



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Contaduría y Administración
División de Estudios de Posgrado

Tesis

“Análisis del Impacto de un Modelo de Pronósticos en el proceso de Planeación y Control de la Producción en una planta Manufacturera de San Luis Potosí”

Que presenta
Héctor Abdiel Pecina Leyva

Para Obtener el grado de:

Maestro en Administración con Énfasis en Negocios

Director de Tesis:
Dr. Armando Medina Jiménez

San Luis Potosí, S.L.P. México
Junio 2016



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Contaduría y Administración
División de Estudios de Posgrado

Tesis

“Análisis del Impacto de un Modelo de Pronósticos en el proceso de Planeación y Control de la Producción en una planta Manufacturera de San Luis Potosí”

Que presenta
Héctor Abdiel Pecina Leyva

Para Obtener el grado de:

Maestro en Administración con Énfasis en Negocios

Dr. Armando Medina Jiménez
Director

M.A. Marco Antonio Villa Cerda
Asesor

Dra. Aída Ortega Velázquez
Asesor

San Luis Potosí, S.L.P.
Junio 2016



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Sistema de Bibliotecas
Dirección de Biblioteca Virtual
Zona Universitaria C.P. 78290 Tel. 8262306,
San Luis Potosí, S.L.P. México



El que suscribe Héctor Abdiel Pecina Leyva, en el carácter de autor y titular de la tesis que lleva por nombre: **“Análisis del impacto de un modelo de pronósticos en el proceso de planeación y control de la producción en una empresa manufacturera de San Luis Potosí”** en lo sucesivo **“La Obra”**, autorizo a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí para que lleve a cabo la divulgación de la obra en formato físico y electrónico, y sin fines de lucro.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se compromete a respetar en todo momento mi autoría y a otorgarme el crédito correspondiente.

San Luis Potosí, S. L. P. a 24 de Junio de 2016

Atentamente

Héctor Abdiel Pecina Leyva



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Contaduría y Administración
División Estudios de Posgrado



Aclaración

El presente trabajo que lleva por título **“Análisis del impacto de un modelo de pronósticos en el proceso de planeación y control de la producción en una empresa manufacturera de San Luis Potosí”** se realizó entre Enero de 2013 y Agosto de 2015, bajo la dirección del Dr. Armando Medina Jiménez

Originalidad

Por este medio aseguro que he realizado este documento de tesis para fines académicos sin utilizar otros medios más que los indicados y sujetándome a la normativa de la institución.

Las referencias e información tomadas directa o indirectamente de otras fuentes se han definido en el texto como tales y se ha dado el debido crédito a las mismas.

El autor exime a la UASLP de las opiniones vertidas en este documento y asume la responsabilidad total del mismo.

Este documento no ha sido sometido como tesis a ninguna otra institución nacional o internacional en forma parcial o total.

Sí se autoriza a la UASLP para que divulgue este documento de tesis para fines académicos.

Atentamente

Héctor Abdiel Pecina Leyva

Dedicatoria

A mi madre Rosa María Leyva por impulsarme a estudiar la maestría, por su motivación y soporte en todo momento. Quiero agradecerte desde lo más profundo de mi corazón por ayudarme a hacer posible un sueño que tuve desde la preparatoria y hoy he hecho realidad.

A mis hermanos mayores; Rosa, Rubén, Javier, Julio, Jaime y Alfredo por haberme mostrado el camino y brindarme el ejemplo, espero algún día estén orgullosos de mí, como yo lo estoy de cada uno de ustedes.

A Dios por darme tantas bendiciones, entre ellas; una gran familia, salud, y por ayudarme a hacer mis sueños realidad. “Todo lo puedo con Cristo, él me fortalece”.

Agradecimientos

Quiero agradecer a las personas que contribuyeron en esta investigación, por mostrarme el camino de la enseñanza y compartir su inmensurable sabiduría, entre ellos:

A mi director de tesis, el Dr, Armando Medina Jiménez, quien fue mi guía durante mi investigación y por motivarme a inscribirme en un concurso de proyectos de investigación científica, del cual obtuve el primer lugar. Sin su apoyo y dirección no lo hubiera hecho posible.

Al M.A. Marco Antonio Villa Cerda, por compartir sus enseñanzas en modelos de pronósticos y control estadístico, fue un gran apoyo durante mi investigación.

A la Dra. Aida Ortega Velázquez, quien me estuvo apoyando y asesorando para lograr finalizar este trabajo, el cual es una suma de esfuerzos, desveladas y alegrías.

Gracias a cada uno de ellos por ayudarme a cumplir este sueño, que ahora es una realidad

RESUMEN

La presente investigación toma lugar en una empresa manufacturera ubicada en la ciudad de San Luis Potosí, México. Dicha empresa enfrenta problemas para poder administrar la demanda de los clientes, lo que tiene efectos negativos en las entregas a tiempo, cancelaciones de órdenes por parte del cliente, exceso de tiempo extra, problemas de calidad, altos costos para expedir materiales urgentes, un clima organizacional turbio y estresante. Lo que impacta las utilidades de su operación.

Ante la problemática y sentido de urgencia por cambiar la situación de la empresa y después de realizar un análisis cuantitativo de años anteriores, surge en el departamento de planeación y control de la producción una iniciativa para utilizar un método de pronósticos como herramienta para controlar y balancear eficientemente la demanda de los clientes durante el año 2015, de esta forma, estabilizar la operación trabajando proactivamente para entregar los pedidos a tiempo y suavizando los picos de demanda que fueron el cuello de botella de años anteriores.

Cabe mencionar que durante la implementación de la herramienta de pronósticos en la empresa en estudio, se obtuvieron buenos resultados y gran mejoría en el proceso de planeación y control de la producción, lo que permitió alinear a las áreas operativas de la empresa mejorando los indicadores de ventas, entregas a tiempo, disminución de costos, incremento de la calidad en el producto, mayor productividad, aunado a un mejor clima organizacional. La presente investigación, es una prueba fehaciente de que pequeños cambios en la forma en que se trabaja, pueden tener grandes resultados si existe un método adecuado, disciplina y perseverancia ya que para todo problema existe una o varias soluciones y muchas veces es más sencilla de lo que aparenta.

