	124579,13	82,06%	12,89%
99	reflector de LED 50W 90-240	220,59	124799,72	82,21%	13,03%
100	canaleta 20x 10mm x2mt c/	214,95968	125014,68	82,35%	13,16%
101	Breacker con molde 2P-225A	214,69388	125229,37	82,49%	13,29%
102	tomacorriente pata gallina p	208,59082	125437,96	82,63%	13,42%
103	caja de paso PVC 25*30	208,359	125646,32	82,77%	13,55%
104	Lampara fluorescente c/tran	206,39223	125852,71	82,90%	13,68%
105	Tomacorriente conector pol	204,35649	126057,07	83,04%	13,82%
106	Breacker para panel de 1p-5	201,44172	126258,51	83,17%	13,95%
107	Enchufe pata gallina COOPE	200,46732	126458,98	83,30%	14,08%
108	Breacker sobrepuesto 1p-15	199,31005	126658,29	83,43%	14,21%
109	Breacker con molde 2P-125A	198,9901	126857,28	83,56%	14,34%
110	regleta 6 servicios Cooper c	198,77494	127056,05	83,69%	14,47%

No. de producto	Nombre del producto	Ventas anuales (\$)	Ventas anuales acumuladas (\$)	Porcentaje acumulativo del total de las ventas	Porcentaje acumulativo del total de artículos
111	termostato p/agua caliente	198,32411	127254,38	83,83%	14,61%
112	Breacker para panel de 2p-3	198,29655	127452,68	83,96%	14,74%
113	Tomacorriente 220v Ticino p	196,52141	127649,2	84,09%	14,87%
114	Medidor de distancia digita	196,2675	127845,46	84,21%	15,00%
115	timbre de campana 6" /TAIW	191,47641	128036,94	84,34%	15,13%
116	Breacker para panel grueso	184,21524	128221,16	84,46%	15,26%
117	Transformador para cerradu	183,80371	128404,96	84,58%	15,39%
118	Breacker con molde 2P-150A	181,15855	128586,12	84,70%	15,53%
119	canaleta 24x14mmx2mt C/A	180,15098	128766,27	84,82%	15,66%
120	Breacker para panel grueso	177,6285	128943,9	84,94%	15,79%
121	Caja para medidor 6 servici	176,00448	129119,9	85,05%	15,92%
122	Transformador de 120v 2 17	172,83913	129292,74	85,17%	16,05%
123	caja de paso PVC 35*40	171,4068	129464,15	85,28%	16,18%
124	Breacker para panel grueso	169,57557	129633,72	85,39%	16,32%
125	Breacker con molde 3P-160A	168,327	129802,05	85,50%	16,45%
126	Interruptor regulador taco d	168,22584	129970,28	85,61%	16,58%
127	Breacker para panel grueso	159,88509	130130,16	85,72%	16,71%
128	luxómetro digital r200-200k	159,885	130290,05	85,83%	16,84%
129	Transformador de 120v 4*3	158,7477	130448,79	85,93%	16,97%
130	Boquilla ojo de buey blanco	158,6	130607,39	86,03%	17,11%
131	foco Tortuga redondo POÑA	158,07817	130765,47	86,14%	17,24%
132	Breacker sobrepuesto 1p-70	155,34091	130920,81	86,24%	17,37%
133	Foco ahorrador 85wt SPIRAL	154,06871	131074,88	86,34%	17,50%
134	Caja para breacker 14*28 G	151,73407	131226,62	86,44%	17,63%
135	canaleta 15x10mmx2mt c/a	150,30642	131376,92	86,54%	17,76%
136	timbre de campana 8" /TAIW	150,09902	131527,02	86,64%	17,89%
137	resistencia de ducha Lorenz	149,9565	131676,98	86,74%	18,03%
138	Caja para breacker Trifasicc	146,98845	131823,97	86,84%	18,16%
139	varilla para tierra nacional	144,59466	131968,56	86,93%	18,29%
140	Switch reversible 3p-100a	142,63436	132111,2	87,02%	18,42%
141	inversor portatil IN-175 AVT	139,47543	132250,67	87,12%	18,55%
142	reflector halogeno 1500w	139,16997	132389,84	87,21%	18,68%
143	Caja para breacker 16-32 G	138,861	132528,7	87,30%	18,82%
144	Breacker para panel grueso	136,962	132665,66	87,39%	18,95%
145	Cable para antena coaxial R	136,61502	132802,28	87,48%	19,08%
146	caja octagonal plastica PVC	136,5684	132938,85	87,57%	19,21%
147	interruptor triple Ticino p/e	136,28363	133075,13	87,66%	19,34%
148	Breacker sobrepuesto 1p-40	134,88806	133210,02	87,75%	19,47%
149	foco Tortuga grande 1777 6	132,22575	133342,24	87,84%	19,61%
150	lampara para lumbrado púb	129,834	133472,08	87,92%	19,74%
151	Foco ahorrador 25W Espira	129,24354	133601,32	88,01%	19,87%
152	Breacker con molde 2P-175A	128,75613	133730,08	88,09%	20,00%

