

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE PRONOSTICO, PARA UNA LÍNEA DE
EMBASADOS DE UNA PLANTA QUE ELABORA PRODUCTOS DE CONSUMO
MASIVO**

**EDUARDO JOSE MANJARRES RODRIGUEZ
JOSE CARLOS MOGOLLON GARCIA**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BARRANQUILLA
2017**

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE PRONOSTICO, PARA UNA LÍNEA DE
EMBASADOS DE UNA PLANTA QUE ELABORA PRODUCTOS DE CONSUMO
MASIVO**

Presentado por:

EDUARDO JOSE MANJARRES RODRIGUEZ

JOSE CARLOS MOGOLLON GARCIA

Requisito para aspirar al título de
Máster en Ingeniería Administrativa

Director de Trabajo Ing. CARMENZA LUNA AMAYA
PhD Ingeniera Industrial

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BARRANQUILLA**

2017

DECLARACION DE AUTORIA

En la ciudad de Barranquilla Colombia. el día 14 del mes de Julio de 2017 los suscritos Eduardo Manjarres Rodríguez con CC: 72281674 y José Carlos Mogollón García con CC: 72191761, adscritos a la Maestría en Ingeniería Administrativa, del departamento de Ingeniería Industrial, manifiestan que son autores intelectuales del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Carmenza Luna el cual es titulado **“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE PRONOSTICO, PARA UNA LÍNEA DE EMBASADOS DE UNA PLANTA QUE ELABORA PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO”**.

Se declara que este trabajo es el resultado del conocimiento y creencia de los autores y no contiene ningún material publicado o escrito por otra persona excepto donde previamente se hace la debida referencia”



Eduardo Manjarres R
CC 72.281. 674



Jose Mogollon Garcia
CC 72.191.761

AGRADECIMIENTOS

A Dios le doy gracias por permitirme avanzar en esta nueva etapa de mi vida profesional, seguidamente a mis hijos Carla, Jose Carlos y Maria Cristina por ser mi inspiración. A mis padres y hermanos por su apoyo constante, a mi novia Shirley por su acompañamiento y ánimo constante. A mis compañeros de trabajo por su incondicional Ayuda en especial a Brayan Osorio.

Jose Carlos Mogollon.

A Dios por ser quien me dio las fuerzas para emprender este camino, a mis hijos Santiago y Alejandra que han sido el motor generador del impulso para continuar en los momentos difíciles, a mi esposa Graciela que ha sido mi apoyo incondicional durante esta etapa, A mis padres que me han animado y apoyado a cursar esta etapa de mi vida profesional.

Eduardo Manjarres Rodrigez

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
<i>CAPITULO 1</i>	16
<i>GENERALIDADES DEL CASODE ESTUDIO</i>	16
1.1. ANTECEDENTES	16
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	24
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	26
1.4.1. Objetivos Específicos	27
1.5. METODOLOGÍA.....	27
1.5.1 Etapa 1: Caracterización.....	28
1.5.2 Etapa 2: Recopilación y análisis de datos.....	29
1.5.3 Etapa 3: Aplicación de los modelos seleccionados	29
1.5.4 Etapa 4: Diseño.....	30
1.5.5 Etapa 5: Validación	30
1.5.6 Etapa 6: Ajustes y Correcciones.....	30

1.6	ALCANCE Y LIMITACIONES.....	31
1.7.	COMENTARIOS.....	32
<i>CAPITULO 2</i>		33
<i>MARCO DE REFERENCIA</i>		33
2.1.	INTRODUCCIÓN	33
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	34
2.3	MARCO TEÓRICO	36
2.3.1.	Generalidades Del Pronóstico.....	37
2.3.1.1.	Definición	38
2.3.1.2.	Principios Del Pronóstico	40
2.3.1.3.	Importancia.....	41
2.3.1.4.	Relación Pronóstico De Ventas Y Pronóstico De Demanda	42
2.3.1.5.	El Pronóstico Como Herramienta En La Planeación Administrativa	43
2.3.2.	Clasificación De Los Pronósticos	45
2.3.2.1.	Métodos de Pronósticos Cualitativos	46
2.3.2.2.	Métodos Cuantitativos	48
2.3.2.3.	Selección Métodos De Pronostico Utilizar En La Herramienta.....	51
2.3.2.3.1	Método De Promedio Móvil Simple.....	53
2.3.2.3.2.	Método De Promedio Móvil Ponderado	58
2.3.2.3.5.	Método Suavización Exponencial Simple	59
2.3.2.3.5.	Método Suavización Exponencial Doble.....	61
2.3.2.3.5.	Método Regresión lineal.....	64
2.3.3.	Selección Y Monitoreo De Modelos De Pronósticos	69
2.3.3.1.	Identificación Y Monitoreo Del Modelo Del Pronóstico	69

2.3.3.2.	Factores Que Afectan El Acierto Del Pronóstico.....	71
2.3.3.3.	Medición De Los Métodos Cuantitativos De Pronóstico	73
2.3.4.	Influencia Del Ciclo De Vida Del Producto En El Pronóstico	75
2.4.	CONCLUSION.....	77
<i>CAPITULO 3.....</i>		<i>79</i>
<i>DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICO.....</i>		<i>79</i>
3.1	INTRODUCCIÓN	79
3.2.	DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL DE PRONÓSTICO DE LA PLANTA OBJETO DE ESTUDIO.....	80
3.2.1.	Ciclo Operativo De La Venta.....	81
3.2.2.	Proceso Del Plan De Ventas Y Operaciones.....	82
3.2.3.	Análisis Del Proceso De Pronóstico Actual.....	84
3.3.	DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA.....	85
3.3.1.	Componentes De La Herramienta De Pronóstico.....	86
3.3.1.1.	Módulo 1: Base De Datos.....	86
3.3.1.2	Módulo 2: Interfaz Herramienta - Usuario.....	87
3.3.1.3	Módulo 3: Módulo de Cálculo.....	89
3.3.1.4	Módulo 4: Programación en Visual Basic®.....	90
3.3.1.5	Módulo 5: Modulo de Resultados.....	91
3.4.	DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA	92
3.4.1	Fase 1: Recolección De Información.....	93
3.4.2	Fase 2: Clasificación De La Información	94
3.4.3	Fase 3: Aplicación De Los Modelos De Pronóstico.....	96
3.4.3.1	Análisis Para Determinación De Método Para El Producto PT006.....	98
3.4.3.1.1	Calculo del promedio móvil simple por la herramienta:	99

3.4.3.1.2	Calculo del promedio móvil ponderado por la herramienta:	101
3.4.3.1.3	Calculo de suavización exponencial simple por la herramienta:	102
3.4.3.1.4	Cálculo de suavización exponencial doble por la herramienta:	104
3.4.3.1.5	Calculo de regresión lineal por la herramienta:	105
3.4.3.1.6	Solución por la herramienta para el producto PT006:.....	107
3.4.3.1.7	Modelamiento de productos Tipo A bajo los modelos cuantitativos seleccionados	108
3.4.4	Fase 4: Comparación De Resultados	126
3.5.	CONCLUSION.....	126
<i>CAPITULO 4</i>		128
<i>VALIDACION Y CONCLUSIONES DEL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA</i>		128
4.1.	INTRODUCCIÓN	128
4.2.	VALIDACION DE RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA	129
4.3.	CONCLUSIONES.....	134
4.3.1.	Cumplimiento Del Objetivo General.	134
4.3.2.	Cumplimiento De Los Objetivos Específicos.	135
5.	BIBLIOGRAFIA.....	137
ANEXO 1		139
CLASIFICACION DE PRODUCTOS TIPO A B C.....		139
ANEXO 2		143
PROGRAMACION EN VISUAL BASIC® DE LA HERRAMIENTA.....		143

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
<u>GRÁFICA 1-1. TENDENCIA DE CRECIMIENTO.</u>	<u>20</u>
<u>GRÁFICA 1-2. COMPORTAMIENTO DEL DÓLAR.</u>	<u>21</u>
<u>GRÁFICA 2-1. CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO.</u>	<u>77</u>
<u>GRÁFICA 3-1. COMPONENTES DE LA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICO</u>	<u>86</u>
<u>GRÁFICA 3-2. FASES DEL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICO</u>	<u>93</u>
<u>GRÁFICA 3-3. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>100</u>
<u>GRÁFICA 3-4. PROMEDIO MÓVIL PONDERADO PARA EL PRODUCTO PT006</u>	<u>102</u>
<u>GRÁFICA 3-5. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>104</u>
<u>GRÁFICA 3-6. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>105</u>
<u>GRÁFICA 3-7. REGRESIÓN LINEAL PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>107</u>

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<u>TABLA 1.1 PRODUCCIÓN TOTAL EN UNIDADES PROCESADAS POR LÍNEA.</u>	<u>26</u>
<u>TABLA 2.1. TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS CUALITATIVOS.</u>	<u>47</u>
<u>TABLA 2.2. TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVO</u>	<u>49</u>
<u>TABLA 3.3. DATOS DE VENTAS EJEMPLO PMS</u>	<u>54</u>
<u>TABLA 4.4. SOLUCIÓN PROMEDIO MÓVIL A 3 MESES</u>	<u>56</u>
<u>TABLA 5.5. SOLUCIÓN PROMEDIO MÓVIL A 6 MESES</u>	<u>57</u>
<u>TABLA 6.6. DATOS DE VENTAS EJEMPLO PROMEDIO PONDERADO</u>	<u>59</u>
<u>TABLA 7.7. DATOS DE VENTAS EJEMPLO SUAVIZACIÓN DOBLE</u>	<u>63</u>
<u>TABLA 8.8. DATOS DE VENTAS EJEMPLO REGRESIÓN LINEAL</u>	<u>67</u>
<u>TABLA 2.8. MEDIDAS DE EXACTITUD DE PRONÓSTICOS.</u>	<u>74</u>
<u>TABLA 3.1. CLASIFICACIÓN DE DATOS ABC.</u>	<u>95</u>
<u>TABLA 3.2. DATOS DE VENTA PRODUCTOS TIPO A.</u>	<u>98</u>
<u>TABLA 3.3. DATOS DE VENTA PRODUCTO PT006.</u>	<u>99</u>
<u>TABLA 3.4. PROMEDIO MÓVIL PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>100</u>
<u>TABLA 3.5. PROMEDIO MÓVIL PONDERADO PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>101</u>
<u>TABLA 3.6. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>103</u>
<u>TABLA 3.7. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>105</u>
<u>TABLA 3.8. REGRESIÓN LINEAL PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>106</u>
<u>TABLA 3.9. DESVIACIÓN MEDIA ARITMÉTICA (MAD) PARA EL PRODUCTO PT006.</u>	<u>107</u>
<u>TABLA 3.10. RESUMEN DE ERROR EN LA MODELACIÓN DE LOS PRODUCTOS TIPO A.</u>	<u>126</u>
<u>TABLA 4.1. RESUMEN DE MAD EN LA MODELACIÓN DE LOS PRODUCTOS TIPO A.</u>	<u>129</u>
<u>TABLA 4.2. RESUMEN DE MAD EN LA MODELACIÓN DE LOS PRODUCTOS TIPO A.</u>	<u>130</u>
<u>TABLA 4.3. COMPARACIÓN DESVIACIÓN MAD ENERO-DICIEMBRE.</u>	<u>132</u>
<u>TABLA 4.4. COMPARACIÓN DESVIACIÓN MAD FEBRERO-ENERO.</u>	<u>133</u>
<u>TABLA 4.5. COMPARACIÓN DESVIACIÓN MAD MARZO-FEBRERO.</u>	<u>134</u>

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA 3-1. BASE DE DATOS DE LA HERRAMIENTA</u>	<u>87</u>
<u>FIGURA 3-2. INTERFAZ HERRAMIENTA – USUARIO PARTE 1</u>	<u>88</u>
<u>FIGURA 3-3. INTERFAZ HERRAMIENTA – USUARIO PARTE 2</u>	<u>89</u>
<u>FIGURA 3-4. MÓDULO DE CÁLCULO</u>	<u>90</u>
<u>FIGURA 3-5. MÓDULO DE VISUAL BASIC</u>	<u>91</u>
<u>FIGURA 3-6. MÓDULO DE RESULTADOS</u>	<u>92</u>
<u>FIGURA 3-7. PRODUCTO PT006.</u>	<u>109</u>
<u>FIGURA 3-8. PRODUCTO PT012.</u>	<u>110</u>
<u>FIGURA 3-9. PRODUCTO PT015.</u>	<u>111</u>
<u>FIGURA 3-10. PRODUCTO PT024</u>	<u>112</u>
<u>FIGURA 3-11. PRODUCTO PT025.</u>	<u>113</u>
<u>FIGURA 3-12. PRODUCTO PT026.</u>	<u>114</u>
<u>FIGURA 3-13. PRODUCTO PT042.</u>	<u>115</u>
<u>FIGURA 3-14. PRODUCTO PT045.</u>	<u>116</u>
<u>FIGURA 3-15. PRODUCTO PT047.</u>	<u>117</u>
<u>FIGURA 3-16 PRODUCTO PT055.</u>	<u>118</u>
<u>FIGURA 3-17. PRODUCTO PT056.</u>	<u>119</u>
<u>FIGURA 3-18. PRODUCTO PT057.</u>	<u>120</u>
<u>FIGURA 3-19. PRODUCTO PT058.</u>	<u>121</u>
<u>FIGURA 3-20. PRODUCTO PT059.</u>	<u>122</u>
<u>FIGURA 3-21. PRODUCTO PT060.</u>	<u>123</u>
<u>FIGURA 3-22. PRODUCTO PT065.</u>	<u>124</u>
<u>FIGURA 3-23. PRODUCTO PT070.</u>	<u>125</u>

RESUMEN

En el presente trabajo se propone el diseño de una herramienta para el cálculo de pronóstico de ventas en una empresa del sector de aceites comestibles vegetales, dicha herramienta se soporta en modelos de tipo cuantitativo, ya que en la actualidad la empresa de estudio presenta una metodología de pronóstico basada en modelos de tipo cualitativo, lo que genera un alto nivel de error en la asertividad de los mismos y ello repercute en problemas de planeación de la producción.

Luego de realizar los análisis y comparaciones necesarias se escogieron 5 modelos de tipo cuantitativo para realizar la parametrización de la herramienta, la finalidad del uso de esta herramienta es que de manera automática se realicen las comparaciones entre los errores arrojados por el uso de cada uno de los 5 métodos cuantitativos, contra el error generado por el método cualitativo actual, luego de realizar estos cálculos la herramienta de manera automática, define el método cuantitativo que describa de mejor manera el comportamiento de los datos del producto de estudio, además el método seleccionado por la herramienta debe generar una disminución del error de pronóstico.

Para validar el funcionamiento de la herramienta en el capítulo final de este trabajo se presentan las validaciones de funcionamiento realizadas en la empresa de estudio, además se muestra como con el uso de la herramienta se alcanza una mejora del 27% aproximadamente.

ABSTRACT

In this Project is proposed the design of a tool for calculating sales' forecast on an industry in the edible vegetable oils sector, said tool is supported in the quantitative like models, since the studied company currently has a forecasting methodology based in quantitative like models, which generates a high level of error in their assertiveness which causes production planning problems.

After performing the necessary analyses and test, five quantitative models were chosen to perform the tool parameterization, the purpose of the use of this tool is to automatically make the comparisons between the errors of each one of the five quantitative methods, against the error generated by the current quantitative method. After performing this calculation, this tool automatically defines the quantitative method that best describes the behavior of the study production's data. In addition, the method selected by the tool must generate a decrease in the prognostics error.

In order to validate the operation of the tool, in the final chapter of this Work, the operating validations in the study are presented in addition it is shown as with the use of the tool it is achieved an improvement of approximately 27 %

INTRODUCCIÓN

La manera en la que las empresas pronostican su demanda tiene diversos matices y dimensiones donde sus elementos contribuyen a una gestión apropiada o inapropiada de los eventos futuros.

La escogencia inadecuada del método de pronóstico en cualquier empresa por lo general causa un sobre costo importante, relacionado a un abastecimiento excesivo, o al almacenamiento de producto terminado que no se alcanza a vender en el periodo de tiempo esperado, y en la mayoría de las veces, un porcentaje alto de productos agotados. Por lo anterior se puede deducir que la gran mayoría de empresas deben enfrentar el problema de saber entender las circunstancias actuales para poder o intentar predecir la demanda futura con el menor grado de incertidumbre posible. De la pertinencia de esta predicción se desprenden actividades y decisiones cruciales en las operaciones de la empresa, tan importantes que pueden significar la diferencia entre la supervivencia o el fracaso de toda la organización (Kumar, Patel, 2007).

En el presente trabajo se pretende diseñar una herramienta que permita seleccionar el modelo de pronóstico que presente el menor error aritmético (MAD), con la finalidad de aumentar la asertividad que presenta la empresa actualmente, contribuyendo con dicha herramienta a disminuir el abastecimiento excesivo, o los

altos niveles de agotados que se presentan actualmente en la compañía, para con esto minimizar los costos y mejorar el nivel de competitividad de dicha empresa

CAPITULO 1

GENERALIDADES DEL CASODE ESTUDIO

1.1. ANTECEDENTES

La empresa objeto de estudio, es una empresa colombiana que nació el 29 de enero de 1999 como resultado de la unión de cuatro importantes empresas del país pertenecientes al sector de grasas y aceites vegetales comestibles que actuaban de manera independiente, varias de ellas con una experiencia de más de 50 años en el sector.

La unión de estas empresas, surge como una respuesta a la necesidad de estas cuatro compañías del sector, que presentaban dificultades por la situación económica que afrontaban y la problemática situación de sus mercados, lo cual se evidenciaba en la tendencia que en ese presente histórico les demarcaban, ser más competitivas o desaparecer. Fue así como nació un concepto de unir fuerzas mediante la creación de una alianza estratégica que fuera capaz de manejar administrativamente los recursos de estas cuatro empresas. Fue así como entonces, estas compañías, especializaron sus plantas para generar mejor economía de escala, disminuir mermas, reducir carga administrativa y alcanzar mejores eficiencias y productividad. Esta alianza nace para garantizar el

sostenimiento de esta estrategia y además se encargó de las compras y negociaciones con los proveedores, las relaciones con el sector financiero, la logística, la producción, las ventas y desarrolló también la estrategia y gestión de las marcas pertenecientes a sus portafolios. Este enfoque le permitió a las cuatro compañías reducir su carga de gastos de administración, mejores precios de materias prima y ampliar significativamente su participación de mercado, cambiando de manera drástica la situación de estas en el sector, pasando de ser competencia entre sí a ser parte del grupo más grande del país en su segmento.

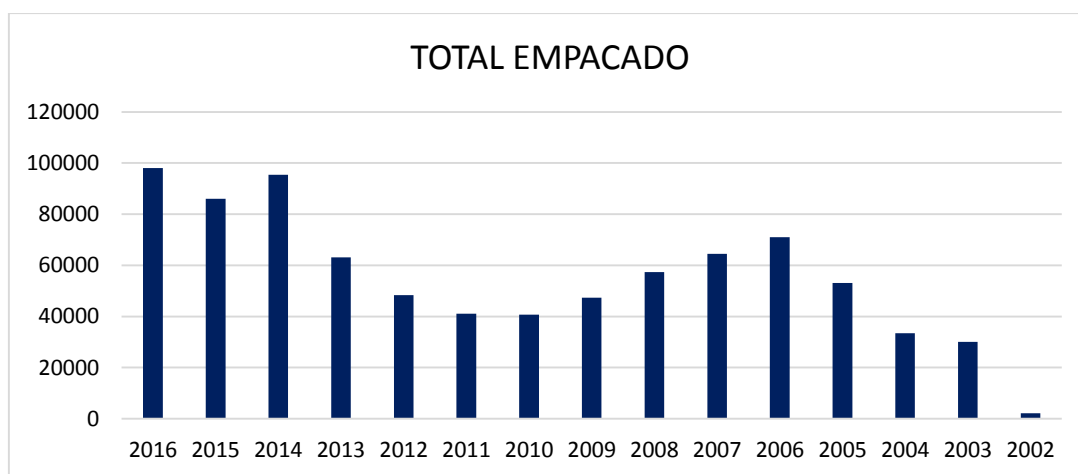
El nuevo enfoque administrativo y la aplicación efectiva de las estrategias de negocio, permitió a esta alianza lograr un éxito significativo, que se vio reflejado en los resultados de posicionamiento como compañía y en la conquista del liderazgo de los negocios de grasas y aceites en Colombia.

Al madurar este proyecto, nuevas estrategias se desarrollaron también, de las cuales se desprende la internacionalización, con la compra de dos plantas fuera de Colombia, expandiendo el negocio a los mercados de Sur América y Centro América.

Otras estrategias que marcaron la el rumbo de esta Alianza, y que deriva parte de la problemática que abordaremos en este trabajo, fue la de apostarle a los productos de alto valor agregado, volver las marcas más fuertes y concentrarse en aquellos productos y marcas que tuvieran un margen significativo, dejando de lado los productos de alto consumo, alto volumen pero de bajo margen. Es en esta apuesta donde se vinieron las dificultades para este grupo económico, donde los volúmenes se disminuyen significativamente y con esto los ingresos, muy a pesar que las marcas de valor crecen y se hacen fuertes, pero su volumen y consolidado total de utilidades no compensan la nueva estructura de costos y con esto una caída drástica de la participación del mercado. No solo el cambio de estrategia generó las dificultades sino también los cambios en el entorno nacional del mercado de aceites y grasas y problemas como la apertura económica, la piratería y el contrabando,

que lo que agudizaron incrementando entonces la problemática. Es por esto, que ante esos resultados, se hizo necesario reinventar el negocio y establecer estrategias que permitieran recuperar la compañía y lo que ella representa en el mercado.

En los últimos cinco años, la compañía, ha logrado cambiar su tendencia negativa en resultados, a tener un crecimiento significativo con una tendencia casi que exponencial, inclusive muy por encima del promedio de la industria nacional. (Ver grafica 1.1)



Gráfica 1-1. Toneladas empacadas por año.
Fuente: Información compartida por la empresa estudiada

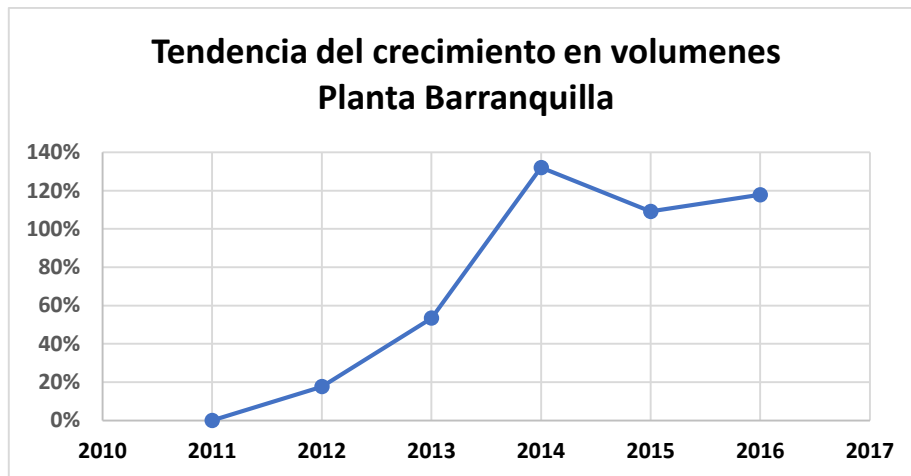
Las estrategias implementadas para el fortalecimiento de los negocios, y el trabajo conjunto con los gremios, que logró conseguir salvaguardas a la importación de productos terminados (aceites embotellados y refinados), así como el trabajo que se adelantó para el control del contrabando y la ilegalidad o piratería de productos, les permitió revertir los resultados y volver a consolidarse en el sector en niveles de vanguardia

El 2011 fue un año complejo para esta compañía en lo que a resultados económicos se refiere. El inicio de año presentó bajas significativas en ventas y participación,

así como rentabilidad. Sólo hacia los dos últimos trimestres, lograron encontrar una dinámica de recuperación, que les permitió romper la tendencia negativa con que se venía por más de 14 meses. El comportamiento del cierre de año mantuvo esa tendencia positiva, generando una recuperación importante para el negocio.

Sin embargo, la situación vivida en el sector en el año 2011, que además fue influenciada principalmente por una creciente presencia de marcas propias que fueron en su mayor parte elaborados por aceites refinados importados, que lograron ingresar a Colombia con precios de alta competitividad con respecto a la producción nacional. Esto último, sumado a la ilegalidad de la producción de Aceites en bidones, que llegaron a representar hasta un 20% del total mercado, hizo cada vez más difícil poder mantener los niveles de participación en el mercado.

Estos resultados, trajo consigo la necesidad de realizar un completo análisis que permitiera encontrar palancas en términos de eficiencia y eficacia, para lograr contrarrestar los malos resultados de esa época. Es así como logran a partir de la implantación de una estrategia disruptiva en la manera de encaminar el negocio, conseguir una completa reestructuración del modelo de administración de ventas y operaciones, traducidas en estrategias importantes con los canales de distribución, que lograron resultados verdaderamente extraordinarios, en materia de ventas y volúmenes, consiguiendo con esto obtener niveles de crecimiento acumulados por encima del 20% anual, los dos primeros años y de casi el 40%, los años 2014, 2015 y 2016. (Ver Gráfica 1.2)

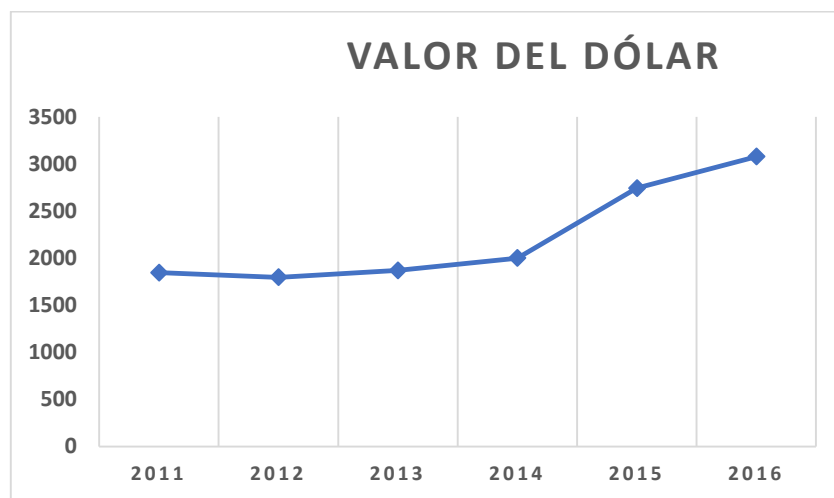


Gráfica 1-2. Tendencia de Crecimiento.
Fuente: Información compartida por la empresa estudiada

Ahora bien, con unos resultados tan diferenciados, unos de disminución significativa en ventas y participación de mercado y por ende de bajos resultados económicos; otros con un crecimiento vertiginoso en ventas, con los niveles tan altos encontrados, trajo consigo, otra cantidad de problemas para consolidar las operaciones productivas y de la cadena de abastecimiento. Esta entropía propia del crecimiento, ha generado muchos inconvenientes en los niveles de servicio, sobrecostos en la operación y reducción de eficiencias. El sector económico donde la compañía objeto de estudio compete, está influenciado en un alto porcentaje en productos llamados commodities, donde el precio es el que manda. Es por esto que la adopción de las estrategias de crecimiento en el segmento de consumo masivo realizada por la empresa objeto de estudio, apalancada con la característica de sus instalaciones productivas de alta capacidad, le permitieron a la esta organización conquistar altos niveles de participación de mercado, logrando capturar los espacios generados por aquellos productos importados que ya dejaron de entrar al mercado, y otros que perdieron competitividad ante los niveles de costo que esta empresa empezó a tener con su estrategia. Pero con muchos problemas en el nivel de servicio, y mayor aún de eficiencias en costos en la cadena, teniendo que recurrir a aumentos significativos de inventarios de producto terminado, disminución de eficiencias de producción, e incremento en la complejidad de los procesos

productivos, haciéndose necesario el incremento de referencias y marcas que permitan suplir la demanda propia del mercado.

Por ser tan dinámico el mercado de consumo masivo, y tan cambiante la venta, hace que los niveles de asertividad de los forecast, sean cada vez más bajos, y por consiguiente más compleja la administración de la cadena de abastecimiento, donde los niveles de inventarios juegan un papel significativo, y sobretodo determinante en cuanto al costo se refiere, ya que por la alta volatilidad de los precios de las materias primas, ahondado por el comportamiento de la moneda que en estos últimos años ha presentado un alza exorbitante (Ver grafica 1.3), cualquier demora en la toma de decisiones puede hacer un enorme agujero en los resultados.



Gráfica 1-3. Comportamiento del Dólar.
Fuente: Autores

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente demanda de las distintas referencias y marcas de aceites, resultado de la reestructuración implementada por la compañía, trajo consigo unos requerimientos de recursos humanos e insumos necesarios para satisfacer las exigencias del

mercado. Sin embargo, la demanda no tiene un comportamiento estático o constante en el tiempo. Adicionalmente, su crecimiento o decremento no sigue un patrón específico, lo que genera un movimiento constante y creciente de los volúmenes de producción, tal cual se observa en la gráfica 1.1.

Ahora bien, teniendo en cuenta las políticas de eficiencia y eficacia adoptadas por la compañía, los recursos materiales y humanos requeridos para responder a esta demanda constantemente cambiante, deben ser consecuentemente cambiantes a razón de los requerimientos del mercado. Así como las metas de largo plazo trazadas por la compañía, con la revisión de la estrategia, donde implica un crecimiento significativo en ventas producto de alcanzar niveles crecientes principalmente en las marcas que participan en consumo masivo, que han sido la unidad de negocio que ha logrado la transformación positiva de la compañía, y que hace parte del eje fundamental para alcanzar las metas retadoras de los próximos 9 años, hacen necesario el planteamiento de interrogantes que deben ser resueltos en la medida que se avanza en los planes de ventas.

- ¿Cuál es la mejor alternativa?
- ¿Qué resulta más eficiente?
- ¿Se desea tener costos reducidos en personal?
- ¿Pagar horas extras?
- ¿Subcontratar mano de obra a terceros?
- ¿Producir para cumplir con la demanda?
- ¿Producir al máximo con el personal contratado?
- ¿Qué tan costoso puede resultar mantener inventario?
- ¿En qué momento, se deben hacer inversiones?
- ¿De qué tamaño las inversiones?,
- ¿En qué planta instalar el crecimiento?
- ¿Cuándo mover una formulación?

Es de pensar que tener un crecimiento en niveles de ocupación y ventas en las organizaciones, hace más fácil alcanzar los resultados, pero la realidad es que un crecimiento acelerado, viene acompañado de muchas exigencias en gestión y logística de recursos, que deben ser tenidas en cuenta por el área de planeación, para poder enfrentarlas de manera efectiva y no se conviertan en un bumerang que revierta los resultados. Por lo general estos niveles de crecimiento afectan los niveles de servicios, y atentan contra las eficiencias operacionales, dando lugar a una serie de pérdidas o mudas involucradas en los altos inventarios, poca flexibilidad de los procesos, incremento de los problemas de calidad, problemas de almacenamiento, incumplimiento en entregas y los niveles de agotados que se vuelven un dolor de cabeza.

Si a lo anterior le sumamos que la estrategia que dio lugar al crecimiento de los volúmenes, está centrada en las referencias de consumo masivo, que tienen un comportamiento suigeneris con una estacionalidad de la venta hacia la última semana del mes, agudiza la problemática, ya que conseguir los resultados no depende sólo de poder planear la producción que satisfaga la necesidad cumpliendo las restricciones de eficiencia operacional, sino que permita atender esta gran restricción que nos demanda el mercado. Y otro punto que coloca el moño al problema es que la asertividad del pronóstico no supera el 35% (Ver grafica 1.4), lo que hace la tarea más complicada aún. Todo lo anterior da lugar a las siguientes interrogantes:

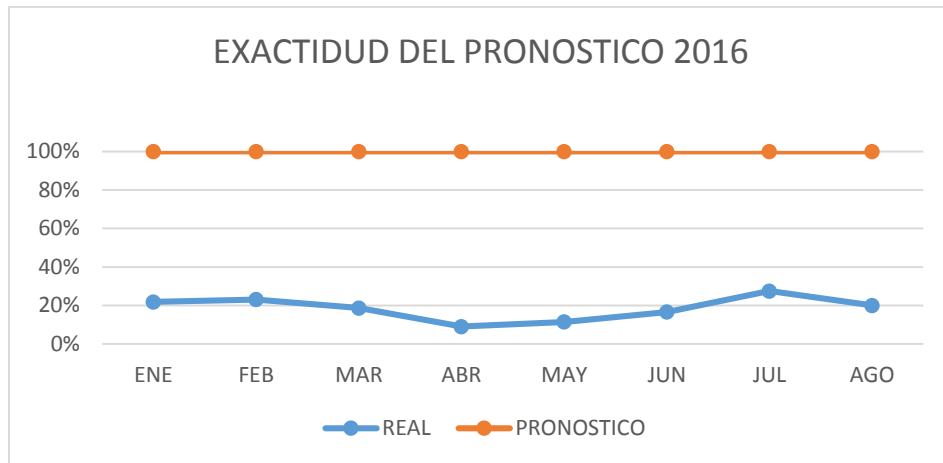
¿Cómo hacerle frente a la problemática del pronóstico sin afectar los resultados de eficiencia de cadena de suministro?

¿Qué política de inventarios funcionaría para atender la creciente demanda a su vez que se cumpla con un nivel de servicio alto?

¿Las plantas están preparadas para aumentar la complejidad que demanda trabajar lotes más pequeños para mejorar los niveles de inventario?

¿Las eficiencias locales están alineadas con las eficiencias que demanda el sistema?

¿Existen estrategias que puedan dar respuestas a la problemática de concentración de la venta hacia el cierre de cada mes, sin tener que contar con bodegas enormes?



Gráfica 1-4. Comportamiento de los Pronósticos Generales de la Empresa de Estudio.
Fuente: Autores

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

De acuerdo a los elementos encontrados en el análisis de la compañía objeto de estudio, con su elevado crecimiento y los problemas operativos que un crecimiento catapultado y acelerado conlleva, así como prepararse para atender esta creciente demanda manteniendo los niveles de servicio que tiene la compañía dentro de sus políticas y acuerdos de servicios con sus clientes, y por el tipo de mercado que atiende donde las tendencias no son fácil de predecir y las respuestas rápidas y la habilidad de acomodarse a estos cambios exigen diseñar esquemas que permitan resolver los problemas operativos y mejorar las eficiencias tanto productivas como logísticas, para que el crecimiento no se revierta en disminución en niveles de servicio o atender contra los resultados económicos.

Como ya se ha explicado anteriormente, desde el año 2011 la empresa adopta la estrategia de ventas inclinada hacia las marcas de consumo masivo, lo que significa productos que entregan un menor margen de utilidad, pero al ser ventas de grandes volúmenes generan los niveles de utilidad que se han planteado como meta los dirigentes de esta compañía; el gran inconveniente de esta estrategia radica en que se debe tener una proyección de ventas con un alto grado de asertividad, dado que para la producción de grandes volúmenes se requiere una logística al momento de la compra de materias primas, cuyas cantidades están relacionadas de manera directa con los grandes volúmenes a producir según el forecast; una planeación inadecuada de producción por un mal pronóstico fácilmente podría generar una compra de grandes volúmenes de materia prima; o lo contrario, no comprar la materia prima que se requiera para producir un producto del cual su pronóstico de ventas fue muy bajo y terminaron llegando pedidos por grandes cantidades del mismo, a lo anterior se le debe sumar los costos que se generan por almacenar materia prima que no se requiere en el momento o producto terminado que no se vendió por un mal pronóstico.