ÍNDICE.....	VII
CAPITULO I. Introducción.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2.- Antecedentes.....	2
1.3. Problemática.....	4
1.4.- Preguntas de Investigación.....	6
1.5- Objetivos	6
1.5.1-Objetivos generales.....	6
1.5.2- Objetivos específicos.....	6
1.6.- Justificación.....	7
1.7.-Delimitación Espacial y Temporal.....	8
1.8.-Hipotesis.....	8
CAPITULO II.....	9
MarcoTeórico.....	9
2.1-Planeación.....	9
2.2- Planeación de Producción.....	11
2.2.1- Planeación Agregada.....	13
2.3- Control de Producción.....	16
2.3.1- Programa Maestro de Producción.....	18
2.4- Modelos de Pronósticos.....	20
2.4.1.- Clasificación de los Pronósticos.....	22
2.4.2.- Métodos de Pronósticos Cualitativos.....	23
2.4.3.- Métodos de Pronósticos.Cuantitativos.....	25
2.5.- Proceso de Pronósticos.....	30

2.6.-Productividad.....	31
2.7.- Ventas.....	36
2.8.- Entregas a Tiempo.....	37
CAPITULO III.....	41
3.1.-Diseño de la Investigación.....	41
3.2.- Recolección de Datos.....	43
3.3.- Históricos de demanda de Clientes.....	44
3.3.1- Requerimientos de Clientes.Enero- Diciembre 2013.....	47
3.3.2- Históricos de Producción 2013.....	49
3.3.3- Requerimientos de Clientes Enero- Diciembre 2014.....	50
3.3.4- Históricos de demanda de Clientes.2014.....	51
3.4.- Comparativo de demanda de Clientes 2014-2014.....	52
3.5.- Comparativo de Niveles de Producción 2013-2014.....	54
3.6.- Comportamiento de demanda de Clientes.2015.....	56
3.7.- Implementación.....	57
3.8.- Método de pronósticos de exponencial suavizada.....	57
3.8.1- Demanda Suavizada 2013.....	59
3.8.2.- Demanda Suavizada 2014.....	61
3.8.3.- Demanda Suavizada 2015.....	64
3.9.- Comparativa de Demanda de Clientes 2013- 2015.....	67
CAPITULO IV. Resultados.....	69
4.1.- Planeación y Control de la Producción.-.....	69
4.2.- Reducción de Gastos embarques urgentes.....	70
4.3.- Reducción de Tiempo extra.....	72

4.4.- Mejoramiento de Productividad.....	75
4.5.- Mejoramiento de Calidad (FPY).....	76
4.6.- Nivel de Ventas Globales de la Empresa.....	79
4.7.- Entregas Justo a Tiempo a Clientes.....	82
4.8.- Satisfacción de Necesidades de Clientes.....	87
4.9.- Resumen de Resultados.....	89
CAPITULO V.....	90
5.- Conclusiones	90
Referencias.....	94

Índice de tablas:

Tabla 1. Métodos de planeación agregada.....	15
Tabla 2. Proceso de planificación y control de la producción.....	17
Tabla 3. Programa de producción enero 2013- febrero 2013.....	46
Tabla 4. Programa de producción enero- diciembre 2013.....	49
Tabla 5. Programa de producción enero- diciembre 2014.....	51
Tabla 6. Cálculo de suavización exponencial 2013.....	60
Tabla 7. Cálculo de suavización exponencial 2014.....	63
Tabla 8. Cálculo de suavización exponencial 2015.....	65
Tabla 9. Programa de producción enero-diciembre 2015.....	69
Tabla 10. Gastos en usd por expeditar material urgente.....	71
Tabla 11. Histórico de costos de tiempo extra.....	73
Tabla 12. Concentrado anual de firs pass yield.....	78
Tabla 13. Niveles de producción- ventas 2013- 2015.....	81

Tabla 14. Número de pedidos cancelados por el cliente.....	84
Tabla 15. Porcentaje de entregas justo a tiempo.....	86
Tabla 16. Antes y después de la aplicación del modelo de pronósticos.....	89

Índice de gráficas:

Grafica 1. Requerimientos enero-febrero 2013.....	45
Grafica 2. Requerimientos de clientes 2013.....	47
Grafica 3. Requerimientos de clientes 2014.....	50
Grafica 4. Comparativo de demanda de clientes 2013-2014.....	52
Grafica 5. Tendencia de demanda 2013 vs 2014.....	53
Grafica 6. Comparativo de niveles de producción 2013-2014.....	54
Grafica 7. Demanda de clientes 2015.....	56
Grafica 8. Cuadro comparativo de pronósticos de demanda suavizada 2013.....	59
Grafica 9. Cuadro comparativo de pronósticos de demanda suavizada 2014.....	61
Grafica 10. Cuadro comparativo de pronósticos de demanda suavizada 2015.....	64
Grafica 11. Comparativo de demanda de clientes 2013- 2015.....	67
Grafica 12. Demanda pronosticada contra demanda real 2015.....	68
Grafica 13. Materiales expeditados.....	70
Grafica 14. Tiempo extraordinario.....	72
Grafica 15. Productividad de la empresa.....	75
Grafica 16. Defectos de calidad.....	76
Grafica 17. Porcentaje anual de piezas buenas (FPY).....	77
Grafica 18. Ventas totales en dólares de la empresa.....	80
Grafica 19. Entregas justo a tiempo.....	85

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La productividad siempre ha sido una de las variables más importantes para la competitividad de las empresas, es por ello, que las organizaciones buscan métodos para mejorarla, pues es un parámetro muy importante para medir el uso eficiente de los recursos de la empresa y eliminar desperdicios durante los procesos. Según (Benavides, 2012) al hablar de productividad hay que pensar en la satisfacción del cliente ya que está relacionada con la calidad del producto, las ventas de la empresa, la rentabilidad de la organización, etc.