ANEXO 2**DEMANDAS REALES DE LOS PRODUCTOS DE ANÁLISIS (EN CANTIDADES)**

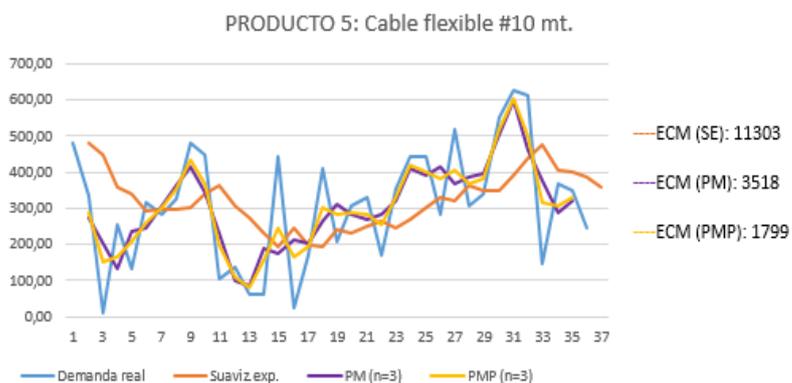
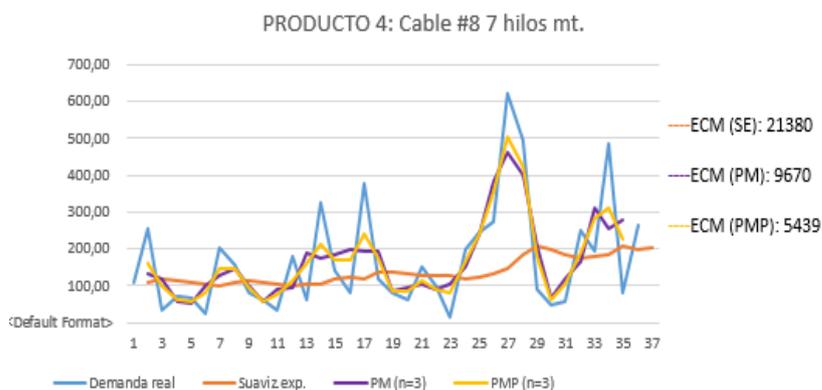
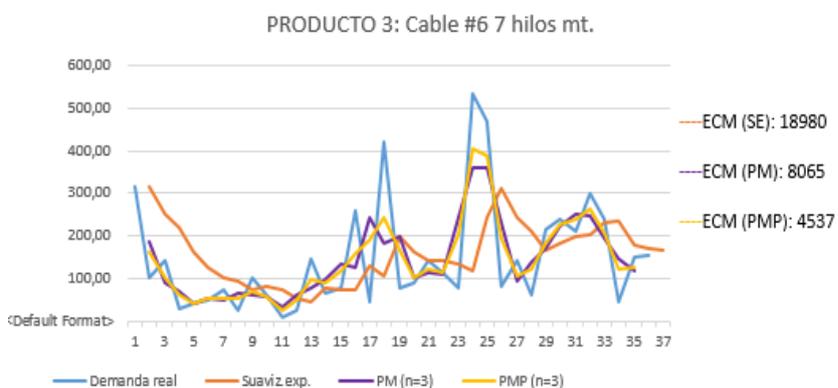
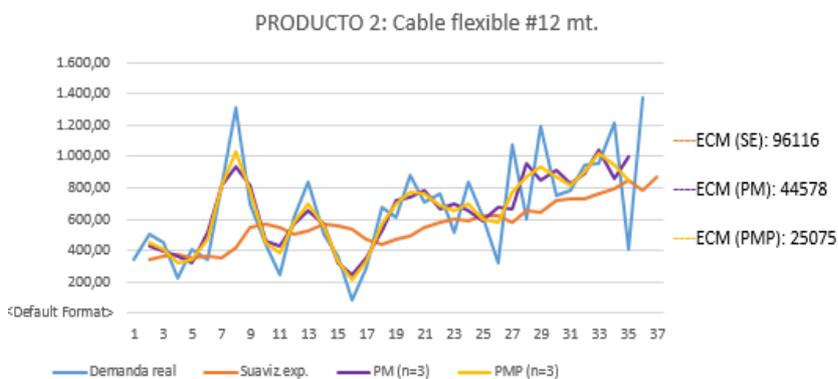
Periodo	cable Piatina #12 mt	Cable concentrico 2*10	boquilla caucho Cooper	Cable flexible #14 mt	cable Piatina #14 mt	Cable solido #10 mt	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LUXAR	p/bateria 60w 24v Osram / G/E	Transformador de 120v 2*40w	foco ahorrador 20w - 3U Osram	Cinta autofundente 3M/Plastg	cable #4 7 hilos mts.
1	621,2	29,3	60	463	157	533	133	78	4	2	10	63
2	315	23	49	833	402	452	158	38	2	48	6	5
3	241	52	5	102	277	45	117	36	1	52	5	37,5
4	92,8	30	71	85	164	48	94	85	9	34	9	6
5	153,5	16,2	64	447,4	278	70,5	109	102	5	69	7	4
6	203,5	48	80	279,5	225	220	102	86	17	45	8	55
7	168,5	115	53	432,8	355	324,5	164	121	25	83	9	43
8	71	129,5	74	92,5	28	148	112	68	27	39	10	67
9	141	46	58	401	149	106	122	20	12	29	6	80
10	356,9	49,5	129	20	321	270	96	5	10	42	4	53
11	243	109	65	267	179	147	132	2	8	67	6	22
12	54	9	55	215	119,8	10	194	5	47	50	6	12
13	76	70	92	189	68	61,5	184	7	23	40	6	37
14	125	34	91	200,5	175	195	170	29	35	35	9	30
15	181,5	54,3	73	255,5	124	120	163	43	24	33	7	30
16	204	58,8	125	63	347	298	179	85	4	48	9	19
17	51,8	10	59	79,5	216	80	169	62	25	15	5	91
18	138	45	122	517,5	223	193,5	120	97	14	19	9	4
19	202,5	64,5	132	270,5	86	223	197	86	13	60	7	2
20	94	70	60	220	136	295	138	47	6	95	16	22
21	187,7	105	54	352	137	141	117	56	14	32	14	76
22	222	89,5	86	244	239	248,5	209	71	3	80	12	10
23	120	22	55	113	275	172	146	49	19	38	13	25
24	207	47	101	403	96	160,5	164	43	30	105	9	13
25	257	42	141	226	273	203	195	11	3	80	10	16
26	175	90	89	150	158	148	126	7	6	38	9	34
27	80	67	106	339	149	309	152	14	9	51	6	50
28	188	73	72	763	232	210	140	79	16	52	7	30
29	205	90	56	602	197	311	135	59	21	36	12	12
30	261	44	95	415	62	219	83	93	9	65	10	25
31	107	55	104	370	192,5	228	177	110	18	63	14	48
32	123	75	60	454	305	341	244	78	27	37	9	23
33	91	135	106	256	124,5	181	178	59	21	64	13	20
34	105	60	150	573	121	238	210	117	26	74	17	4
35	171	68	108	260	181	42	172	121	4	40	5	45
36	274	6	85	271	313	135	228	56	5	54	17	78

Periodo	foco Tortuga pequeño 1724 60W blanco/negro	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIJU	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	Tomacorriente doble polarizado Ticino p/empotr modus	cable Plastiplomo 2*12	Breacker para panel de 1p-30a G/E	Foco de 100w/110W Lamptan SILVANIA	Cable concentrico 4*12 (mt)	Breacker para panel de 1p-20a G/E	Cable solido #14 metro	foco p/bateria 40w 24v Osram / G/E
1	14	19	5	14	62	21	2	95	6	16	262	19
2	32	14	9	2	69	7	46	112	1	36	585	49
3	19	20	15	4	75	12	50	59	38	25	649	15
4	15	5	19	1	32	5	7	45	20	13	177	22
5	5	8	6	20	53	20	19	70	7	31	162	28
6	12	23	10	29	35	30	18	66	6	10	543	18
7	27	12	24	29	23	76	12	48	15	14	587	5
8	1	5	29	15	60	45	17	114	18	4	300	31
9	31	13	37	16	39	105	8	85	12	7	625	44
10	39	37	13	9	67	37	4	126	15	6	370	152
11	11	11	21	5	42	102	9	80	12	26	654	122
12	14	2	9	17	23	45	29	27	28	11	277	66
13	28	17	11	8	36	95	8	65	40	10	421	117
14	11	13	20	23	32	75	7	105	17	15	200,5	110
15	6	3	16	1	52	124	14	92	42	24	124	50
16	25	20	23	14	84	100	10	71	11	18	354	90
17	19	6	5	21	42	35	12	60	8	15	219	50
18	19	8	11	4	29	27	21	108	14	39	370	54
19	39	22	42	13	65	105	19	88	40	31	505,5	52
20	6	12	53	28	85	34	16	120	38	28	475	16
21	11	15	29	37	36	60	8	73	16	25	525	10
22	36	18	35	35	69	28	41	110	14	43	465	130
23	20	40	49	48	52	42	25	138	26	22	532	96
24	7	26	58	30	65	31	58	106	29	14	610	90
25	16	20		51	49	75	26	116		19	171	90
26	39	33		39	51	130	12	80		11	320	56
27	11	25		23	41	45	20	112		27	404	60
28	8	17			46	24	11	88		14	120	37
29	10	14			55	33	24	134		33	358	13
30	17	16			36	120	15	78		16	50	5
31	23	10			16	29	20	105		10	258	21
32	21	26			24	25	20	67		18	520	11
33	35	19			89	111	22	119		31	363	31
34	30	9			57	116	16	142		24	184	6
35	11	7			41	45	27	72		12	56	21
36	13	33			25	25	35	80		32	64	84