Dado que la compañía objeto de estudio ha apostado a los grandes volúmenes de ventas que están amarrados a un bajo margen de utilidad, cualquier mejora que se puede alcanzar en el área de operaciones que ayude a disminuir los costos de sus productos, conllevara de manera directa a un aumento del margen de contribución de dicho producto sin tener que aumentar su precio de venta.

Por todo lo anterior se ha decidido realizar este trabajo de investigación que se basa en el estudio de la línea de aceites de consumo masivo ya que la misma es la que ha generado un repunte significativo en los niveles de ventas de la compañía, en la actualidad la esta línea ha alcanzado una participación de casi un 50% dentro de las ventas totales de esta compañía (ver tabla 1.1), por ende, esta será la línea foco del presente estudio ya que cualquier mejora que se pueda lograr en la misma

representará un impacto altamente significativo para los resultados de la organización.

Tabla 1.1 Producción total en unidades procesadas por línea.
Fuente: Información compartida por la empresa estudiada

Tipo de Producto	2016	2017	2018	2019
Marcas de Valor Agregado	6.502	6.615	7.078	7.361
Productos Industriales	26.256	27.044	28.937	30.384
Productos para Panadería	8.004	8.799	9.719	10.691
Productos para Restaurante	3.576	3.890	4.085	4.330
Productos de Exportación	2.080	2.809	3.315	3.646
Productos de Consumo Masivo	38.666	50.400	52.416	55.456
Despachos Intercompañías	5.244	6.236	6.485	6.745
Total	92.346	107.811	114.053	120.632

Se espera con el trabajo poder obtener la tendencia del comportamiento de la exactitud de pronóstico y saber cómo el mismo es afectado por el comportamiento del mercado y construir una de herramienta que permita mejorar la exactitud de pronóstico, o técnicas que permitan atender las ventas sin afectar los niveles de servicio ni las eficiencias de los procesos.

Se espera que con esta herramienta se puedan mejorar los niveles de inventario que hoy se manejan a lo largo de la cadena y poder disminuir el nivel de agotados que tienen en la actualidad por las desviaciones de pronóstico.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una herramienta de pronóstico de la unidad de consumo masivo de una empresa productora de Aceites y Grasas, basada en modelos cualitativos y cuantitativos con el fin de mejorar la planeación de los recursos de planta.

1.4.1. Objetivos Específicos

- Hacer un diagnóstico de la metodología actual de pronósticos empleada para la línea de consumo masivo de la empresa modelo de estudio, basado en entrevistas y hallazgos en sitio.
- Realizar un análisis comparativo de los modelos de pronósticos seleccionados, para definir los más efectivos que generen el mejor resultado para cada producto.
- Definir la estructura de la herramienta de pronóstico que soporte los modelos adoptados, para permitir la interacción de los usuarios de la herramienta y obtener los resultados de una manera ágil y efectiva.
- Validar mediante una prueba piloto la asertividad de la herramienta diseñada.

1.5. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el cálculo del pronóstico de ventas y una medición de su precisión que se presenta en este capítulo se formuló con base en el Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) o también conocido como Círculo Deming.

Inspirada en la esencia de los pasos que integran a esta estrategia de mejora continua, se formuló una metodología integrada por seis etapas, las cuales, buscan que el proceso de cálculo de pronósticos de ventas y su medición dentro de la empresa de estudio se realice sistemáticamente desde su formulación hasta su ejecución y que además sea un proceso de mejora continua.

Cada fase de esta metodología tiene una razón de ser y cumple con una función específica para fortalecer y mejorar el proceso de cálculo y medición de pronósticos de ventas en las empresas de consumo masivo:

1. Caracterizar el estado actual de pronósticos en la empresa.
2. Recopilación y análisis de los datos que se utilizaran para aplicar los diferentes modelos de pronósticos cuantitativos.
3. Aplicar a cada uno de los productos seleccionados para el estudio, los diferentes modelos cuantitativos de pronósticos y calcular el error que se produce en cada caso particular.
4. Diseñar una herramienta que de manera automática pueda aplicar los modelos cuantitativos para cualquier producto y sugerir el modelo con menor error.
5. Verificar el funcionamiento de la herramienta pronosticando con ella los valores de ventas del primer trimestre del 2017.
6. Ajustar a corregir la herramienta después de analizar los resultados de la validación.

A continuación, se hará una breve descripción de las actividades a ejecutar durante cada una de las etapas del desarrollo de la herramienta propuesta:

1.5.1 Etapa 1: Caracterización

En esta etapa se procederá a realizar por medio de encuestas un levantamiento de la metodología utilizada actualmente por la empresa de estudio, para la elaboración de sus pronósticos de ventas, esto con el fin de clasificar si la empresa está utilizando una metodología formal, o se encuentra en estos momentos sin una metodología clara de pronósticos, además se verá que factores se tienen en cuenta para elaborar dicho pronóstico y que acciones de control se tienen para disminuir el error de los mismos.

1.5.2 Etapa 2: Recopilación y análisis de datos.

Para dar inicio al estudio se debe contar con una información mínimo de 12 meses continuos (se prefiere información de 24 meses), en los cuales se tengan los datos reales de ventas y los datos de pronósticos calculados para dichos meses. Luego de esto se procederá a realizar una selección de los productos representativos para el caso de estudio, ya que la empresa cuenta con un total de aproximadamente 560 productos, por lo cual este estudio se enfocará a los productos de la línea con mayor volumen de ventas y mayor aporte a la utilidad de la empresa, se deberá hacer una clasificación de datos tipo A, B C.

1.5.3 Etapa 3: Aplicación de los modelos seleccionados

Teniendo definido los productos a los cuales se aplicará este estudio, se debe someter cada uno de ellos a la modelación según los modelos de pronósticos cuantitativos escogidos durante el desarrollo de este estudio, se debe calcular el error que presente un producto al aplicar los métodos seleccionados y se escogerá el que presente el menor error como el modelo que mejor describe el comportamiento de ventas de dicho producto.

1.5.4 Etapa 4: Diseño.

Alineado con el objetivo general de este trabajo, se pretende diseñar una herramienta informática, que permita evaluar el comportamiento de las ventas de cualquier producto frente a múltiples modelos de pronóstico cuantitativo previamente establecidos, de tal manera que la herramienta en su programa interno haga las iteraciones necesarias para arrojar que para los datos ingresados de un producto x , cuál sería el modelo de pronóstico cuantitativo que describa su comportamiento con un menor error, el usuario de esta herramienta solo debe ingresar la información de ventas para los periodos representativos de dicho producto, la herramienta deberá arrojar una propuesta de pronóstico y graficas que muestren su comportamiento en el tiempo.

1.5.5 Etapa 5: Validación

Para validar el correcto funcionamiento de la herramienta se procederá a realizar una comprobación de la misma, pronosticando las ventas del primer trimestre del 2017 y corroborando que los resultados arrojados por la misma en realidad permiten disminuir el error que se tiene actualmente en la empresa de estudio.

1.5.6 Etapa 6: Ajustes y Correcciones

Luego de hacer las pruebas correspondientes se procederá a realizar los ajustes necesarios en la programación de la herramienta, además se harán recomendaciones y comentarios de los resultados encontrados.

Para dar inicio a este trabajo se debe conocer cómo funciona y qué se tiene en cuenta al momento de realizar el proceso de pronóstico de demanda en la empresa objeto de estudio. Luego, con los datos históricos que correspondan a la línea de

estudio (línea de consumo masivo), se debe proceder a graficar y analizar los datos con el fin de poder determinar si existe un patrón de comportamiento que describa la demanda. Una vez se tenga identificado el comportamiento de la demanda y asociar dicho comportamiento a un modelo de tipo cuantitativo se debe iniciar la validación del mismo, esta validación se debe realizar de dos maneras, la primera es realizar pronóstico de años anteriores utilizando la fórmula matemática que corresponda al modelo escogido y comparar el resultado obtenido con el resultado real de la fecha pronosticada, de esta manera podríamos verificar que la asertividad del pronóstico presenta una mejoría.

La otra manera es realizar un pronóstico real de venta al corto plazo y esperar los resultados, claro que se debe ser consiente que en la actualidad no se cuenta con el tiempo necesario para realizar la verificación por este método, se espera por lo menos realizar el pronóstico de un mes para los productos de la línea de estudio por este método.

1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES

Este trabajo de grado está dirigido a un estudio para la mejora de la metodología de pronósticos para la empresa Objeto de estudio, específicamente para la línea de aceites de la unidad de negocios de consumo masivo, se escoge esta línea para el estudio ya que representa más del 55% de las ventas de la planta Barranquilla y en la actualidad presenta un asertividad de un 35% en su metodología de pronóstico.

Durante el estudio se realizará una selección de los productos de la línea, para trabajar desarrollar el análisis de este trabajo sobre los productos tipo A que representan el mayor porcentaje de participación en las ventas de dicha unidad. Queda a discreción de la empresa replicar el estudio de este trabajo sobre los productos de otras líneas o sobre la totalidad de producto de la empresa.

1.7. COMENTARIOS

Después de haber dado un vuelco significativo a los resultados históricos de ventas y habiendo encontrado una estrategia de ventas que permitiera conseguir los resultados económicos favorables para la empresa, es el momento de trabajar fuertemente en aumentar la utilidad generada por la línea de ventas de grandes volúmenes de la empresa objeto de estudio, dado que esta línea representa el 50% de las ventas de la compañía y cualquier mejora que se pueda alcanzar repercutirá de manera positiva sobre la utilidad esperada por los directivos, pero para alcanzar estas mejoras se debe iniciar con un primer paso que consiste en saber qué y cuánto se debe producir, pero para lo anterior es necesario encontrar una manera de aumentar la asertividad del pronóstico que hoy en día se encuentra en un 35%.

En el próximo capítulo de este estudio se abarcará la teoría existente de pronósticos de producción que permita encontrar las bases necesarias para afrontar la problemática actual de la empresa objeto de estudio.

CAPITULO 2

MARCO DE REFERENCIA

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el marco teórico relacionado con el tema de pronósticos, el cual fue utilizado para fundamentar la herramienta de pronóstico que se propone para el caso de estudio de la misma, que se desarrolla en los siguientes dos capítulos de este trabajo.

La primera parte de este capítulo abarca desde los conceptos generales de pronóstico manejado por diferentes autores, su importancia dentro de las empresas, sus características, así como los diferentes horizontes de tiempo en los que pueden ser manejados identificando sus ventajas y/o desventajas.

Como segunda parte, se presenta la clasificación de los métodos cualitativos y cuantitativos que existen para el cálculo de los pronósticos, profundizando un poco más en los métodos cuantitativos elegidos para diseñar la herramienta propuesta para el caso de estudio.

Por último, se describen los métodos que existen para medir la precisión de los pronósticos, los que pueden ser aplicados para determinar su nivel de error y evaluar su desempeño de acuerdo a las necesidades reales del mercado.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se procederá a definir algunos conceptos que son de necesario conocimiento para poder comprender el contexto en el que se está tratando el tema de la problemática planteada para la empresa seleccionada.

CUALITATIVO: Adjetivo que se utiliza para referirse a la cualidad de una cosa, objeto o fenómeno, definiendo, por ejemplo, se es alto, bajo, ancho, angosto, color, comportamiento, tendencias, etc. (Botero y Álvarez, 2013)

CUANTITATIVO: Se refiere a la cuantía, magnitud, proporción u número de las cosas o fenómenos que se están analizando o evaluando. (Botero y Álvarez, 2013)

DEMANDA: En términos económicos la demanda se refiere al total de bienes y servicios que un grupo social realiza, lo cual puede verse afectado por la oferta, los precios, disponibilidad del producto u otros factores de tipo económico, social, político etc. (Botero y Álvarez, 2013)

ESTACIONALIDAD: En las áreas de economía y finanzas se interpreta como una característica comportamental de variables de estas áreas las cuales fluctúan en el tiempo, como respuesta a factores diversos como cambios de estaciones, temporadas de comercio especiales, etc. La estacionalidad puede ocurrir en periodos de corto, mediano y largo plazo. (Botero y Álvarez, 2013)

GESTIÓN: Comprende un conjunto de operaciones encaminadas a la dirección y/o administración de un negocio o empresa. El objetivo de la misma es optimizar los resultados de la compañía. (Botero y Álvarez, 2013)

INSUMO: Hace referencia a un determinado bien que se requiere y emplea para la producción de otros bienes, por lo cual hace parte del proceso productivo y operacional de una empresa. (Botero y Álvarez, 2013)

MATERIA PRIMA: Es el conjunto de elementos e insumos que se requieren en una empresa o fábrica para la elaboración de un producto, de manera que puede ser incorporada o transformada para la obtención del mismo. (Botero y Álvarez, 2013)

MODELO: Representación de un objeto, sistema, idea o proceso el cual está diseñado para su aplicación en ámbitos diferentes bajo unas condiciones y características determinadas. (Botero y Álvarez, 2013)

OFERTA: Cantidad de bienes y/o servicios que los las empresas y personas productoras están dispuestas a poner en el mercado para su compra por el consumidos, bajo precios y condiciones diferentes. La oferta puede verse afectada por el precio del producto en el mercado, factores relacionados con la producción, tamaño del mercado, empresas competidoras, cantidad de bienes producidos, entre otros. (Botero y Álvarez, 2013)

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: Actividad en donde los recursos fluyen en un sistema definido para ser combinados y transformados de manera controlada con el fin de agregarles valor, y de esta manera generar bienes y servicios que serán ofertados en el mercado. (Botero y Álvarez, 2013)

PLANIFICACIÓN: Primera fase del proceso administrativo que consiste en formular de manera ordenada las directrices de la empresa y las acciones que llevará a cabo para el logro de sus objetivos y metas. (Botero y Álvarez, 2013)

PONDERACIÓN: Hace referencia a la relevancia o peso que un fenómeno o algo posee en relación a otros. (Botero y Álvarez, 2013)

PROMEDIO: Dato estadístico que valor medio que resulta de dividir la suma de un número determinado de valores entre la cantidad de estos mismos. (Botero y Álvarez, 2013)

PRONÓSTICO: Es el conocimiento anticipado sobre un suceso o fenómeno el cual se obtiene por un método o proceso definido. (Botero y Álvarez, 2013)

PROVEEDOR: Persona u organización que abastece a otras empresas con bienes o productos, los cuales se utilizarán para la producción de otros bienes o servicios o para su venta. (Botero y Álvarez, 2013)

TENDENCIA: Patrón de comportamiento en un determinado tiempo que señala la dirección o rumbo del mercado. (Botero y Álvarez, 2013)

TOMA DE DECISIONES: Proceso organizacional en donde se consideran varias opciones o alternativas para la solución de un problema, prevenir el mismo o resolver situaciones diversas dentro del ámbito organizacional, optando por la elección de una opción. (Botero y Álvarez, 2013)

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1. Generalidades Del Pronóstico

Dado el creciente nivel de competitividad de la industria actual y el alto grado de lucha por dominar los mercados de consumo, se ha vuelto necesario contar con herramientas administrativas que permitan implementar estrategias de producción que sirvan para satisfacer la demanda futura y mejorar la planeación de actividades de logística y producción en las diferentes industrias.

Generalmente, en el campo de la administración de operaciones, poder predecir a tiempo los sucesos futuros del mercado puede significar el éxito del negocio, en este sentido, cobra importancia poder conocer cuál será el posible comportamiento de la demanda de los productos o servicios que ofrecen las empresas, en donde las necesidades de predicción dependen del producto, mercado y abarcamiento de nichos de mercado que se pretenden abastecer (Everet y Ebert, 1991).

En este sentido, los pronósticos, se han constituido como una de las herramientas más útiles para los gerentes, puesto que permiten una estimación futura de las demandas y los recursos de materia prima necesarios para poder abastecerla, así mismo, y entendiendo las inevitables interrelaciones de los componentes y actividades que se desarrollan en los procesos internos de las empresas, los pronósticos permiten estimar presupuestos de compras, contratación de mano de obra, un mejor manejo de inventarios, entre otros. (Anderson, Sweeney y Williams, 2004).

De lo anterior, se puede entender que los pronósticos constituyen un papel de suma importancia para la toma de decisiones, que afectan en gran medida los resultados de la empresa y sirven para realizar una planeación de cómo, cuánto, dónde y con quién producir, entre otros.

A continuación se quiere dar a conocer al lector la definición en términos administrativos de pronóstico, además se hace un reconocimiento de su importancia en la labor gerencial y administrativa, también se describen los principios generales de los métodos de pronóstico, se muestran las clasificaciones más comunes que se dan de los distintos modelos de pronóstico existentes, se presenta la relación existente entre el pronóstico de la demanda de materias primas en las empresas y, por último, pero no menos importante puede encontrarse una importante descripción de cómo los pronósticos y su asertividad constituyen una importante herramienta en la planeación administrativa.

2.3.1.1. Definición

Antes de iniciar con el estudio y la determinación de la importancia del pronóstico dentro la planeación en las empresas, sería importante conocer como algunos autores definen el mismo y su relevancia en el ámbito de administración de operaciones, para que los lectores puedan tener un mayor entendimiento de dicho tema

Una definición muy adecuada de pronóstico es la que nos brindan los autores Everet y Ebert, quienes indican que: “el pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro” (1991, p. 84).

Afirmando lo anterior podemos encontrar el aporte de otro autor, Chapman (2006) quien define la formulación de pronósticos de la siguiente forma: “la formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro” (p. 17). De la anterior definición el autor aclara que el pronóstico no es más que una predicación, la cual permite realizar

planeación a corto, mediano o largo plazo, esto debido a que dicha predicción corresponde a la proyección de datos reales que presentan un comportamiento estructurado.

Sabiendo que algunos lectores pueden llegar a confundir pronóstico con predicción, los anteriores autores hacen la diferenciación sabiendo que el primero sólo puede hacerse con la ayuda de datos e información del pasado, mientras que las predicciones tan solo se basan en consideraciones de tipo subjetivo, en donde los métodos de juicio son la habilidad y la experiencia de la persona que las realiza (Everet y Ebert, 1991).

Sabiendo ya la importancia del pronóstico en la planeación de producción, Heizer y Render (2004) definen: “pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el uso de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático” (p. 104). Aquí se puede apreciar que el autor suma a este concepto el apoyo en un modelo de tipo matemático, el cual toma como base los datos históricos de la empresa.

Ya habiendo entendido el significado y la importancia del pronóstico y como este se puede implementar desde condiciones diferentes, se vuelve necesario precisar que en la presente investigación se realizarán procesos de pronóstico basados en modelos de tipo cuantitativos que constituyen series de tiempo. Se debe entender “serie de tiempo” como un conjunto de datos en función de múltiples variables, en el cual una de las variables independientes es el tiempo mismo y su transcurso natural.

Para el caso puntual de este trabajo de investigación los conjuntos de datos tienen dos variables, la primera es el tiempo como variable independiente y la segunda corresponde a los volúmenes de ventas expresados en toneladas producidas.

Para el efecto de la investigación, estos datos serán manipulados y depurados a lo largo del desarrollo del trabajo, pero sin afectar su naturaleza de series de tiempo y que de esta manera nos brinden la información verídica que nos permita modelar su comportamiento.

2.3.1.2. Principios Del Pronóstico

Pese a haber diferencia en los modelos matemáticos diseñados para el cálculo de pronósticos de las diferentes áreas a las cuales se puede aplicar este concepto, a pesar que las metodologías son distintas, se puede encontrar que todos comparten características comunes, las mismas son descritas por Chapman en su libro titulado *Planificación y Control de la Producción* (2006).

- ✓ Casi siempre son incorrectos: esto se debe a que un pronóstico no te da un resultado certero sino una aproximación al comportamiento esperado de los artículos pronosticados, ya que por muy bueno que sea la metodología de pronóstico utilizada por una empresa siempre existirán factores externos a la misma que afectan la demanda. En este aspecto, los directivos encargados de la planeación de operaciones deben tener muy claro que tan acertado es su pronóstico, para así tomar una decisión que permita minimizar los riesgos.

- ✓ Son más precisos para grupos o familias de artículos: esta afirmación se basa en la premisa de que “los errores de proyección respecto de productos individuales tienden a cancelarse entre sí a medida que se les agrupa” (p. 18), de lo anterior se concluye que es más preciso el pronóstico de demanda de todas las marcas de motos, que el pronóstico realizado para una marca específica.

- ✓ Son más precisos calculados para periodos cortos: esto debido a se cuenta con una mayor información real cuando se realiza un cálculo para eventos cercanos, que cuando se hace un cálculo para el largo plazo.
- ✓ Siempre deben incluir un error de estimación: como ya se afirmó al inicio todos los modelos de pronósticos son incorrectos, por ello en todos los modelos matemáticos se incluye una estimación de error, que trata de disminuir la incertidumbre del resultado arrojado por el modelo.
- ✓ No sustituyen la demanda calculada: con esto se quiere decir que siempre que se requiera información para realizar modelaciones del comportamiento de la demanda, es más seguro y confiable trabajar con datos reales y no con datos hacer los cálculos con base a pronósticos.

Es importante tener en cuenta un principio descrito por Heizer y Render (2004) es que las técnicas o metodologías de pronóstico “suponen la existencia de cierta estabilidad subyacente en el sistema” (p. 106).

2.3.1.3. Importancia

Entendiendo que las empresas y organizaciones operan bajo un ambiente de incertidumbre bajo el cual, de manera constante, se deben estar tomando decisiones que afectan las actividades futuras de las mismas, resulta imperioso contar con herramientas que permitan tener alguna certeza acerca de lo que sucederá a futuro, para que de esta forma la toma de decisiones pueda realizarse

bajo un soporte mucho más confiable que el de la misma incertidumbre. Es así como el uso de metodologías y herramientas de pronóstico resulta relevante en las organizaciones (Kanke y Reitsch, 1996).

Dicho ambiente de incertidumbre ha crecido con el pasar de los años, debido a lo cambiante que se tornó la manera de hacer los negocios, como ha cambiado la forma de producir y aun mayor ha sido el cambio tan creciente en el propio mercado. Así por ejemplo la competencia es mucho más cerrada en diversas áreas, el mercado globalizado ha crecido a un ritmo acelerado y la competitividad del mercado es cada vez más exigente. Bajo las actuales condiciones de competencia, es muy difícil poder prever a tiempo y con un alto grado de precisión el futuro de comportamiento del mercado, pero quien no lo haga, o no se esfuerce por intentarlo estará un paso más cerca al fracaso.

La realización de pronósticos tiene una importancia de tipo estratégica, puesto que impulsa la toma de decisiones de muchas áreas de las empresas. (Macías Calvario 2007)

2.3.1.4. Relación Pronóstico De Ventas Y Pronóstico De Demanda

Gaither y Frazier (1999) aseguran que los pronósticos de venta son el punto de partida para la realización de los pronósticos de demanda por parte de la empresa de materia prima, insumos, mano de obra y demás recursos necesarios para el proceso de producción, constituyéndose, así como la herramienta sobre la cual se diseña y desarrolla la estrategia empresarial en lo relacionado a recursos y a la producción.

De esta forma, al tener con suficiente anterioridad un estimado de las cantidades a producir, ayuda en gran manera a realizar una adecuada planeación de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de la demanda, contando con la

antelación suficiente para realizar tareas que permitan aumentar la rentabilidad de la empresa como son, hacer cotizaciones, presupuestos, compras, diseños o rediseños del producto o servicio, selección de proveedores y el desarrollo de otras actividades que tienen que ver con la adquisición de materias primas e insumos de producción.

2.3.1.5. El Pronóstico Como Herramienta En La Planeación Administrativa

Para el departamento administrativo de cualquier empresa los pronósticos se consideran como una de las herramientas más importantes, ya que de estos se desprenden muchas de las actividades de planeación para los departamentos de producción, compras, logística y todos los departamentos que tengan que apoyar la operación de la empresa. En este sentido se expone que:

Así, por ejemplo, el departamento de ventas y mercadotecnia necesitan un pronóstico de ventas para fijar sus objetivos y planes. Del mismo modo las secciones de producción y mantenimiento diseñarán sus planes y programas de adquisición de materias primas, contrataciones de personal y mantenimiento preventivo de la maquinaria apoyados en un pronóstico de las cantidades y los tiempos de producción. Por su parte los departamentos contable y financiero elaborarán sus presupuestos y flujos de efectivo basados en un pronóstico sobre los ingresos y egresos para el siguiente periodo (Izar Landeta, 1996, p. 130).

De aquí que los pronósticos resultan parte importante y tal vez el arranque de la planeación de cualquier empresa, ya de ellos se derivan una gran cantidad de actividades que conciernen a prácticamente todos los departamentos de la empresa, dichas actividades deben estar sincronizadas de tal manera que ningún departamento falle y se consiga obtener los objetivos buscados por la compañía.

(Gaither y Frazier 1999) Exponen tres razones sustentan tres razones por las cuales los pronósticos resultan esenciales en la nombrada fase administrativa, las cuales son:

- ✓ Planeación de nuevas instalaciones: una buena elaboración de pronósticos al largo plazo permite a los gerentes, tomar las decisiones correctas para la construcción o el rediseño de sus instalaciones, de tal manera que estas le permitan atender con los espacios suficientes la demanda de producción, de lo contrario podrían no contar con el espacio ni las condiciones apropiadas para el almacenamiento de materia prima o de producto terminado. Para lo anterior los gerentes o directivos se basan en los pronósticos de largo plazo, y las proyecciones de ventas y de crecimientos ya que este tipo de inversión son de alto costo.
- ✓ Planeación de la producción: —los gerentes de operaciones necesitan pronósticos a mediano plazo, de forma que puedan conocer por anticipado el tiempo necesario para tener lista la capacidad de producción para producir estas demandas mensuales viables (Gaithier y Fraizer, 1999, p. 60).
- ✓ Programación de la fuerza de trabajo: como la fuerza de trabajo está estrechamente ligada a la producción, los pronósticos permiten realizar una adecuada planeación de la mano de obra requerida para atender la demanda, ya que en muchas ocasiones se requerirá de mayor cantidad de personal o de horas extras para cumplir con la producción, o en otras ocasiones se requerirá reducciones de personal en temporadas específicas debido a una reducción de la demanda. Para este punto resultan adecuados los pronósticos a corto plazo, de tal manera que se cuente con el tiempo necesario para poder modificar la fuerza de trabajo.

Además de todo lo anterior, se debe considerar el pronóstico como una herramienta muy útil para las de acciones de planeación administrativa, esto debido a una relación entre demanda y producción que se expone a continuación:

El punto de inicio de prácticamente todos los sistemas de planificación se da a partir de la demanda real o esperada de los clientes. Sin embargo, en casi todos los casos el tiempo necesario para generar y entregar el producto o servicio excederá la expectativa del cliente. Si se quiere evitar que esto suceda, la producción tendrá que dar principio antes de que se conozca la demanda real del consumidor. Así, la producción deberá iniciar a partir de la demanda esperada o, en otras palabras, de un pronóstico de la demanda (Chapman, 2006, p. 17).

Así las cosas, los pronósticos resultan de gran utilidad para determinar la cantidad necesaria de insumos, materias primas y personal para la producción, así como para realizar diseños y ajustes de construcciones de las plantas de producción y la respuesta anticipada a tiempo en términos de oferta frente a los cambios de la demanda del bien o servicio sobre el cual trabaja una determinada empresa.

2.3.2. Clasificación De Los Pronósticos

De acuerdo a Chase, los pronósticos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Chase explica que las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. Por otro lado, los análisis de series de tiempo se fundamentan en la idea de que es posible utilizar información relacionada con las ventas pasadas para la predicción. Esta información puede estar compuesta por otros elementos como influencias de tendencias, estaciones o cíclicas. El Pronóstico causal se analiza

utilizando la técnica de regresión lineal y supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente. Por otra parte, la simulación permite a los pronosticadores manejar diferentes supuestos de la condición del pronóstico.

2.3.2.1. Métodos de Pronósticos Cualitativos

Ballou menciona que los métodos cualitativos utilizan el juicio y la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro. De igual forma, indica que la información que es utilizada para la integración del Pronóstico por lo regular no es cuantitativa, es intangible y subjetiva. La información histórica no resulta ser muy relevante o útil para el pronóstico. La naturaleza de los métodos, los hacen difíciles de estandarizar y validar su precisión por no estar fundamentados en el método científico. Son métodos utilizados en su mayoría para mediano y largo plazo. (Ballou, 2004)

De acuerdo a las propuestas de Ballou, Nahmias y Schroeder se integró el siguiente cuadro para clasificar y describir brevemente las técnicas de pronósticos cualitativos más comunes:

Tabla 2.9. Técnicas de Pronósticos Cualitativos.
Fuente: Autores.

Método	Descripción	Usos	Horizonte de tiempo
Investigación de mercados	Procedimiento sistemático, formal y consciente de evolución y validación de hipótesis sobre mercados reales. (Ballou, 2004)	Pronósticos de las ventas totales de la compañía, de grupos de productos importantes o de productos individuales o de nueva creación. (Schroeder, 1996)	Medio Largo
Agregados de la fuerza de Ventas	Estos pronósticos se realizan a través de estimaciones de ventas de los productos para el próximo año que determinan los miembros de la fuerza de venta. Estas estimaciones son revisadas y complementadas con las estimaciones de Gerentes Regionales. (Nahmias, 2007)	Buena fuente para identificar cambios en las preferencias de los clientes. El agregado de fuerza de ventas puede ser inexacto cuando la compensación al personal de ventas se basa en cubrir una cuota. (Nahmias, 2007)	Corto Mediano
Método Delphi	Un panel de expertos es interrogado mediante una secuencia de cuestionarios en los que las respuestas a un cuestionario se utilizan para producir el segundo cuestionario. Cualquier información disponible para unos expertos y no para otros es transmitida a estos últimos lo que permite a todos los expertos tenga acceso a toda la información de los pronósticos. Esta técnica elimina el efecto de tendencia moderna de la opinión mayoritaria. (Ballou, 2004)	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones. Pronósticos tecnológicos para evaluar cuándo pueden presentarse los cambios tecnológicos. (Schroeder, 1996)	Medio Largo

Método	Descripción	Usos	Horizonte de tiempo
Analogía Histórica	Es un análisis comparativo de la introducción y crecimiento de nuevos productos similares que basan el pronóstico en patrones de similitud (Ballou, 2004)	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidades o instalaciones. (Schroeder, 1996)	Medio Largo
Pronóstico Visionario	Profecía en que se utilizan perspectivas personales, juicios y en la medida de lo posible hechos acerca de distintos escenarios futuros. Se caracterizan por conjeturas subjetivas e imaginación, en general, los métodos utilizados no son científicos. (Ballou, 2004)	Pronósticos para productos de nueva creación. (Ballou, 2004)	Medio Largo

2.3.2.2. Métodos Cuantitativos

Nahmias identifica este tipo de métodos como métodos objetivos y los define como aquellos en los que el Pronóstico se deriva de un análisis de datos. Un método de series de tiempo es aquel que usa sólo valores pasados en cuanto al fenómeno que se desea predecir. Los modelos causales son aquellos que usan datos provenientes de fuentes distintas a las series que están pronosticando, es decir, pueden existir otras variables con valores que están vinculadas de alguna forma a lo que se está pronosticando (Nahmias, 2007).

Al igual que con los métodos Cualitativos, a continuación se presenta una breve descripción de algunos métodos Cuantitativos que existen para el cálculo de Pronósticos (Ver Tabla 2.2):

Tabla 10.2. Técnicas de Pronósticos Cuantitativo
Fuente: Autores

Método		Descripción (Ballou, 2004)	Usos (Schroeder, 1996)	Horizonte de tiempo
Series de Tiempo	Promedio Móvil	Cada punto de un promedio móvil de una serie de tiempo es el promedio aritmético o ponderado de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos de información se selecciona de manera que los efectos de estacionalidad o irregularidad se eliminen.	Planeación de corto a mediano plazo, para inventarios niveles de producción y programación. Es un método útil cuando existen demasiados productos.	Corto
	Suavización exponencial	Esta técnica es similar al promedio móvil, excepto que los puntos que son más recientes reciben mayor ponderación. El nuevo pronóstico será igual al anterior más cierta parte del error de pronósticos pasados. La nivelación exponencial doble o triple son versiones complejas del modelo básico que explican la variación de tendencia y estacionalidad de la serie de tiempo.	Aplica a los mismos casos que el promedio móvil	Corto
	Técnica Box Jenkins	Complejo procedimiento iterativo basado en computadora que produce un modelo de promedios móviles integrado y auto regresivo, que se ajusta para los factores de tendencia y estacional, estima los parámetros apropiados de ponderación, valida el modelo y repite el ciclo según sea apropiado.	Limitado debido al costo de los productos que requieren de pronósticos muy exactos a corto plazo	Corto Mediano

	Método	Descripción (Ballou, 2004)	Usos (Schroeder, 1996)	Horizonte de tiempo
	Modelo Matemáticos	Un modelo lineal o no lineal ajustado con los datos de series de tiempo, normalmente mediante regresión. Incluye las líneas de tendencia, polinomios, logaritmos lineales, series de Fourier, etc. (Schroeder, 1996)	Aplica lo mismo que la Promedio móvil pero con limitaciones debido al costo y uso con pocos productos	Corto Mediano
	Descomposición de series de tiempo	Método para descomponer una serie de tiempo en componentes estacionales, de tendencia y regularidad. (Ballou, 2004)	Es adecuado para identificar puntos críticos y es una excelente herramienta de pronóstico para el período de tiempo mediano-largo, es decir, de tres a 12 meses.	Corto Mediano
Modelos Causales	Análisis de regresión	Relaciona la demanda con otras variables que “causan” o explican su nivel. Las variables se seleccionan sobre la base de significancia estadística. La disponibilidad de programas de regresión por computadora hace de esta técnica, una de las populares. (Ballou, 2004)	Adecuada para Planeación a corto o mediano plazo, para producción agregada o inventario que involucren a pocos productos. Útil cuando hay estrechas relaciones de causa-efecto. (Schroeder, 1996) Corto	Corto Mediano
	Modelos econométricos	Un modelo econométrico es un sistema de ecuaciones de regresión interdependientes que describe las ventas de cierto sector económico. Los parámetros de la ecuación de	Útil para pronósticos de ventas por clases de productos para planeación a corto y	Corto Mediano

Método	Descripción (Ballou, 2004)	Usos (Schroeder, 1996)	Horizonte de tiempo
	regresión por lo general se estiman en forma simultánea. Son modelos costosos a desarrollar, sin embargo, debido al modelo al sistema de ecuaciones inherentes, éstos expresan mejor las causalidades involucradas de una ecuación de relación ordinaria y por lo tanto precise de forma precisa los puntos críticos. (Ballou, 2004)	mediano plazo (Schroeder, 1996)	
Modelo de insumo	Método para pronosticar que describe el flujo de un sector de la economía a otro para predecir los insumos que se necesitan para producir los productos que requiere otro sector. (Schroeder, 1996)	Pronósticos de venta de toda la Compañía o de todo el país por sector económico. (Schroeder, 1996)	Corto Mediano
Simulación	Este método utiliza la computadora para simular en el tiempo el efecto de las ventas de producto final sobre los requerimientos en distintos puntos del canal de distribución y suministros. Los requerimientos se indican mediante políticas de inventarios, programas de producción y políticas de compras. (Ballou, 2004)	Pronósticos de ventas de toda la compañía para productos o grupos importantes de productos.	Mediano Largo

2.3.2.3. Selección Métodos De Pronostico Utilizar En La Herramienta.

Luego de haber conocido un resumen breve de los modelos de pronósticos cuantitativos más relevantes, se debe proceder a seleccionar los que se utilizaran como base de cálculo de la herramienta a diseñar, pero como se pudo apreciar en

dicha teoría se deben tener en cuenta algunos factores de este caso de estudio, que permitan elegir los modelos que mejor funcionen para el grupo de datos de ventas de este caso específico.