En la actualidad, la búsqueda para incrementar la productividad en las empresas se ha vuelto más férrea, cada vez más empresas implementan estrategias enfocadas a la mejora, e invierten en cursos de capacitación para sus empleados, la mayoría de estas se basan en metodología japonesas, y hacen todo lo posible para ser más productivos y eficientes en sus procesos (Álvarez, 2012).

La mejora de la productividad no es cosa fácil, influyen muchos factores tales como: La calidad de los materiales, el desempeño laboral, los cambios de modelos en la línea de producción, las condiciones de la maquinaria, la innovación tecnológica, el ambiente laboral, la prevención de la calidad, entre otros muchos factores.

Sin olvidar que también recae en el departamento de planeación y control de la producción de la empresa, quienes son los encargados de la administración de la demanda y manejo de la capacidad de las líneas de producción. En muchas ocasiones los problemas de productividad se originan en este departamento al no planear el uso eficiente de los recursos disponibles de la empresa. Cuando la planeación de la producción de una planta es deficiente provoca grandes problemas para mantener un adecuado flujo de materiales y órdenes de trabajo

en el área de producción y trae como consecuencia; Paros de línea, ineficiencia por cambios abruptos de modelos, entregas fuera de tiempo al cliente, entre otras cosas.

De acuerdo con López (2009) se debe conocer claramente lo que se está haciendo ahora para tomar decisiones que marquen el rumbo de la compañía, ya que muchos factores son volátiles y cualquier estrategia por muy buena que sea, no va a tener el mismo efecto siempre. La presente tesis se basa en el impacto de un modelo de pronósticos implementado en el área de control y planeación de la producción en una planta manufacturera del sector eléctrico, ubicada en la ciudad de San Luis Potosí. Antes de la implementación de este modelo, se presentaban graves problemas de productividad y eficiencia derivados de una deficiente planeación de la producción.

1.2.- Antecedentes

Una planta manufacturera fundada en el año 2000 en la ciudad de San Luis Potosí, de capital Alemán dedicada a la manufactura de Medidores y reguladores para la medición del gas natural. La empresa se estableció en San Luis Potosí por ser un lugar estratégico y cercano a uno de sus principales clientes, además de ser una zona con un futuro industrial prometedor. Su clima laboral es difícil con respecto al estrés que se siente en todos los niveles de la empresa derivado de las quejas de los clientes debido a las entregas tardías de los productos comprometidos, la mala calidad en los productos terminados, largas jornadas laborales, entre muchas otras cosas.

Desde que la planta inició operaciones en San Luis Potosí, uno de sus principales objetivos; fue el de fabricar productos con alta calidad para poder satisfacer las necesidades y estándares de los clientes más exigentes, así como ofrecer productos competitivos que les permitiera abrirse paso en un mercado donde existían un par empresas que captaban la mayor parte de la demanda del cliente, por lo que el panorama era difícil para una empresa nueva en

México, en donde la mayoría de sus clientes potenciales compraban al extranjero esos productos.

Con el incremento de la demanda y el surgimiento de nuevos clientes, se presentó un nuevo reto para la empresa por lo que tenía que aprovechar la capacidad instalada y los recursos disponibles para fabricar y entregar el producto justo a tiempo. Sin embargo, al no existir un adecuado control y planeación de la producción, se recurrió al tiempo extra causando a largo plazo altos costos e ineficiencia en los procesos lo que impactó su productividad, aumentó sus costos operativos y redujo su margen de utilidades.

Su principal cliente, decidió dividir la totalidad de su demanda en tres proveedores que suministran el mismo producto, esto debido a sus políticas internas y para tener proveedores alternos y así evitar quedarse sin inventario. Cada año este cliente lanza pedidos al mejor proveedor, es decir, quién logró suministrar en menor tiempo, con buena calidad, etc. Esto ha provocado que la empresa analizada compita por atraer la mayor cantidad de pedidos mediante las entregas justo a tiempo, buena calidad, etc.

El departamento de planeación, juega un rol muy importante en cualquier fábrica pues, es el encargado de la administración de la demanda con base a la capacidad de las líneas, tiempo disponible, número de trabajadores, etc. Cuyo objetivo es entregar el producto justo a tiempo al cliente mediante la correcta utilización de los recursos de la empresa.

Cabe resaltar que esta planta intentó implementar diferentes metodologías para mejorar la planeación de la producción sin tener mucho éxito, pues conforme la demanda se incrementaba era necesario un método que les permitiera administrar los recursos de una manera eficiente y tener una visión más amplia de cómo se iba a comportar la demanda en el futuro y con base a esta información balancear las líneas de producción de tal manera de fabricar los productos y poder cumplir con los compromisos de los clientes, en tiempo.

1.3.-Problemática

El problema consiste en un inadecuado control y planeación de la producción en una planta manufacturera ubicada en San Luis potosí, donde no se cuenta con un método funcional para poder administrar correctamente la demanda del cliente, para programar y controlar la producción de tal forma de poder cumplir con la entrega del producto justo a tiempo.

Al no administrar adecuadamente los requerimientos del cliente, se recurre al tiempo extra originando altos costos de mano de obra, además de problemas de calidad, eficiencia y baja productividad ya que no se utilizan adecuadamente los recursos disponibles de la empresa, este problema se fue agravando con la llegada de nuevos clientes por lo que durante ciertos meses del año la demanda superó la capacidad instalada de las líneas, al no conocer esta información no se puede reaccionar para aumentar la capacidad de la línea o adelantar la producción, es decir, balancearla de manera correcta durante el año.

Otro problema es que la planeación de la producción en la planta se realiza con una visión de un mes, por lo que no se está analizando la demanda para los próximos meses y durante el resto del año, esto ocasiona que durante algunos meses del año no se programe al máximo de la capacidad de las líneas de producción y durante otros, se tenga que recurrir al tiempo extra para cubrir los altos requerimientos de los clientes, no se estaba planeando la demanda de los clientes de manera eficiente pues se estaba trabajando en forma reactiva, lo que estaba ocasionando graves problemas para cumplir con las fechas de entrega.