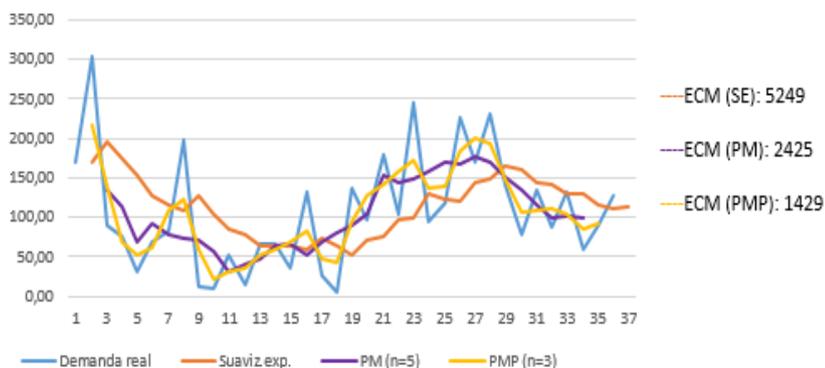
Período	cable #2/O 19 hilos mts.	Cable flexible #12 mt	cable #6 7 hilos mts.	cable #8 7 hilos mts.	Cable flexible #10 mt	Cable concentrico 3*12 (mt)	Cable concentrico 2*12 (mt)	cable #1/O 19 hilos mts.	Cable concentrico 3*10awg pvc	Cable solido #12 mt	cable #2 7 hilos mts.	Cable concentrico 2*14
1	25	338	315,5	108	479	169	100	54	35	2443,6	26	100
2	30	500	100	253	335	303	113,5	28	23,1	1960	7	210
3	2,5	446,6	140	34	11	90	24,5	77	17	2084	16	94,6
4	15	226	30	70	257	76	63	30	33	332,5	32	3
5	47	402	42	65	131	31	115	47	22	315	3	33
6	6	342,5	47,5	24	314	68	20	8	46	918,5	50	36
7	2	812,5	72	203	285	83	98,5	52	30	263	3	105
8	140	1306	23	156,6	325	199	129	25	5	628	60	191
9	6	694	100	80	480	12	3	61	18	481	100	198,7
10	65	435	60	60	447	10	207,7	120	25	720	100	88,8
11	4	245	9	34	105	51	81	78	38	1649,5	8	140,5
12	39	615	24	181,8	139	14	34	13	28	1053	6	43
13	264	842	147	62,5	61,5	66,3	38	37	63	1388	28	207
14	427	504,5	65	328	62	66	31	60	15	741,4	20	267
15	120	368	75,6	140	445	36	88	80	39	776	102	149
16	76	87	259	81	24	133	208,5	21	50,1	1274	43	195
17	40	290	44	378	172	26	175	2	78	1022	10	135
18	50	674	422	120	410	5	173,5	12	66	266	19,45	257
19	200	616	78	79	210	138	233	75	87	933	50	102
20	250	878	90	60	308	97	72	16	16	530	29	48
21	42	711	141	150	331	180	184	32	2	595	34	45
22	30	761	115	101,5	168	105	224	12	55,5	663	12	366
23	60	512	78	16	352	245	244,5	4,5	4,5	1257	6	352
24	85	832,5	534	197	442	95	84,5	1	22	1655	10	194
25		619	467,9	245,38	444	117	172,8		60,5	945		357
26		315	79,5	275,5	282	227	91		49	821		130
27		1077,5	143	622	520	169,5	25		39	498		204
28		600	62	493	305	231,5	121,9		90	574		232
29		1190	213	91	339	141	103		105,58	447		201,5
30		756	239	46,3	551	77	154		59	539		83,5
31		781	211	56,7	629,3	134,8	150,9		82,45	1002		247
32		941	298	251	612	87	252		65	824		130
33		955	237	196	145	133	202,35		35,5	390		202
34		1218	46	486	370	59,5	183,5		78	340		141
35		405	151,5	80,5	350	91	206,5		71	100		72
36		1372,8	154,5	266	246	127,7	187		102	350		131

ANEXO 3

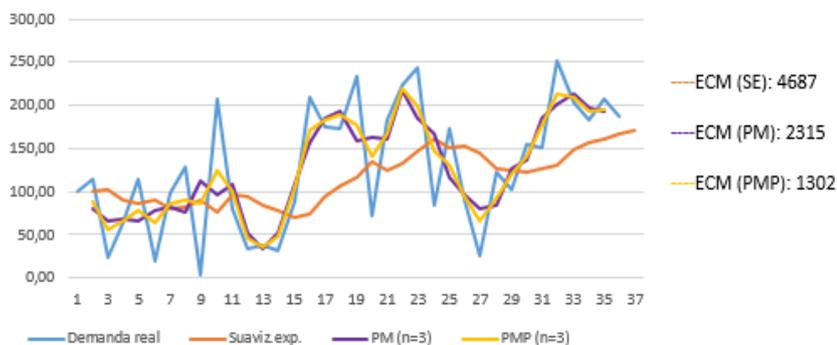
GRÁFICOS DE COMPARACIÓN DE LAS 3 TÉCNICAS DE PRONÓSTICO PARA PRODUCTOS EN ANÁLISIS



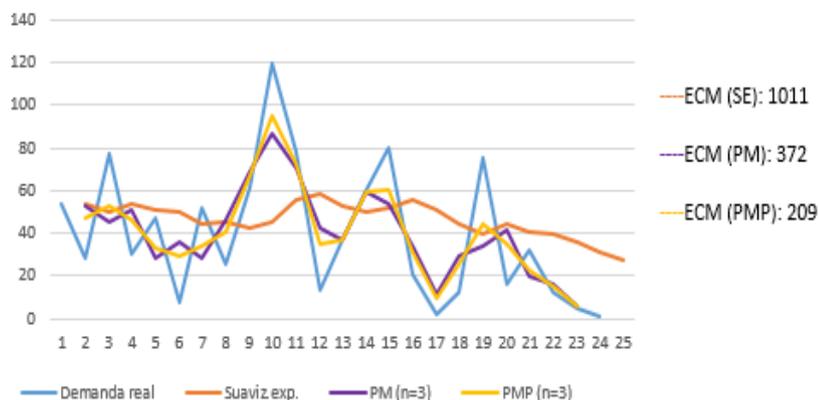
PRODUCTO 6: Cable concéntrico 3*12 (mt)