Dentro de los factores a tener en cuenta para la selección se encuentran:

1. Marco de tiempo
2. Patrón de datos
3. Precisión deseada
4. Disponibilidad de datos.
5. Naturaleza del producto.

Marco de tiempo: dado que la empresa objeto de estudio trabaja con proyecciones a 3 meses, lo que nos muestra que estamos hablando de un marco de tiempo del corto plazo, lo que nos indica que para dicha condición los modelos más apropiados serían los de promedios móviles y suavización exponencial, además por esta condición se descartaría la simulación dinámica y las series de tiempo.

Patrón de datos: debido a que el estudio de este trabajo se aplica a toda una línea de producción con más de 80 productos que presentan todo tipo de comportamientos (crecientes, decrecientes, con tendencia, sin tendencia), se podría utilizar cualquiera de los modelos cuantitativos, ya sea de carácter complejo o sencillo, claro que se podría decir que es preferible trabajar con los métodos más sencillos que presenten una mejora significativa en la asertividad del pronóstico que presenta actualmente la empresa de estudio, los métodos más sencillos que permiten describir el patrón de dichos datos estaría definido por los siguientes modelos: promedios móviles, suavización exponencial sencilla y doble, regresión lineal y método de Winter.

Precisión deseada: existen métodos muy complejos que pueden arrojar un dato con un alto grado de precisión, como el método de box Jenkins, pero para el caso específico de este estudio no se requieren métodos tan precisos, sería suficiente la precisión que generan los métodos sencillos, lo cual permitirá realizar una planeación adecuada de recursos en planta.

Disponibilidad de datos: dado un tema de confidencialidad por parte de la empresa de estudio ha resultado altamente complicado conseguir los datos para realizar este estudio, solo ha sido posible conseguir los datos de ventas de 12 meses, por lo cual con esta cantidad de datos queda descartada la posibilidad de aplicar Winter.

Naturaleza del producto: teniendo en cuenta que la herramienta que se pretende diseñar está enfocada a productos alimenticios de consumo masivo se deben descartar los métodos matemáticos y econométricos.

Del análisis de los parámetros de selección para los métodos de pronósticos para la parametrización de la herramienta, se pueden escoger los siguientes métodos:

- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavización exponencial
- Suavización exponencial doble
- Regresión lineal.

2.3.2.3.1 Método De Promedio Móvil Simple

El método de pronóstico móvil simple se utiliza cuando se quiere dar más importancia a conjuntos de datos más recientes para obtener la previsión. Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y / o irregulares sean eliminados. (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

¿Cuándo utilizar un pronóstico de promedio móvil?

El pronóstico de promedio móvil es óptimo para patrones de demanda aleatoria o nivelada donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares

históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente. (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Fórmula
$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Promedio de ventas en unidades en el período t \hat{X}_t

Sumatoria de datos Σ

Ventas reales en unidades de los períodos anteriores a t X_{t-1}

Número de datos n

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de Promedio Móvil

Una compañía presenta en el siguiente tabulado el reporte de ventas correspondiente al año 2009.

Tabla 11.3. Datos de Ventas Ejemplo PMS
Fuente: Ingenieriaindustrialonline

MES	VENTAS REALES (2009)
Enero	80
Febrero	90
Marzo	85
Abril	70
Mayo	80
Junio	105

Julio	100
Agosto	105
Septiembre	100
Octubre	105
Noviembre	100
Diciembre	150

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se debe calcular un pronóstico mediante la técnica de Promedio Móvil utilizando:

Un período de 3 meses (a partir de abril de 2009)

Un período de 6 meses (a partir de julio de 2009)

El objetivo consiste en identificar con cuál de los dos períodos del pronóstico se obtiene mayor precisión al compararse con las ventas reales del reporte.

Solución

Al ser un pronóstico con un período móvil de 3 meses, este deberá efectuarse a partir del mes de abril, es decir que para su cálculo tendrá en cuenta tres períodos, es decir, Enero, Febrero y Marzo.

$$\hat{X}_{4(Abril)} = \frac{80 + 90 + 85}{3}$$

$$\hat{X}_{4(Abril)} = 85$$

Luego para efectuar la previsión del mes de Mayo, deberán tenerse en cuenta los últimos tres períodos que anteceden al mes de Mayo, es decir Febrero, Marzo y Abril.

$$\hat{X}_{4(Mayo)} = \frac{90 + 85 + 70}{3}$$

$$\hat{X}_{4(Mayo)} = 82$$

De esta manera se efectúan las previsiones restantes obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 12.4. Solución Promedio Móvil a 3 Meses

Fuente: Ingenieriaindustrialonline

MES	VENTAS REALES (2009)	PRONÓSTICO 3 MESES
Enero	80	
Febrero	90	
Marzo	85	
Abril	70	85
Mayo	80	82
Junio	105	78
Julio	100	85
Agosto	105	95
Septiembre	100	103
Octubre	105	102
Noviembre	100	103
Diciembre	150	102

El pronóstico restante al ser un pronóstico con un período móvil de 6 meses, este deberá efectuarse a partir del mes de Julio, es decir que para su cálculo tendrá en cuenta seis períodos, es decir, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio.

$$\hat{X}_{7(Julio)} = \frac{80 + 90 + 85 + 70 + 80 + 105}{6}$$

$$\hat{X}_{7(Julio)} = 85$$

De esta manera se efectúan las previsiones restantes obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 13.5. Solución Promedio Móvil a 6 Meses
Fuente: Ingenieriaindustrialonline

MES	VENTAS (2009)	REALES PRONÓSTICO MESES	3 PRONÓSTICO MESES	6
Enero	80			
Febrero	90			
Marzo	85			
Abril	70	85		
Mayo	80	82		
Junio	105	78		
Julio	100	85	85	
Agosto	105	95	88	
Septiembre	100	103	91	
Octubre	105	102	93	
Noviembre	100	103	99	
Diciembre	150	102	103	

Aunque existen diversos indicadores de precisión de un pronóstico, en este caso el resultado es más que evidente, pues podemos observar como el pronóstico con un período móvil de 3 meses logra aproximarse en una mayor medida a las ventas reales del año 2009 con relación a las previsiones obtenidas mediante el pronóstico con un período móvil de 6 meses (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

2.3.2.3.2. Método De Promedio Móvil Ponderado

Este método de pronóstico es una variación del promedio móvil. Mientras, en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado podemos asignar cualquier importancia (peso) a cualquier dato del promedio (siempre que la sumatoria de las ponderaciones sean equivalentes al 100%). Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación (porcentaje) mayor al dato más reciente. (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

¿Cuándo utilizar un pronóstico de promedio móvil ponderado?

El pronóstico de promedio móvil ponderado es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, dicho enfoque es superior al del promedio móvil simple. (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Fórmula

$$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-i}$$

Promedio de ventas en unidades en el período t \hat{X}_t

Sumatoria de datos \sum

Factor de ponderación C_i

Ventas o demandas reales en unidades de los períodos anteriores a t X_{t-1}

Número de datos n

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de Promedio Móvil Ponderación

Un almacén ha determinado que el mejor pronóstico se encuentra determinado con 4 datos y utilizando los siguientes factores de ponderación (40%, 30%, 20% y 10%). Determinar el pronóstico para el período 5.

Tabla 14.6. Datos de Ventas Ejemplo Promedio Ponderado
Fuente: IngenieriaIndustrialOnline

Período	Ventas (unidades)	Ponderación
Mes 1	100000	10%
Mes 2	90000	20%
Mes 3	105000	30%
Mes 4	95000	40%

Solución:

En este caso el primer paso consiste en multiplicar a cada período por su correspondiente factor de ponderación, luego efectuar la sumatoria de los productos.

$$\hat{X}_t = (100000 * 0,1) + (90000 * 0,2) + (105000 * 0,3) + (95000 * 0,4)$$

$$\hat{X}_t = 10000 + 18000 + 31500 + 38000$$

$$\hat{X}_t = 97500 \text{ unidades}$$

3.

Podemos así determinar que el pronóstico de ventas para el período 5 es equivalente a 97500 unidades.

2.3.2.3.5. Método Suavización Exponencial Simple

El método de suavización o suavizamiento exponencial simple puede considerarse como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en éste caso se calcula el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que busca ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Así entonces, este modelo de pronóstico precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

¿Cuándo utilizar un pronóstico de suavización exponencial simple?

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no requiere de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr óptimos resultados (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Fórmulas
$$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$$

Para efectos académicos suele ²proporcionarse el factor de suavización, sin embargo, en la práctica éste es comúnmente ⁿ⁺¹hallado de la forma descrita arriba.

- Promedio de ventas en unidades en el período t \hat{X}_t
- Pronóstico de ventas en unidades del período t-1 \hat{x}_{t-1}
- Ventas reales en unidades en el período t-1 X_{t-1}
- Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0) α

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de Suavización Exponencial Simple

En Enero un vendedor de vehículos estimó unas ventas de 142 automóviles para el mes siguiente. En Febrero las ventas reales fueron de 153 automóviles. Utilizando una constante de suavización exponencial de 0.20 presueste las ventas del mes de Marzo.

Solución

$$\hat{x}_3 = 142 + (0,2 \cdot (153 - 142))$$

$$\hat{x}_3 = 144$$

Podemos así determinar que el pronóstico de ventas para el período 3 correspondiente a Marzo es equivalente a 144 automóviles.

2.3.2.3.5. Método Suavización Exponencial Doble

Cuándo se abordan las series de tiempo en algunos casos es identificable que el comportamiento de un grupo de datos puede arrojar una tendencia clara e información que permita anticipar movimientos futuros (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Estimar una tendencia nos proporciona las actualizaciones de nivel que mitigan los cambios ocasionales de una serie de tiempo. Charles Holt en 1957 desarrolló un modelo de tendencias lineales que evolucionan en una serie de tiempo y puede usarse para generar pronósticos, este modelo recibe el nombre de suavización o suavizamiento exponencial doble (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

¿Cuándo utilizar un pronóstico de suavización exponencial doble?

El pronóstico de suavización exponencial simple es óptimo para patrones de demanda que presentan una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional constante, en el que se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente (IngenieriaIndustrialOnline, 2016).

Fórmulas:

El método de suavización exponencial doble o método de Holt usa tres ecuaciones fundamentales:

Pronóstico del período t $\hat{X}_t = \hat{X}'_t + T_t$

La serie suavizada exponencialmente (primera suavización)

$$\hat{X}'_t = \alpha(\hat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\hat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

El estimado de la tendencia

$$T_t = \beta(\hat{X}'_t - \hat{X}'_{t-1}) + [(1 - \beta)(T_{t-1})]$$

Pronóstico del período t \hat{X}_t

Pronóstico del período $t-1$ \hat{x}_{t-1}

Suavización exponencial del período t \hat{X}'_t

Suavización exponencial del período $t-1$ \hat{X}'_{t-1}

Tendencia del período t T_t

Tendencia del período $t-1$ T_{t-1}

Coefficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0) α

Coefficiente de suavización para la tendencia (entre 0,0 y 1,0) β

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de Suavización Exponencial Doble

La firma de control ambiental "Mauricio Galindez" usa suavización exponencial doble para pronosticar la demanda de un equipo para el control de contaminación, demanda que aparentemente presenta una tendencia creciente.

Tabla 15.7. Datos de Ventas Ejemplo Suavización Doble
Fuente: Ingenieriaindustrialonline

MES	DEMANDA
1	12
2	17
3	?

Según la experiencia de sus ingenieros de planeación se sugiere unos coeficientes de alfa = 0,2 y beta 0,4. Suponer que el pronóstico para el mes 1 fue de 11 unidades y la tendencia durante el mismo período fue de 2 unidades. Con base en lo anterior, determinar el pronóstico del mes 3.

Solución

El primer paso consiste en hallar el Suavizamiento exponencial del período 2, dicho cálculo se efectúa así:

$$\widehat{X}'_t = 0,2(12) + [(1 - 0,2)(11 + 2)]$$
$$\widehat{X}'_t = 12,8$$

El segundo paso consiste en hallar el estimado de la tendencia, dicho cálculo se efectúa así:

$$T_t = 0,4(12,8 - 11) + [(1 - 0,4)(2)]$$
$$T_t = 1,92$$

El tercer paso consiste en hallar el pronóstico del período 2, dicho cálculo se efectúa así:

$$\hat{X}_t = 12,8 + 1,92$$

$$\hat{X}_t = 14,72$$

Ahora procedemos a efectuar los mismos cálculos para el período siguiente, de esta manera:

$$\hat{X}'_t = 0,2(17) + [(1 - 0,2)(12,8 + 1,92)]$$

$$\hat{X}'_t = 15,18$$

$$T_t = 0,4(15,18 - 12,8) + [(1 - 0,4)(1,92)]$$

$$T_t = 2,10$$

$$\hat{X}_t = 15,18 + 2,10$$

$$\hat{X}_t = 17,28$$

Podemos así determinar que el pronóstico de ventas para el período 3 es equivalente a 17,28, al tratarse de unidades enteras se hace necesario redondear, y es decisión del encargado de planeación determinar si lo hace por exceso o por defecto.

2.3.2.3.5. Método Regresión lineal

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria **a** cuando **b** toma un valor específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la

intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

¿Cuándo utilizar un pronóstico de regresión lineal?

El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Existen medidas de la intensidad de la relación que presentan las variables que son fundamentales para determinar en qué momento es conveniente utilizar regresión lineal.

Análisis de regresión

El objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Para poder realizar esta relación, se debe postular una relación funcional entre las variables.

Cuando se trata de una variable independiente, la forma funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal. El análisis de regresión entonces determina la intensidad entre las variables a través de coeficientes de correlación y determinación (Ingenieriaindustrialonline, 2016).

Coefficiente de correlación [r]

El coeficiente de correlación, comúnmente identificado como r o R , es una medida de asociación entre las variables aleatorias X y Y , cuyo valor varía entre -1 y $+1$.

El cálculo del coeficiente de correlación se efectúa de la siguiente manera:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]}}$$

Dónde t hace referencia a la variable tiempo y x a la variable demanda.

Modelo de Regresión Lineal Simple

Fórmulas

$$\hat{X}_t = a + bt$$

Pronóstico del período t

Intersección de la línea con el eje a

Pendiente (positiva o negativa) b

Período de tiempo t

Donde ... $a = \bar{X} - b\bar{t}$

Promedio de la variable dependiente (Ventas o Demanda) \bar{X}

Promedio de la variable independiente (Tiempo) \bar{t}

Donde ...

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

Ejemplo de aplicación de un pronóstico de Regresión lineal Simple

La juguetería Gaby desea estimar mediante regresión lineal simple las ventas para el mes de Julio de su nuevo carrito infantil "Mate". La información del comportamiento de las ventas de todos sus almacenes de cadena se presenta en el siguiente tabulado.

Tabla 16.8. Datos de Ventas Ejemplo Regresión lineal
Fuente: Ingenieriaindustrialonline

MES	VENTAS
1 ENERO	7000
2 FEBRERO	9000
3 MARZO	5000
4 ABRIL	11000
5 MAYO	10000
6 JUNIO	13000

El primer paso para encontrar el pronóstico del mes 7 consiste en hallar la pendiente, para ello efectuamos los siguientes cálculos:

$$\sum_{i=1}^n X_i t_i = [(7000 \cdot 1) + (9000 \cdot 2) + (5000 \cdot 3) + (11000 \cdot 4) + (10000 \cdot 5) + (13000 \cdot 6)]$$

$$\sum_{i=1}^n X_i t_i = 212000$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = (7000 + 9000 + 5000 + 11000 + 10000 + 13000)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 55000$$

$$\sum_{i=1}^n t_i = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i = 21$$

$$\sum_{i=1}^n t_i^2 = [(1^2) + (2^2) + (3^2) + (4^2) + (5^2) + (6^2)]$$

$$\sum_{i=1}^n t_i^2 = 91$$

$$\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)^2 = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)^2$$

$$\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)^2 = 441$$

$$b = \frac{[6(212000)] - [(55000) \cdot (21)]}{[6 \cdot (91)] - (441)}$$

$$b = 1114,28$$

Luego, y dado que ya tenemos el valor de la pendiente **b** procedemos a calcular el valor de **a**, para ello efectuamos los siguientes cálculos:

$$\bar{X} = \frac{(7000 + 9000 + 5000 + 11000 + 10000 + 13000)}{6}$$

$$\bar{X} = 9166,67$$

$$\bar{t} = \frac{(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)}{6}$$

$$\bar{t} = 3,5$$

$$a = 9166,67 - [(1114,28) \cdot (3,5)]$$

$$a = 5266,68$$

Ya por último, determinamos el pronóstico del mes 7, para ello efectuamos el siguiente cálculo:

$$\hat{X}_7 = 5266,68 + [(1114,28) \cdot (7)]$$

$$\hat{X}_7 = 13067$$

Se puede así determinar que el pronóstico de ventas para el período 7 es equivalente a 13067 unidades.

2.3.3. Selección Y Monitoreo De Modelos De Pronósticos

Los pronósticos no se mantienen estáticos con relación al paso del tiempo, por tal motivo un modelo que se escoja el día de hoy para pronosticar las ventas de un producto x , puede que al paso de 6 meses no sea el más adecuado para la predicción de ventas de dicho producto, dado las variaciones propias de la naturaleza de cada de producto, por lo cual se debe estar realizando una constante verificación de la efectividad de cualquier método de pronostico aplicado, a continuación se describirán las herramientas que permiten hacer dicha verificación.

2.3.3.1. Identificación Y Monitoreo Del Modelo Del Pronóstico

Nahmias indica que la determinación de un modelo adecuado de pronósticos depende de las características del historial de observaciones y del contexto en que se requieren los pronósticos. También menciona que los datos históricos disponibles deben ser analizados con detenimiento para identificar patrones obvios, como la tendencia o fluctuaciones estacionales.

Una vez elegido un modelo la función no termina aquí, ya que los pronósticos que surjan de éste deben monitorearse con regularidad para verificar que el modelo es adecuado e identificar oportunamente cambios imprevistos en la serie. (Nahmias, 2007) **La evaluación de los Pronósticos.**

Algunas reglas para evaluar la exactitud y utilidad de los pronósticos:

- 1. Uso de los puntos de referencia:** Un director puede comparar los pronósticos que le dan con sencillas referencias. Cuando usamos referencias sencillas, a menudo no encontramos diferencia, o no la suficiente para justificar el costo de formular o comprar los pronósticos. Los datos empíricos han demostrado que en un gran número de casos, modos sencillos y “naifs” de hacer pronósticos dan mejor resultado que otros métodos completos y sofisticados y que los pronosticadores profesionales.

- 2. Registro de pronósticos anteriores.** Con frecuencia, las ventas de servicios o modelos de pronósticos se promocionan resaltando lo acertadamente que han predicho o funcionado hasta hoy, esto no significa mucho. Los éxitos de pronósticos pasados no garantizan su acierto futuro. Una cantidad considerable de datos empíricos muestran que no hay pronosticador o servicio de predicción o modelo de pronósticos que supere el resto de una forma consecuente. La única comparación de aciertos que cuenta debe hacerse con referencia al futuro, cuando las condiciones serán distintas de las que se han dado hasta hoy. Los datos empíricos han mostrado claramente que haciendo la media de las predicciones de varios pronosticadores o modelos se obtienen pronósticos más exactos que los de los pronosticadores aislados o modelos concretos.

- 3. Supuestos utilizados.** El pronóstico científico puede predecir acertadamente (y evaluar la incertidumbre) cuando no cambian las pautas y relaciones establecidas. No es posible hacer ningún otro pronóstico, al menos que se utilicen analogías (por ejemplo, las ventas de un nuevo producto seguirán la misma trayectoria que las de un producto similar ya existente), en cuyo caso la analogía debe estar clara, o haciendo deducciones subjetivas sobre cómo podrían cambiar las pautas y relaciones. Sin embargo, establecer analogías o hacer deducciones subjetivas requiere varios supuestos que deben explicarse, ya que la

exactitud de los pronósticos está directamente relacionada con la validez de estos supuestos. Un director puede entonces juzgar sobre la idoneidad de los propios pronósticos, evaluando la validez de la analogía o la corrección de los supuestos.

4. **Los “no” del pronóstico.** No crea en ningún pronóstico que se base en fórmulas secretas o complejos modelos de calculadora que no pueden explicarse porque están más allá de la comprensión de un director. No se ha probado que ninguna fórmula o modelo semejante sea válido en el campo económico y de los negocios. No crea a nadie que aparente tener poderes proféticos. Hay pruebas abrumadoras de que los modelos de pronósticos complejos o sofisticados no funcionan mejor que los sencillos y de que las personas no predicen más exactamente que los métodos estadísticos simples. De modo que, si la precisión de un pronóstico es baja, no intente mejorarla introduciendo métodos más complejos o sofisticados. No es probable que ellos contribuya a aumentar su exactitud del pronóstico.

2.3.3.2. Factores Que Afectan El Acierto Del Pronóstico

El acierto de los pronósticos vendrá determinado en gran medida por todas las normas y relaciones que varían y por cuanta gente (incluida la propia organización y sus competidores) puede influir en los hechos futuros. (Makridakis, 1990).

- **Las normas o relaciones pueden cambiar con el tiempo:** Una de las condiciones para el acierto en el pronóstico es que las pautas o relaciones, una vez identificadas y medidas, permanezcan constantes.
- **Las personas pueden influir sobre los hechos futuros.** En el medio económico y de negocio, las predicciones pueden convertirse en profecías

que se realizan o se frustran por sí mismas, anulando los pronósticos. El hecho de que los propios pronósticos puedan influir en los sucesos futuros cambiando así su curso, complica la tarea de predecir. Ya no basta predecir sólo lo que va ocurrir: los directores tienen que predecir también lo que la competencia hará a raíz de esta predicción. La tarea de predecir se hace más difícil pues las personas pueden cambiar el curso de los acontecimientos futuros.

- **Plazo de tiempo del pronóstico:** cuanto más lejano sea el plazo de tiempo de los pronósticos mayor es la probabilidad de que las pautas y relaciones establecidas varíen, anulándola. Cuanto más tiempo tengan los competidores para reaccionar ante los hechos que se predicen o ante sus propias predicciones, más capaces serán e influir en los hechos futuros en su propio beneficio. De modo de, la exactitud del pronóstico disminuye a medida de que el plazo de tiempo comprendido aumenta.
- **Cambios tecnológicos.** Cuanto más rápido sea el ritmo del cambio tecnológico, mayor es la probabilidad de que cambian las pautas y relaciones establecidas y mayor la probabilidad de que los competidores puedan influir en la industria mediante innovaciones tecnológicas. Unos ejemplos excelentes son las industrias de alta tecnología en donde la predicción es casi imposible. Al implantar nuevas tecnología desean esperar modelar el futuro en la dirección deseada, para conseguir ventajas competitivas. Así la exactitud del pronóstico disminuye con el aumento de ritmo del cambio tecnológico.
- **Barreras aduaneras.** Cuanto menos son las barreras aduaneras, menos acertado es el Pronóstico, puesto que los nuevos competidores (tanto del país como extranjeros) pueden hacer cambiar drásticamente las pautas y relaciones en su afán por obtener ventajas competitivas.

- **Difusión de la información.** Cuanto más rápida sea la difusión de información, menos útil será el pronóstico, puesto que todos tendrán la misma información y pueden llegar a predicciones semejantes. En este caso resultará imposible obtener ventajas de un pronóstico acertado.
- **Elasticidad de la demanda.** Cuanta más elástica sea la demanda, menos acertados serán los pronósticos. Así la demanda de artículos de primera necesidad (como productos alimenticios) pueden predecirse con mayor exactitud que la de los que no lo son, por lo que la gente dará prioridad sobre otras comprar en caso de reducción de ingresos a adquirir este tipo de artículos.
- **Artículos de consumo frente a productos industriales.** Los pronósticos sobre artículos de consumo son más precisos que los que hacen sobre productos industriales. Los productos industriales se venden a pocos clientes. Con que pierda uno sólo de aquellos clientes, el error resultante puede representar una proporción sustancial en las ventas de gran cantidad o el valor de los artículos que esos clientes compran. Dichos clientes están bien informados y pueden recibir ofertas de los competidores a precios muy baratos por las grandes cantidades o el montante de las compras que hacen.

2.3.3.3. Medición De Los Métodos Cuantitativos De Pronóstico

De acuerdo a Makridakis, el término exactitud se refiere a la bondad de ajuste, lo que a su vez tiene que ver con qué tan bien puede reproducir los datos que ya se conocen el modelo de predicción seleccionado. En los modelos de datos de series temporales, es posible utilizar un subconjunto de los datos conocidos para

pronosticar sobre el resto de información, posibilitándose el análisis de la precisión de los pronósticos más directamente. Para el usuario de los pronósticos, la exactitud más importante es la de las predicciones futuras. (Makridakis & Wheelwright, 1998):

A continuación, la tabla 2.8 presenta algunas medidas de exactitud:

Tabla 2.8. Medidas de exactitud de Pronósticos.

Fuente: Autores

Método	Descripción	Horizonte de tiempo
Error Promedio	Para medir la exactitud se puede calcular el error promedio (o medio), que es el promedio de la suma del valor de los errores,	$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$
Desviación Media Absoluta	En casos donde el error promedio resulte negativo y positivo lo que acerca la suma a cero, se consideran los valores absolutos (sin tomar en cuenta los signos positivos o negativos) la Desviación media absoluta (MAD), que en otras palabras es el error absoluto promedio a lo largo de varios períodos.	$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n e_i }{n}$
Error cuadrado medio	Otra medida es el Error cuadrado medio (MSE) que se obtiene al elevar al cuadrado cada uno de los errores y calcular la media de esos valores al cuadrado. Una de las diferencias entre la desviación media absoluta (MAD) o el error porcentual absoluto medio (MAPE) y el error cuadrado medio (MSE) es que castiga mucho más a un pronóstico por desviaciones extremas que por desviaciones pequeñas.	$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$
Error porcentual	Se obtiene al calcular el error absoluto para cada periodo de tiempo, dividiendo el error	$PE = \frac{X_t - F_t}{X_t} (100)$

Método	Descripción	Horizonte de tiempo
Error porcentual medio	absoluto entre el correspondiente valor y luego se multiplica por 100, después se suman todos y en seguida se divide entre el número de valores utilizados y se obtiene el MAPE. Como un porcentaje, esta medida es relativa, y es por eso que algunas veces se prefiere el error promedio o la MAD como medida de precisión.	$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i }{n}$

2.3.4. Influencia Del Ciclo De Vida Del Producto En El Pronóstico

El análisis del ciclo de vida del producto o servicio supone que estos tienen una vida finita; esto es parecido a lo que nos sucede a los seres vivos. Los productos y/o servicios tienen un ciclo de duración que comienza con su creación (nacimiento) y termina con el retiro del mercado (muerte).

Por tanto, el Ciclo de Vida es el proceso mediante el cual los productos o servicios que se lanzan al mercado atraviesan una serie de etapas que van desde su concepción hasta su desaparición por otros más actualizados y más adecuados desde la perspectiva del cliente.

En ese sentido, cabe señalar que el ciclo de vida del producto es especialmente útil como herramienta de predicción o pronóstico, puesto que los productos pasan por etapas distintivas que permiten calcular la ubicación de un determinado producto en el ciclo de vida mediante el uso de datos históricos, como el de las utilidades, las ventas y la cantidad de competidores, ya que éstos tienden a seguir una ruta predecible durante el ciclo de vida. Este cálculo, es muy necesario debido a que

las estrategias de ambiente competitivo y de mercadotecnia que se han de usar dependen ordinariamente de la etapa particular del ciclo de vida del producto.

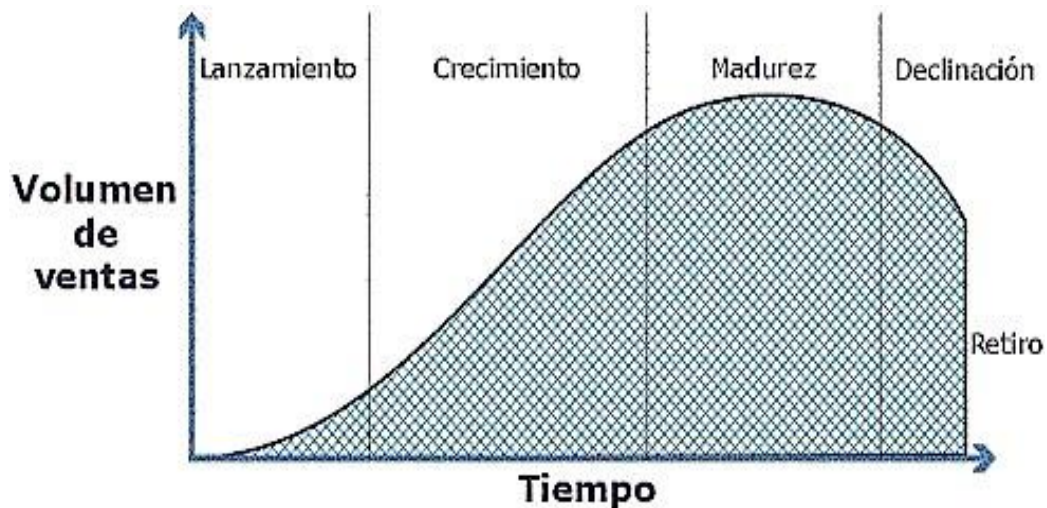
Por todo ello, resulta de vital importancia que los mercadólogos conozcan qué es el ciclo de vida del producto, cuáles son las etapas que lo conforman y qué características distinguen a cada etapa en particular, con la finalidad de que tengan los conceptos básicos para utilizar adecuadamente ésta valiosa herramienta de predicción o pronóstico, con la cual, se pueden obtener diversos elementos que permiten identificar las oportunidades y riesgos que plantean las diferentes etapas por las que atraviesan los productos desde su introducción hasta su declive.

Los bienes cumplen, desde sus orígenes hasta su desaparición, las siguientes etapas en su ciclo de vida:

- **Lanzamiento o Introducción**
- **Crecimiento o Desarrollo**
- **Madurez**
- **Declinación o Declive**
- **Desaparición o Retiro**

Algunos autores agregan incluso una etapa más dividiendo el crecimiento en dos, un crecimiento inicial y uno posterior o etapa de estancamiento.

La representación gráfica tradicional del ciclo de vida consiste en trazar la curva de las ventas en función del tiempo tal como podemos ver en la siguiente imagen.



Gráfica 2-1. Ciclo de vida de un producto.
Fuente: Managers Magazine.

Las ventas evolucionan según una curva en forma de campana. Sin embargo, una representación veraz de un producto o servicio puede cambiar bastante su forma y la unidad de tiempo utilizada para medir el ciclo de vida variar también de acuerdo a la naturaleza del sector al que pertenecen. Un producto perteneciente a un mercado tan dinámico como el de la alta tecnología puede tener un ciclo de vida tan corto como el de unos pocos meses, otros mercados como el de las bebidas gaseosas tienen productos tradicionales que llevan casi cien años sin cambios significativos.

2.4. CONCLUSION

Ya que se ha dado una breve vuelta por la teoría de pronósticos cuantitativos y cualitativos, se cuenta con la información suficiente para realizar una selección de un, o unos modelos que describan de una mejor manera el comportamiento de los productos de la línea de estudio, con tal de mejorar la asertividad que se tiene hoy en día con la metodología aplicada en la empresa de estudio.

Es importante saber que para este caso en particular se tomara como patrón para la decisión del mejor modelo de pronósticos para cualquier producto, el valor MAD (desviación media aritmética), el cual expresa exactitud en las mismas unidades que los datos, lo cual ayuda a conceptualizar la cantidad de error, se considerara el mejor modelo de pronósticos el que para un conjunto de datos nos arroje el menor valor de MAD.

Es importante aclarar que para el desarrollo de este trabajo se han escogido los siguientes modelos de pronósticos para aplicar a cada producto:

- Promedio móvil
- Promedio móvil ponderado.
- Suavización exponencial
- Suavización exponencial doble
- Regresión lineal

No se aplicará el modelo de Winters ya que solo se cuenta con información de 1 año y no se puede asegurar que con esta cantidad de datos se verifique la estacionalidad en los productos.

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se encontrará la descripción del diseño y desarrollo de la herramienta de pronóstico que es foco de este trabajo, en donde se podrá ver cada una de las etapas desarrolladas durante su construcción, además se tendrá una descripción actual del proceso con que se elabora el pronóstico de ventas de la empresa caso de estudio, también se analizará el comportamiento que tienen las ventas reales comparadas con las proyectadas.

Para el análisis del comportamiento actual de ventas y proyecciones se cuenta con una base de datos suministrada por la empresa estudiada correspondiente a los 12 meses del año 2016, información utilizada como base para todos los cálculos que se incluyen en la herramienta propuesta y para poder determinar las tendencias y definir el rango de productos donde se aplicarán los modelos de pronósticos cuantitativos correspondientes a los comportamientos identificados para cada uno de ellos.

Durante el desarrollo del Capítulo se describen las fases que integran la herramienta haciendo referencia a los criterios y métodos que por sus características pueden ser aplicados a cada producto y al comportamiento de la demanda que regularmente se presentan en empresas de este giro industrial.

Una vez concluido el presente capítulo, se podrá contar con la herramienta en sí diseñada y explicada, aplicada a los productos seleccionados para estudio, con un detallado paso a paso para su aplicación y con la presentación de resultados y su análisis.

3.2. DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL DE PRONÓSTICO DE LA PLANTA OBJETO DE ESTUDIO

La empresa objeto de este estudio, cuenta con un departamento comercial amplio y dinámico, el cual se encuentra subdividido en varias unidades de negocio que atienden los diferentes tipos de mercados del sector de lípidos donde esta empresa compete y se mantiene como actor importante.

Cuenta con 6 unidades de negocio que tienen una estructura administrativa y operativa independiente, las cuales responden por sus resultados y manejan su propia estrategia. Cada unidad está conformada por un Director y un grupo de gerentes de cuenta que administran y controlan el proceso comercial y garantizan cumplimiento de metas y objetivos de participación de mercado y económicos. Las 6 unidades de negocio que conforman la estructura comercial de esta empresa son:

- **Marcas de valor agregado:** Enfocada a los productos de valor agregado, donde la marca es el principal activo, aquellos productos de alto margen, y participación tanto de ventas como de utilidades.

- **Marcas de consumo masivo:** Unidad que maneja los productos de consumo masivo, donde el precio, y volumen representan su fortaleza. Es una de las unidades más nueva de la estructura comercial pero la de más alto crecimiento y dinamismo la cual delimita el alcance de estudio de este trabajo.
- **Productos Industriales:** Unidad de negocio que trabaja productos diferenciados para el sector industrial, cuenta con una estructura técnica y de soporte que permite entregar productos hechos a la medida de los principales clientes de la industria de alimentos y de industrias alternas que requieren de lípidos especiales para sus productos.
- **Productos para restaurantes, cafeterías y hoteles:** unidad de negocio que atiende los clientes de restaurantes, hoteles y cafeterías, con un portafolio especializado para este sector del mercado.
- **Productos de panadería:** Dedicada a atender soluciones del sector de panaderías, con una infraestructura técnica y de servicio que permite desarrollar este segmento de los alimentos en Colombia.
- **Exportaciones:** Unidad de negocio que se encarga de atender los mercados del exterior, llevando productos de todo el portafolio de productos con que se cuenta en la organización apoyado en la experiencia y conocimiento de los productos y mercados que son fuertes en Colombia.

3.2.1. Ciclo Operativo De La Venta

La empresa objeto de estudio cuenta con un departamento de planeación encargado de estructurar el proceso operativo de la venta. Esta área está

conformada por una Gerencia que lidera todo el proceso y que pertenece a la Dirección de Logística de la organización.

Planeación es el área encargada de proyectar los diferentes escenarios de ventas y operaciones requeridas para llevar a cabo todo el proceso de producción y entregas a clientes. Cuenta con un planeador de demanda por cada unidad de negocio que es el encargado de consolidar las proyecciones de ventas de cada unidad y transformarlas en estimado de pronósticos para con esta información explosionar los diferentes recursos necesarios para la producción, como son las materias primas necesarias, los materiales de empaque, insumos, así como la maya de distribución de la producción en las diferentes plantas con que cuenta esta compañía.