Derivado de una mala planeación de la demanda, los niveles de inventarios se veían afectados ya que en muchas ocasiones no se contaba con suficiente materia prima para hacer frente a los requerimientos de los clientes, por lo que, se expeditaba de China, Alemania y Estados Unidos, esto ocasionaba que los costos por embarques urgentes se incrementarían de manera descontrolada.

Asimismo, el exceso de tiempo extra al que incurría la empresa en estudio, ocasionaba la fatiga de los trabajadores quienes descuidaban la calidad del producto por la urgencia de fabricar y entregar el producto justo a tiempo. Se incrementaron los rechazos por parte de cliente por mala calidad y los costos por re-trabajos.

Otro problema que enfrenta la empresa es la penalización de los clientes originado por entregas tardías del producto e incluso los clientes estaban cancelando los pedidos para comprarlos a la competencia, ya que les ofrecían mejor tiempo de entrega. Las ventas totales de la empresa fueron mermando y sus costos incrementando. Si la empresa continuaba operando de esa manera; iba camino directo a la quiebra.

Asimismo, no se tiene un adecuado control de la producción ya que se realizaban cambios abruptos en la secuencia de las líneas de producción, lo que ocasionaba tiempos muertos y baja eficiencia, además el cumplimiento del programa de producción estaba por debajo del objetivo y ocasiona retrasos en las entregas a los clientes. La planta en estudio no estaba trabajando eficientemente, sus indicadores de productividad estaban por debajo del objetivo y el uso de tiempo extra era una práctica común. El departamento de planeación y control de la producción no mantenía alineados a las áreas operativas de la empresa por lo que la cadena de suministros era ineficiente.

1.4.-Preguntas de Investigación

- 1.- ¿Cuál es el impacto sobre el proceso de control y planeación de la producción mediante el uso de un modelo de pronósticos en la empresa en estudio?
- 2.- ¿Cuál es el impacto que tiene la aplicación de un modelo de pronósticos en la productividad de la empresa analizada?
- 3.- ¿Cuáles son los efectos de la implementación de un modelo de pronósticos en las ventas globales de la empresa en cuestión?
- 4.- ¿Cuáles son las mejoras sobre el indicador de entregas al cliente como consecuencia de la aplicación de un modelo de pronósticos?

1.5.- Objetivos

1.5.1.- Objetivo General

Analizar el impacto que tiene la aplicación de un modelo de pronósticos sobre el área operativa de la empresa analizada.

1.5.2.- Objetivos Específicos

- 1.- Cuantificar el impacto de un modelo de pronósticos en el proceso de control y planeación de la producción para lograr un cumplimiento del programa de producción mayor al 95%
- 2.- Con el modelo de pronósticos se busca incrementar la productividad del 88% al 95% en la planta en estudio.
- 3.- Cuantificar los efectos del modelo de pronósticos en el nivel de ventas globales de la empresa analizada a partir de su implementación.
- 4- Incrementar el porcentaje de entregas a tiempo al cliente de 92% al 97% mediante la aplicación del modelo de pronósticos en la empresa en estudio.

1.6.- Justificación:

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que el control y planeación de la producción es un elemento clave para conducir al mejoramiento de la productividad de la empresa de productos eléctricos ubicada en la ciudad de San Luis Potosí. Si no se cuenta con una adecuada planeación puede incurrir en graves problemas tales como: tiempo extra, tiempos muertos, problemas de calidad, entregas fuera de tiempo, etc.

Asimismo, es conveniente demostrar que los beneficios de un modelo de pronósticos en el proceso de control y planeación de la producción de la empresa en estudio, tiene efectos positivos sobre la productividad, en las entregas a tiempo del producto al cliente que repercute en el incremento del nivel de ventas de la empresa analizada.

1.7.-Delimitación espacial y temporal

La presente investigación se realizará en una empresa manufacturera ubicada en la ciudad de San Luis Potosí dedicada a la fabricación de equipo para la medición y regulación del gas natural. La cuál al tener su producto contacto con viviendas, los estándares de calidad son muy elevados para satisfacer al cliente y proteger la vida de los usuarios.

Para demostrar el impacto de un modelo de pronósticos en la empresa, se van a tomar datos desde enero 2013 hasta diciembre del 2015, ya que este período comprende el antes y después de la implementación de dicho modelo.

1.8.- Hipótesis

H1: La aplicación del modelo de pronósticos en la empresa en estudio permite mejorar la planeación de la producción y proceso de control.

H2: El modelo de pronósticos permite, mejorar la productividad de la empresa analizada.

H3: Al utilizar el modelo de pronósticos se incrementa el nivel de ventas globales en la empresa en estudio.

H4: Mediante el uso de un modelo de pronósticos en la empresa en estudio, permite mejorar las entregas a tiempo al cliente.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1- Planeación

En toda organización debe de existir una adecuada planeación que marque el rumbo hacia el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Sin una adecuada planeación; ni los objetivos o metas van a ser claras, es por eso que la planeación es esencial para alinear a los equipos de trabajo, establecer metas, tener los recursos necesarios para alcanzarlas, y un tiempo establecido, y todo esto va a tener un efecto positivo en la productividad de la empresa. A continuación se presentan algunas definiciones:

Según Porter (2009) la planeación se le conoce como el proceso de implementación de planes para alcanzar propósitos y objetivos a través de estrategias que son factores fundamentales para volverse más competitivos. Según este autor, es necesario tener bien claro en donde se encuentra la empresa, hacia donde quiere llegar y en cuánto tiempo, esto para poder tener un plazo de tiempo para lograrlo.

La planeación se concibe como el proceso que consiste en determinar objetivos y los recursos necesarios para cumplirlos (Schermerhorn, 2010). Para realizar una planeación y que sea efectiva no solo hay que determinar los objetivos, sino también cuales van a ser los medios que se van a utilizar para alcanzarlos. En muchas ocasiones algunas empresas establecen objetivos pero no determinan cómo y mediante que recursos los van a cumplir, es por eso que muy fácil pierden el rumbo y les cuesta más trabajo llegar hacia sus metas.