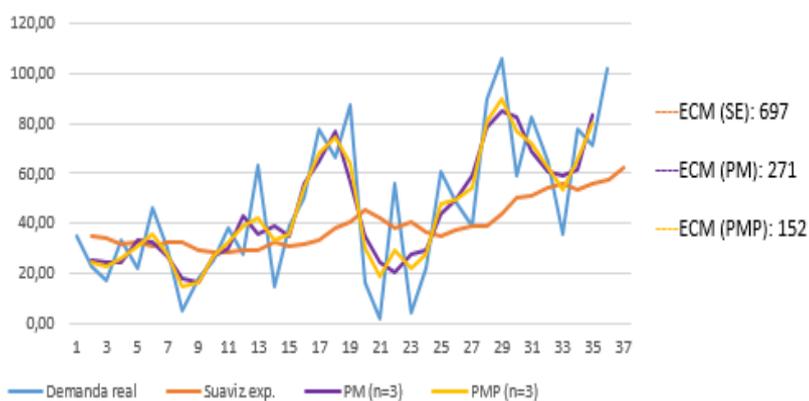
PRODUCTO 7: Cable concéntrico 2*12 (mt)



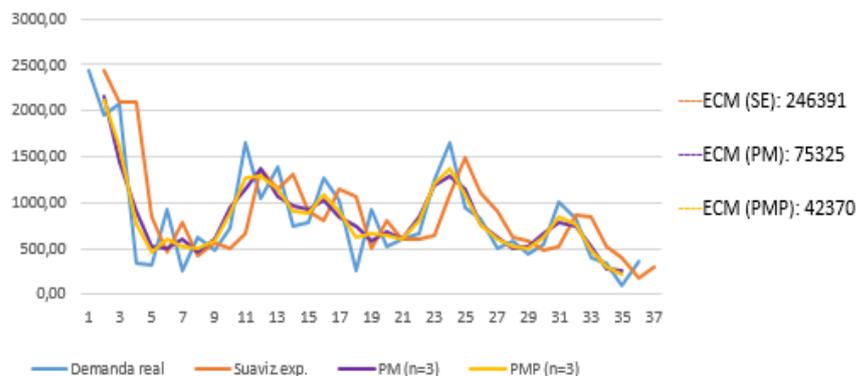
PRODUCTO 8: Cable #1/0 19 hilos mt.



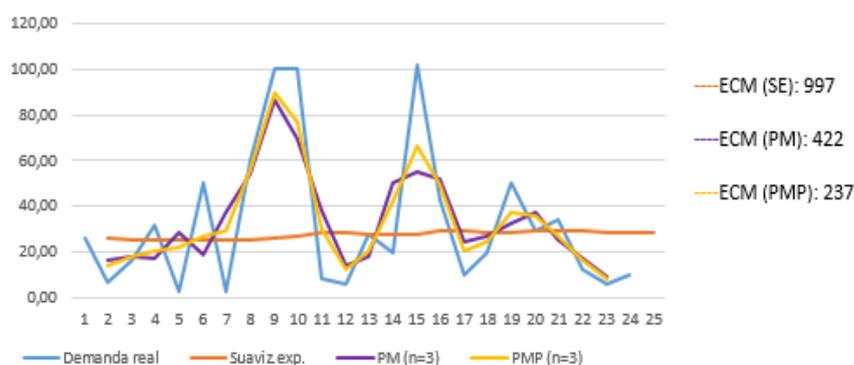
PRODUCTO 9: Cable concéntrico 3*10 awg pvc



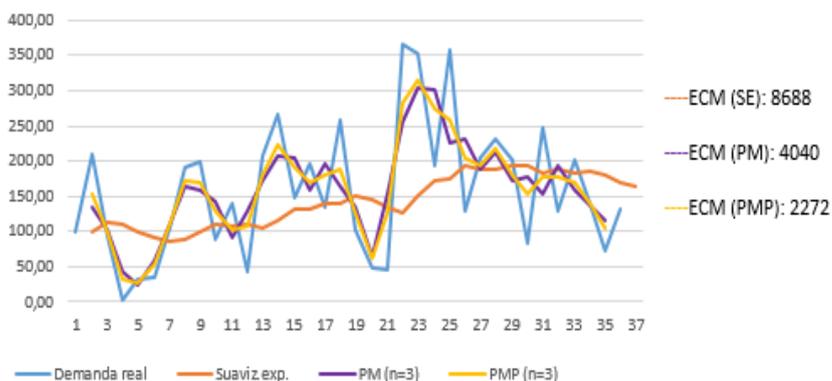
PRODUCTO 10: Cable sólido #12 mt.



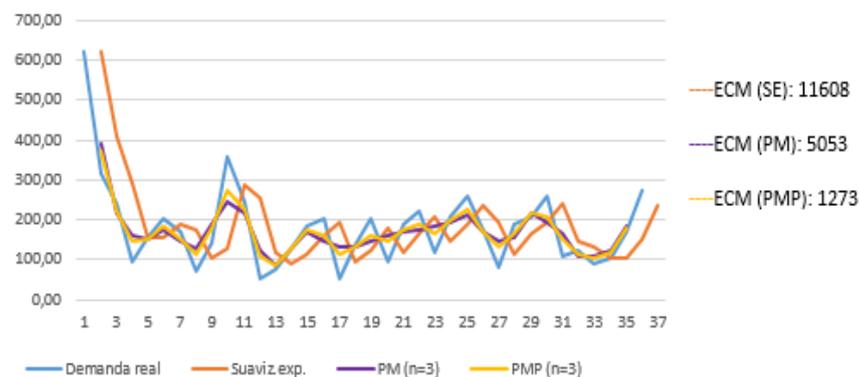
PRODUCTO 11: Cable #2 7 hilos mt.



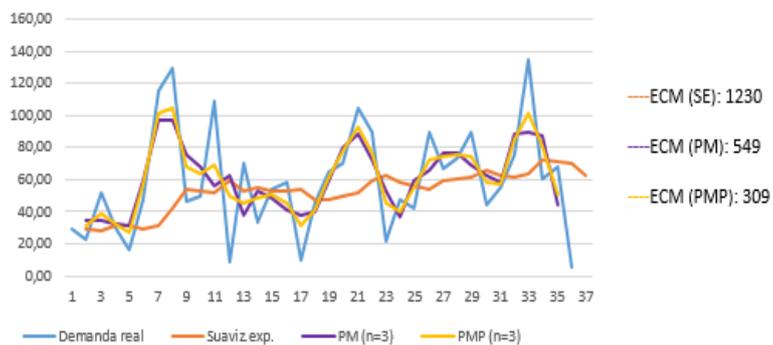
PRODUCTO 12: Cable concéntrico 2*14



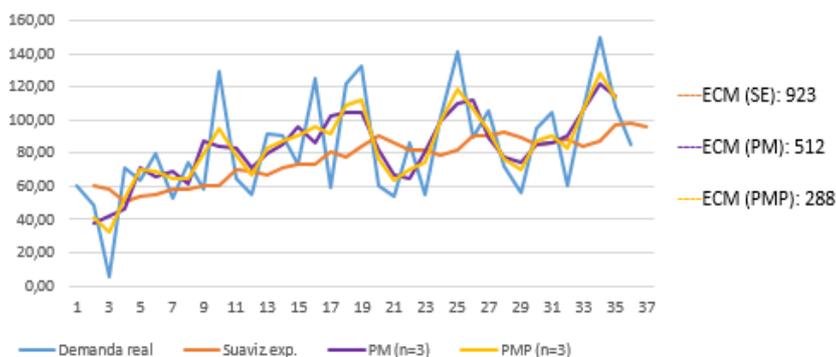
PRODUCTO 13: Cable piatina #12 mt.