3.2.2. Proceso Del Plan De Ventas Y Operaciones

El proceso de proyecciones de ventas y operaciones, es liderado por el área de planeación, el cual cuenta con la información consolidada de ventas históricas, la malla de distribución de productos por cada uno de los Centros de Distribución (CEDIS), zonas y clientes, así como las capacidades de cada una de las plantas en sus diferentes líneas.

Cada unidad de negocio debe enviar proyecciones de hasta 18 meses de ventas, basados en el historial de venta, en las estrategias de venta establecidas y el consenso de la fuerza de ventas. Esta información se proyecta la cual se convierte en base para análisis de capacidades y distribución de operaciones logísticas y de compras.

Durante el mes se hacen tres reuniones de consenso, donde participan los planeadores de demanda y fuerza de ventas de las diferentes unidades de

negocio, y en estas se muestran las proyecciones recopiladas, y se hace el consenso de ventas para el siguiente mes. El resultado de este proceso se compara con las capacidades de cada planta, los inventarios resultantes y se consolida en un pronóstico revisado, que lleva como principal argumento de decisión el concepto del vendedor de acuerdo a su plan de venta y proyección. Cada Director de negocio aprueba el pronóstico y con este se oficializa el Plan de Ventas y Operaciones (PVO) para el respectivo mes y se hacen proyecciones para los dos meses siguientes, basados igual en la directriz de la unidad de negocio y las capacidades de las diferentes plantas y disponibilidades de inventario de materias prima.

Una vez consolidada los balances de operaciones, se hace el balance de producción, ubicando en cada planta los diferentes volúmenes y referencias a producir, de acuerdo a las capacidades de las plantas y al óptimo proceso logístico derivado del análisis de clientes y zonas de distribución.

Los balances de producción son entregados a los diferentes Planeadores de producción (uno por cada planta) los cuales se encargan de convertir en órdenes de producción y programas de producción para las diferentes líneas y procesos de la planta. El programa de producción resulta de conjugar el juego de inventarios, con el pronóstico calculado y la política de inventarios de seguridad que se tenga por cada uno de los SKU, de acuerdo a su clasificación por tipo de producto.

Semanalmente, se realizan reuniones de seguimiento y ajustes al plan de producción, basados en las ventas reales acumuladas y la disponibilidad de inventarios y capacidades de línea. Durante el mes se adicionan o se cancelan producciones de los diferentes SKU según se vaya moviendo la venta. Estos cambios se pueden incluir dentro de la misma semana de producción o se incluyen en el plan de la semana siguiente.

3.2.3. Análisis Del Proceso De Pronóstico Actual

Una vez analizado la descripción del modelo actual de elaboración de pronósticos usado por la empresa objeto de estudio, entramos a comparar con los modelos existentes.

Es evidente que a pesar de que los resultados de pronósticos no tienen un nivel de asertividad de alto resultado, no podemos decir que la empresa no presenta un modelo de pronóstico, ya que evidentemente poseen una metodología que se analiza bajo un estándar y usa un procedimiento detallado con la participación de varias áreas de la cadena de abastecimiento, por tanto se logran construir las proyecciones de corto y mediano plazo con la que establecen sus necesidades de recursos y se alancean las operaciones manufactureras y de logística.

Teniendo en cuenta la manera como se realizan cada una de las actividades y analizando los factores claves de la toma de decisiones, podemos concluir que el modelo descrito tiene las características propias que hacen parte del modelo cualitativo de pronóstico, como lo pudimos analizar en el capítulo número 2 del presente trabajo.

Podemos encontrar las características siguientes como factores que la predominan en el proceso de construcción de pronósticos de la empresa:

- **Agregados de la fuerza de ventas:** A pesar que se cuenta con el resumen histórico de las ventas, en las reuniones de consenso se pondera más el factor decisorio que la fuerza de ventas tiene sobre el número consolidado, el vendedor basado en su experiencia, conocimiento del cliente y su intuición es quien determina el valor a proyectar.

- **Pronóstico Visionario:** Encontramos también que además de la intuición y experticia de la fuerza de ventas en el análisis y predicción de ventas, también se encuentran elementos como la visión del mercado que es implantada a través de las estrategias de mercadeo, aquí es más común en productos nuevos o aquellos que tienen una estrategia diferenciadora nueva, que generan una gran expectativa entre el departamento de mercadeo y comercial lo cual también hace parte de las características que configuran el número decidido como pronóstico.

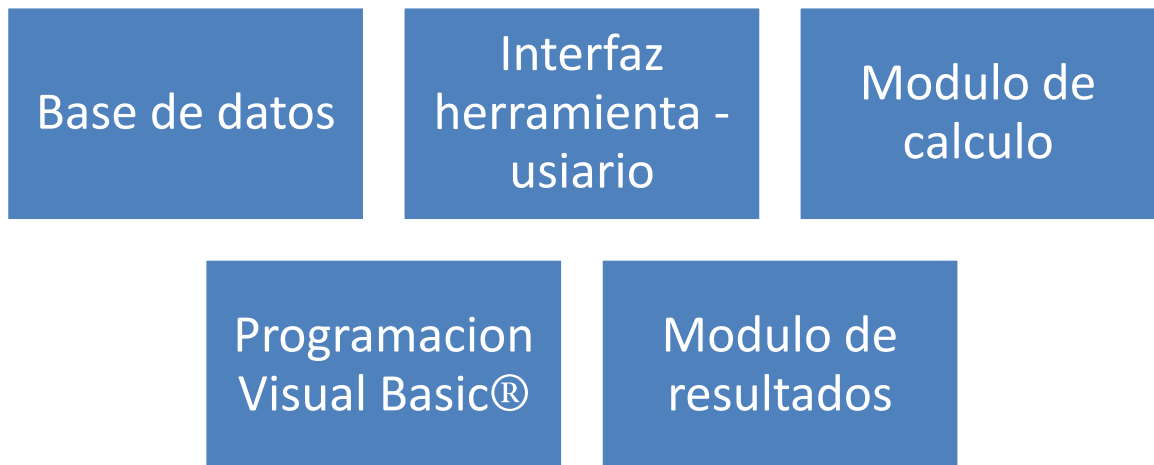
Si analizamos a detalle, el proceso de generación del pronóstico, y muy a pesar que se mantiene y se analiza la base de datos históricas de ventas incluido los períodos donde hay repunte o baja en las mismas, el proceso no responde a ninguno de los modelos cuantitativos existentes, siendo la construcción del mismo un modelo que no responde a la parte matemática por decirlo así sino a la parte cualitativa.

3.3. DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA

La herramienta de pronóstico desarrollada en el presente trabajo, fue construida en el programa Microsoft Excel®, en la cual se lograron integrar los diferentes elementos necesarios para el cálculo de los pronósticos. Se selecciona la hoja de cálculo de Microsoft Excel® para facilitar el manejo de la información y a su vez poder integrar los diferentes modelos de pronósticos seleccionados porque pueden ser formulados de manera práctica y sencilla. Cuenta también con una automatización de tareas las cuales pudieron realizarse aplicando el módulo de Visual Basic, lo cual facilitó la ejecución de cálculos y la presentación de los resultados así como la comunicación del usuario con la herramienta.

3.3.1. Componentes De La Herramienta De Pronóstico

La herramienta construida cuenta con diferentes módulos, tal como se describe en el gráfico 3-1. Los cuales se interrelacionan entres si para poder desarrollar la tarea de cálculo de los pronósticos usando los diferentes modelos seleccionados, y así poder comparar los resultados y determinar el modelo que mejor se ajusta para cada tipo de producto, así como poder observar de manera gráfica ese comportamiento.



Gráfica 3-1. Componentes de la Herramienta de Pronóstico
Fuente: Autores.

3.3.1.1. Módulo 1: Base De Datos.

En este módulo se encuentra la base de datos con la información de los productos, se encuentran clasificados usando una nomenclatura codificada para guardar información confidencial. La base de datos cuenta con información de ventas

reales y ventas proyectadas, de los diferentes productos correspondientes al periodo de enero a diciembre del año 2016. Esta base de datos fue configurada para poder seguir ingresando información tanto de nuevos productos como de nuevos períodos.

Esta hoja en la herramienta tiene el descriptivo de “Configuración”, la cual servirá para que al momento de ejecutar el aplicativo nos cargue de forma automática los diferentes datos anteriormente almacenados. También aquí se podrá parametrizar diferentes elementos de la aplicación. Ver Figura 3-1

NOMBRE DE LOS PRODUCTOS	NOMBRE	YTA ENE	YTA FEB	YTA MAR	YTA ABRIL	YTA MAY	YTA JUNIO	YTA JUL	YTA AGO	YTA SEP	YTA OCT	YTA NOV	YTA DIC
PT006	PT006 VENTAS	1	2.680	6.411	350	7.622	4.495	6.402	8.148	17.639	7.276	14.572	12.804
PT012	PT006 PRONOSTICO	-	5.147	8.089	7.648	5.449	9.262	13.907	17.352	12.924	15.918	18.081	18.231
PT015	PT012 VENTAS	-	27.300	13.404	15.745	28.904	130	23.998	40.203	51.436	49.900	32.550	30.900
PT024	PT012 PRONOSTICO	-	21.957	31.200	33.696	23.796	242	11.543	30.415	33.368	36.412	36.413	23.359
PT025	PT042 VENTAS	10.850	5.535	17.050	13.250	17.012	16.700	10.850	22.646	22.900	10.850	12.050	14.750
PT026	PT042 PRONOSTICO	13.235	15.462	16.508	12.391	12.391	18.813	19.973	22.899	15.992	18.068	18.071	20.933
PT042	PT056 VENTAS	3.000	4.950	4.400	6.663	5.300	5.700	17.117	42.604	47.689	36.710	43.609	27.424
PT045	PT056 PRONOSTICO	2.941	3.804	4.436	4.891	4.891	4.818	30.341	24.612	24.100	29.672	27.818	23.999
PT047	PT059 VENTAS	4.430	5.320	2.050	3.635	3.993	4.092	5.308	10.468	10.400	11.317	11.463	8.101
PT055	PT059 PRONOSTICO	3.479	4.710	4.805	5.038	5.038	4.332	5.525	5.292	5.524	6.900	5.123	5.911
PT056	PT015 VENTAS	-	1517	5.838	754	4.302	3.602	4.100	5.619	10.271	10.706	12.958	10.288
PT057	PT015 PRONOSTICO	-	4.991	6.474	6.448	-	9.224	15.235	20.244	15.060	18.375	22.309	18.219
PT058	PT024 VENTAS	-	1.906	2.544	950	3.654	6.646	16.520	17.634	18.501	3.339	32.580	69.900
PT059	PT024 PRONOSTICO	3.058	2.597	1.850	2.174	2.174	2.857	52.982	44.580	55.924	37.071	36.243	27.661
PT060	PT025 VENTAS	4.776	3.002	5.177	4.240	6.805	8.033	10.950	12.470	13.443	10.712	10.060	9.467
PT065	PT025 PRONOSTICO	5.495	6.220	8.224	9.360	5.978	11.461	11.316	6.940	9.096	8.915	8.623	8.991
PT070	PT026 VENTAS	21.946	18.600	9.250	20.416	20.150	22.180	15.500	25.860	35.530	22.227	15.370	25.318
PT070	PT026 PRONOSTICO	14.996	18.540	19.039	20.375	28.599	16.739	29.761	13.591	13.616	20.250	20.250	16.487
PT045	PT045 VENTAS	884	5.423	9.919	-	8.262	10.192	10.790	12.884	9.794	10.288	10.770	5.398
PT045	PT045 PRONOSTICO	4.941	4.196	4.983	-	10.102	9.889	15.550	12.924	16.189	16.612	15.890	13.013
PT047	PT047 VENTAS	2.325	9.500	6.697	3.607	10.792	15.312	29.943	20.892	20.690	9.744	22.740	44.429
PT047	PT047 PRONOSTICO	7.403	12.077	10.699	11.958	11.671	11.973	63.620	29.656	26.744	32.316	30.925	23.945
PT055	PT055 VENTAS	122	129	70	105	86	-	4.550	10.150	13.150	10.800	7.400	6.950
PT055	PT055 PRONOSTICO	181	136	108	117	88	-	6.250	6.308	6.248	7.692	7.214	5.739
PT057	PT057 VENTAS	9.172	13.613	11.373	21.058	25.150	37.349	3.800	6.454	8.365	7.800	8.250	5.950
PT057	PT057 PRONOSTICO	9.255	7.548	13.260	14.593	14.146	6.759	7.152	6.756	7.172	7.802	4.853	4.853
PT059	PT059 VENTAS	3.259	8.163	3.861	5.827	7.377	6.362	6.630	14.741	19.317	16.287	18.750	11.438
PT059	PT059 PRONOSTICO	-	-	3.991	3.170	4.438	4.438	12.492	13.052	12.898	12.922	14.418	9.945
PT060	PT060 VENTAS	8.142	10.235	5.542	10.093	7.987	8.000	3.394	10.700	13.850	11.276	8.400	6.020
PT060	PT060 PRONOSTICO	6.703	9.964	9.377	9.964	7.850	9.176	4.257	4.340	4.256	5.240	4.914	5.221
PT065	PT065 VENTAS	-	1.236	-	2.184	793	-	14.122	13.356	7.317	8.209	8.305	5.247
PT065	PT065 PRONOSTICO	-	3.339	2.594	1.087	1.087	1.152	8.955	11.600	6.896	7.987	12.376	9.644
PT070	PT070 VENTAS	318	256	17	909	244	50	4.650	23.250	9.250	13.376	12.400	13.950
PT070	PT070 PRONOSTICO	1.066	4.221	1.998	1.217	487	884	6.141	6.904	4.644	6.140	8.141	10.290

Figura 3-1. Base de Datos de la Herramienta

Fuente: Autores.

3.3.1.2 Módulo 2: Interfaz Herramienta - Usuario.

En este módulo es donde el usuario puede realizar la comunicación con la herramienta, se pueden seleccionar los diferentes productos y ejecutar las tareas necesarias para el cálculo de pronóstico usando los diferentes modelos

seleccionados. Está construida en un ambiente tipo software para facilitar esta interacción y un manejo práctico.

El módulo de interfaz Usuario-Herramienta consta de 2 partes. La primera parte hace referencia al producto y al número de periodos que se evaluarán. La segunda parte, está ligada con la hoja de cálculo ya que en esta se podrán realizar pruebas con los diferentes datos de ventas y pronóstico. También está configurada con la herramienta Solver de Microsoft Excel® para obtener el pronóstico que minimice el error. Ver Figura 3-2 y 3-3

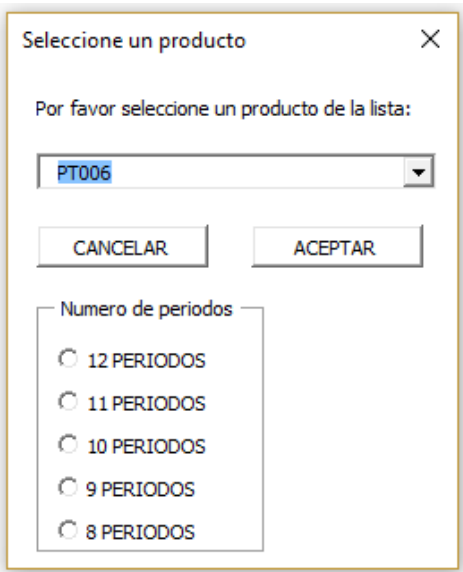


Figura 3-2. Interfaz Herramienta – Usuario Parte 1

Fuente: Autores.

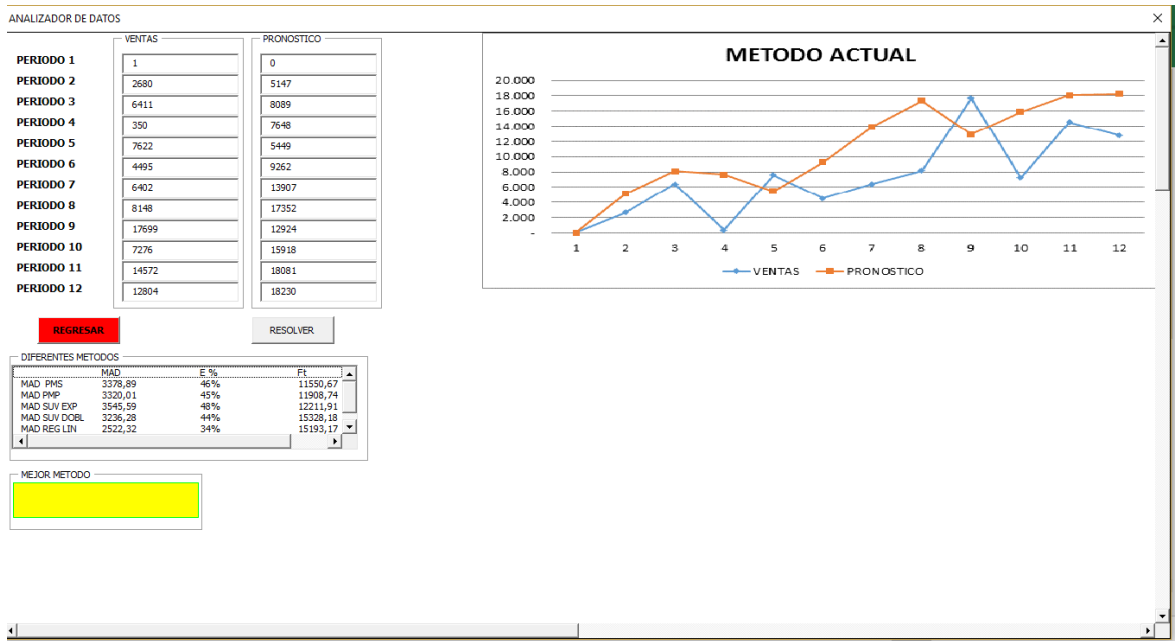


Figura 3-3. Interfaz Herramienta – Usuario Parte 2

Fuente: Autores.

3.3.1.3 Módulo 3: Módulo de Cálculo.

En este módulo se encuentran los diferentes modelos de pronósticos seleccionados, están formulados y estructurados para que sea aplicado a cada producto, tiene una estructura que compara los resultados, nos genera la gráfica de cada modelo y la compara con la gráfica de venta real.

La hoja de cálculo está dividida en 4 secciones, la primera es la de los cálculos iniciales, la segunda es de cálculos interactivos, la tercera sección es de resumen y por último la sección de los gráficos. Ver Figura 3-4.

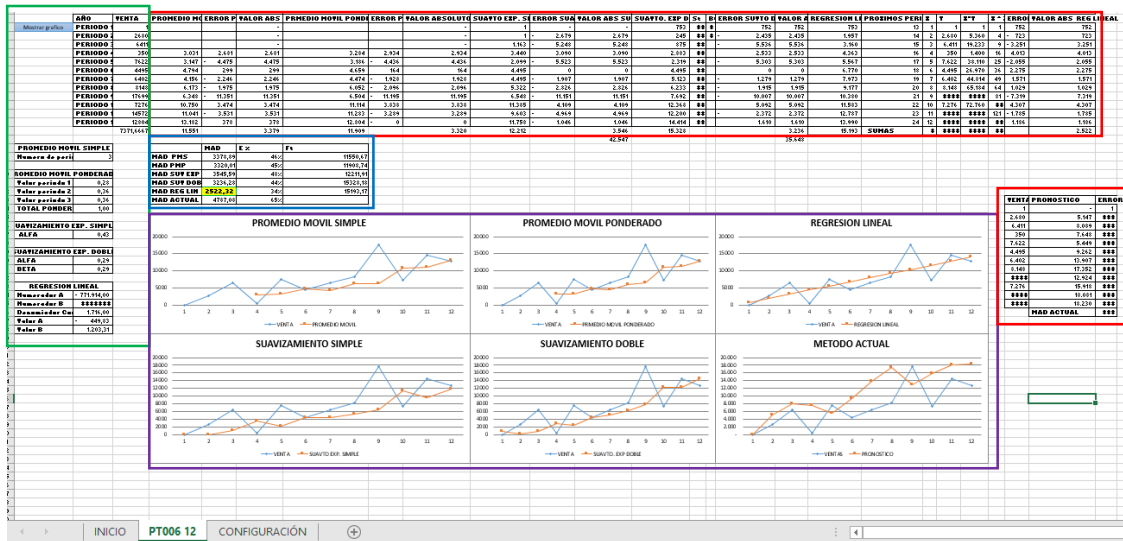


Figura 3-4. Módulo de Cálculo

Fuente: Autores.

3.3.1.4 Módulo 4: Programación en Visual Basic®.

El módulo de visual Basic corresponde a la programación de la aplicación y la automatización de los diferentes procesos con que cuenta la herramienta. Entre estos están, la creación de nuevas hojas de cálculo, creación de gráficos y el uso del solucionador de ecuaciones de Microsoft Excel (Solver). En este módulo se diseñaron los dos módulos anteriores y el módulo siguiente (Cálculo, interfaz usuario-herramienta y resultados). Ver Figura 3-5

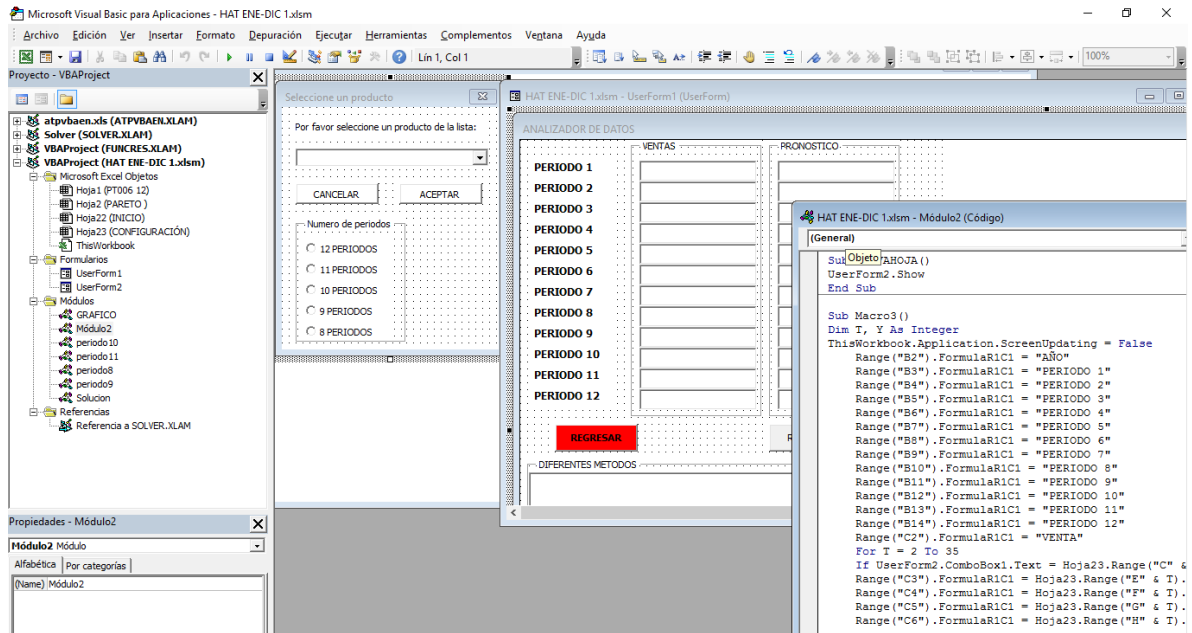


Figura 3-5. Módulo de Visual Basic®

Fuente: Autores.

3.3.1.5 Módulo 5: Modulo de Resultados

El módulo de resultados es el que muestra, luego de aplicar los diferentes modelos de pronóstico parametrizados y programados en la herramienta, los datos tabulados y muestra las gráficas del modelo actual y la gráfica del método con menor error. Por otro lado, esta herramienta no solo mostrará la gráfica con el método de menor error de cada producto, sino que también lo resaltará en un recuadro amarillo. Ver Figura 3-6.

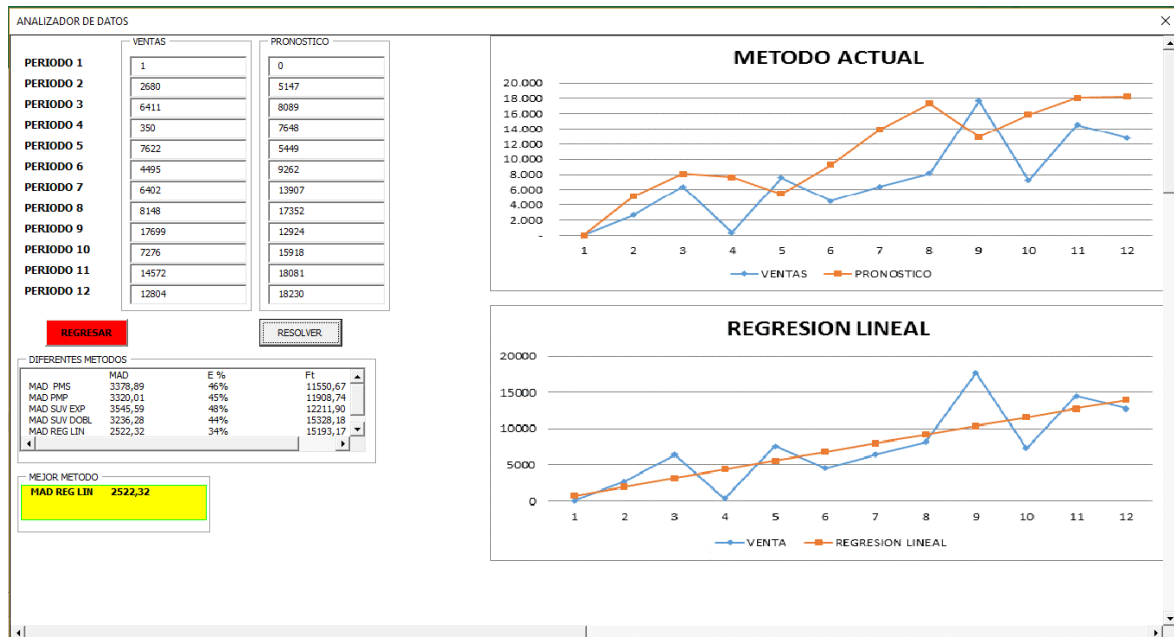
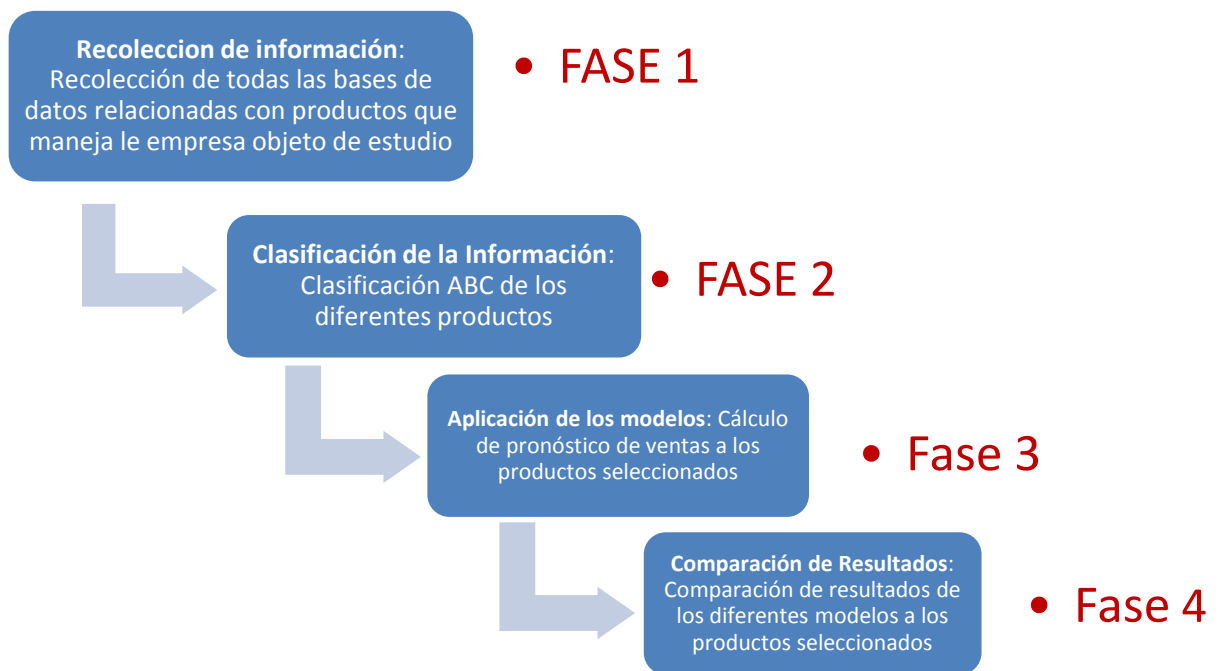


Figura 3-6. Módulo de Resultados

Fuente: Autores.

3.4. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

En la gráfica 3-2 se muestra de manera esquemática como se realizó el proceso que nos lleva a la construcción de la herramienta de pronóstico propuesta en el presente trabajo. Este proceso consta de cinco fases estructuradas, las cuales se interrelacionan para llegar a la construcción final de la herramienta.



Gráfica 3-2. Fases del Desarrollo de la Herramienta de Pronóstico
Fuente: Autores.

3.4.1 Fase 1: Recolección De Información.

La empresa objeto de estudio, maneja actualmente seis (6) tipos de producto en sus diferentes unidades de negocio. Conformada por 497 SKU que constituyen el total de su portafolio en sus diferentes presentaciones. Cuenta con productos tanto para el territorio nacional como para los mercados del exterior.

Se recibió por parte de la empresa una base de datos con información de ventas y proyecciones en un archivo de Microsoft Excel®, para cada uno de los productos, se hizo necesario codificar cada una de las referencias con el nombre de PTO01 al PTO497, para guardar confidencialidad de los mismos. Los datos suministrados corresponden al año 2016, contando para el análisis con información de doce meses. A este grupo de datos se le aplicará la metodología definida para la

propuesta de pronóstico resultante y se validará con los datos del 2017 que también serán suministrados por la empresa.

3.4.2 Fase 2: Clasificación De La Información

Como está descrito en el alcance de este trabajo, se delimitará el estudio a los productos que hacen parte de la unidad de negocio de consumo masivo, por su nivel de importancia en el portafolio de productos que se procesan en la planta donde se producen los productos de esta unidad de negocio. En la base de datos recolectada, se recibieron igual información de los doce meses de ventas y proyecciones para esta unidad de negocio. Esta unidad cuenta con 96 referencias en total a la cual se le aplicó igualmente el cambio de nombre, codificando de igual manera los productos con el nombre PTO01 a PTO96, como encontraremos en el anexo correspondiente.

La información de ventas y proyecciones recibida, es sometida a clasificación y filtración, teniendo en cuenta que se debe contar con información suficiente para poder describir un comportamiento que responda a cualquiera de los modelos matemáticos a los que serán sometidos en evaluación. Por tanto, a aquellos productos que cuenten con menos de 6 meses de información continua, o que presentan varios períodos en cero y además comportamiento aleatorio en su venta, no se tuvieron en cuenta para aplicar la metodología. Una vez realizada esta primera clasificación, el total de SKU resultante es de 56.

Posteriormente se somete a una segunda clasificación que corresponde a un ordenamiento tipo ABC, según el nivel de ventas en unidades. Se tomaron los 56 productos y se clasificaron según su participación de ventas en volumen, encontrándose que:

- El 30,4% de los productos, representan el 70,69% de las ventas en volumen (Topo A)
- El 26,8% de los productos, representan otro 19,37% de las ventas (Tipo B)
- 42,9% de los productos, representan el otro 9,94% de la venta. (Tipo C)

Aplicada esta segunda clasificación, se define trabajar con los productos de las clasificaciones Tipo A, que generan el 70,6% de las ventas totales en volumen, quedando así un total de 19 SKU para el estudio en el presente trabajo.

Tabla 3.1. Clasificación De Datos ABC.
Fuente: Autores

CLASIFICACION DE LA VENTA TIPO ABC									
DESCRIPCION	VTA JUL	VTA AGO	VTA SEP	VTA OCT	VTA NOV	VTA DIC	TOTAL VENTAS	PARTICIPACION	CLASIFICACION
PT012	279.577	468.365	599.229	581.335	379.208	359.985	2.667.699	9,75%	A 70, 6%
PT056	199.413	496.337	555.577	427.672	508.045	319.490	2.506.532	9,16%	
PT024	192.458	205.436	215.537	38.899	379.557	814.335	1.846.222	6,75%	
PT047	348.836	243.392	241.039	113.518	264.921	517.598	1.729.303	6,32%	
PT026	180.575	301.269	413.925	258.945	179.061	294.955	1.628.728	5,95%	
PT042	126.403	263.826	266.785	126.403	140.383	171.838	1.095.636	4,01%	
PT059	100.540	171.733	225.043	189.744	218.438	133.253	1.038.749	3,80%	
PT070	54.173	270.863	107.763	155.830	144.460	162.518	895.605	3,27%	
PT025	127.568	145.276	156.611	124.795	117.199	110.291	781.738	2,86%	
PT006	74.583	94.924	206.193	84.765	169.764	149.167	779.397	2,85%	
PT045	125.704	150.099	114.100	119.855	125.471	62.887	698.115	2,55%	
PT058	61.838	121.952	121.160	131.843	133.544	94.377	664.714	2,43%	
PT065	164.521	155.597	85.243	95.635	96.753	61.128	658.877	2,41%	

PT015	47.765	65.461	119.657	124.725	150.961	119.855	628.424	2,30%
PT060	39.540	124.655	161.353	131.365	97.860	70.133	624.906	2,28%
PT055	53.008	118.248	153.198	125.820	86.210	80.968	617.450	2,26%
PT057	44.270	75.189	97.452	90.870	96.113	69.318	473.211	1,73%

3.4.3 Fase 3: Aplicación De Los Modelos De Pronóstico.

Después de haber clasificado y delimitado la información con la que se trabajara, se sigue con modelar bajo los 5 modelos seleccionados a cada uno de los 17 productos seleccionados como tipo A.

Los modelos seleccionados para aplicar a esta modelación son:

- Promedio móvil (3 periodos).
- Promedio móvil ponderado (3 periodos).
- Suavización exponencial simple.
- Suavización exponencial doble.
- Regresión lineal.

Para cada uno de los 5 métodos se calculará el valor de error, además se determinará el valor de error para el método actual de pronóstico que se desarrolla en la empresa de estudio, con los resultados del error se procederá a escoger el de menor valor como el mejor modelo para ese producto en particular.

Se espera encontrar un modelo cuantitativo que disminuya el valor actual de error, de lo contrario se considerara el modelo actual como el que mejor describe el comportamiento del producto.

En la tabla 3.2, se muestran los valores filtrados de los datos de ventas de los 17 productos tipo A que se utilizaron para la modelación.