Vollman (2005), comenta que una planeación efectiva es la base para el éxito en cualquier empresa. Sin una adecuada planeación la planta nunca tendrá un control sobre sus inventarios, sobre sus recursos, ni tampoco establecerá los medios necesarios para alcanzar los objetivos en tiempo y forma. Estos objetivos pueden ser a largo o corto plazo pero siempre a través de una correcta planeación.

Según Koontz (2009), considera que la planeación es una función administrativa que se basa en determinar los objetivos, políticas, procedimientos y programas de una empresa. Menciona que la correcta planeación es la base del éxito para el cumplimiento de las metas de la empresa y el cimiento del éxito.

Para Robbins (2004), la planeación consiste en la definición de los objetivos y metas de la organización, es decir, en establecer una estrategia global para alcanzar dichas metas, además del desarrollo de planes específicos para coordinar las actividades necesarias para cumplirlos. Concluye que la planeación es determinar lo que se debe hacer y los medios necesarios para cumplir los objetivos que marquen el rumbo de la organización.

De acuerdo con Negrón (2009), la planeación ayuda a tener una visión de la función de operaciones que se basa con la dirección para la toma de decisiones. En esta visión se debe de fijar un plan formal. Es decir, la estrategia de operaciones es constituye un plan a largo plazo para el área de operaciones, donde se definen objetivos y medios para lograrlos. Lo que permite tener un patrón para las decisiones tácticas y operativas de la organización.

Según Freeman & Gilbert (2006), planeación es una forma concreta de la toma de decisiones que marca el futuro que los directivos quieren de sus organizaciones. La planeación es similar a una locomotora que arrastra el tren de la dirección y control de la organización es decir, planear es un proceso continuo que refleja todos los cambios que ocurren en el entorno de la organización y que se va adaptando a cada uno de ellos.

Johnson y Mathison (2009) plantearon el surgimiento de nuevos métodos de planeación donde el uso de las computadoras tomaría mayor fuerza en las plantas manufactureras para ayudar a mejora el proceso de planeación y control de los trabajos. En la actualidad todas las plantas manufactureras, automotrices entre otras. Usan software de computadoras para tener un mejor control sobre sus operaciones, como producción, finanzas etc.

Este tipo de planeación implica el uso de software como herramienta de apoyo y muchas empresas han ido adoptando, ya que les permite conocer la demanda del cliente y planear para cumplirla en el tiempo adecuado. Permite desarrollar optimización y/o simulación sobre programación de capacidad, planeación de demanda, recursos, capital, restricciones, pronósticos (Kjellsdotter, 2009).

2.2.- Planeación de la Producción.

“La planeación de la producción provee una oportunidad a la organización para anticiparse y prepararse para las órdenes del cliente” (Johnson, 1993). Este autor menciona que el propósito de la planeación es ayudar a tomar decisiones y volver más eficiente la cadena de suministros de la empresa.

Para Buffa & Sarín (2005), la planeación de la producción comienza al establecer las previsiones, de las cuales se desprenden los planes a corto, mediano y largo plazo, menciona que la producción es una de las áreas funcionales de toda organización sin importar su actividad comercial, por lo que el proceso de planificación debe aplicarse para tener un mejor control de las actividades y cumplir los objetivos establecidos.

De acuerdo con Arbós (2012), la planificación de producción permite establecer los niveles de producción en unidades a lo largo de un horizonte de tiempo, de tal forma que se logre cumplir con las necesidades establecidas en el plan, manteniendo los niveles mínimos de costos y buen servicio a los clientes. Dentro de la planificación es importante considerar variables que influyen en este proceso, que pueden ser clasificadas en dos grupos:

- 1) Variables de oferta: permiten modificar la capacidad de producción, mediante el uso de horas extras, contratación de empleados eventuales, etc.
- 2) Variables de demanda: influyen en el comportamiento del mercado, mediante los precios, calidad del producto, garantía, etc.

Según Russell (2003), la planeación de la producción es la que controla el proceso de operativo de una planta mediante un programa de producción el cual debe de acatarse al pie de la letra. En pocas palabras, la planeación de la producción es una relación entre el proceso de manufactura y la administración efectiva de la demanda del cliente, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes en tiempo y forma.

Para Haverila (2005), la planeación de la producción es la habilidad de responder a los requerimientos de los clientes y saber controlar las variaciones en la demanda, tiempos de fabricación y entregas justo a tiempo. Concluyen en que los inventarios sirven para llenar el hueco entre el suministro del producto y la demanda.

La planeación de la producción es la capacidad de reaccionar a los cambios en el área operativa de la empresa, la mejor forma de estar preparados para enfrentar estos cambios es estudiar la cadena de suministro. En la planeación de la producción influyen factores internos y externos; Los internos son: la estructura organizacional de la empresa, la capacidad de administrar correctamente los recursos disponibles, niveles de inventario, capacidad instalada, tiempos de proceso, capacidad de tiempo extra, entre otras cosas (Adam, 2004).

Entre los factores externos se encuentra: tiempo de entrega al cliente, variación de la demanda, exactitud de los pronósticos de venta, confiabilidad de los proveedores y sus tiempos de entrega. Todos estos factores influyen en una adecuada planeación de la producción (Material Management I., 2004).

La planeación de la producción es la que evalúa si la disponibilidad de los materiales cumple con los requerimientos del cliente de tal manera de entregar el producto justo a tiempo. Por lo tanto, el manejo de los inventarios es un factor importante a considerar para que la planeación de la producción pueda funcionar, si no se aprende a utilizar los recursos de la empresa adecuadamente, la planeación va a ser poco efectiva (Vollman, 2005).

En la actualidad surgió el concepto de planeación APS¹ que se define como cualquier software o programa de computadora que emplea el uso de avanzados algoritmos matemáticos para desarrollar optimización y/o simulación sobre programación de capacidad, planeación de demanda, recursos, capital, restricciones, pronósticos, entre otras cosas (Kjellsdoteer, Linea 2009).