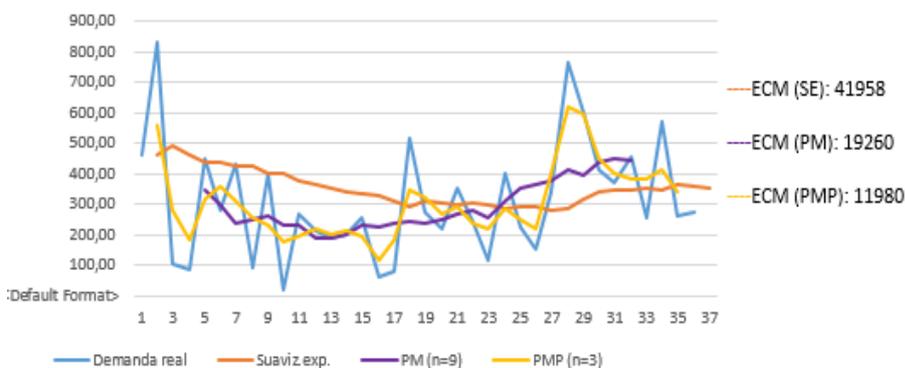
PRODUCTO 14: Cable concéntrico 2*10



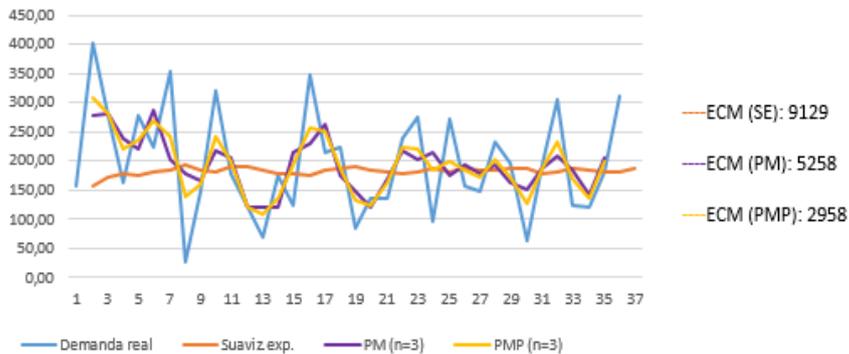
PRODUCTO 15: Boquilla caucho cooper



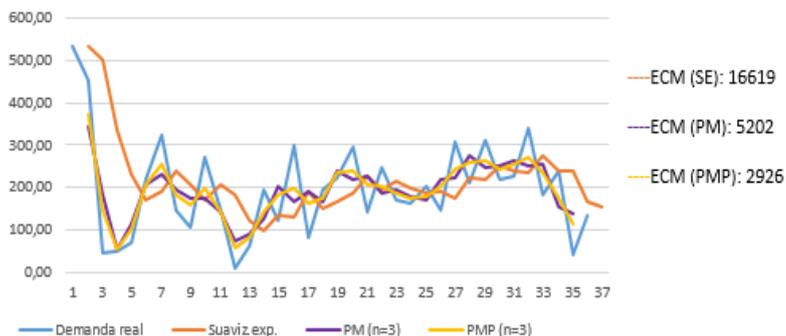
PRODUCTO 16: Cable flexible #14 mt



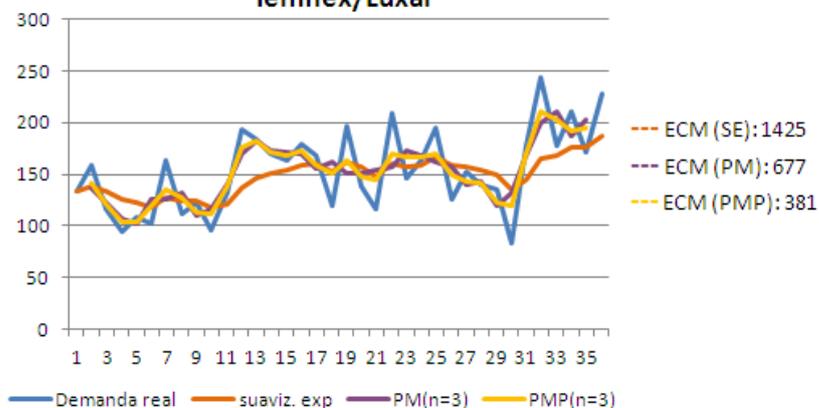
PRODUCTO 17: Cable piatina #14 mt



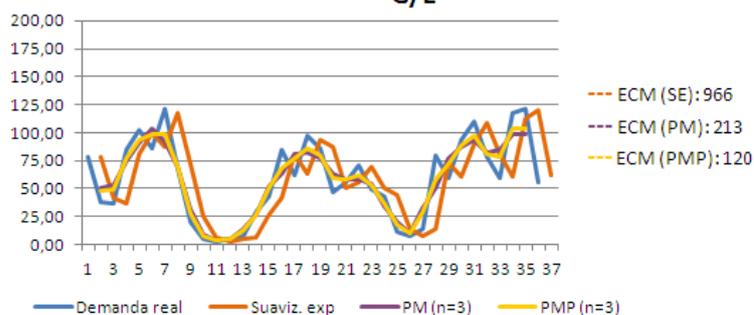
PRODUCTO 18: Cable solido #10 mt



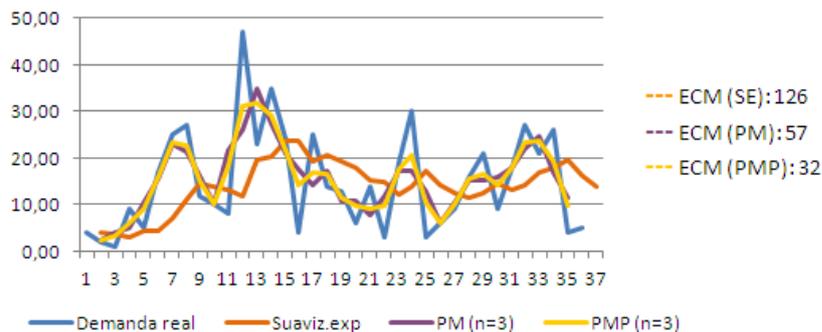
PRODUCTO 19: Cinta aislante 20 yds 3M Temflex/Luxar