Tabla 3.2. Datos de Venta Productos tipo A.
Fuente: Autores

	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA
DESCRIPCION	PT006	PT012	PT015	PT024	PT025	PT026	PT042	PT045	PT047
ENERO	0	0	0	0	4776	21946	10850	884	2325
FEBRERO	2680	27900	1517	1906	9002	18600	5535	5423	9500
MARZO	6411	13404	5838	2544	5177	9250	17050	9519	6687
ABRIL	350	15745	754	950	4240	20416	13250	0	3607
MAYO	7622	28904	4302	3654	6805	20150	17012	8262	10792
JUNIO	4495	130	3602	6646	8033	22180	16700	10192	15312
JULIO	6402	23998	4100	16520	10950	15500	10850	10790	29943
AGOSTO	8148	40203	5619	17634	12470	25860	22646	12884	20892
SEPTIEMBRE	17699	51436	10271	18501	13443	35530	22900	9794	20690
OCTUBRE	7276	49900	10706	3339	10712	22227	10850	10288	9744
NOVIEMBRE	14572	32550	12958	32580	10060	15370	12050	10770	22740
DICIEMBRE	12804	30900	10288	69900	9467	25318	14750	5398	44429

	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA	VENTA
DESCRIPCION	PT055	PT056	PT057	PT058	PT059	PT060	PT065	PT070
ENERO	122	3000	9172	4430	3259	8142	0	318
FEBRERO	129	4950	13613	5920	8163	10235	1236	256
MARZO	70	4400	11373	2050	3861	5542	0	17
ABRIL	105	6663	21058	3635	5827	10093	2184	909
MAYO	86	5300	25150	3993	7377	7987	793	244
JUNIO	0	5700	37349	4092	6362	8000	0	50
JULIO	4550	17117	3800	5308	8630	3394	14122	4650
AGOSTO	10150	42604	6454	10468	14741	10700	13356	23250
SEPTIEMBRE	13150	47689	8365	10400	19317	13850	7317	9250
OCTUBRE	10800	36710	7800	11317	16287	11276	8209	13376
NOVIEMBRE	7400	43609	8250	11463	18750	8400	8305	12400
DICIEMBRE	6950	27424	5950	8101	11438	6020	5247	13950

Con el efecto de ilustrar de manera detallada como se aplican los diferentes modelos de pronóstico seleccionados, se aplicará la herramienta de pronóstico a uno de los productos (PT006), y posteriormente se resumirá el resultado obtenido para el resto de productos Tipo A que se seleccionaron como caso de estudio en este trabajo.

3.4.3.1 Análisis Para Determinación De Método Para El Producto PT006

A continuación, se hará una breve explicación del análisis realizado por la herramienta diseñada, dicho análisis se realizará al primero de los productos seleccionados para la aplicación de una mejora en su método de pronóstico, tomando como base el producto PT006.

Como ya se ha explicado esta herramienta toma los datos de ventas y pronósticos de 12 periodos y a dichos datos le aplica las fórmulas de los 5 métodos seleccionados en el capítulo 2, esto con el fin de encontrar cuál de estos métodos presenta la menor desviación media aritmética (MAD), ya que este será el parámetro de selección para definir cuál de los 5 métodos sería el más indicado para realizar el pronóstico a dicho producto.

La aplicación de la formulación se realiza en una plantilla de Microsoft Excel® parametrizada con restricciones especiales para cada uno de los 5 métodos propuestos, esto con el fin de encontrar como condición principal el menor valor del MAD para cada uno de estos 5 métodos.

Tabla 3.3. Datos de Venta Producto PT006.
Fuente: Autores

DATOS HISTORICOS DE VENTAS PT006												
PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VENTAS	1	2680	6411	350	7622	4495	6402	8148	17699	7276	14572	12804
PRONOSTICO	1	5147	8089	7648	5449	9262	13907	17352	12924	15918	18081	18231

Estos son los datos de ventas para 12 periodos del producto PT006, es lo único que se requiere ingresar a la herramienta computacional para que la misma haga los cálculos y selección del mejor modelo de pronósticos por medio de una MACRO de Microsoft Excel® que ejecuta la formulación programada en la herramienta.

3.4.3.1.1 Calculo del promedio móvil simple por la herramienta:

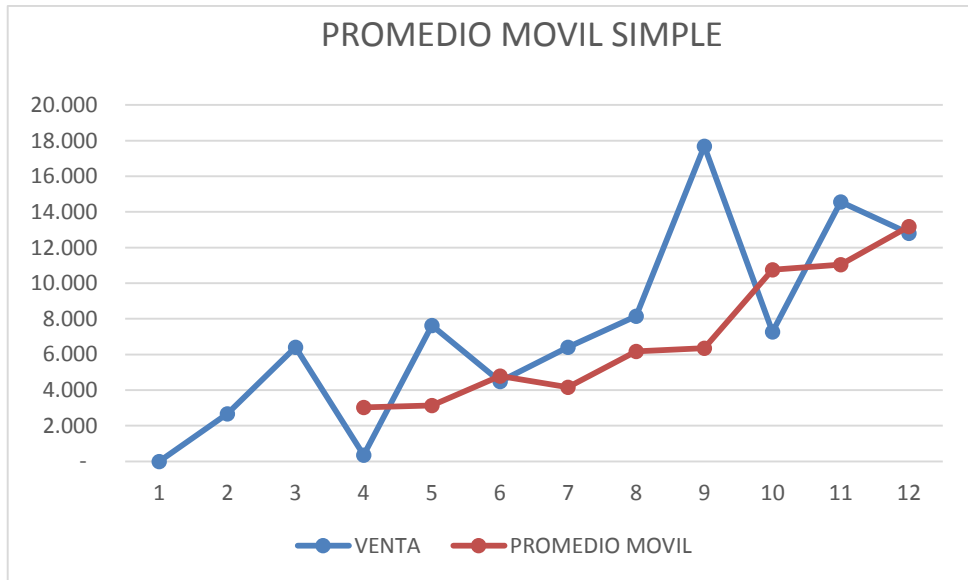
El promedio móvil simple cargado en la herramienta cumple con teoría explicada en el capítulo 2., su restricción indicada dentro del programa es que se calcule por periodos de 3 meses.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los cálculos que realiza internamente la herramienta, en este cuadro se puede apreciar luego de los datos de entrada la herramienta calcula los valores de pronóstico para un promedio móvil de 3 periodos, luego el error aritmético y siguiente el valor absoluto del mismo que se convierte en el MAD.

Tabla 3.4. Promedio Móvil Para El Producto PT006.
Fuente: Autores

AÑO	VENTA	PROMEDIO MOVIL		
		PROMEDIO MOVIL	ERROR PMS	VALOR ABS PMS
ENE	1			0,0
FEB	2.680			0,0
MAR	6.411			0,0
ABR	350	3031	2681	2681
MAY	7.622	3147	-4475	4475
JUN	4.495	4794	299	299
JUL	6.402	4156	-2246	2246
AGO	8.148	6173	-1975	1975
SEP	17.699	6348	-11351	11351
OCT	7.276	10750	3474	3474
NOV	14.572	11041	-3531	3531
DIC	12.804	13182	378	378

De manera simultánea a como se realizan los cálculos, la herramienta genera una gráfica de los valores venta y valores pronostico Vs tiempo.



Gráfica 3-3. Promedio Móvil Simple Para El Producto PT006
Fuente: Autores.

3.4.3.1.2 Calculo del promedio móvil ponderado por la herramienta:

El promedio móvil ponderado programo en la herramienta se calcula con base a 3 periodos como el simple, pero con la restricción que la ponderación del periodo más reciente (periodo 3) debe ser mayor que la del anterior (periodo 2), a su vez esta última (periodo 2) debe tener un valor mayor que la del periodo anterior a ella misma (periodo 1), esto con el fin de que el periodo con un mayor peso dentro del pronóstico sea el periodo más reciente.

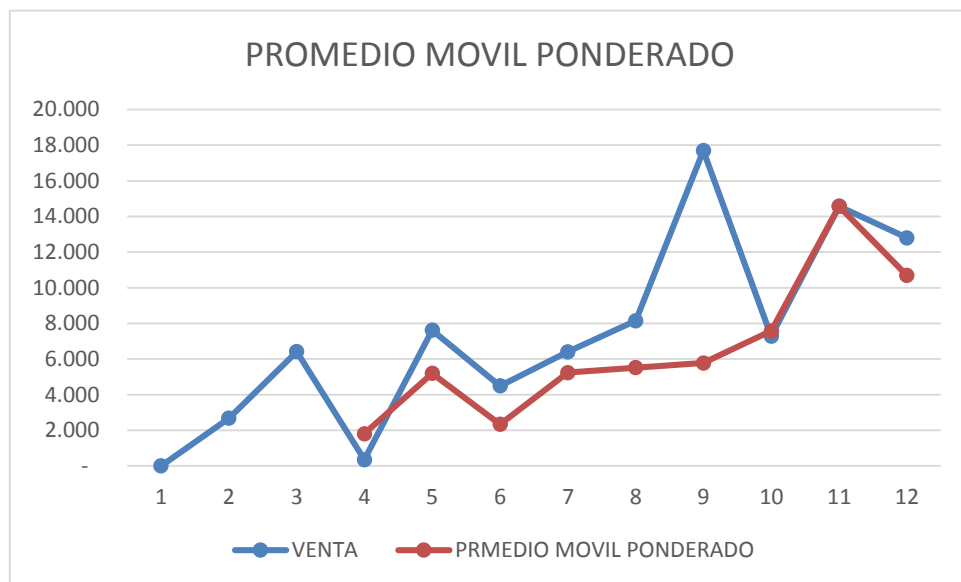
Dentro de la herramienta se utiliza una función de Microsoft Excel® a la que se carga esta restricción y de manera automática realiza iteraciones infinitas para encontrar el menor valor de MAD asignando valores de ponderación a los 3 periodos.

Tabla 3.5. Promedio Móvil Ponderado Para El Producto PT006.
Fuente: Autores

AÑO	VENTA	PROMEDIO MOVIL PONDERADO		
		PRMEDIO MOVIL PONDERADO	ERROR PMP	VALOR ABSOLUTO PMP
ENE	-			0
FEB	2.680			0
MAR	6.411			0
ABR	350	1803	1453	1453
MAY	7.622	5189	-2433	2433
JUN	4.495	2334	-2161	2161
JUL	6.402	5241	-1161	1161
AGO	8.148	5519	-2629	2629
SEP	17.699	5778	-11921	11921
OCT	7.276	7576	300	300
NOV	14.572	14572	0	0
DIC	12.804	10688	-2116	2116

En el cuadro anterior se puede observar los cálculos de pronóstico que realiza la herramienta para el promedio móvil de 3 periodos, además se muestra también los cálculos de desviación aritmética MAD, que son realizados para este producto.

De igual manera que en el promedio móvil simple se muestra una gráfica con el comportamiento de las ventas y el pronóstico calculado.



Gráfica 3-4. Promedio Móvil Ponderado Para El Producto PT006
Fuente: Autores.

3.4.3.1.3 Cálculo de suavización exponencial simple por la herramienta:

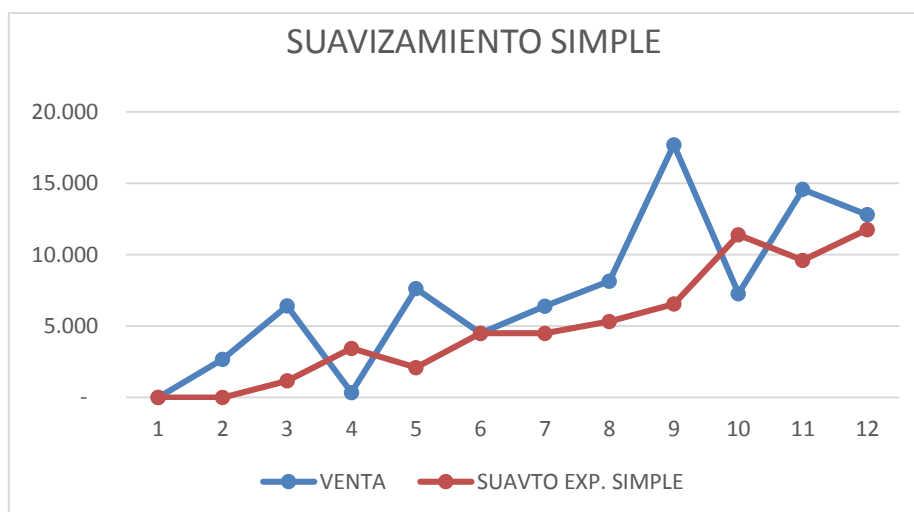
Para el cálculo de la suavización exponencial simple la herramienta utiliza la ayuda de la herramienta de Microsoft Excel® Solver, realizando iteraciones del valor de alfa que está restringido de 0 a 1, con el fin de encontrar el valor de dicha variable que genere la menor desviación media aritmética para cada producto.

Tabla 3.6. Suavizamiento Exponencial Simple Para El Producto PT006.
Fuente: Autores

AÑO	VENTA	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL		
		SUAVTO EXP. SIMPLE	ERROR SUAVTO	VALOR ABS SUAVTO
ENE	-	0	0	0
FEB	2.680	0	-2680	2680
MAR	6.411	1163	-5248	5248
ABR	350	3439	3089	3089
MAY	7.622	2099	-5523	5523
JUN	4.495	4495	0	0
JUL	6.402	4495	-1907	1907
AGO	8.148	5322	-2826	2826
SEP	17.699	6548	-11151	11151
OCT	7.276	11385	4109	4109
NOV	14.572	9603	-4969	4969
DIC	12.804	11758	-1046	1046

Al igual que en los casos anteriores se utiliza la teoría explicada en el capítulo 2 para obtener los resultados de pronósticos para este método, calculando también la desviación aritmética.

También se muestra una gráfica que muestra el comportamiento de las ventas del producto sobrepuesta sobre los datos de pronóstico calculados.



Gráfica 3-5. Suavizamiento Exponencial Simple Para El Producto PT006
Fuente: Autores.

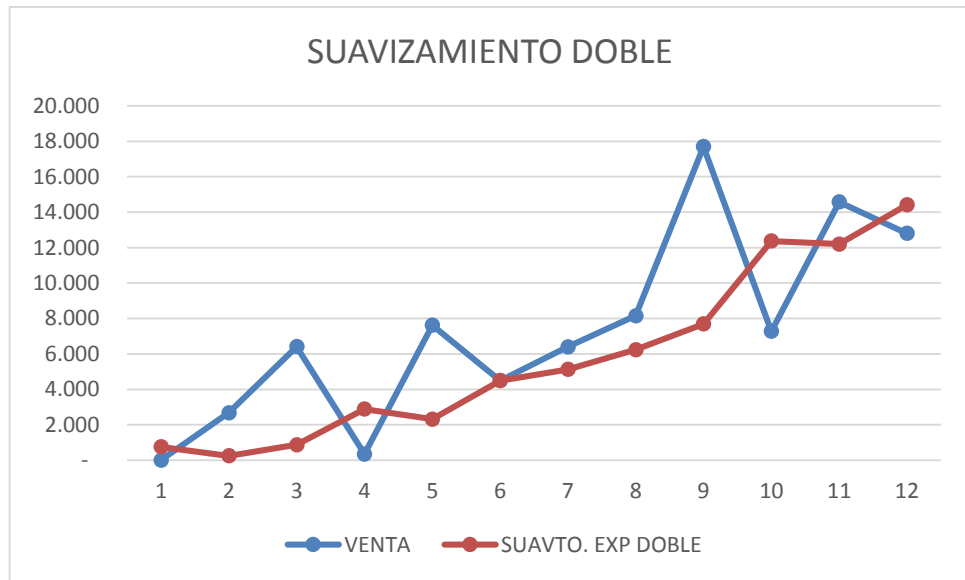
3.4.3.1.4 Cálculo de suavización exponencial doble por la herramienta:

Para el cálculo de la suavización exponencial doble la herramienta utiliza la ayuda de Microsoft Excel® Solver, realizando infinitas iteraciones del valor de alfa y beta, que está restringido en un intervalo de 0 a 1, además con la restricción que alfa debe ser mayor que beta, con el fin de dar un mayor peso al valor de ventas del periodo más próximo al actual, todo esto tratando de encontrar el valor de dichas variables que genere la menor desviación media aritmética para cada producto.

De igual manera que en las anteriores la herramienta genera una gráfica que muestra el comportamiento de los valores de venta superpuesto al comportamiento de los valores de pronostico generados por el cálculo de la herramienta.

Tabla 3.7. Suavizamiento Exponencial Doble Para El Producto PT006.
Fuente: Autores

		SUAVIZAMIENTO DOBLE				
AÑO	VENTA	SUAVTO. EXP DOBLE	St	Bt	ERROR SUVTO DOBLE	VALOR ABS
ENE	-	753	533	-289	753	753
FEB	2.680	244	956	-81	-2436	2436
MAR	6.411	875	2492	391	-5536	5536
ABR	350	2883	2143	175	2533	2533
MAY	7.622	2318	3867	628	-5304	5304
JUN	4.495	4495	4495	628	0	0
JUL	6.402	5123	5496	737	-1279	1279
AGO	8.148	6233	6792	900	-1915	1915
SEP	17.699	7692	10615	1754	-10007	10007
OCT	7.276	12369	10881	1319	5093	5093
NOV	14.572	12201	12893	1522	-2371	2371
DIC	12.804	14415	13944	1384	1611	1611



Gráfica 3-6. Suavizamiento Exponencial Doble Para El Producto PT006
Fuente: Autores.

3.4.3.1.5 Calculo de regresión lineal por la herramienta:

Para la regresión lineal la tabla de Microsoft Excel® se encuentra formulada para realizar todos los cálculos para hallar la pendiente y el intercepto como se explicó en el capítulo 2.

Tabla 3.8. Regresión Lineal Para El Producto PT006.
Fuente: Autores

		REGRESION LINEAL							
AÑO	VENTA	REGRESION LINEAL	PROXIMOS PERIODOS	X	Y	X*Y	X ^ 2	ERROR	VALOR ABS REG LINEAL
ENE	-	753	13	1	0	0	1	753	753
FEB	2.680	1957	14	2	2680	5360	4	-723	723
MAR	6.411	3160	15	3	6411	19233	9	-3251	3251
ABR	350	4363	16	4	350	1400	16	4013	4013
MAY	7.622	5567	17	5	7622	38110	25	-2055	2055
JUN	4.495	6770	18	6	4495	26970	36	2275	2275
JUL	6.402	7973	19	7	6402	44814	49	1571	1571
AGO	8.148	9177	20	8	8148	65184	64	1029	1029
SEP	17.699	10380	21	9	17699	159291	81	-7319	7319
OCT	7.276	11583	22	10	7276	72760	100	4307	4307
NOV	14.572	12787	23	11	14572	160292	121	-1785	1785
DIC	12.804	13990	24	12	12804	153648	144	1186	1186

Igual que en los métodos anteriores se calcula la desviación media aritmética y se genera una gráfica del comportamiento de las ventas y del pronóstico calculado por la herramienta.



Gráfica 3-7. Regresión Lineal Para El Producto PT006

Fuente: Autores.

3.4.3.1.6 Solución por la herramienta para el producto PT006:

Como parte final la herramienta genera un cuadro resumen con el valor de la desviación media aritmética (MAD) para los 5 métodos más el actual, además muestra este valor en datos porcentuales para que sea más diciente y el valor del pronóstico para el nuevo periodo.

Tabla 3.9. Desviación Media Aritmética (MAD) Para El Producto PT006.

Fuente: Autores

	MAD	E %	Ft
MAD PMS	3379	46%	11551
MAD PMP	2686	36%	12183
MAD SUV EXP	3546	48%	12212
MAD SUV DOBL	3236	44%	15328
MAD REG LIN	2522	34%	15193
MAD ACTUAL	4787	65%	

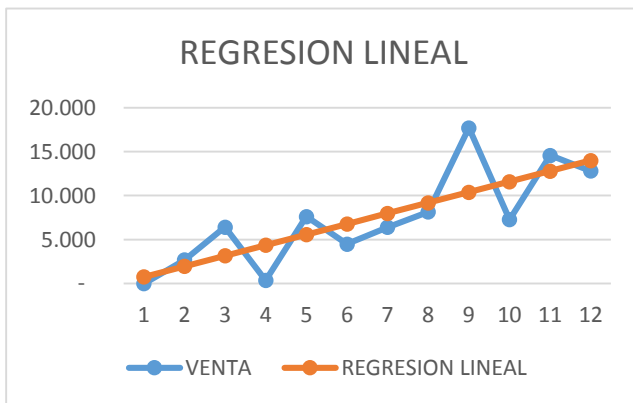
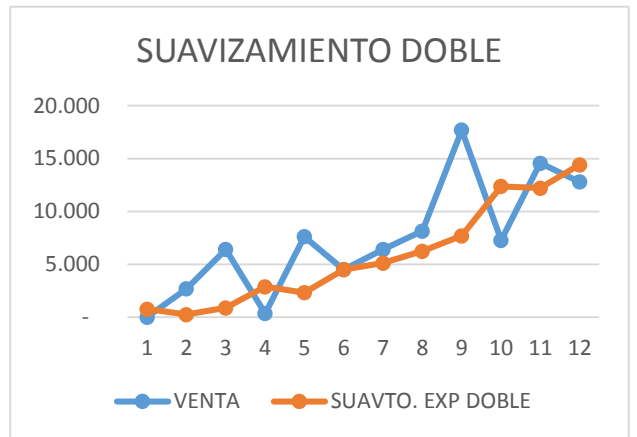
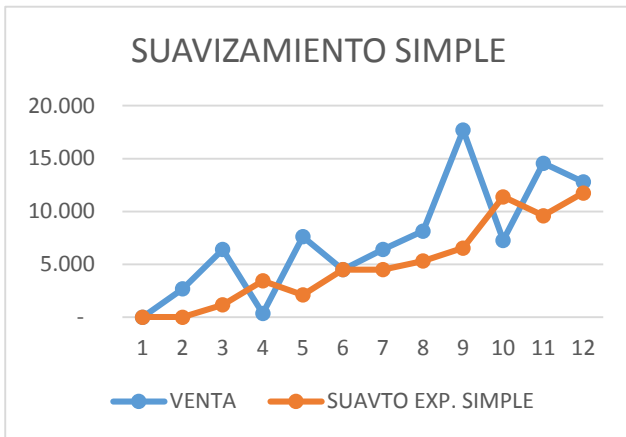
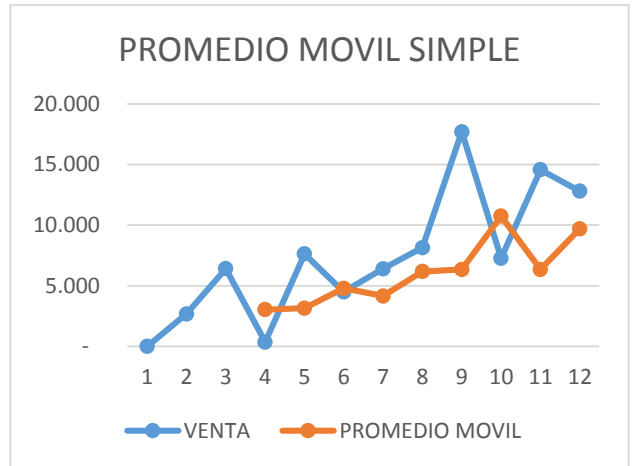
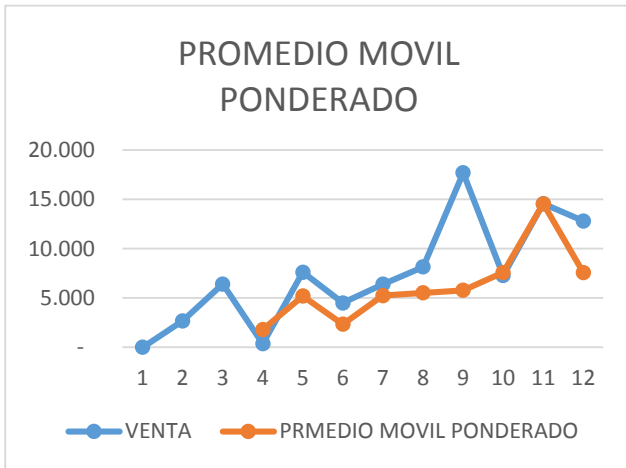
Para el caso del producto PT006 que es el que se ha desglosado para efectos de que se entienda lo que hace la herramienta, se concluye que el mejor método para pronosticar este producto es la regresión lineal que presenta el menor MAD, además se puede ver que por el método actual se presenta un error del 65%, mientras que si pasa a trabajar con el pronóstico por regresión lineal solo se presenta un error del 34% lo que genera un 31% de mejora en la exactitud para dicho producto.

3.4.3.1.7 Modelamiento de productos Tipo A bajo los modelos cuantitativos seleccionados

De manera homóloga como se procedió con el producto PT006, procedemos a correr la herramienta al resto de los productos Tipo A que se seleccionaron para estudio del presente trabajo.

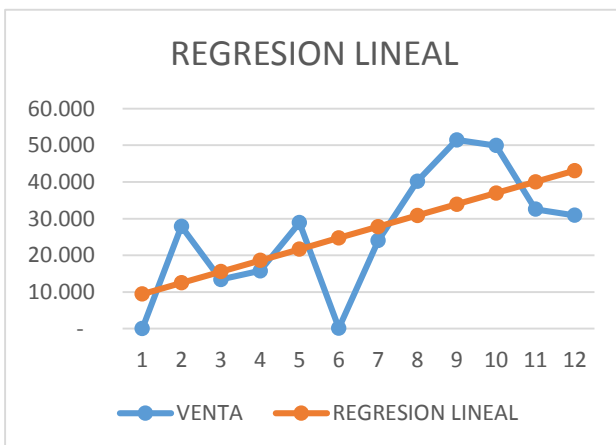
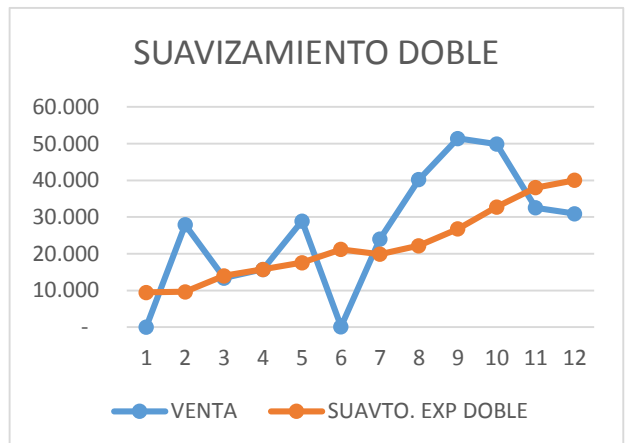
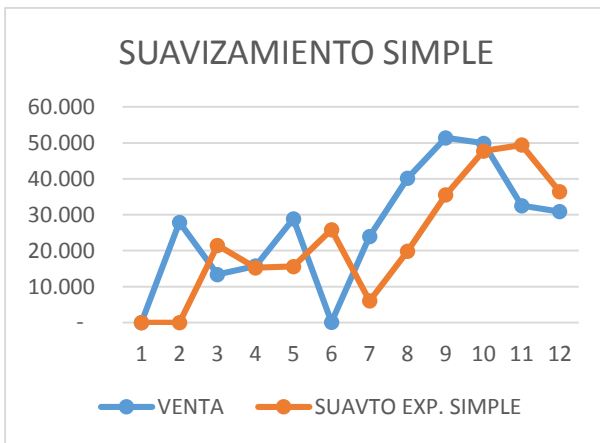
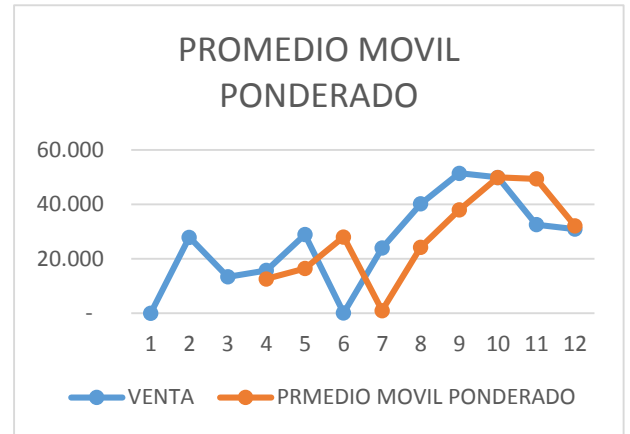
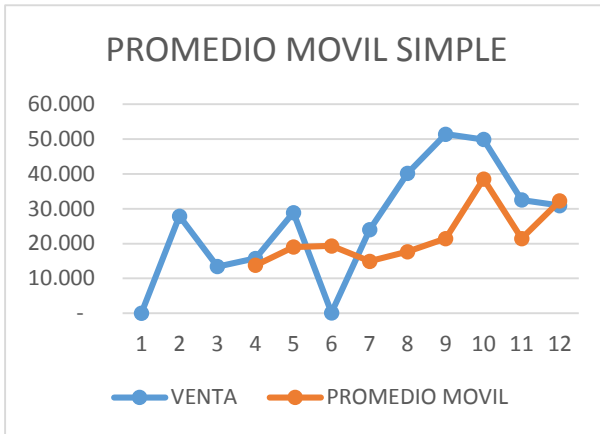
A continuación se presenta el resumen de los resultados de aplicar la herramienta a los 17 productos. Se muestran las gráficas resultantes de la aplicación de los modelos seleccionados a cada producto y la gráfica del método actual empleado por la empresa objeto de estudio y se anexa la tabla resumen de los cálculos de desviación aritmética MAD obtenidos para cada modelo, en la cual se resaltarán en color verde, aquel modelo que resulta de menor valor de error para el producto analizado.

Figura 3-7. PRODUCTO PT006



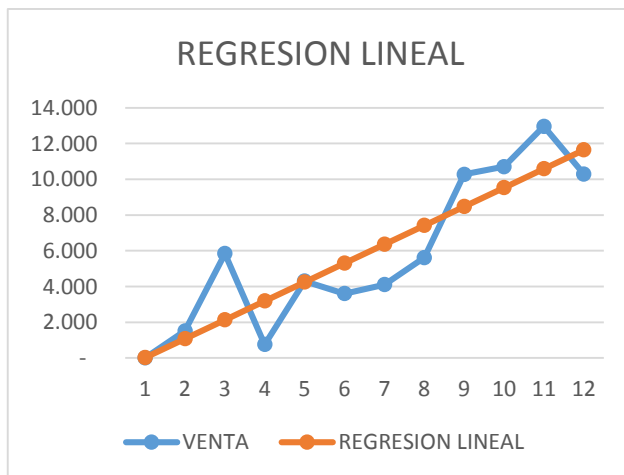
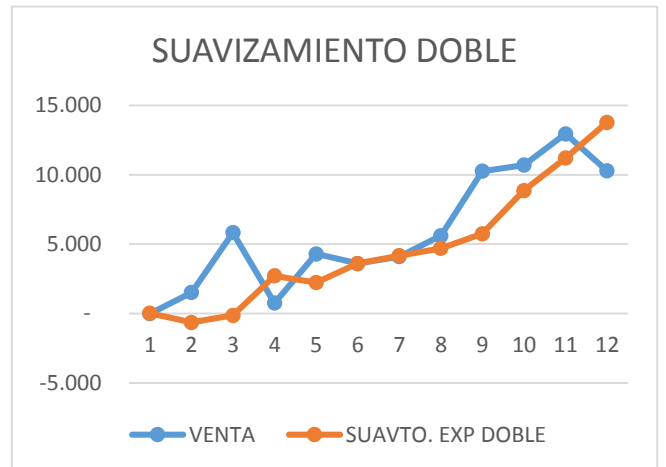
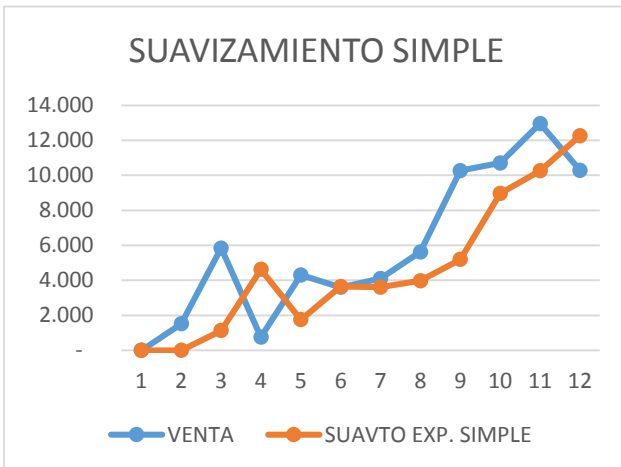
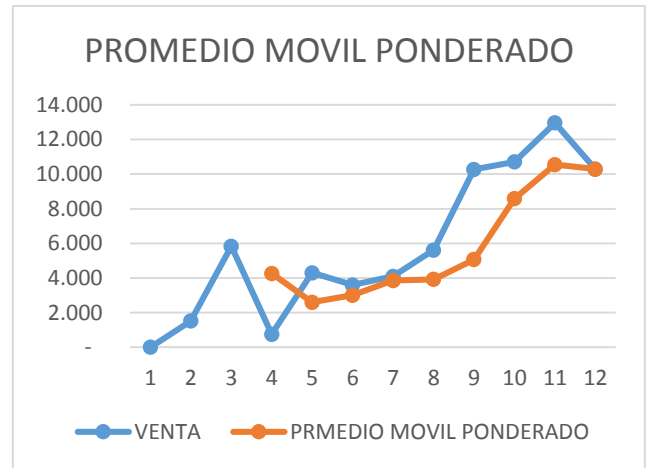
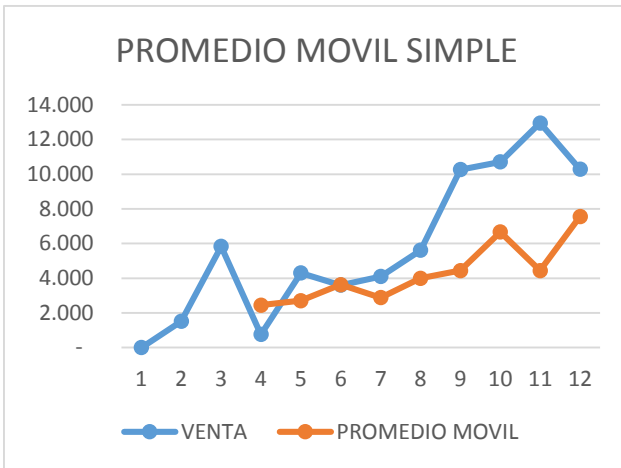
ERROR MEDIO (MAD)	
MAD PMS	4202
MAD PMP	3032
MAD SUV EXP	3546
MAD SUV DOBL	3236
MAD REG LIN	2522
MAD ACTUAL	4787