2.2.1. Planeación agregada

La planeación agregada también conocida como planeación combinada, se encuentra dentro del proceso jerárquico de planeación y tiene como objetivo fundamental; establecer los niveles de producción en unidades a lo largo de un periodo de tiempo, el cual fluctúa entre los 3 y 18 meses, con el fin de cumplir con las necesidades que se establecen en programa de producción a largo plazo, manteniendo los costos bajos y satisfaciendo las necesidades de los clientes (Chary, 2009).

Existen varias estrategias para elaborar la planeación agregada, las cuales han sido clasificadas en dos grupos (Chary, 2009):

1.-Estrategias puras:

- Estrategia de persecución o de caza: donde se determina la factibilidad de emplear la sub-contratación en el proceso operativo.
- Mano de obra nivelada: empleo de horas extra o trabajadores temporales.

2.- Estrategias mixtas: mezclando las estrategias puras.

Con base en las estrategias adoptadas se puede establecer un plan que satisfaga las restricciones operativas internas de la empresa, pero a su vez que mantenga un costo bajo que no afecte la utilidad de la operación. De tal manera, se pueden utilizar una diversidad de técnicas para lograr este objetivo, tales como (Jones, 2012):

¹ Planeación avanzada de la demanda (APS)

1.- Métodos matemáticos:

- Programación lineal
- Simplex
- Método de transporte
- Programación cuadrática, etc.

2.- Métodos heurísticos:

- Método PSH (Production Switching heuristic).
- LDR (Reglas lineales de decisión).
- SDR(Búsqueda de reglas de decisión)

3.- Métodos manuales de gráficas y tablas: Pruebas de planes por medio de tanteo, este método es fácil de desarrollar y comprender.

En la tabla 1 se muestran los diferentes métodos de planeación agregada que son utilizados para la toma de decisiones en las empresas, es de gran importancia conocerlos para determinar el mejor método para la resolución de un problema específico.

Tabla 1.- Métodos de planeación agregada

Métodos	Hipótesis	Técnica
Programación con simulación	Existencia de un programa de producción basado en un computador	Prueba de planes agregados desarrollados por otros métodos
Gráficos y tablas	Ninguna	Pruebas alternativas de planes por medio del tanteo
Programación lineal, método de transporte	Linealidad, plantilla laboral constante	Útil para el caso especial donde los costos de contratación y despidos no son un factor
Programación lineal, método simplex	Linealidad	Puede manejar gran número de variables, la dificultad está en la formulación del modelo matemático.
Reglas de decisión lineal	Funciones cuadráticas de costos	Utiliza coeficientes derivados matemáticamente para especificar la tasa de producción y plantilla laboral
Coefficientes de gestión	Los gerentes toman las decisiones	Emplea el análisis estadístico para de decisiones anteriores para las nuevas decisiones
Reglas de búsqueda de	Cualquier tipo de estructura de	Usa procedimientos de

decisiones	costos	búsqueda de patrones para encontrar costos mínimos
-------------------	--------	--

Fuente: Jones y Chase, 2011

2.3.- Control de producción

La planeación y control de la producción están ampliamente relacionados, cuando se establece un programa de producción se debe de ejercer un control adecuado para que se siga la secuencia planeada, se fabrique el producto oportunamente y pueda ser entregado justo a tiempo al cliente. La planeación y control de la producción son dos herramientas que se complementan para mejorar el funcionamiento operativo de la empresa.

Según Domínguez y Ruíz (2005), la planificación y control de la producción tienen un enfoque jerárquico dentro de la organización ya que permiten una integración vertical entre los objetivos estratégicos y operativos, y una relación horizontal con las demás áreas funcionales de la empresa. Concluyen que existen cinco fases que componen el proceso de planificación y control de la producción las cuales se mencionan a continuación:

- 1.- Planeación estratégica a largo plazo
- 2.- Planeación agregada a mediano plazo
- 3.- Programación maestra
- 4.- Programación de componentes
- 5.- Ejecución y control

Asimismo, Domínguez y Ruíz. (2005). Mencionan que estas fases se pueden ejecutar en cualquier empresa manufacturera, sin importar su tamaño y su actividad, con el objetivo de evitar despilfarros que ocasionen altos costos que tengan un impacto negativo en la utilidad de operaciones.

Tabla 2: Proceso de planificación y control de la producción.

Etapas	Fase	Plan a obtener	Actividad precisa
Estratégica	Planificación a largo plazo	Plan de producción a largo plazo	Planificación de demanda a largo plazo
Táctica	Planificación agregado a mediano plazo	Plan agregado de producción	Plan agregado de capacidad
Operativa	Programación maestra	Programa maestro de producción	Plan aproximado de capacidad
Operativa	Programación de componentes	Plan de materiales	Plan detallado de capacidad
Operativa	Gestión de talleres	Programación de operaciones	Control de capacidad, control de prioridades

Fuente: Domínguez et al. (2005)

En la tabla 2 se muestra el proceso para la planificación y control de la producción a través de sus diferentes fases hasta llegar al proceso de ejecución. El control de la producción se refiere a satisfacer la demanda del cliente mediante el suministro justo a tiempo del producto, utilizando los recursos de la empresa de manera eficiente (Barnes, 2008). Este autor concluye, al no existir un adecuado control de la producción, desencadena en entregas tardías al cliente, tiempos muertos, tiempo extra y otros factores que vuelven ineficiente el sistema operativo de la empresa.

Kempf (2010) argumenta que la eficacia del control de la producción es fundamental para el éxito de sistema de manufactura de la empresa, ya que mantiene alineados las prioridades y secuencias a fabricar para poder cumplir con la entrega al cliente y satisfacer sus requerimientos en tiempo y forma y así evitar acumular retrasos de producción.

Para Shobry y White (2002), la importancia del control de la producción también recae sobre las decisiones que se tomen durante el proceso de planeación, sino se planea la producción correctamente, se pueden fabricar pedidos que no son tan urgentes como algunos otros que están a punto de vencer su tiempo de entrega.

De acuerdo con Heizer y Render (2004), el control de producción se refiere al monitoreo de órdenes, adquisición de información en tiempo real sobre el progreso de esas órdenes, en otras palabras, se refiere al control que se lleva en piso sobre las órdenes de trabajo, dando seguimiento a las prioridades y a la secuencia previamente establecida en un plan de producción diseñado para aprovechar la mano de obra, tiempo disponible y capacidad de las máquinas.