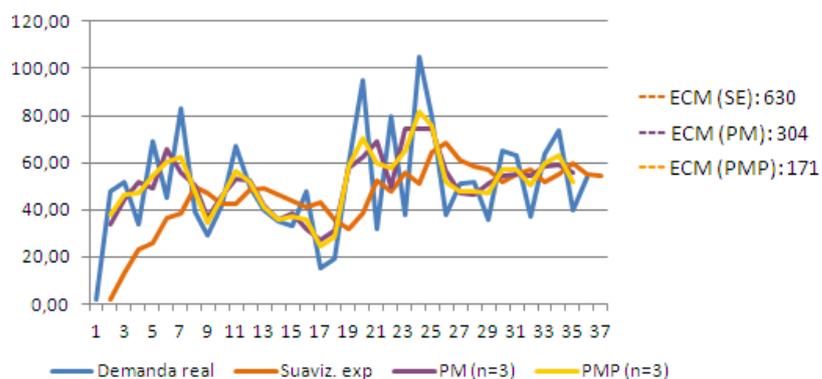
PRODUCTO 20: Foco p/batería 60w 24V Osram/ G/E



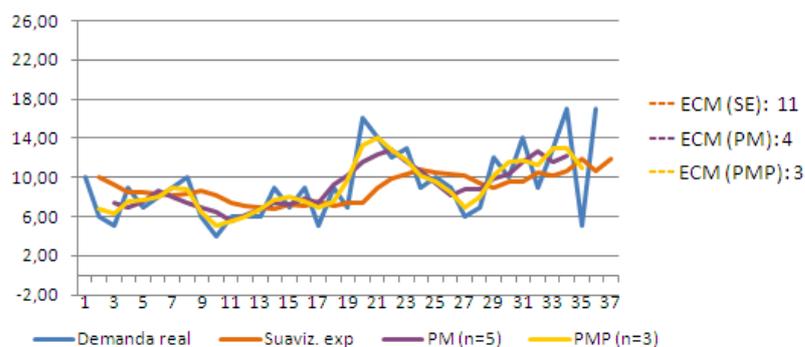
PRODUCTO 21: Transformador de 120v 2*40w



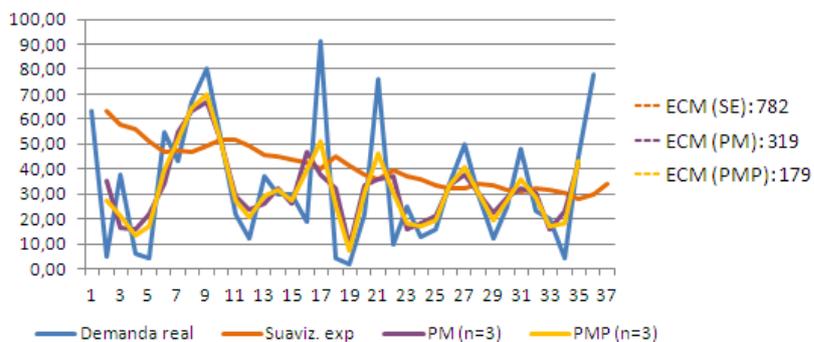
PRODUCTO 22: Foco ahorrador 20w - 3U Osram



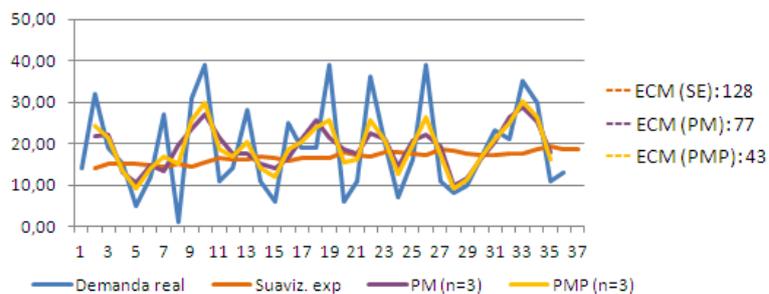
PRODUCTO 23: Cinta autofundente 3M/Plastg



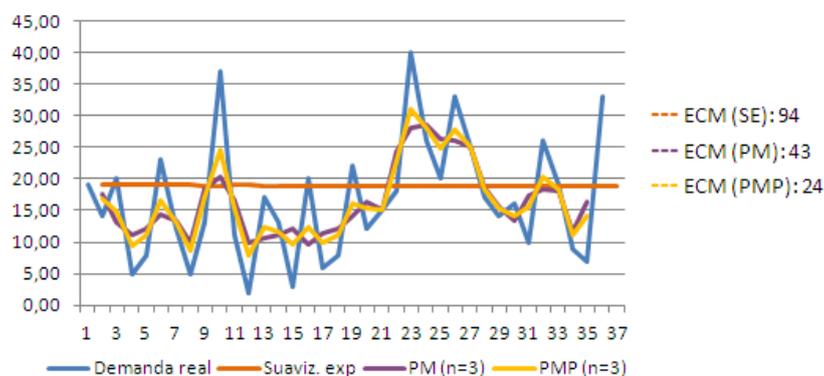
PRODUCTO 24: Cable #4 7 hilos mts.



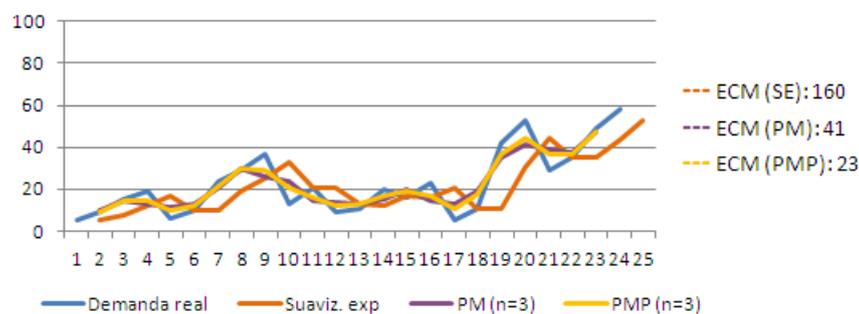
PRODUCTO 25: Foco tortuga pequeño 1724 60w blanco/negro



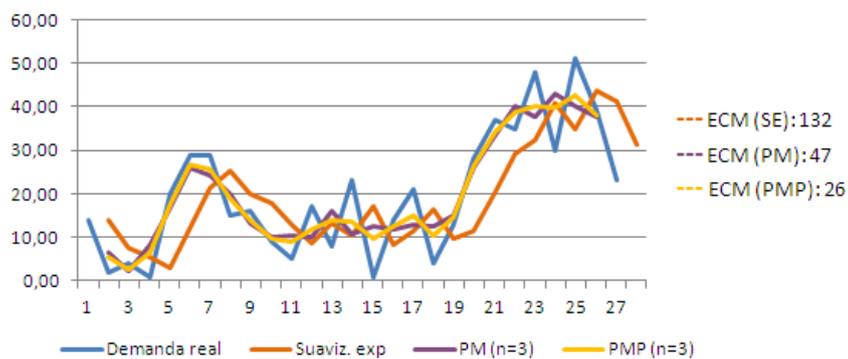
PRODUCTO 26: Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE



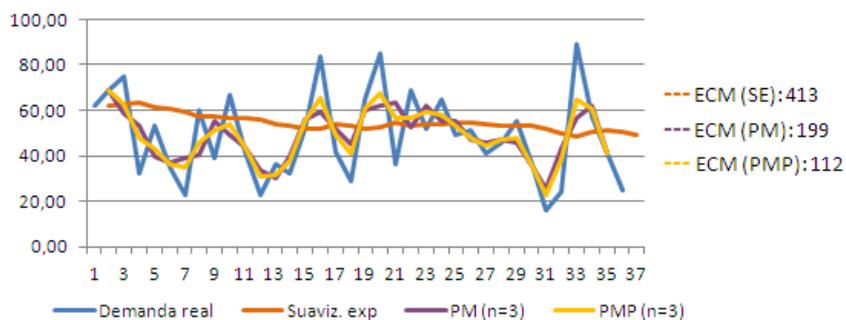
PRODUCTO 27: Foco ahorrador 26w espiral maviju



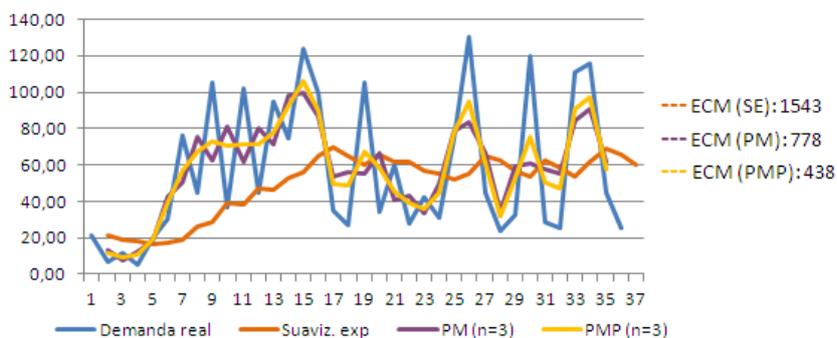
PRODUCTO 28: Foco ahorrador 23w - espiral osram



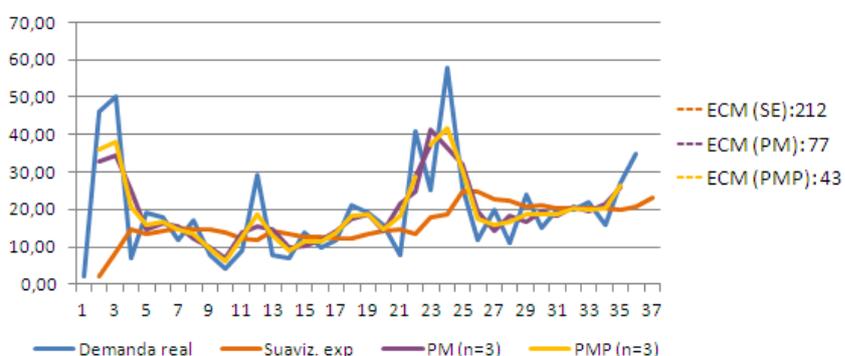
PRODUCTO 29: Tomacorriente doble polarizado ticino



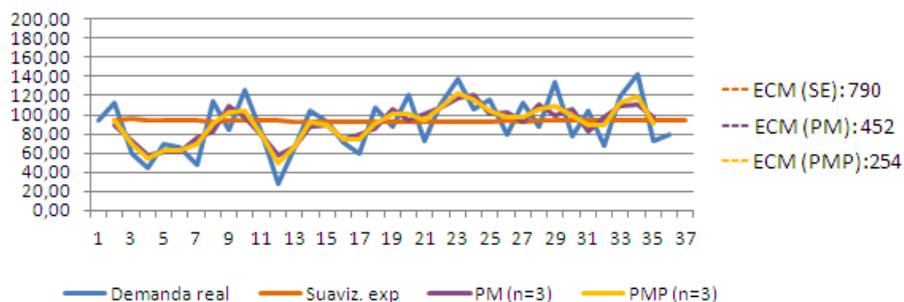
PRODUCTO 30: Cable plastiplomo 2*12



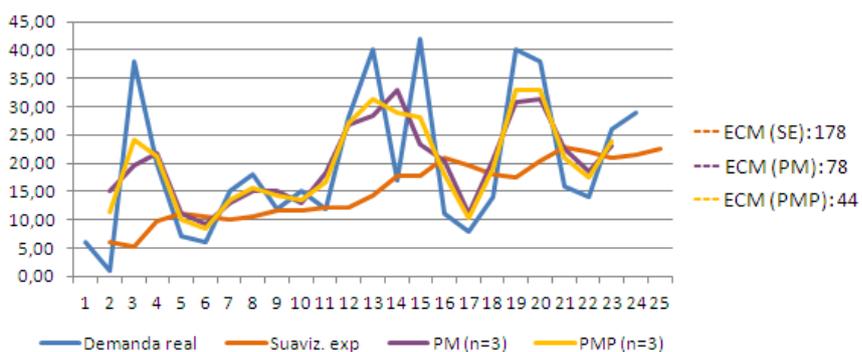
PRODUCTO 31: Breacker para panel de 1p-30a G/E



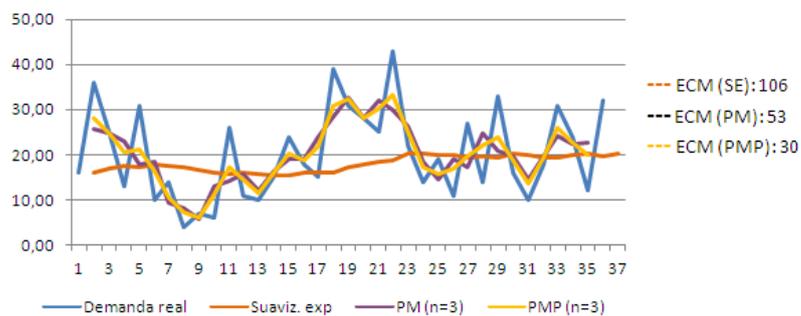
**PRODUCTO 32: Foco de 100w/1100w Lamptan/
Silvania**



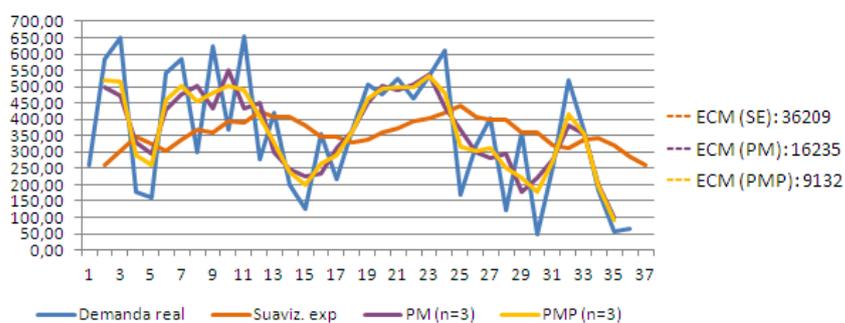
PRODUCTO 33: Cable concentrico 4*12 mt



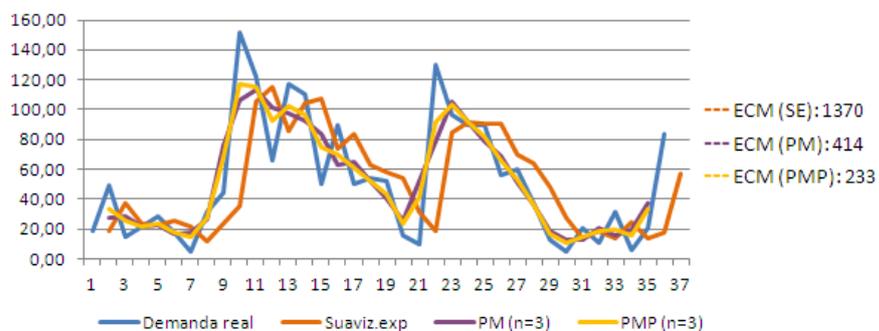
PRODUCTO 34: Breacker para panel de 1p-20a G/E