Figura 3-8. PRODUCTO PT012



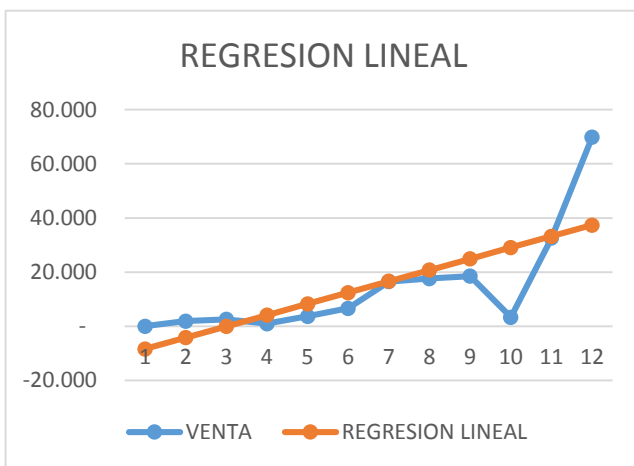
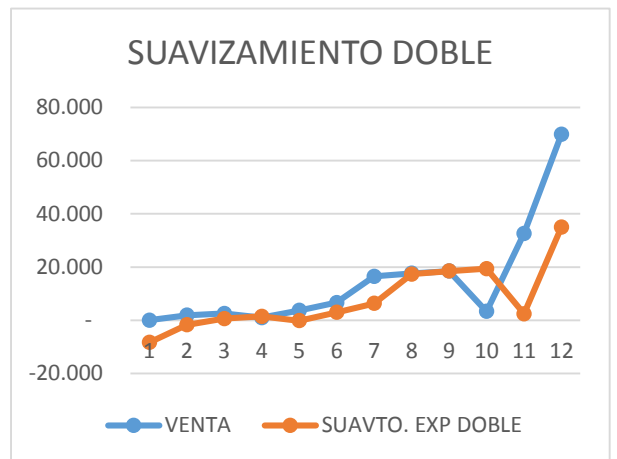
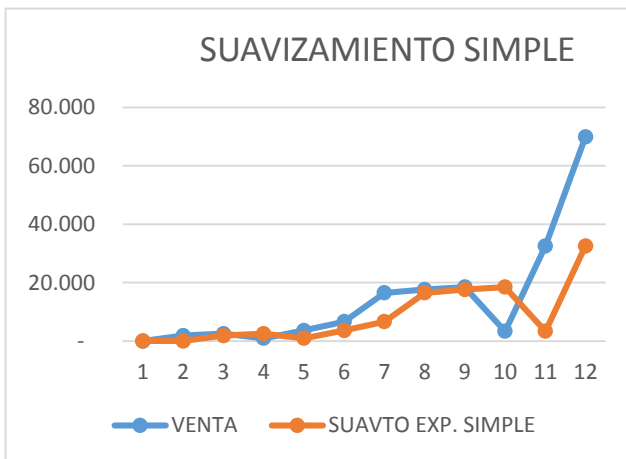
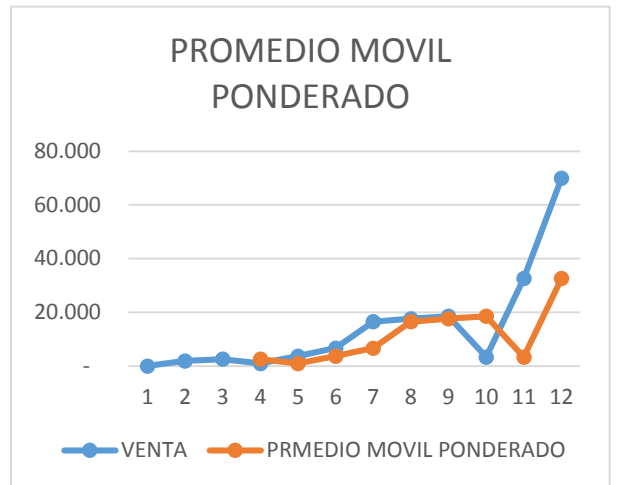
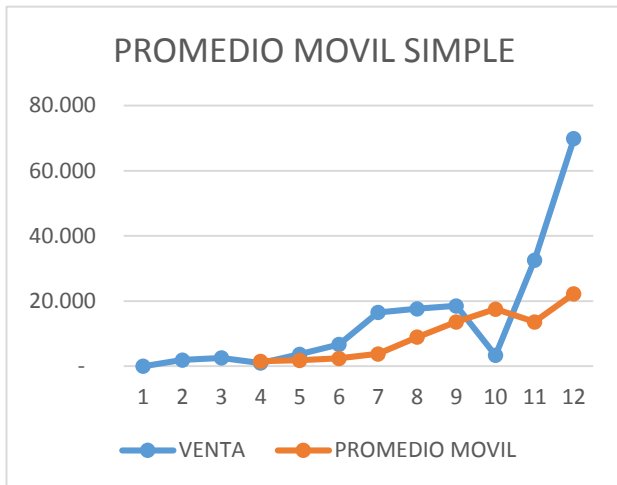
ERROR MEDIO	
MAD PMS	12943
MAD PMP	12651
MAD SUV EXP	12847
MAD SUV DOBL	11610
MAD REG LIN	10414
MAD ACTUAL	9343

Figura 3-9. PRODUCTO PT015



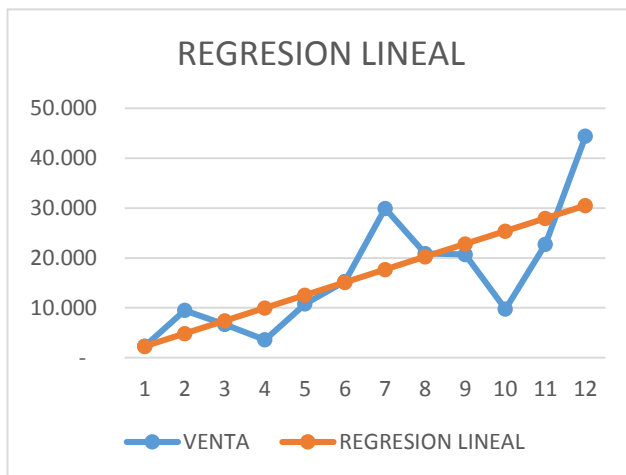
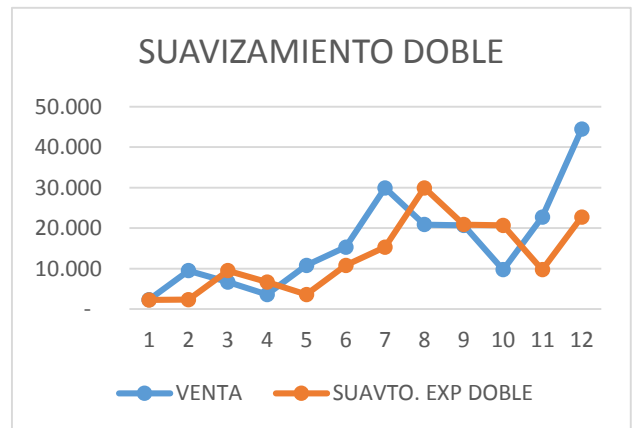
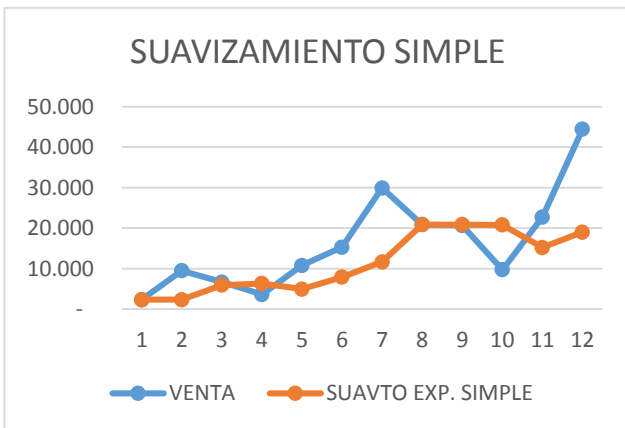
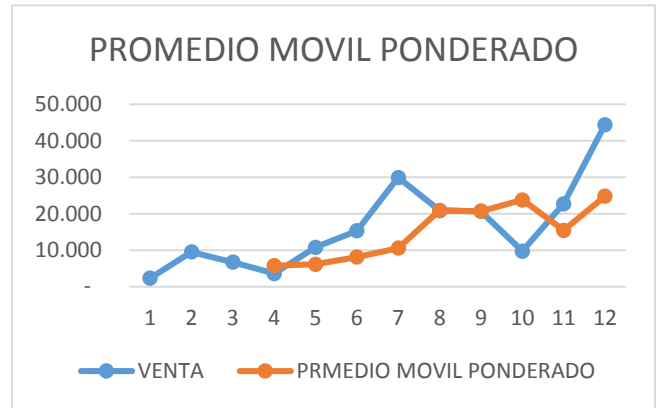
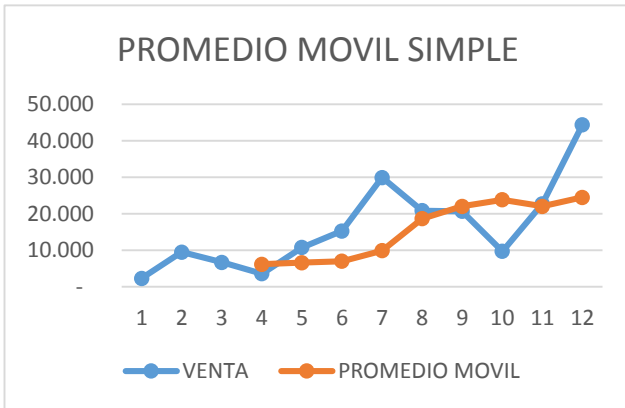
ERROR MEDIO	
MAD PMS	3031
MAD PMP	1943
MAD SUV EXP	2193
MAD SUV DOBL	2064
MAD REG LIN	1593
MAD ACTUAL	6186

Figura 3-10. PRODUCTO PT024



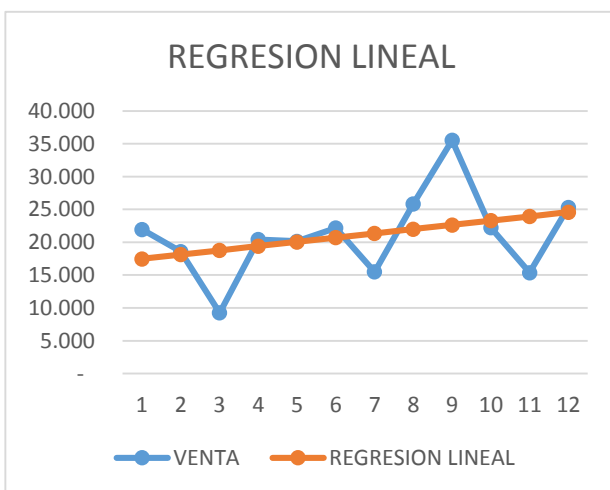
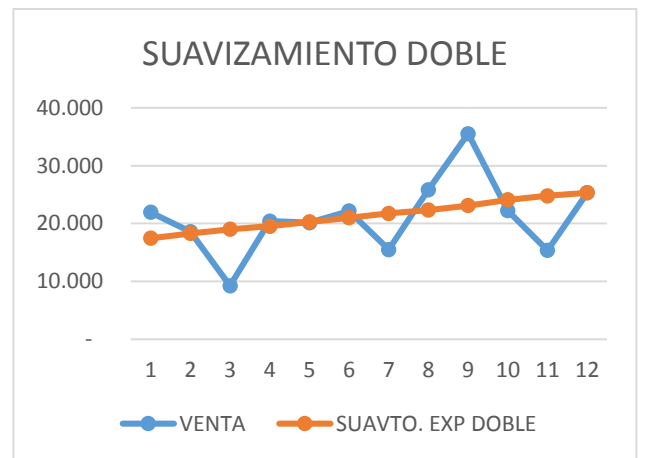
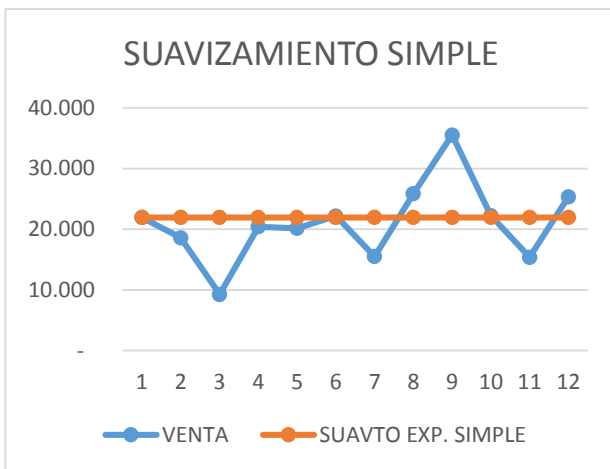
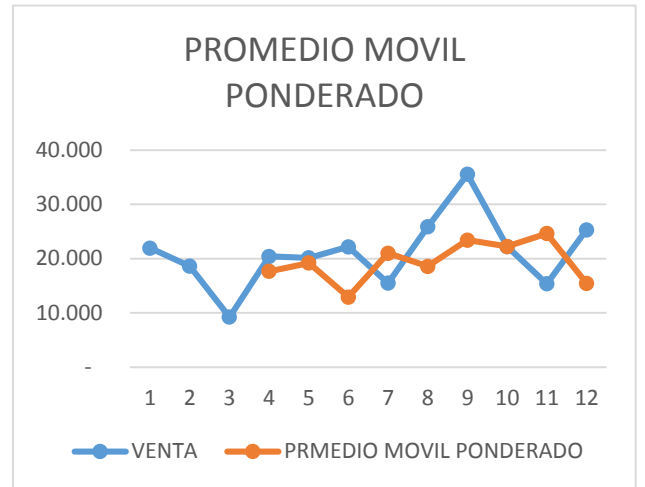
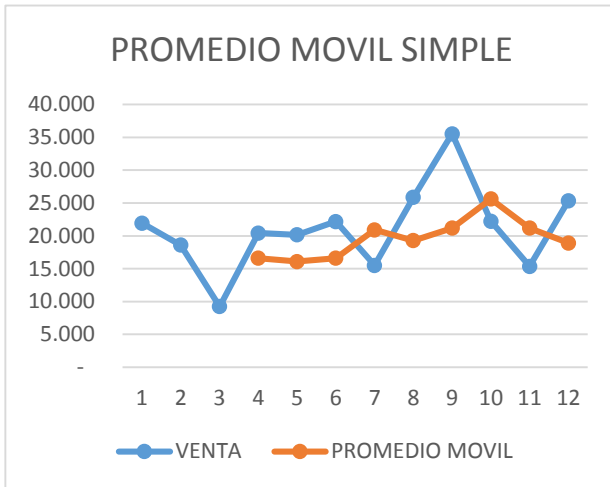
ERROR MEDIO	
MAD PMS	12652
MAD PMP	11208
MAD SUV EXP	8618
MAD SUV DOBL	9459
MAD REG LIN	8264
MAD ACTUAL	15967

Figura 3-11. PRODUCTO PTO25



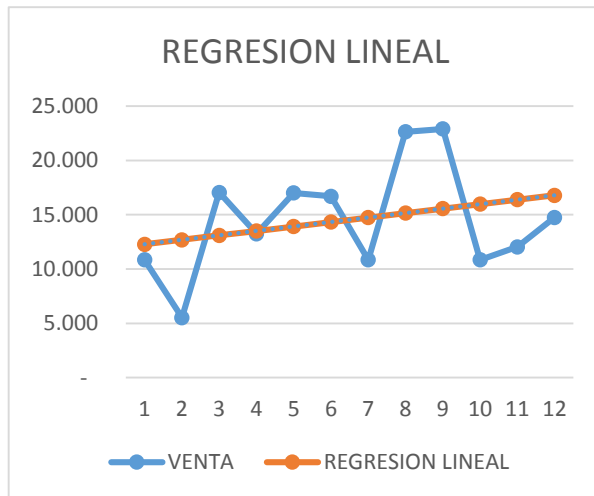
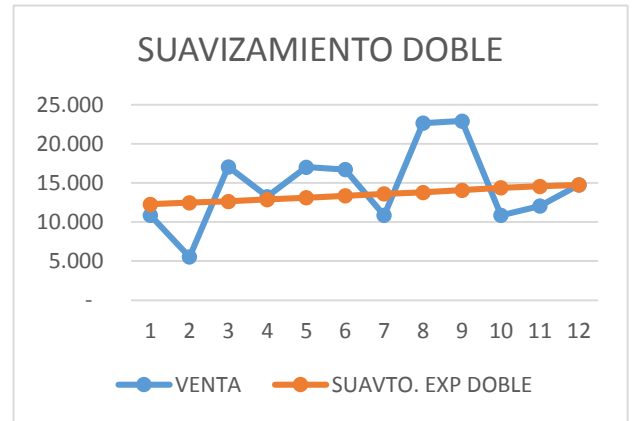
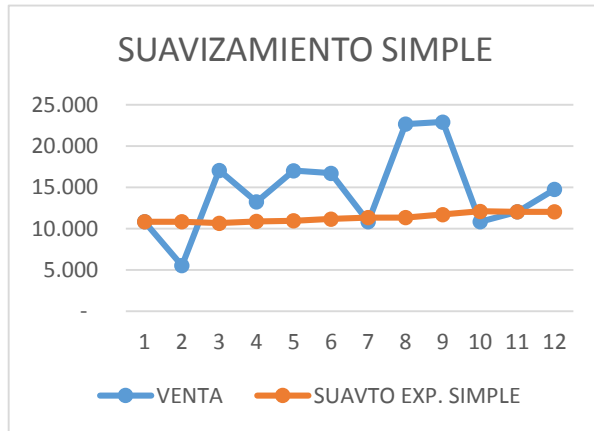
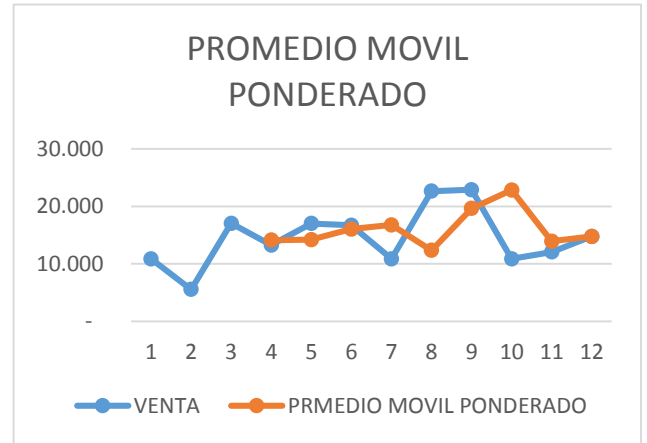
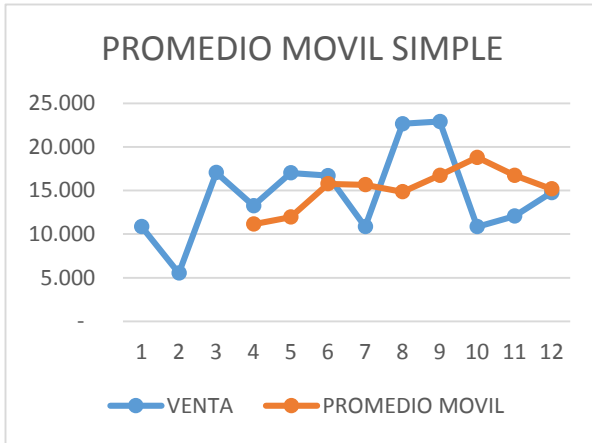
ERROR MEDIO	
MAD PMS	8149
MAD PMP	8259
MAD SUV EXP	7197
MAD SUV DOBL	7862
MAD REG LIN	5295
MAD ACTUAL	2493

Figura 3-12. PRODUCTO PT 026



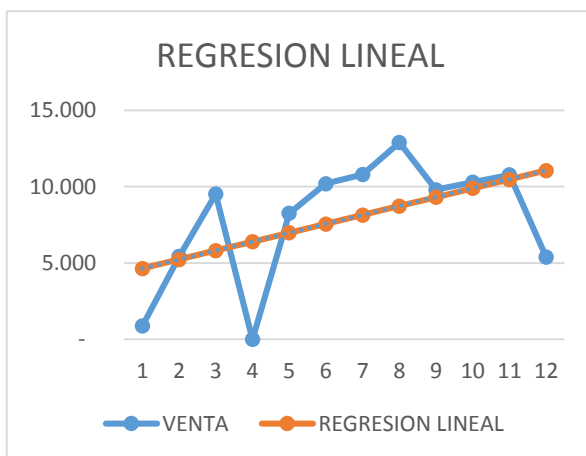
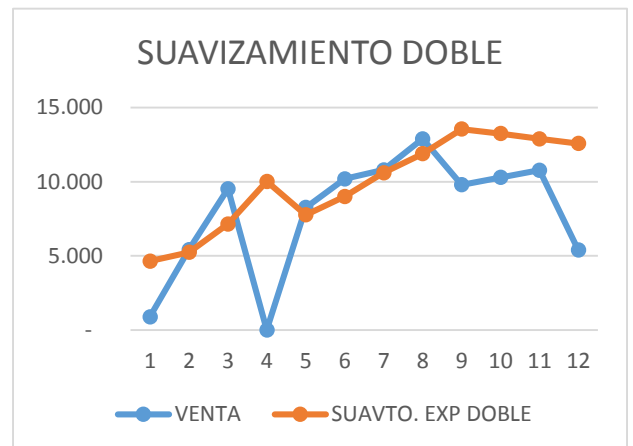
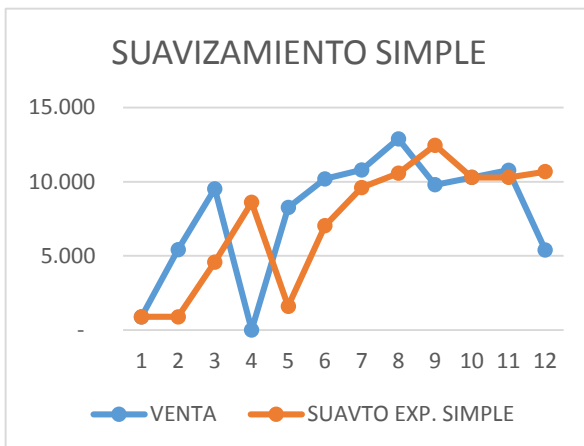
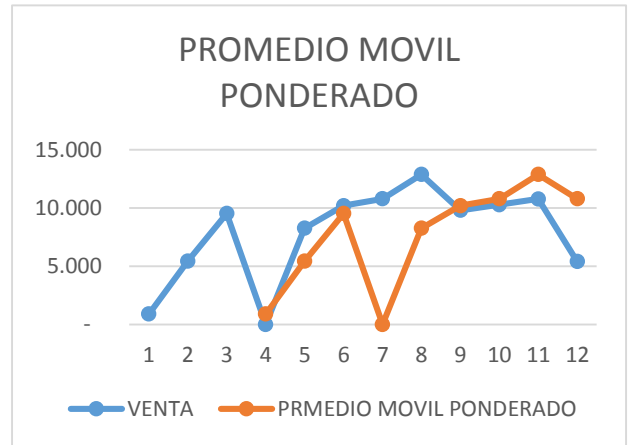
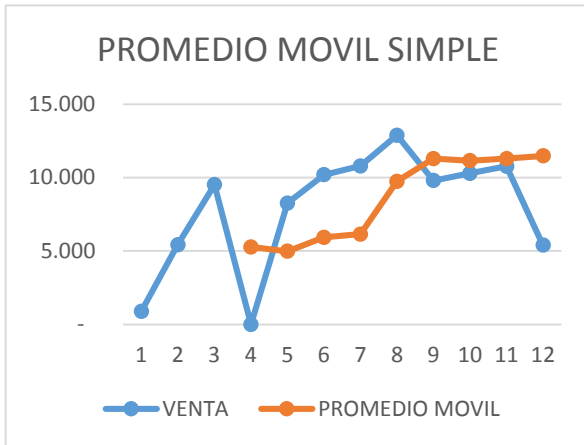
ERROR MEDIO	
MAD PMS	6158
MAD PMP	6330
MAD SUV EXP	4481
MAD SUV DOBL	4188
MAD REG LIN	4167
MAD ACTUAL	7904

Figura 3-13. PRODUCTO PT042



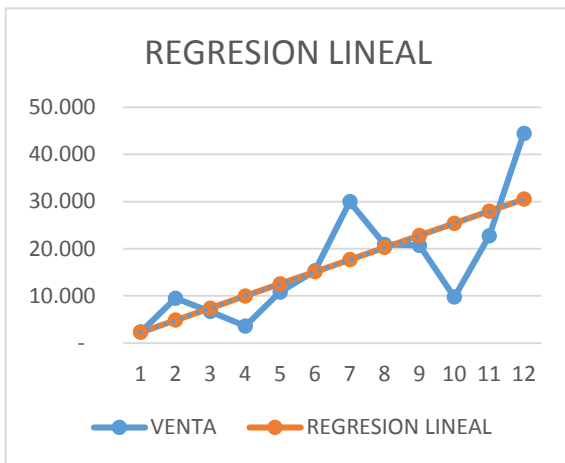
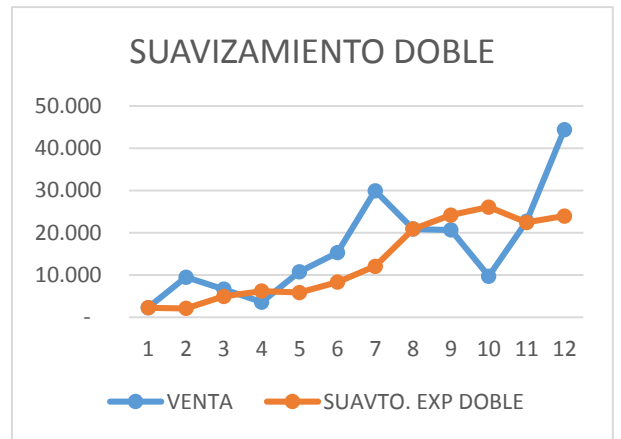
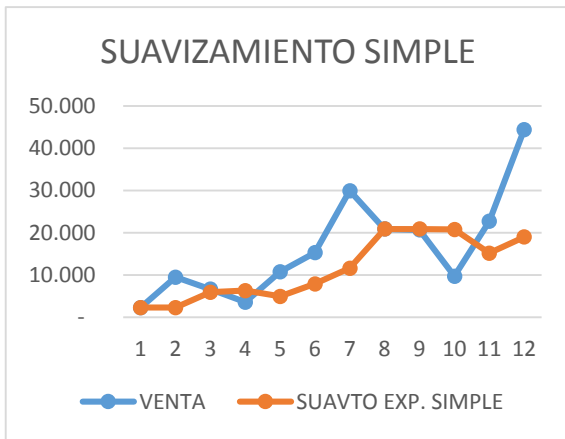
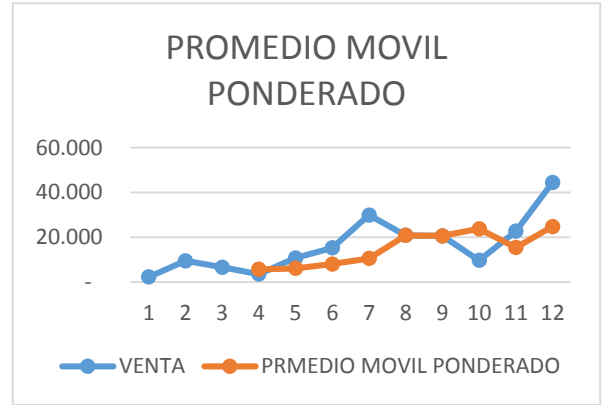
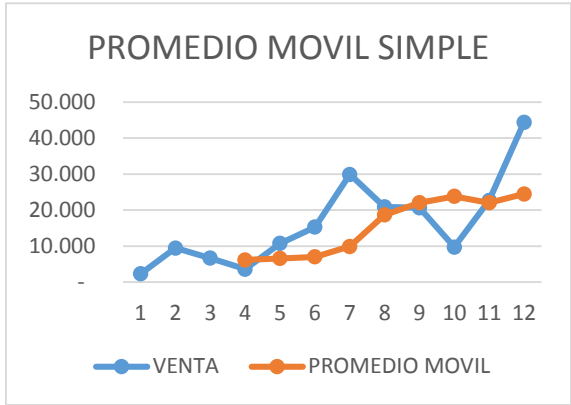
ERROR MEDIO	
MAD PMS	4436
MAD PMP	4184
MAD SUV EXP	4381
MAD SUV DOBL	3907
MAD REG LIN	4040
MAD ACTUAL	4679

Figura 3-14. PRODUCTO PT045



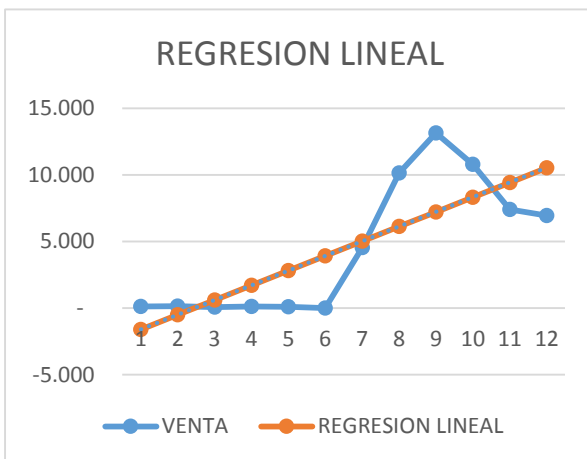
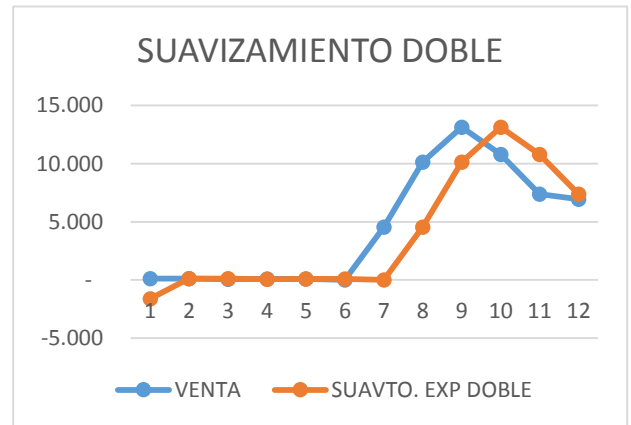
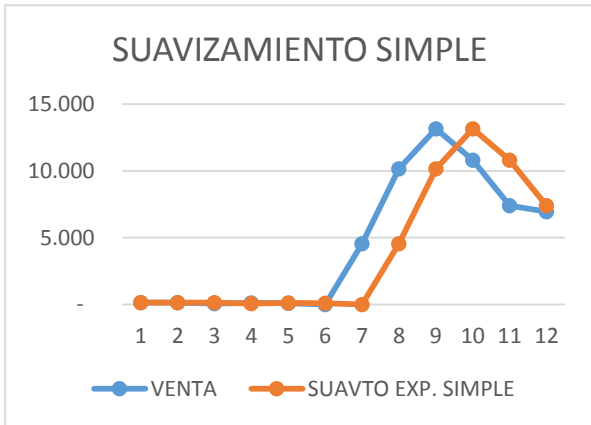
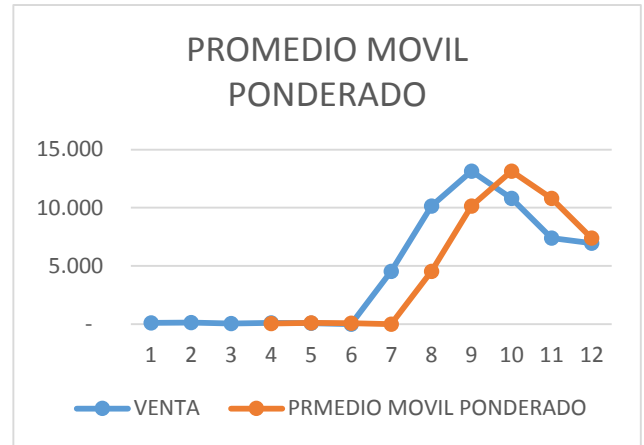
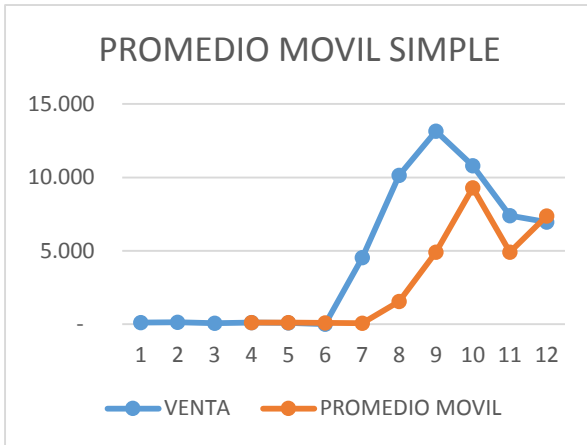
ERROR MEDIO	
MAD PMS	3285
MAD PMP	3135
MAD SUV EXP	3320
MAD SUV DOBL	2937
MAD REG LIN	2635
MAD ACTUAL	3519

Figura 3-15. PRODUCTO PTO47



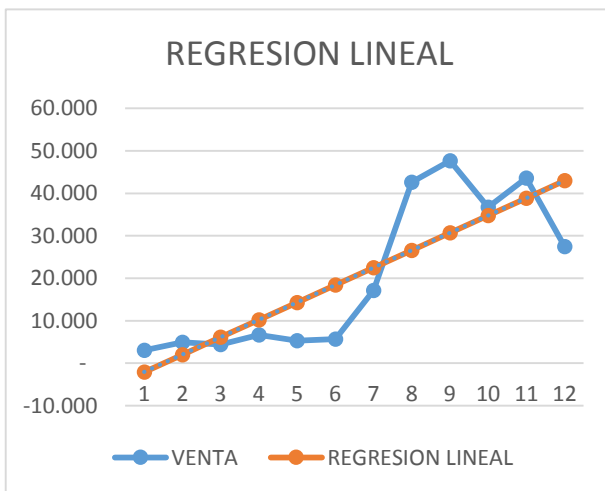
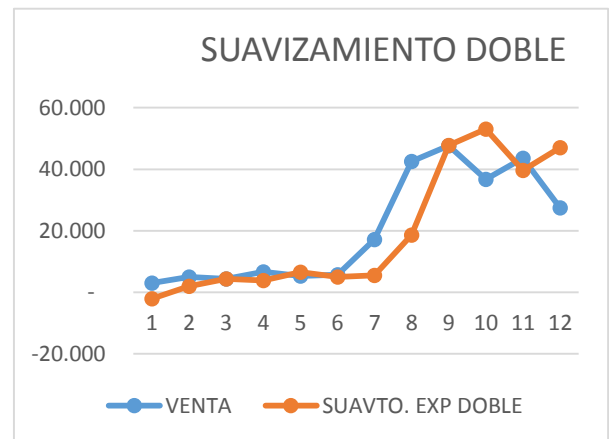
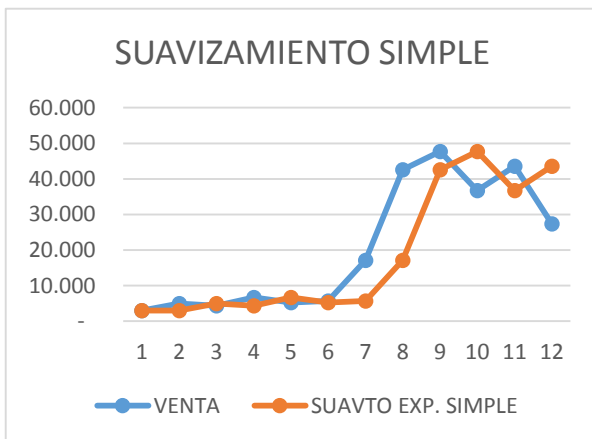
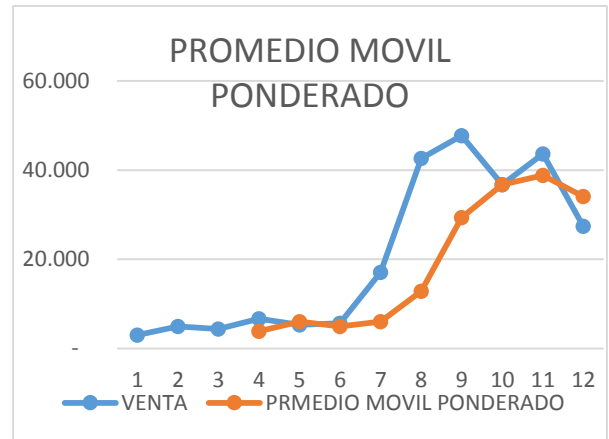
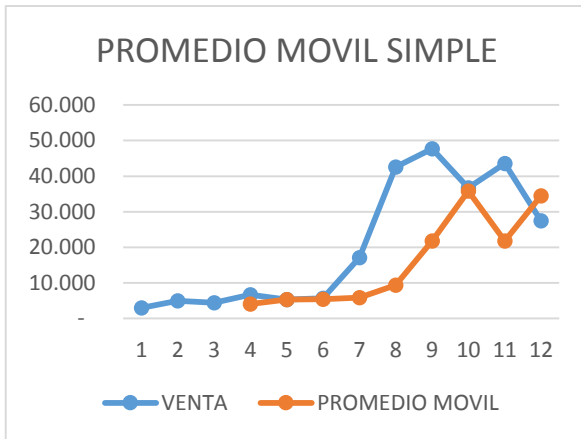
ERROR MEDIO	
MAD PMS	8149
MAD PMP	8259
MAD SUV EXP	7197
MAD SUV DOBL	6840
MAD REG LIN	5295
MAD ACTUAL	10828