2.3.1.- Programa maestro de producción

Una vez realizada la planeación el siguiente paso consiste en plasmarlo en unidades y productos específicos a fabricar. A este proceso se le conoce como desagregación (Domínguez y Ruíz, 2005), que como resultado final se obtiene el programa maestro de producción.

De acuerdo con Thomson (2007), un programa maestro de producción, es un plan detallado donde se establece cantidades específicas y fechas precisas de fabricación de los productos finales. Menciona que el programa debe de proporcionar las bases para establecer compromisos con el cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta y cumplir con los objetivos estratégicos de la organización. Las unidades en que puede ser expresado el programa maestro, pueden ser (Heizer y Render, 2014):

- Reservar para almacenar (stock): productos acabados en un entorno continuo

- Fabricar para abastecer: módulos en un entorno que es repetitivo.
- Hacer el pedido: órdenes del cliente

Un programa maestro de producción puede tener un horizonte de tiempo variable, ya que depende del tipo de producto y el volumen de producción de la empresa, generalmente se realiza desde semanas a meses y se va ajustando dependiendo de la demanda y comportamiento de la producción.

De acuerdo con Heizer y Render (2014), para mantener un control a la hora de establecer el programa maestro de producción, su horizonte de tiempo se divide en tres fases:

- 1) Fijo: periodo en el cual no se puede realizar modificaciones
- 2) Medio fijo: se permite realizar ciertos cambios a algunos productos.
- 3) Flexible: periodo de tiempo más alejado en donde se permite realizar cualquier modificación al programa maestro de producción.

Para realizar el programa maestro de producción, es necesario revisar ciertas variables, tales como (Mahadevan, 2010):

- Pronósticos de venta a corto plazo en unidades
- Pedidos en firme comprometidos con los clientes.
- Capacidad instalada
- Generar requerimientos de materiales (MRP)
- Realizar cálculos de capacidad de líneas de producción
- Revisar número de trabajadores operativos requeridos para cumplir programa
- Análisis de tiempo disponible y fechas compromiso de entrega.
- Mantener prioridades y evitar cambios abruptos en el programa maestro de producción.

Para Narasimhan (1996), existen varias técnicas para desagregar el plan agregado y convertirlo en un programa maestro de producción, de esta manera plantea tres métodos:

- 1) Método de programación matemática: Son modelos de optimización para minimizar los costos.
- 2) Métodos heurísticos: permiten llegar a soluciones satisfactorias
- 3) Método de corte y ajuste: analiza la capacidad de las líneas de producción con base en la combinación adecuada de productos que permita obtener una mayor eficiencia, reduciendo tiempos muertos por cambios constantes de modelos en las líneas de Producción.

De acuerdo con Mahadevan (2010), un programa maestro de producción efectivo debe de tomar en cuenta las limitaciones de capacidad y mantener cierta flexibilidad para poder realizar ajustes en el proceso y contar con un plan alternativo para evitar paros de líneas de producción, tiempos muertos, con la directriz de fabricar los productos en tiempo y cumplir con los compromisos con los clientes.

El programa maestro de producción permite mantener un mayor control en la producción y poder alinear todos los recursos disponibles y áreas operativas hacia el mismo objetivo, de esta manera lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

2.4.- Modelos de pronósticos

Para Buffa y Sarin (2005), los pronósticos son el primer paso dentro del proceso de planeación y control de la producción, ya que sirven de punto de partida, para la elaboración de planes estratégicos a corto, mediano y largo plazo. Lo cual permite a las organizaciones, tener una visión de los acontecimientos futuros y eliminar la incertidumbre y poder reaccionar con mayor rapidez a las condiciones cambiantes del entorno de la organización.

Mital y Pennathur (2010), mencionan la importancia de diferenciar entre predicción y pronósticos. Las predicciones, se basan en la consideración de aspectos subjetivos dentro de un proceso de estimación de eventos futuros. Por otro lado, los pronósticos se desarrollan mediante procedimientos científicos, que se basan en datos históricos, que se procesan mediante métodos cuantitativos.

Los pronósticos representan una herramienta que ayuda a predecir el comportamiento futuro de la demanda en base a datos históricos y de esta manera, tener un panorama más claro que facilite la toma de decisiones. Los pronósticos son elementos clave para una organización ya que mejoran la planeación corporativa a largo plazo y ayudan a reducir los errores en la toma de decisiones (Chase y Alquilano, 2009).

Para Nahmias (2007), los pronósticos tienen un papel muy importante en el área operativa de cualquier organización puesto que se utilizan en la planeación de la empresa, por ejemplo: ventas, producción, niveles de rotación de trabajadores, demanda etc. Concluye que los pronósticos permiten tener una fotografía más completa sobre el comportamiento de los principales indicadores de la compañía.

De acuerdo con (Abu y Lugas, 2001), un modelo de pronósticos es una herramienta cuyo propósito es predecir el nivel de algún riesgo sobre un determinado evento y de esta manera tomar mejores decisiones para controlar cualquier impacto negativo sobre el evento que se está analizando.

De la misma forma Ballou (2007) afirma que los pronósticos de la demanda son esenciales para cualquier organización puesto que proporcionan datos que son de vital importancia para la planeación y control de la empresa. Este autor concluye que los pronósticos son una herramienta que utilizan frecuentemente las áreas de finanzas, recursos humanos, ventas, planeación y operaciones.

Para Boweman y Koehler (2007), el mejor método de pronósticos, es aquel que además de manipular los datos históricos mediante alguna técnica cuantitativa, también uso del sentido común y del juicio de quien está realizando el pronóstico para una correcta aplicación.

De acuerdo con Berenson y Levine (1996), los pronósticos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los pronósticos cuantitativos se basan en datos históricos para predecir el

comportamiento futuro de un evento, mientras que los cualitativos son basados en la experiencia, observación y suposición de cómo puede llegar a comportarse determinado evento. En la presente investigación se va a utilizar un método de pronósticos cuantitativo.