PRODUCTO 35: Cable sólido #14 mt



PRODUCTO 36: Foco p/batería 40w 24v Osram



ANEXO 4**CUADRO DE COMPARACIÓN DEL AIL PARA LOS ARTÍCULOS DE ESTUDIO**

No. Producto	Producto	Inventario promedio 2014 (\$)	AIL (\$)	Ahorro
1	cable #2/O 19 hilos mts.	72,43	752,08	-679,65
2	Cable flexible #12 metro	740,13	418,76	321,37
3	cable #6 7 hilos mts.	743,24	336,61	406,63
4	cable #8 7 hilos mts.	468,78	345,31	123,47
5	Cable flexible #10 metro	631,30	320,61	310,69
6	Cable concéntrico 3*12 (mt)	614,81	260,27	354,54
7	Cable concéntrico 2*12 (mt)	438,11	310,26	127,85
8	cable #1/O 19 hilos mts.	124,13	196,78	-72,65
9	Cable concéntrico 3*10awg pvc	540,12	302,52	237,60
10	Cable sólido #12 metro	443,08	221,10	221,98
11	cable #2 7 hilos mts.	501,12	166,00	335,12
12	Cable concéntrico 2*14	361,81	197,27	164,54
13	cable Piatina #12 metro	1760,46	278,23	1482,24
14	Cable concéntrico 2*10	531,10	200,46	330,64
15	boquilla caucho Cooper	207,50	256,95	-49,45
16	Cable flexible #14 metro	254,02	215,07	38,95
17	cable Piatina #14 metro	1011,45	222,10	789,35
18	Cable sólido #10 metro	741,91	181,47	560,44
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LU	54,81	225,16	-170,35
20	foco p/batería 60w 24v Osram / G/E	22,88	264,41	-241,53
21	Transformador de 120v 2*40w	317,03	188,69	128,34
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	171,54	202,61	-31,08
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	184,69	208,21	-23,53
24	cable #4 7 hilos mts.	140,53	231,80	-91,27
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W bla	977,45	158,87	818,57
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	196,02	166,53	29,49
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIJU	173,31	239,75	-66,45
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	84,00	204,54	-120,54
29	Tomacorriente doble polarizado Tici	68,36	167,02	-98,67
30	cable Plastiplomo 2*12	174,64	159,49	15,15
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	90,59	190,35	-99,77
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILVAN	330,00	158,19	171,81
33	Cable concéntrico 4*12 (mt)	144,74	149,97	-5,23
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	202,64	169,95	32,69
35	Cable sólido #14 metro	418,20	107,29	310,91
36	foco p/batería 40w 24v Osram / G/E	261,35	149,17	112,17
	Inventario promedio total	14198,24	8523,85	5674,39
		Ahorro	40%	

ANEXO 5

**CUADRO DE COMPARACIÓN DEL COSTO DE MANEJO PARA LOS
ARTÍCULOS DE ESTUDIO.**

No. Producto	Producto	Costo de manejo actual (\$)	Costo de manejo propuesto (\$)	Ahorro (\$)
1	cable #2/O 19 hilos mts.	5,87	60,92	-55,05
2	Cable flexible #12 metro	59,95	33,92	26,03
3	cable #6 7 hilos mts.	60,20	27,27	32,94
4	cable #8 7 hilos mts.	37,97	27,97	10,00
5	Cable flexible #10 metro	51,14	25,97	25,17
6	Cable concentrico 3*12 (mt)	49,80	21,08	28,72
7	Cable concentrico 2*12 (mt)	35,49	25,13	10,36
8	cable #1/O 19 hilos mts.	10,05	15,94	-5,88
9	Cable concentrico 3*10awg pvc	43,75	24,50	19,25
10	Cable solido #12 metro	35,89	17,91	17,98
11	cable #2 7 hilos mts.	40,59	13,45	27,14
12	Cable concentrico 2*14	29,31	15,98	13,33
13	cable Piatina #12 metro	142,60	22,54	120,06
14	Cable concentrico 2*10	43,02	16,24	26,78
15	boquilla caucho Cooper	16,81	20,81	-4,01
16	Cable flexible #14 metro	20,58	17,42	3,16
17	cable Piatina #14 metro	81,93	17,99	63,94
18	Cable solido #10 metro	60,09	14,70	45,40
19	cinta aislante 20 yds 3M Temflex/LU	4,44	18,24	-13,80
20	foco p/bateria 60w 24v Osram / G/E	1,85	21,42	-19,56
21	Transformador de 120v 2*40w	25,68	15,28	10,40
22	foco ahorrador 20w - 3U Osram	13,89	16,41	-2,52
23	Cinta autofundente 3M/Plastg	14,96	16,87	-1,91
24	cable #4 7 hilos mts.	11,38	18,78	-7,39
25	foco Tortuga pequeño 1724 60W bla	79,17	12,87	66,30
26	Breacker sobrepuesto 1p-30a/GE	15,88	13,49	2,39
27	Foco ahorrador 26W ESPIRAL MAVIJ	14,04	19,42	-5,38
28	Foco ahorrador 23w - Espiral OSRAM	6,80	16,57	-9,76
29	Tomacorriente doble polarizado Tic	5,54	13,53	-7,99
30	cable Plastiplomo 2*12	14,15	12,92	1,23
31	Breacker para panel de 1p-30a G/E	7,34	15,42	-8,08
32	Foco de 100w/110W Lamptan/SILVA	26,73	12,81	13,92
33	Cable concentrico 4*12 (mt)	11,72	12,15	-0,42
34	Breacker para panel de 1p-20a G/E	16,41	13,77	2,65
35	Cable solido #14 metro	33,87	8,69	25,18
36	foco p/bateria 40w 24v Osram / G/E	21,17	12,08	9,09
	Costo de manejo total	1150,06	690,43	459,63
		Ahorro	40%	

ANEXO 6**VARIACIONES DE SALARIO BÁSICO Y DEMANDA DE PRODUCTOS ELÉCTRICOS**

VARIACION SALARIO BASICO			
Salario básico año 2012	\$ 292	Variación 2012-2013	8,90%
Salario básico año 2013	\$ 318	Variación 2013-2014	6,92%
Salario básico año 2014	\$ 340	Variación 2014-2015	4,12%
Salario básico año 2015	\$ 354	Variación promedio	6,65%

VARIACIÓN VENTAS DE PRODUCTOS ELECTRICOS	
variación 2011-2012	8,27%
variación 2012-2013	33,06%
variación 2013-2014	3,27%
variación promedio	15%