Figura 3-16. PRODUCTO PTO55



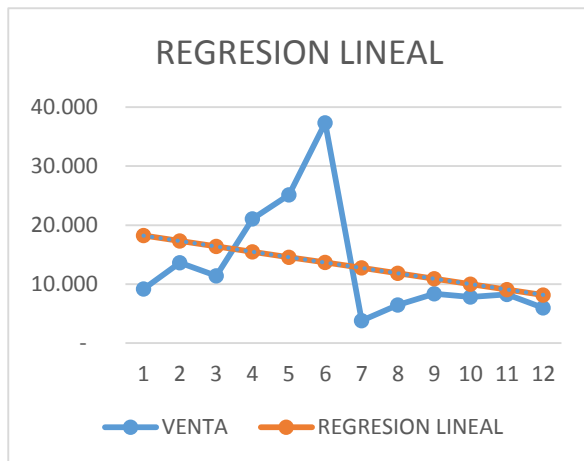
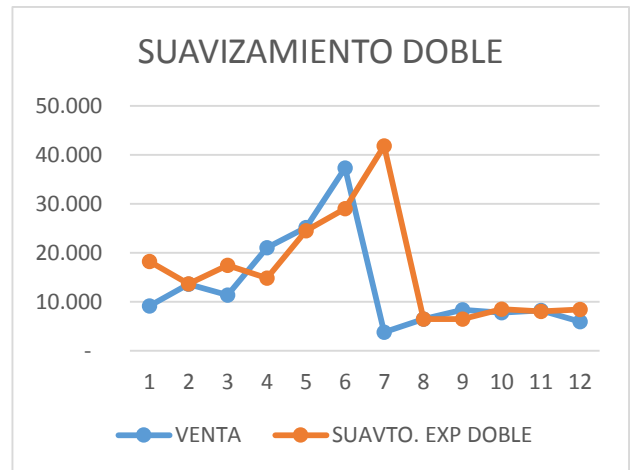
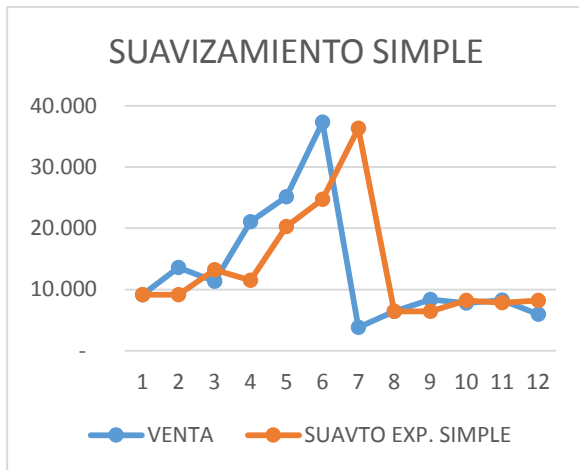
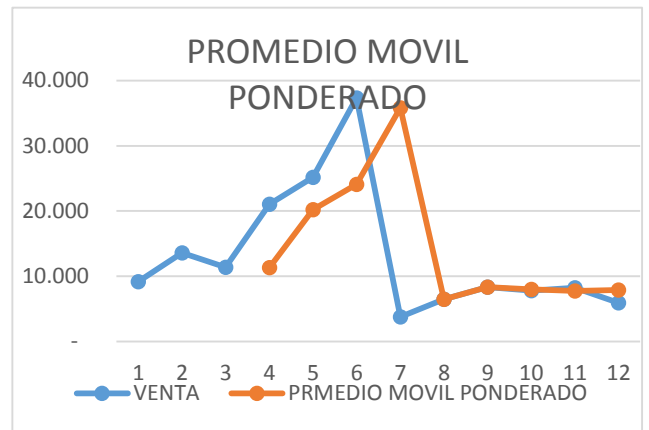
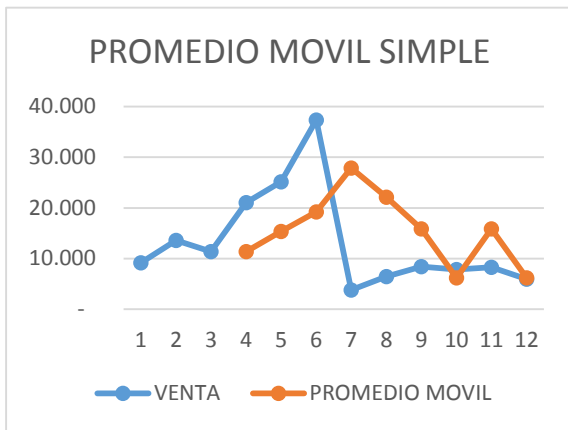
ERROR MEDIO	
MAD PMS	2875
MAD PMP	2166
MAD SUV EXP	1630
MAD SUV DOBL	1774
MAD REG LIN	2469
MAD ACTUAL	1422

Figura 3-17. PRODUCTO PT056



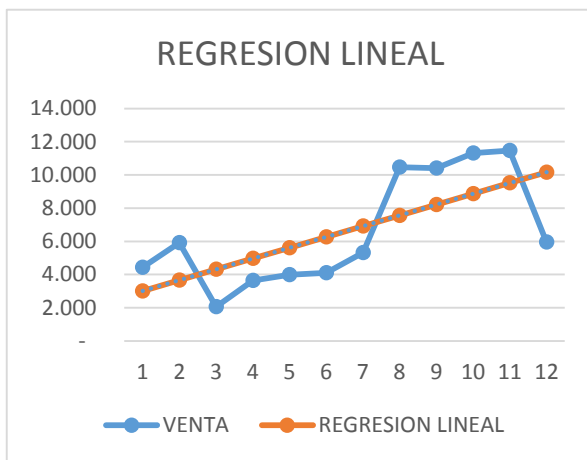
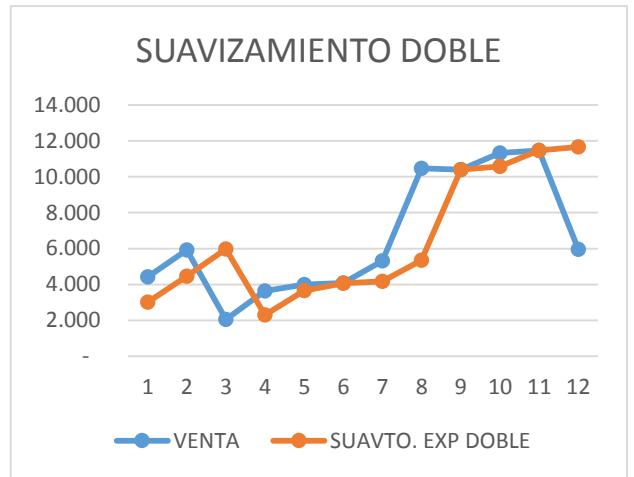
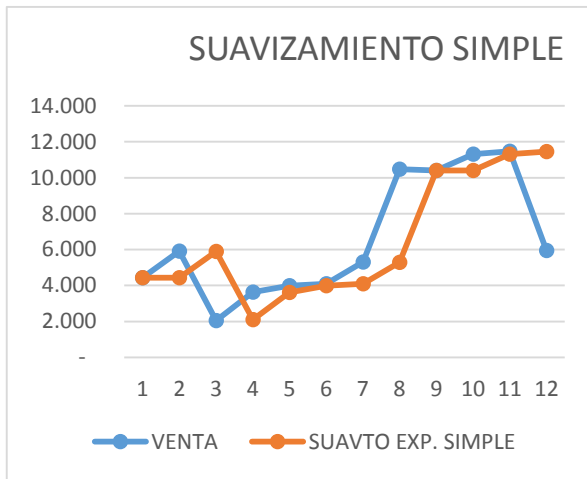
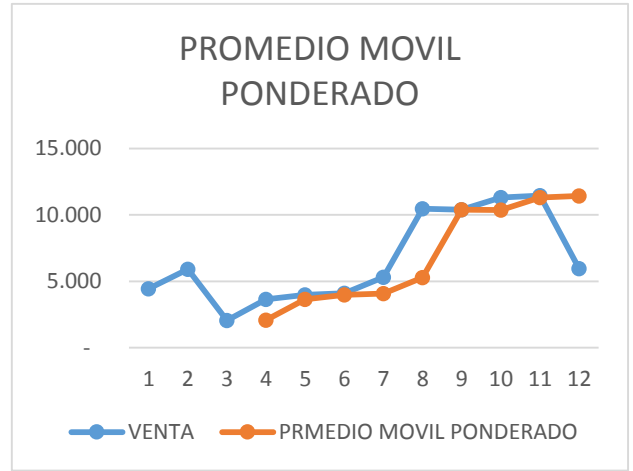
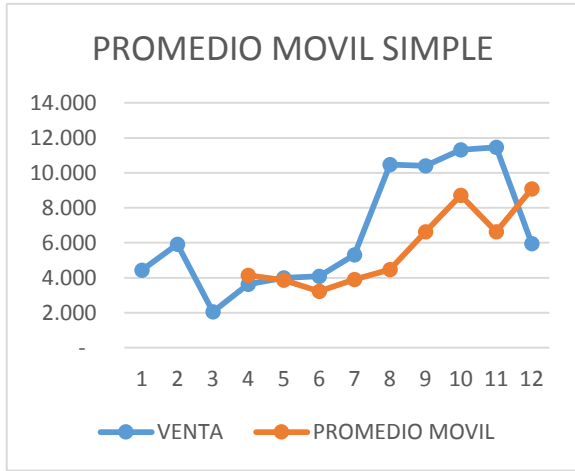
ERROR MEDIO	
MAD PMS	11433
MAD PMP	8314
MAD SUV EXP	6882
MAD SUV DOBL	8028
MAD REG LIN	7965
MAD ACTUAL	7122

Figura 3-18. PRODUCTO PT057



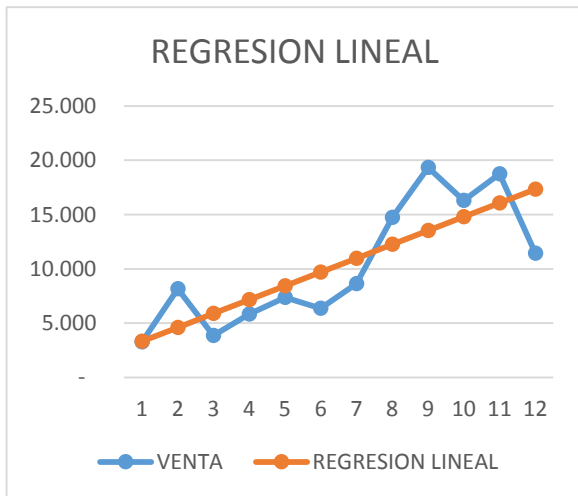
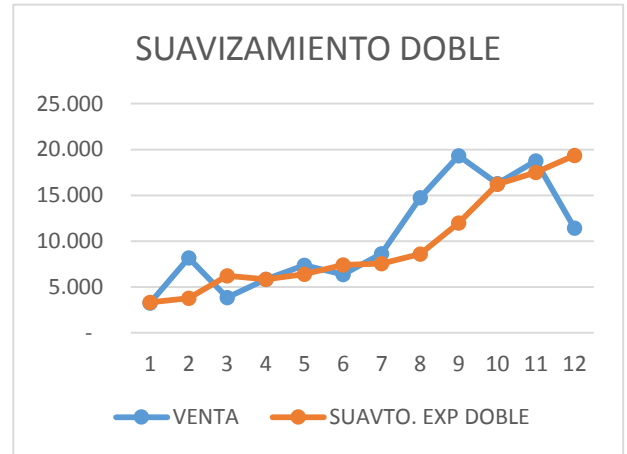
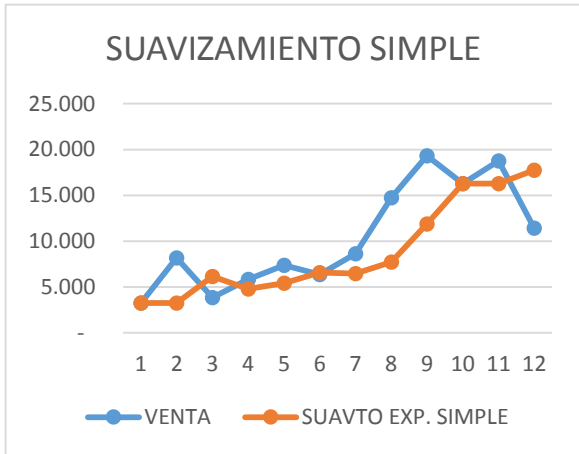
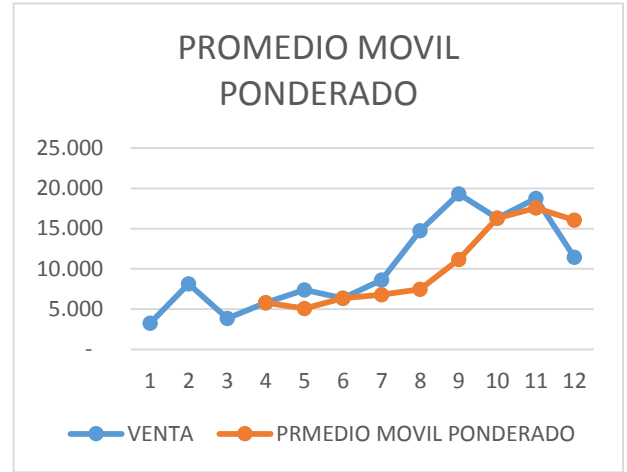
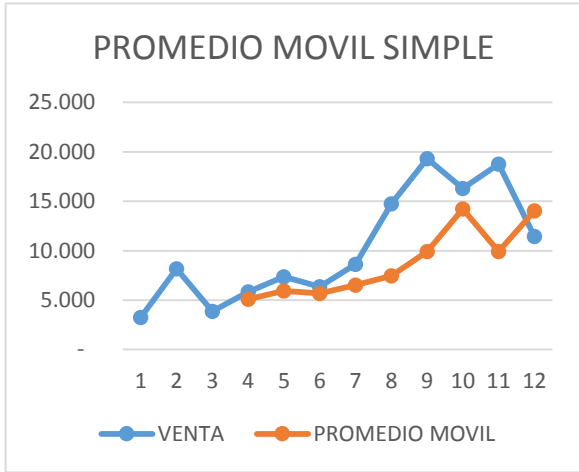
ERROR MEDIO	
MAD PMS	10473
MAD PMP	6958
MAD SUV EXP	5903
MAD SUV DOBL	6459
MAD REG LIN	6642
MAD ACTUAL	4641

Figura 3-19. PRODUCTO PT058



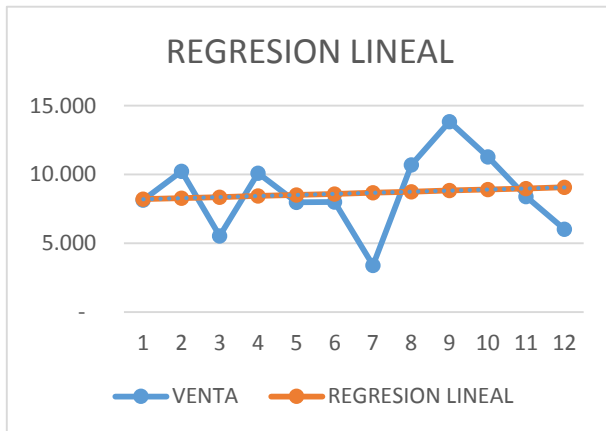
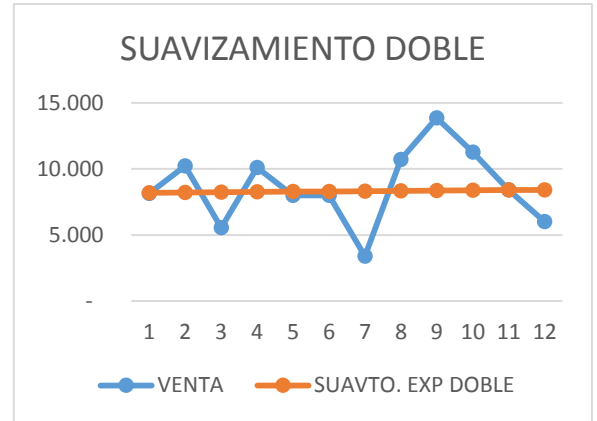
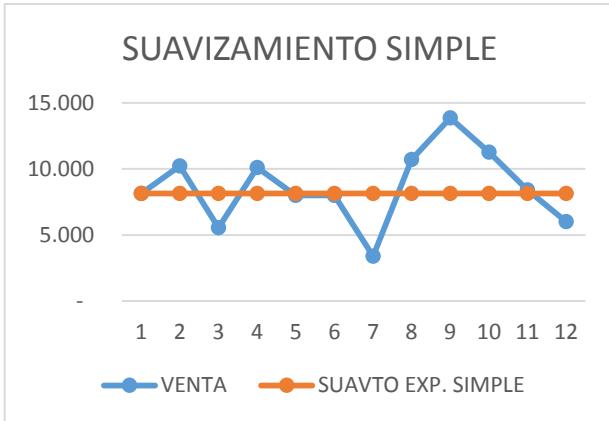
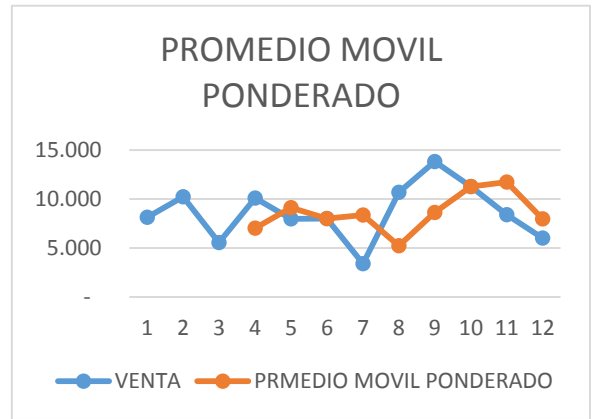
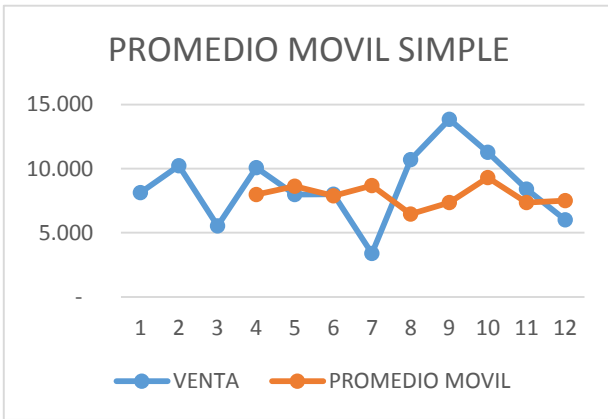
MAD PMS	2581
MAD PMP	1665
MAD SUV EXP	1695
MAD SUV DOBL	1832
MAD REG LIN	2197
MAD ACTUAL	0

Figura 3-20. PRODUCTO PT059



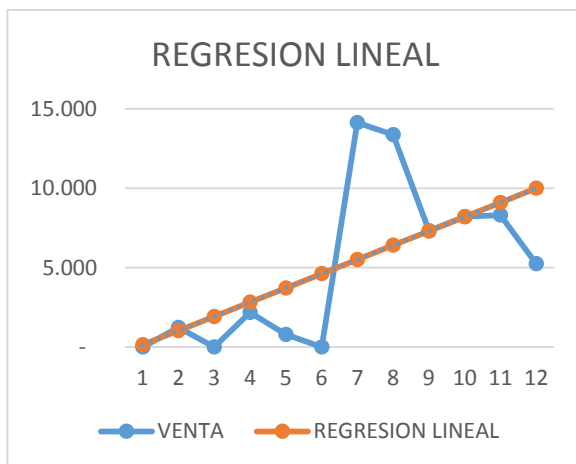
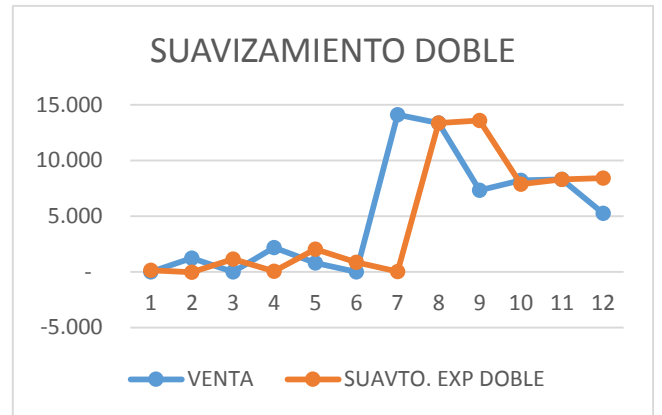
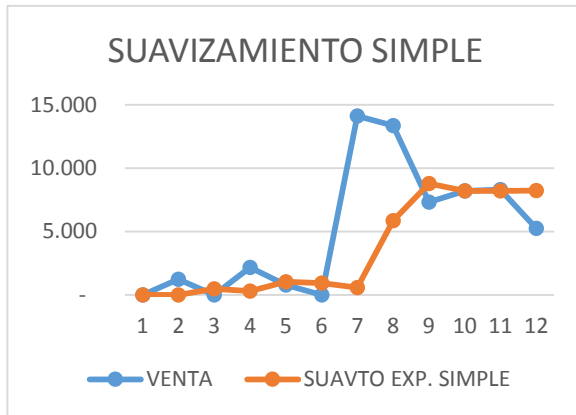
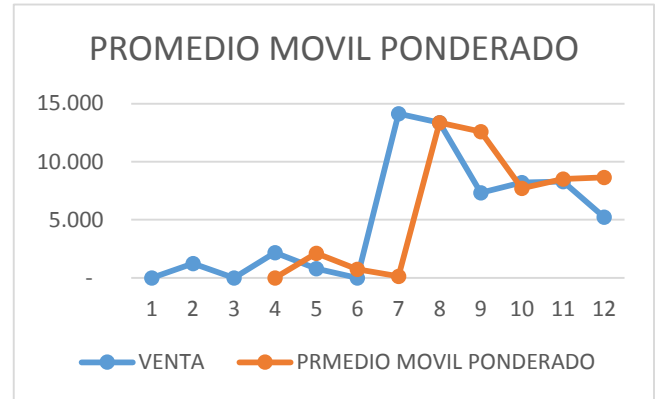
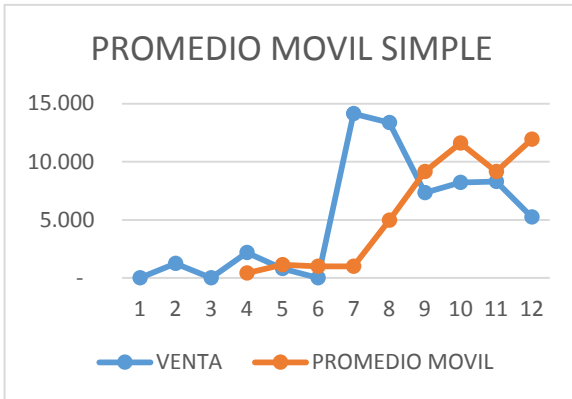
ERROR MEDIO	
MAD PMS	3903
MAD PMP	2811
MAD SUV EXP	2983
MAD SUV DOBL	2817
MAD REG LIN	2673
MAD ACTUAL	3387

Figura 3-21. PRODUCTO PT060



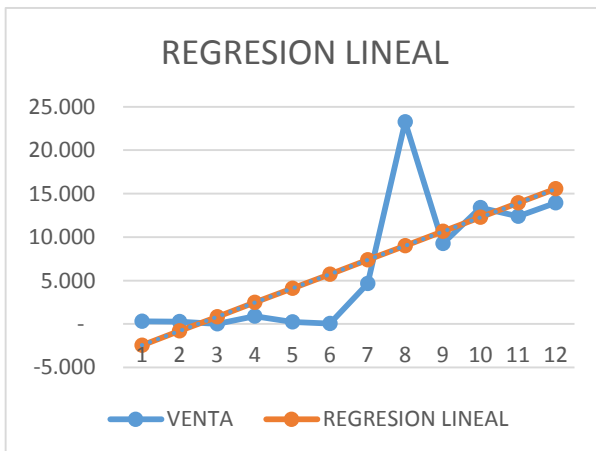
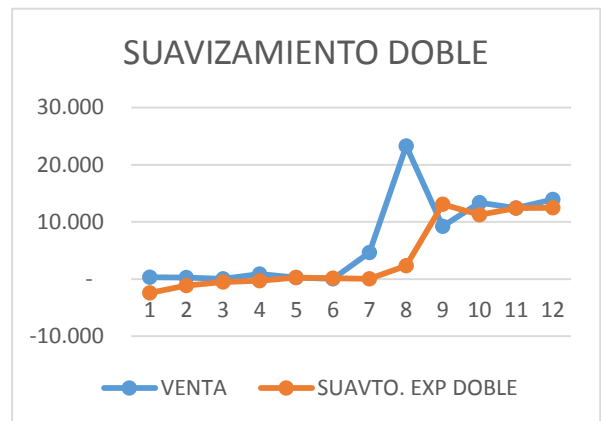
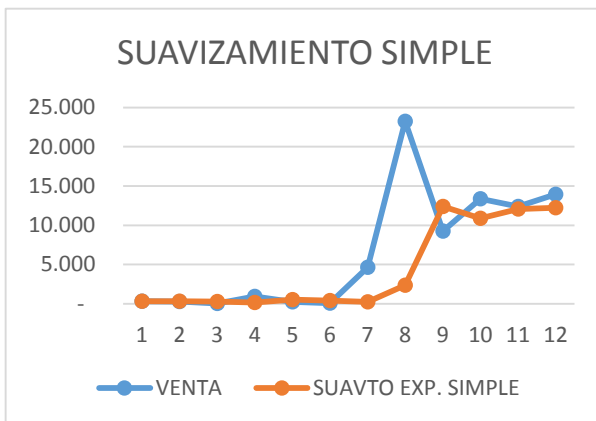
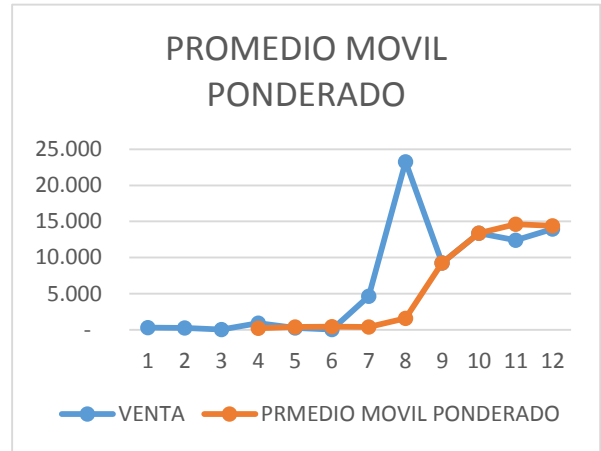
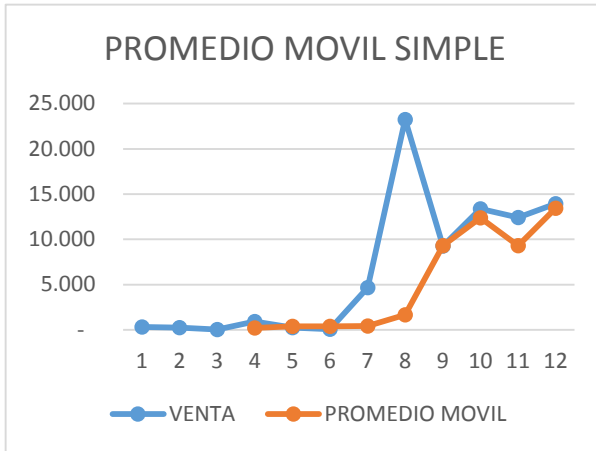
ERROR MEDIO	
MAD PMS	2598
MAD PMP	2799
MAD SUV EXP	2122
MAD SUV DOBL	2321
MAD REG LIN	2155
MAD ACTUAL	2844

Figura 3-22. PRODUCTO PT065



ERROR MEDIO	
MAD PMS	4155
MAD PMP	3070
MAD SUV EXP	2533
MAD SUV DOBL	2926
MAD REG LIN	2631
MAD ACTUAL	1939

Figura 3-23. PRODUCTO PT070



ERROR MEDIO	
MAD PMS	3524
MAD PMP	3316
MAD SUV EXP	2891
MAD SUV DOBL	3484
MAD REG LIN	3193
MAD ACTUAL	3972

3.4.4 Fase 4: Comparación De Resultados

Una vez aplicada la herramienta a los 17 productos escogidos para estudio, se procede a tabular los resultados obtenidos para cada modelo de pronóstico. Se tabula el error por desviación de la Media Aritmética y se resalta en color verde el menor error calculado en la herramienta.

Tabla 3.10. Resumen De Error En La Modelación De Los Productos Tipo A.
Fuente: Autores

PRODUCTO	ERROR POR DESVIACION MEDIA ARITMETICA (MAD)					
	PMS	PMP	SUAV EXP	SUAV EXP DOBLE	REG LINEAL	MODELO ACTUAL
PT006	4202	3032	3546	3236	2522	4787
PT012	12943	12651	12847	11610	10414	9343
PT015	3031	1943	2193	2064	1593	6186
PT024	12652	11208	8618	9459	8264	15967
PT025	8149	8259	7197	7862	5295	2493
PT026	6158	6330	4481	4188	4167	7904
PT042	4436	4184	4381	3907	4040	4679
PT045	3285	3135	3320	2937	2635	3519
PT047	8149	8259	7197	6840	5295	10282
PT055	2875	2166	1630	1774	2469	1422
PT056	11433	8314	6882	8028	7965	7122
PT057	10473	6958	5903	6459	6642	4641
PT058	2581	1665	1695	1832	2197	2577
PT059	3903	2811	2983	2817	2673	3387
PT060	2598	2799	2122	2321	2155	2844
PT065	4155	3070	2533	2926	2631	1939
PT070	3524	3316	2891	3484	3193	3972

3.5. CONCLUSION

Luego de realizar la modelación de los 17 productos tipo A, con el uso de la herramienta desarrollada, se obtuvo que para 12 de ellos existe un modelo

cuantitativo que permite disminuir el error que presenta el modelo usado actualmente por la empresa (ver tabla 3.10), pero para los 5 productos tipo A restantes se encontró que la manera como se están pronosticando hoy en día, presenta un menor error que cualquiera de los modelos cuantitativos escogidos para este estudio.

Lo que se pudo demostrar con esta herramienta es que efectivamente el comportamiento de la venta de los productos de la línea de estudio, si corresponde a comportamientos que presentan un patrón que se puede describir con algún modelo matemático; aunque no se puede desconocer por completo el uso de modelos cualitativos en la empresa de estudio, ya que existen productos que su comportamiento real está muy cercano al comportamiento que muestran los modelos cuantitativos, por lo cual es importante tener en cuenta la opinión de la fuerza de venta, que en ocasiones puede conocer de negocios puntuales que generan variaciones muy bruscas en las ventas, las cuales no se pueden predecir con modelos cuantitativos.

Para el próximo capítulo se realizara una validación del uso de la herramienta pronosticando los periodos correspondientes al primer trimestre del año 2017, además de cuantificar en que porcentaje se presenta una mejora con el uso de la herramienta.

CAPITULO 4

VALIDACION Y CONCLUSIONES DEL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

4.1. INTRODUCCIÓN

Dado, que el objetivo general de este trabajo de grado, pretende el diseño de una herramienta de pronóstico que permita mejorar la exactitud del sistema de actual en una línea de producción, se requiere realizar una serie de validaciones que corroboren que realmente dicha herramienta permite generar una mejora. Por lo tanto, en este capítulo se podrán encontrar las respectivas validaciones realizadas para la confirmación del buen funcionamiento de la herramienta.

Otro punto importante es poder cuantificar que tanta mejora se presenta al aplicar la herramienta a la línea de producción estudiada, además verificar si los resultados dados por la herramienta se mantienen constantes con el paso del tiempo.

En este capítulo también se encontrarán las conclusiones generales del trabajo y las recomendaciones que se consideren necesarias con relación al desarrollo del tema.

4.2. VALIDACION DE RESULTADOS GENERADOS POR LA HERRAMIENTA

Antes de llegar a medir el porcentaje de mejora ocasionado por la herramienta es importara corroborar su funcionamiento y si sus resultados realmente presentan una mejoría en la precisión del pronóstico, para ello se procederá en primer lugar a tomar los valores de ventas y pronóstico, de los 12 periodos comprendidos entre el mes de enero del 2016 al mes de diciembre del 2016, dichos datos se introdujeron a la herramienta, para realizar los cálculos que permitieran seleccionar el modelo que presentara el menor valor de desviación media aritmética (MAD) para cada producto.

Los resultados de estos cálculos que se resumieron en la tabla 3.10, donde se puede apreciar que, para los 17 productos calculados, existen 15 productos que se pueden cambiar de un modelo de pronóstico cualitativo a un modelo cuantitativo.

Después se procede a trabajar con los datos de venta y pronostico del mes de enero de 2017, los mismos se introducen a la base de datos de la herramienta, se vuelve a realizar los cálculos para 12 periodos, pero en este caso de febrero de 2016 a enero de 2017, para calcular los menores valores del MAD para cada producto, los resultados de estos cálculos se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Resumen De MAD En La Modelación De Los Productos Tipo A.
Fuente: Autores

PERIODOS DE FEBRERO A ENERO						
ERROR POR DESVIACION MEDIA ARITMETICA (MAD)						
PRODUCTO	PMS	PMP	SUAV EXP	SUAV EXP DOBLE	REG LINEAL	MODELO ACTUAL
PT006	3423	3197	3426	2723	2439	5243
PT012	17829	15215	12082	11700	11582	10645
PT015	3367	2970	2985	2712	2306	6657

PT024	15056	15056	11424	12729	8763	15986
PT025	2477	1745	2320	1754	1758	2441
PT026	7863	7863	6222	5484	5352	8268
PT042	4536	4268	4405	3902	4023	4750
PT045	2570	2479	2759	2328	2487	3409
PT047	9430	8895	7075	6205	5563	10191
PT055	3443	2258	1702	1762	2477	1664
PT056	11505	11069	8642	9066	7398	8636
PT057	8903	6154	7651	6070	6072	4793
PT058	2116	1560	1621	1883	1849	2839
PT059	3541	3052	2795	2714	2913	3599
PT060	3602	3049	2776	2604	2479	2860
PT065	3576	2991	2487	2877	2900	2026
PT070	3834	3701	3024	3150	3051	3994

En la tabla anterior se puede apreciar que con los nuevos datos, siguen existiendo 4 artículos cuyo mejor modelo es el cualitativo y 13 productos que presenta un mayor exactitud de pronóstico si se utilizan modelos cuantitativos.

Nuevamente se repite el procedimiento, pero en esta ocasión se introducen los datos de febrero de 2017 y se manejan cálculos para 12 periodos comprendidos entre marzo de 2016 a febrero de 2017, los resultados de estos nuevos cálculos se resumen en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Resumen De MAD En La Modelación De Los Productos Tipo A.
Fuente: Autores

PERIODOS DE MARZO A FEBRERO						
ERROR POR DESVIACION MEDIA ARITMETICA (MAD)						
PRODUCTO	PMS	PMP	SUAV EXP	SUAV EXP DOBLE	REG LINEAL	MODELO ACTUAL
PT006	2931	2762	3247	2588	2480	5241
PT012	17062	15623	12345	11494	11399	10429
PT015	4591	3355	3236	3160	3116	7307

PT024	18202	17400	11905	12167	10089	16462
PT025	2616	1838	1671	1809	1797	2485
PT026	8619	7971	7080	5520	5545	8850
PT042	4158	4054	3368	3379	2895	3988
PT045	2262	1941	2113	2365	2367	3470
PT047	10514	9988	8170	7343	6116	11782
PT055	3529	2392	1798	2946	2682	1810
PT056	12691	11173	8682	8855	7066	14648
PT057	8157	5905	6798	5865	6170	4664
PT058	2211	1705	1442	1615	1697	3194
PT059	3504	2822	2702	2526	2847	3276
PT060	3576	3127	2627	2580	2429	2936
PT065	3728	3074	2566	3302	3339	1872
PT070	3987	3853	3104	3166	3383	3725

Para esta corrida de datos se puede apreciar que 3 productos presentan al modelo cualitativo como su mejor opción y 14 presentan a un modelo cuantitativo como una mejor opción para pronosticar.

Observando las 3 corridas anteriores se puede apreciar que el comportamiento de la herramienta es consistente con el paso del tiempo, por lo cual se puede utilizar como una buena opción para el momento de pronosticar los periodos de un futuro al corto plazo.

Habiendo validado la consistencia del comportamiento de la herramienta, se pasa a calcular el porcentaje de mejora generado por la misma, esto se hace calculando tomando el valor del MAD calculado por la herramienta para cada uno de los productos para la corrida del primer grupo de datos, y comparando con el MAD que se genera por el método cualitativo para la misma corrida de datos.

Para los datos de enero a diciembre se tiene el resumen que aparece en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Comparación Desviación MAD Enero-Diciembre.
Fuente: Autores

COMPARACION DE DESVIACION ENERO-DICIEMBRE			
	MAD HTA	MAD ACTUAL	%MEJORA
PT006	2522	4787	47%
PT012	9343	9343	0%
PT015	1593	6186	74%
PT024	8264	15967	48%
PT025	2493	2493	0%
PT026	4167	7904	47%
PT042	3907	4679	16%
PT045	2635	3519	25%
PT047	5295	10282	49%
PT055	1422	1422	0%
PT056	6882	7122	3%
PT057	4641	4641	0%
PT058	1665	2577	35%
PT059	2673	3387	21%
PT060	2122	2844	25%
PT065	1939	1939	0%
PT070	2891	3972	27%
PORCENTAJE DE MEJORA			25%

De la tabla anterior se puede ver que para el primer grupo de datos se presenta una mejora de 25% al utilizar la herramienta de pronóstico.

Los cálculos se repiten, pero en esta ocasión para los datos del periodo comprendido entre el mes de febrero del 2016 y enero del 2017, el resumen de resultados se puede apreciar en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Comparación Desviación MAD Febrero-Enero.
Fuente: Autores

COMPARACION DE DESVIACION FEBREO -ENERO			
	MAD HTA	MAD ACTUAL	%MEJORA
PT006	2439	5243	53%
PT012	10645	10645	0%
PT015	2306	6657	65%
PT024	8763	15986	45%
PT025	1745	2441	29%
PT026	5352	8268	35%
PT042	3902	4750	18%
PT045	2328	3409	32%
PT047	5563	10191	45%
PT055	1664	1664	0%
PT056	7398	8636	14%
PT057	4793	4793	0%
PT058	1560	2839	45%
PT059	2714	3599	25%
PT060	2479	2860	13%
PT065	2026	2026	0%
PT070	3024	3994	24%
PORCENTAJE DE MEJORA			26%

Para la anterior corrida de cálculos de este segundo grupo de datos se puede apreciar que la mejora global presentada es del 26%, lo que nos muestra que el porcentaje de mejora generado por la herramienta parece ser constante.

Para continuar con la verificación se realizará el mismo ejercicio para el tercer grupo de datos, los comprendidos entre marzo del 2016 y febrero de 2017, el resumen de los cálculos para este periodo de datos se encuentra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Comparación Desviación MAD Marzo-Febrero.
Fuente: Autores

COMPARACION DE DESVIACION MARZO -FEBRERO			
	MAD HTA	MAD ACTUAL	%MEJORA
PT006	2480	5241	53%
PT012	10429	10429	0%
PT015	3116	7307	57%
PT024	10089	16462	39%
PT025	1671	2485	33%
PT026	5520	8850	38%
PT042	3379	3988	15%
PT045	1941	3470	44%
PT047	6116	11782	48%
PT055	1798	1810	1%
PT056	7066	14648	52%
PT057	4664	4664	0%
PT058	1442	3194	55%
PT059	2526	3276	23%
PT060	2429	2936	17%
PT065	1872	1872	0%
PT070	3104	3725	17%
PORCENTAJE DE MEJORA			29%

De los 3 resultados anteriores se puede concluir que la herramienta efectivamente si presenta una mejora en el proceso de pronóstico, dicha mejora se puede decir que se encuentra en el orden del 26,5%.

4.3. CONCLUSIONES

4.3.1. Cumplimiento Del Objetivo General.

Dado que el objetivo principal del trabajo correspondía al diseño de una herramienta de pronóstico para disminuir el error que se presenta por el uso de modelos cualitativos, en una empresa del sector productor de aceites vegetales, se pudo concluir que se logró cumplir a cabalidad, ya que la herramienta diseñada realiza una serie de cálculos y comparaciones internas, para arrojar como resultado un modelo matemático que describe el comportamiento histórico de los productos seleccionados, prestando una variación de resultados menor que la que se tiene actualmente, al comparar el valor pronosticado versus el valor de venta real. Se ha logrado mostrar que con esta herramienta se pueden obtener mejoras significativas en los valores de pronósticos que alcanzan un aproximado de un 26%, lo cual cumple con la intención inicial de esta investigación.

4.3.2. Cumplimiento De Los Objetivos Específicos.

- Se realizó un diagnóstico bastante completo de la metodología de pronóstico utilizada en la empresa objeto de estudio, pudiendo determinar con gran claridad que en la actualidad se utilizan los métodos de tipo cualitativo para el 100% de los pronósticos que se realizan en la empresa, razón por la cual se ha visto afectada la asertividad del forecast, dado que se está apostando por seguir la opinión de la fuerza de ventas y se ha llegado a un valor del 35% de aciertos en el forecast, lo que terminó generando esta investigación.

- Después de realizar el análisis comparativo de los modelos cuantitativos para la escogencia de los que aplicarían para el diseño de la herramienta, se llegó a la selección de modelos que realmente no son muy complejos, esto se debió a unos parámetros de selección utilizados, que llevaron a la conclusión que para el comportamiento de los productos de estudio los 5

modelos seleccionados podían trabajar de forma muy efectiva y alcanzar los resultados buscados, lo cual se demostró durante la etapa de validación.

- Se definió la herramienta bajo una estructura bastante clara y sencilla, definiendo los módulos que conforman la misma y entendido el proceso que se realiza en cada uno de los ellos, buscando que la interacción con el usuario sea bastante didáctica y que no se requiera ningún nivel muy alto en el uso de herramientas informáticas, esto con el fin de que cualquier planeador de producción pueda interactuar con la herramienta fácilmente y que tampoco deba ser un experto en pronósticos para entender los resultados arrojados por dicha herramienta.
- Durante el proceso de validación de la herramienta se pudo llegar a encontrar los resultados esperados para el funcionamiento de la misma, se encontró que el comportamiento de la herramienta se mantiene constante con el paso del tiempo lo que confirma el buen funcionamiento de la misma, además el porcentaje de mejora durante la validación se mantuvo entre el 25% y el 28%, por lo cual se concluye que con el uso de esta herramienta se puede encontrar y mantener una mejora significativa en el proceso de pronóstico.

5. BIBLIOGRAFIA

Anderson D. Sweeney D, Williams, T (2004). Estadísticas Para Administración y Economía. USA: Gengage Learning.

Ballou, R. H. (2004). Logística. Administración de la Cadena de Suministro. México: Pearson Prentice Hall.

Botero J, Alvarez N (2013). Caracterización de la Gestión de Pronóstico Empresarial. Tesis de Grado.

Chapman S. (2006) Planificación y Control De La Producción. México: Pearson Educación.

Chase, R. B., Jacobs, R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros. Distrito Federal, México: Mc Graw Hill.

Everet. Adam, e. a. (1991). Administración de la Producción y Operaciones. México: Prentice Hall.

Gaither, N. Frazier, G. (1999) Administración De Producción y Operaciones. USA: International Thomson.

Hanke, John E, and Arthur G Reitsch. Pronósticos en los negocios. México: Prentice Hall, 1996.

Heizer, Jay, and Barry Render(2004). Principios de administración de operaciones. 5. México: Pearson Educación.

Izar Landeta, Juan Manuel. Fundamentos de la investigación de operaciones para administración. México: Editorial Universitaria Potosina, 1996.

Macías Calvario, (2007), "Metodología para calcular el pronóstico de la demanda y una medición de su precisión, en una empresa de autopartes: Caso de estudio." México: Instituto Politécnico Nacional.

Nahmias, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/promedio-m%C3%B3vil-ponderado/>

<https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/el-ciclo-de-vida-del-producto-en-marketing-lectura.pdf>

ANEXO 1

CLASIFICACION DE PRODUCTOS TIPO A B C

CLASIFICACION DE LA VENTA TIPO ABC

DESCRIPCION	VTA JUL	VTA AGO	VTA SEP	VTA OCT	VTA NOV	VTA DIC	TOTAL VENTAS	PARTICIPACION	CLASIFICACION
PT012	279.577	468.365	599.229	581.335	379.208	359.985	2.667.699	9,75%	A 70, 6%
PT056	199.413	496.337	555.577	427.672	508.045	319.490	2.506.532	9,16%	
PT024	192.458	205.436	215.537	38.899	379.557	814.335	1.846.222	6,75%	
PT047	348.836	243.392	241.039	113.518	264.921	517.598	1.729.303	6,32%	
PT026	180.575	301.269	413.925	258.945	179.061	294.955	1.628.728	5,95%	
PT042	126.403	263.826	266.785	126.403	140.383	171.838	1.095.636	4,01%	
PT059	100.540	171.733	225.043	189.744	218.438	133.253	1.038.749	3,80%	
PT070	54.173	270.863	107.763	155.830	144.460	162.518	895.605	3,27%	
PT025	127.568	145.276	156.611	124.795	117.199	110.291	781.738	2,86%	
PT006	74.583	94.924	206.193	84.765	169.764	149.167	779.397	2,85%	
PT045	125.704	150.099	114.100	119.855	125.471	62.887	698.115	2,55%	
PT058	61.838	121.952	121.160	131.843	133.544	94.377	664.714	2,43%	
PT065	164.521	155.597	85.243	95.635	96.753	61.128	658.877	2,41%	
PT015	47.765	65.461	119.657	124.725	150.961	119.855	628.424	2,30%	
PT060	39.540	124.655	161.353	131.365	97.860	70.133	624.906	2,28%	
PT055	53.008	118.248	153.198	125.820	86.210	80.968	617.450	2,26%	
PT057	44.270	75.189	97.452	90.870	96.113	69.318	473.211	1,73%	
PT023	36.115	105.666	79.919	80.140	84.591	84.579	471.010	1,72%	B 19, 3%
PT021	96.241	102.508	73.861	72.277	58.308	60.941	464.136	1,70%	
PT080	81.550	125.575	96.695	38.026	68.747	34.729	445.321	1,63%	
PT020	78.125	90.288	71.589	50.911	78.230	58.914	428.056	1,56%	
PT046	38.480	49.769	92.186	56.875	91.499	84.544	413.354	1,51%	
PT014	46.006	35.323	69.725	66.114	99.608	76.040	392.815	1,44%	
PT041	80.571	65.846	57.586	52.448	56.701	68.549	381.701	1,40%	

PT066	53.171	36.243	46.227	60.964	100.947	72.207	369.759	1,35%
PT053	22.172	31.096	78.329	28.111	66.102	75.329	301.139	1,10%
PT038	67.675	56.083	43.862	54.475	39.552	36.954	298.601	1,09%
PT032	31.933	47.707	40.798	42.732	73.523	54.044	290.737	1,06%
PT074	19.234	31.455	40.193	123.781	36.698	23.987	275.348	1,01%
PT031	23.149	54.941	49.699	42.849	63.318	35.428	269.383	0,98%
PT001	63.737	17.580	59.601	26.667	41.660	59.287	268.533	0,98%
PT007	26.399	24.756	48.767	25.257	59.054	43.734	227.967	0,83%
PT033	27.471	40.682	30.535	26.504	52.996	48.126	226.313	0,83%
PT018	41.940	41.323	25.048	33.203	31.630	33.797	206.939	0,76%
PT029	25.409	19.339	31.385	50.608	29.847	36.896	193.483	0,71%
PT062	52.425	22.834	27.960	58.390	26.387	373	188.369	0,69%
PT005	11.767	23.067	35.358	34.437	43.128	39.610	187.367	0,69%
PT027	34.111	30.907	37.863	22.252	32.387	27.284	184.804	0,68%
PT064	26.527	62.362	31.024	33.214	25.572	839	179.538	0,66%
PT039	40.519	38.468	16.124	43.385	15.949	22.741	177.185	0,65%
PT078	19.213	18.302	9.052	37.548	24.616	24.815	133.546	0,49%
PT051	17.230	15.180	30.500	16.927	28.088	23.102	131.028	0,48%
PT036	20.085	25.467	14.271	15.728	25.117	17.674	118.341	0,43%
PT044	28.612	10.380	25.677	19.991	13.561	17.406	115.627	0,42%
PT019	22.718	24.046	20.388	8.039	9.670	15.961	100.819	0,37%
PT004	25.514	23.941	8.854	6.477	13.165	20.597	98.547	0,36%
PT022	18.058	41.544	23.300	583	6.175	6.990	96.648	0,35%
PT003	11.650	16.077	14.563	6.279	20.679	16.601	85.849	0,31%
PT017	4.893	13.398	14.446	5.126	9.670	10.718	58.250	0,21%
PT061	7.340	16.776	12.699	3.553	4.311	9.670	54.347	0,20%
PT081	14.411	6.408	12.873	2.260	6.990	5.825	48.767	0,18%
PT079	11.545	13.572	5.243	2.680	4.078	8.155	45.272	0,17%
PT016	4.182	874	8.388	7.200	10.170	4.940	35.754	0,13%
PT068	4.567	11.475	117	10.485	489	4.590	31.723	0,12%

C
9,9
%

PT054	1.495	179	1.596	1.049	1.375	1.363	7.056	0,03%	
-------	-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

ANEXO 2

PROGRAMACION EN VISUAL BASIC® DE LA HERRAMIENTA

PROGRAMACION DE LA HERRAMIENTA

Sub calculo12periodos()

'declaracion de variables

Dim T, Y As Integer

ThisWorkbook.Application.ScreenUpdating = False

Range("B2").FormulaR1C1 = "AÑO"

Range("B3").FormulaR1C1 = "PERIODO 1"

Range("B4").FormulaR1C1 = "PERIODO 2"

Range("B5").FormulaR1C1 = "PERIODO 3"

Range("B6").FormulaR1C1 = "PERIODO 4"

Range("B7").FormulaR1C1 = "PERIODO 5"

Range("B8").FormulaR1C1 = "PERIODO 6"

Range("B9").FormulaR1C1 = "PERIODO 7"

Range("B10").FormulaR1C1 = "PERIODO 8"

Range("B11").FormulaR1C1 = "PERIODO 9"

Range("B12").FormulaR1C1 = "PERIODO 10"

Range("B13").FormulaR1C1 = "PERIODO 11"

Range("B14").FormulaR1C1 = "PERIODO 12"

Range("C2").FormulaR1C1 = "VENTA"

'bucle para traer datos de las ventas de la hoja configuración

For T = 2 To 35

If UserForm2.ComboBox1.Text = Hoja23.Range("C" & T).Value And Hoja23.Range("D" & T).Value = "VENTAS" Then

Range("C3").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("E" & T).Value

Range("C4").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("F" & T).Value

Range("C5").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("G" & T).Value

Range("C6").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("H" & T).Value

Range("C7").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("I" & T).Value

Range("C8").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("J" & T).Value

Range("C9").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("K" & T).Value

Range("C10").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("L" & T).Value

Range("C11").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("M" & T).Value

Range("C12").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("N" & T).Value

Range("C13").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("O" & T).Value

Range("C14").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("P" & T).Value

Exit For

End If

Next

'formulas de las respectivas celdas de los calculos iniciales

Range("D2").FormulaR1C1 = "PROMEDIO MOVIL"

Range("D3").FormulaR1C1 = ""

Range("D4").FormulaR1C1 = ""

Range("D5").FormulaR1C1 = ""

Range("D6").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"

Range("D7").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"

Range("D8").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D9").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D10").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D11").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D12").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D13").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D14").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D15").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-1]+R[-2]C[-1]+R[-1]C[-1])/R18C2"
 Range("D1:F1").Merge
 Range("D1").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("D1").FormulaR1C1 = "PROMEDIO MOVIL"
 Range("E2").FormulaR1C1 = "ERROR PMS"
 Range("E3").FormulaR1C1 = ""
 Range("E4").FormulaR1C1 = ""
 Range("E5").FormulaR1C1 = ""
 Range("E6").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E7").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E8").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E9").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E10").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E11").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E12").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E13").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("E14").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-2]"
 Range("F2").FormulaR1C1 = "VALOR ABS PMS"
 Range("F3").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F4").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F5").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F6").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F7").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F8").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F9").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F10").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F11").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F12").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F13").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F14").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("F15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-9]C:R[-1]C)"
 Range("G1:I1").Merge
 Range("G1").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("G1").FormulaR1C1 = "PROMEDIO MOVIL PONDERADO"
 Range("G2").FormulaR1C1 = "PRMEDIO MOVIL PONDERADO"
 Range("G3").FormulaR1C1 = ""
 Range("G4").FormulaR1C1 = ""
 Range("G5").FormulaR1C1 = ""
 Range("G6").FormulaR1C1 = "=(R[-3]C[-4]*R21C2)+(R[-2]C[-4]*R22C2)+(R[-1]C[-4]*R23C2)"

Range("G7").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G8").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G9").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G10").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G11").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G12").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G13").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G14").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("G15").FormulaR1C1 = "="+([R-3]C[-4]*R21C2)+([R-2]C[-4]*R22C2)+([R-1]C[-4]*R23C2)"
 Range("H2").FormulaR1C1 = "ERROR PMP"
 Range("H3").FormulaR1C1 = ""
 Range("H4").FormulaR1C1 = ""
 Range("H5").FormulaR1C1 = ""
 Range("H6").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H7").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H8").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H9").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H10").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H11").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H12").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H13").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("H14").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-5]"
 Range("I2").FormulaR1C1 = "VALOR ABSOLUTO PMP"
 Range("I3").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I4").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I5").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I6").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I7").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I8").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I9").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I10").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I11").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I12").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I13").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I14").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("I15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-9]C:R[-1]C)"
 Range("J1:L1").Merge
 Range("J1").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("J1").FormulaR1C1 = "SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL"
 Range("J2").FormulaR1C1 = "SUAVTO EXP. SIMPLE"
 Range("J3").FormulaR1C1 = "="+RC[-7]"
 Range("J4").FormulaR1C1 = "="+([R30]C2*[R-1]C[-7])+(1-[R30]C2)*[R-1]C"
 Range("J5").FormulaR1C1 = "="+([R27]C2*[R-1]C[-7])+(1-[R27]C2)*[R-1]C"
 Range("J6").FormulaR1C1 = "="+([R27]C2*[R-1]C[-7])+(1-[R27]C2)*[R-1]C"
 Range("J7").FormulaR1C1 = "="+([R27]C2*[R-1]C[-7])+(1-[R27]C2)*[R-1]C"
 Range("J8").FormulaR1C1 = "="+([R27]C2*[R-1]C[-7])+(1-[R27]C2)*[R-1]C"

Range("J9").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J10").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J11").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J12").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J13").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J14").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("J15").FormulaR1C1 = "=(R27C2*R[-1]C[-7])+(1-R27C2)*R[-1]C"
 Range("K2").FormulaR1C1 = "ERROR SUAVTO"
 Range("K3").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K4").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K5").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K6").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K7").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K8").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K9").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K10").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K11").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K12").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K13").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("K14").FormulaR1C1 = "="+RC[-1]-RC[-8]"
 Range("L2").FormulaR1C1 = "VALOR ABS SUAVTO"
 Range("L3").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L4").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L5").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L6").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L7").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L8").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L9").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L10").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L11").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L12").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L13").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L14").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("L15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("L16").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-13]C:R[-2]C)"
 Range("M1:Q1").Merge
 Range("M1").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("M1").FormulaR1C1 = "SUAVIZAMIENTO DOBLE"
 Range("M2").FormulaR1C1 = "SUAVTO. EXP DOBLE"
 Range("M3").FormulaR1C1 = "=(R[32]C[-11]/R[33]C[-11]) +(R[31]C[-11]/R[33]C[-11])"
 Range("M4").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M5").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M6").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M7").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M8").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M9").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"

Range("M10").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M11").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M12").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M13").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M14").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("M15").FormulaR1C1 = "=R[-1]C[1]+R[-1]C[2]"
 Range("N2").FormulaR1C1 = "St"
 Range("N3").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*((R[32]C[-12]/R[33]C[-12])+(R[31]C[-12]/R[33]C[-12]))"
 Range("N4").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N5").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N6").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N7").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N8").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N9").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N10").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N11").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N12").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N13").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("N14").FormulaR1C1 = "=R30C2*RC[-11]+(1-R30C2)*(R[-1]C+R[-1]C[1])"
 Range("O2").FormulaR1C1 = "Bt"
 Range("O3").FormulaR1C1 = "=R31C2*((RC[-1]-R[32]C[-13]/R[33]C[-13]))+((1-R31C2)*(R[31]C[-13]/R[33]C[-13]))"
 Range("O4").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O5").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O6").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O7").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O8").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O9").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O10").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O11").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O12").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O13").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("O14").FormulaR1C1 = "=R31C2*(RC[-1]-R[-1]C[-1])+(1-R31C2)*R[-1]C"
 Range("P2").FormulaR1C1 = "ERROR SUVTO DOBLE"
 Range("P3").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P4").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P5").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P6").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P7").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P8").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P9").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P10").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P11").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P12").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("P13").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"

Range("P14").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]-RC[-13]"
 Range("Q2").FormulaR1C1 = "VALOR ABS"
 Range("Q3").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q4").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q5").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q6").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q7").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q8").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q9").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q10").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q11").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q12").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q13").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q14").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Q15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("Q16").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-11]C:R[-2]C)"
 Range("R1:Y1").Merge
 Range("R1").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("R1").Value = "REGRESION LINEAL"
 Range("R2").FormulaR1C1 = "REGRESION LINEAL"
 Range("R3").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R4").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R5").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R6").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R7").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R8").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R9").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R10").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R11").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R12").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R13").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R14").FormulaR1C1 = "=+R37C2+R38C2*RC[2]"
 Range("R15").FormulaR1C1 = "=R37C2+(R38C2*(R14C[2]+1))"
 Range("S15").FormulaR1C1 = "SUMAS"
 Range("S2").FormulaR1C1 = "PROXIMOS PERIODOS"
 Range("S3").FormulaR1C1 = "=+R[11]C[1]+1"
 Range("S4").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S5").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S6").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S7").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S8").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S9").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S10").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S11").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S12").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("S13").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"

Range("S14").FormulaR1C1 = "=+R[-1]C+1"
 Range("T2").FormulaR1C1 = "X"
 Range("T3").FormulaR1C1 = "1"
 Range("T4").FormulaR1C1 = "2"
 Range("T5").FormulaR1C1 = "3"
 Range("T6").FormulaR1C1 = "4"
 Range("T7").FormulaR1C1 = "5"
 Range("T8").FormulaR1C1 = "6"
 Range("T9").FormulaR1C1 = "7"
 Range("T10").FormulaR1C1 = "8"
 Range("T11").FormulaR1C1 = "9"
 Range("T12").FormulaR1C1 = "10"
 Range("T13").FormulaR1C1 = "11"
 Range("T14").FormulaR1C1 = "12"
 Range("T15").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("U2").FormulaR1C1 = "Y"
 Range("U3").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U4").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U5").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U6").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U7").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U8").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U9").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U10").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U11").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U12").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U13").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U14").FormulaR1C1 = "=+RC[-18]"
 Range("U15").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("V2").FormulaR1C1 = "X*Y"
 Range("V3").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V4").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V5").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V6").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V7").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V8").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V9").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V10").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V11").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V12").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V13").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V14").FormulaR1C1 = "=+RC[-2]*RC[-1]"
 Range("V15").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("W2").FormulaR1C1 = "X ^ 2"
 Range("W3").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W4").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"

Range("W5").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W6").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W7").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W8").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W9").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W10").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W11").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W12").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W13").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W14").FormulaR1C1 = "=+RC[-3]*RC[-3]"
 Range("W15").FormulaR1C1 = "=SUM(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("X2").FormulaR1C1 = "ERROR"
 Range("X3").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X4").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X5").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X6").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X7").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X8").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X9").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X10").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X11").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X12").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X13").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("X14").FormulaR1C1 = "=+RC[-6]-RC[-21]"
 Range("Y2").FormulaR1C1 = "VALOR ABS REG LINEAL"
 Range("Y3").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y4").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y5").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y6").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y7").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y8").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y9").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y10").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y11").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y12").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y13").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y14").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1])"
 Range("Y15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-12]C:R[-1]C)"
 Range("X23").FormulaR1C1 = "VENTAS"
 Range("X24").FormulaR1C1 = "=R3C3"
 Range("X25").FormulaR1C1 = "=R4C3"
 Range("X26").FormulaR1C1 = "=R5C3"
 Range("X27").FormulaR1C1 = "=R6C3"
 Range("X28").FormulaR1C1 = "=R7C3"
 Range("X29").FormulaR1C1 = "=R8C3"
 Range("X30").FormulaR1C1 = "=R9C3"

```

Range("X31").FormulaR1C1 = "=R10C3"
Range("X32").FormulaR1C1 = "=R11C3"
Range("X33").FormulaR1C1 = "=R12C3"
Range("X34").FormulaR1C1 = "=R13C3"
Range("X35").FormulaR1C1 = "=R14C3"
Range("Y23").FormulaR1C1 = "PRONOSTICO"
'bucle para traer datos de pronóstico de la hoja configuración
For Y = 2 To 35
If UserForm2.ComboBox1.Text = Hoja23.Range("C" & Y).Value And Hoja23.Range("D" & Y).Value
= "PRONOSTICO" Then
Range("Y24").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("E" & Y).Value
Range("Y25").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("F" & Y).Value
Range("Y26").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("G" & Y).Value
Range("Y27").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("H" & Y).Value
Range("Y28").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("I" & Y).Value
Range("Y29").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("J" & Y).Value
Range("Y30").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("K" & Y).Value
Range("Y31").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("L" & Y).Value
Range("Y32").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("M" & Y).Value
Range("Y33").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("N" & Y).Value
Range("Y34").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("O" & Y).Value
Range("Y35").FormulaR1C1 = Hoja23.Range("P" & Y).Value
Exit For
End If
Next
'restante de formulas pra la seccion de calculos iniciales
Range("Y36").FormulaR1C1 = "MAD ACTUAL"
Range("Z23").FormulaR1C1 = "ERROR"
Range("Z24").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z25").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z26").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z27").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z28").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z29").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z30").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z31").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z32").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z33").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z34").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z35").FormulaR1C1 = "=ABS(RC[-1]-RC[-2])"
Range("Z36").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-12]C:R[-1]C)"
'seccion de resumen
Range("E17").Value = "MAD"
Range("F17").Value = "E %"
Range("C15").FormulaR1C1 = "=AVERAGE(R[-12]C:R[-1]C)"
Range("F18").FormulaR1C1 = "=R15C6/R15C3"

```


Range("F19").FormulaR1C1 = "=R15C9/R15C3"
 Range("F20").FormulaR1C1 = "=R15C12/R15C3"
 Range("F21").FormulaR1C1 = "=R15C17/R15C3"
 Range("F22").FormulaR1C1 = "=R15C25/R15C3"
 Range("F23").FormulaR1C1 = "=R36C26/R15C3"
 Range("G17").Value = "Ft"
 Range("G18").FormulaR1C1 = "=R15C4"
 Range("G19").FormulaR1C1 = "=R15C7"
 Range("G20").FormulaR1C1 = "=R15C10"
 Range("G21").FormulaR1C1 = "=R15C13"
 Range("G22").FormulaR1C1 = "=R15C18"
 Range("D18").FormulaR1C1 = "MAD PMS"
 Range("D19").FormulaR1C1 = "MAD PMP"
 Range("D20").FormulaR1C1 = "MAD SUV EXP"
 Range("D21").FormulaR1C1 = "MAD SUV DOBL"
 Range("D22").FormulaR1C1 = "MAD REG LIN"
 Range("D23").FormulaR1C1 = "MAD ACTUAL"
 Range("E18").FormulaR1C1 = "=+R[-3]C[1]"
 Range("E19").FormulaR1C1 = "=+R[-4]C[4]"
 Range("E20").FormulaR1C1 = "=+R[-5]C[7]"
 Range("E21").FormulaR1C1 = "=R[-6]C[12]"
 Range("E22").FormulaR1C1 = "=+R[-7]C[20]"
 Range("E23").FormulaR1C1 = "=R[13]C[21]"
 Range("A17:B17").Merge
 Range("A17").HorizontalAlignment = xlCenter
 'seccion de datos interactivos
 Range("A17").FormulaR1C1 = "PROMEDIO MOVIL SIMPLE"
 Range("A18").FormulaR1C1 = "Numero de periodos"
 Range("B18").FormulaR1C1 = "3"
 Range("A20:B20").Merge
 Range("A20").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("A20").FormulaR1C1 = "PROMEDIO MOVIL PONDERADO"
 Range("A21").FormulaR1C1 = "Valor periodo 1"
 Range("A22").FormulaR1C1 = "Valor periodo 2"
 Range("A23").FormulaR1C1 = "Valor periodo 3"
 Range("A24").FormulaR1C1 = "TOTAL PONDERADO"
 Range("B24").FormulaR1C1 = "=SUM(R21C2:R23C2)"
 Range("A26:B26").Merge
 Range("A26").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("A26").FormulaR1C1 = "SUAVIZAMIENTO EXP. SIMPLE"
 Range("A27").FormulaR1C1 = " ALFA"
 Range("A29:B29").Merge
 Range("A29").HorizontalAlignment = xlCenter
 Range("A29").FormulaR1C1 = "SUAVIZAMIENTO EXP. DOBLE"
 Range("A30").FormulaR1C1 = "ALFA "
 Range("A31").FormulaR1C1 = "BETA"

```

Range("A33:B33").Merge
Range("A33").HorizontalAlignment = xlCenter
Range("A33").FormulaR1C1 = "REGRESION LINEAL"
Range("B34").FormulaR1C1 = "=R[-19]C[19]*R[-19]C[21]-R[-19]C[18]*R[-19]C[20]"
Range("B35").FormulaR1C1 = "=R[-21]C[18]*R[-20]C[20]-R[-20]C[18]*R[-20]C[19]"
Range("B36").FormulaR1C1 = "=R[-22]C[18]*R[-21]C[21]-(R[-21]C[18]*R[-21]C[18])"
Range("B37").FormulaR1C1 = "=+R[-3]C/R[-1]C"
Range("B38").FormulaR1C1 = "=+R[-3]C/R[-2]C"
Range("A34").FormulaR1C1 = "Numerador A"
Range("A35").FormulaR1C1 = "Numerador B"
Range("A36").FormulaR1C1 = "Denominador Comun"
Range("A37").FormulaR1C1 = "Valor A"
Range("A38").FormulaR1C1 = "Valor B"

```

'grafico 1

```

NOMGRAFICO = "PMS"
Range("$C$2:$D$14").Select

ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
' ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$D$14")
ActiveSheet.ChartObjects(1).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "PROMEDIO MOVIL SIMPLE"
End With
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("D25:I38")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With

```

'GRAFICO2

```

NOMGRAFICO = "PMP"
'Range("$C$2:$C$14,$G$2:$G$14").Select
' ActiveSheet.Shapes.AddChart2(332, xlLineMarkers).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$G$2:$G$14")
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
'ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$G$2:$G$14")
    ActiveSheet.ChartObjects(2).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart

```

```
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "PROMEDIO MOVIL PONDERADO"
End With
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("J25:O38")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With
```

'grafico3

```
NOMGRAFICO = "RL"
' Range("$C$2:$C$14,$R$2:$R$14").Select
'ActiveSheet.Shapes.AddChart2(332, xlLineMarkers).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$R$2:$R$14")
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
'ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$R$2:$R$14")
    ActiveSheet.ChartObjects(3).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "REGRESION LINEAL"
End With
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("P25:V38")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With
```

'GRAFICO4

```
NOMGRAFICO = "SS"
'Range("$C$2:$C$14,$J$2:$J$14").Select
'ActiveSheet.Shapes.AddChart2(332, xlLineMarkers).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$J$2:$J$14")
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
'ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$J$2:$J$14")
    ActiveSheet.ChartObjects(4).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "SUAVIZAMIENTO SIMPLE"
```

```

End With
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("D39:I53")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With

```

'GRAFICOS

```

NOMGRAFICO = "SD"
'Range("$C$2:$C$14,$M$2:$M$14").Select
'ActiveSheet.Shapes.AddChart2(332, xlLineMarkers).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$M$2:$M$14")
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
'ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$C$2:$C$14,$M$2:$M$14")
    ActiveSheet.ChartObjects(5).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "SUAVIZAMIENTO DOBLE"
End With
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("J39:O53")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With

```

'grafico6

```

NOMGRAFICO = "ACTUAL"
' Range("$X$23:$X$35,$Y$23:$Y$35").Select

ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$X$23:$X$35,$Y$23:$Y$35")
ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers
ActiveChart.ApplyLayout (3)
'ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("$X$23:$X$35,$Y$23:$Y$35")
    ActiveSheet.ChartObjects(6).Name = NOMGRAFICO
With ActiveChart
.HasTitle = True
.ChartTitle.Text = "METODO ACTUAL"
End With

```

```
Set SNAPRANGE = ActiveSheet.Range("P39:V53")
With ActiveSheet.ChartObjects(NOMGRAFICO)
.Height = SNAPRANGE.Height
.Width = SNAPRANGE.Width
.Top = SNAPRANGE.Top
.Left = SNAPRANGE.Left
End With
```

'esta parte es para darle formato a la hoja (margenes y demas)

```
ThisWorkbook.Application.ScreenUpdating = False
```

```
Range("D1:Y1,B2:Y14,A17:B18,D17:G23,A20:B24,A26:B27,A29:B31,A33:B38,X23:Z35,Y36:Z36,R15:Y15").Select
```

```
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
```

```
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
```

```
.TintAndShade = 0
```

```
.Weight = xlThin
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
```

```
.TintAndShade = 0
```

```
.Weight = xlThin
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
```

```
.TintAndShade = 0
```

```
.Weight = xlThin
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
```

```
.TintAndShade = 0
```

```
.Weight = xlThin
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
```

```
.TintAndShade = 0
```

```
.Weight = xlThin
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
```

```

.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

Range("B2:Y2,B3:B14,A17,A18,D17:D23,E17:G17,A20,A21:A24,A26,A27,A29,A30:A31,A33,A34:A38
,X23:Z23,D1:Y1,Y36,S15").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("D3:Y16,X24:Z35,Z36,B21:B24,B27,B30:B31,B34:B38").Select
Selection.Style = "Comma [0]"
Range("B21:B24,B27,B30:B31,B34:B38").Select
Selection.NumberFormat = "_-* #,##0.00_-;-* #,##0.00_-;_* ""-""_-;_@_-"
Range("E18:E23,G18:G22").Select
Selection.NumberFormat = "###0.00"
Range("F18:F23").Select
Selection.Style = "Percent"
'Formato condicional
Range("E18:E23").Select
Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=MIN($E$18:$E$23)=$E18"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority
With Selection.FormatConditions(1).Font
.Bold = True
.Italic = False
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.Color = -11489280
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.Color = -11489280
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.Color = -11489280
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

```

```
With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .Color = -11489280
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.FormatConditions(1).Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 65535
    .TintAndShade = 0
End With
Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False
Cells.EntireColumn.AutoFit
'llamado a la macro que muestra el grafico en el fromulario
Call MostrarGrafico
End Sub
```