2.4.1.- Clasificación de los pronósticos

De acuerdo con Nahmias (2007), los pronósticos se clasifican según tres criterios que se emplean para predecir: según horizonte de tiempo, el entorno económico y según método empleado. De acuerdo a horizonte de tiempo, se dividen en:

Corto plazo:

Manejan un horizonte corto que puede comprender un plazo de días hasta semanas. Se utilizan para planear estrategias inmediatas que requieren una rápida toma de decisión.

Mediano plazo:

El rango del horizonte que maneja es a partir de semanas hasta meses. Y se utilizan para tomar decisiones en todos los niveles de la organización, por ejemplo: ventas, finanzas, recursos humanos etc.

Largo plazo:

El rango del horizonte comprende de meses hasta años, y se utilizan principalmente para marcar el rumbo de la organización, generalmente son usados por la dirección para establecer objetivos de crecimiento de la empresa.

Para Anaya (2007), los pronósticos según el entorno económico; pueden ser de tipo micro o macro. Los cuales se definen de acuerdo al grado en que intervienen pequeños detalles contra grandes valores resumidos, y depende del entorno en el cual se va a realizar el pronóstico.

Los pronósticos según el método empleado pueden ser cualitativos, es decir, aquellos en que no se requiere una manipulación de datos y en donde solo se utiliza el juicio o la intuición de quien realiza el pronóstico. Los pronósticos cuantitativos, se utilizan procedimientos matemáticos y estadísticos que no requieren elementos del juicio.

2.4.2.- Métodos de pronósticos cualitativos

Según Chase, Jacob y Aquilano (2009), los métodos cualitativos son subjetivos y se basan en estimaciones, opiniones y en la experiencia de quien los pone en práctica por lo que pueden variar según los supuestos y juicios previos al momento de realizar el pronóstico.

De acuerdo a Ballou (2007), los pronósticos cualitativos emplean intuición y juicios, por lo que la información recabada para realizar el pronóstico no es cuantitativa, es intangible y subjetiva. En este método los datos históricos son poco relevantes, según su naturaleza es difícil de estandarizar ya que no están fundamentados en un método científico, sino al contrario se basan meramente en apreciación.

Los métodos cualitativos se utilizan generalmente cuando no se cuenta con suficiente información y datos para realizar un pronóstico, a continuación se presentan algunas técnicas cualitativas para realizar pronósticos:

*** Método Delphi**

Se emplea en la predicción de tendencias, modas y cambios tecnológicos. Su proceso se realiza en un panel conformado por expertos en el tema donde se realizan preguntas, críticas y se va recabando información que contribuya a realizar un pronóstico. Este método desecha el efecto de tendencia de la opinión mayoritaria (Ballou, 2007).

*** Encuestas de opinión**

Es una técnica que permite identificar las características y tendencias sobre un evento determinado, es similar a un estudio de mercado donde mediante una serie de preguntas se va recabando información sobre el tema de interés.

*** Jurado de opinión**

Esta técnica es usualmente utilizada en empresas donde un grupo ejecutivo se reúne para realizar pronósticos sobre los principales indicadores de la empresa mediante su opinión, experiencia y apreciación.

*** Investigación de mercado**

Es un método sistemático y formal donde se validan los supuestos mediante la investigación en campo, para poder recabar información directamente de la fuente (Ballou, 2007).

*** Agregados de las fuerzas de ventas**

Según Nahmias (2007) estos pronósticos se realizan mediante estimaciones de ventas de los productos para un periodo futuro. Estas estimaciones se realizan por los miembros del equipo de ventas quienes tienen una noción sobre el comportamiento de la demanda.

*** Analogía histórica**

Para Ballou (2007) es una técnica comparativa utilizada para el ingreso de nuevos productos en un mercado, por lo que se buscan otros productos que son similares, y basan el pronóstico en patrones de similitud para el producto nuevo.

*** Pronóstico visionario**

Se emplean juicios y opiniones sobre los posibles escenarios futuros. Se caracterizan por ser subjetivos y basados en creencias y supuestos, por lo que están alejados de un método científico (Ballou, 2007).

2.4.3.- Métodos de pronósticos cuantitativos

Para Hernández (2006), los análisis cuantitativos dividen o fragmentan los datos en partes para responder al planteamiento del problema en estudio. Comenta que dichos estudios se interpretan a través de las hipótesis planteadas y concluye que dichas interpretaciones son una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento.

Según Nahmias (2007) define a los métodos cuantitativos como objetivos, donde el Pronóstico se obtiene mediante el análisis de datos meramente numéricos. Los divide en dos: **método de series de tiempo**; en donde se utilizan datos históricos para predecir el comportamiento futuro. **Modelos causales**; en esta técnica se utilizan datos obtenidos en fuentes externas a las series de tiempo, es decir, se toman otros elementos que se relacionan de manera directa e indirectamente con el elementos que se pretende predecir.

De acuerdo con Hanke y Wichern (2006) los pronósticos cuantitativos utilizan cantidades representativas de datos históricos como base de una predicción, los cuales pueden ser:

- Simples: es decir, proyectan datos pasados hacia el futuro sin describir las tendencias futuras.
- Causales: Son los que tratan de explicar las relaciones existentes entre la variable dependiente (variable a ser estimada) y las variables independientes (variables que explican cualquier variación en el proceso).

Los métodos de pronósticos cuantitativos se basan en procedimientos mecánicos o matemáticos que se sustentan en datos históricos o variables causales con el objetivo de producir resultados cuantitativos, de esta forma se puede predecir eventos futuros, por ejemplo: El comportamiento de la demanda en un tiempo determinado (Hanke y Wichern, 2006).

Los pronósticos son de gran importancia para predecir eventos futuros, sustentados en datos previos o históricos y de esta forma obtener resultados más acercados a la realidad, y que

faciliten la toma de decisiones. A continuación se presentan los principales métodos de pronósticos cuantitativos

1.- Promedio móvil simple

Este método utiliza el promedio de “n” valores de datos en una serie de tiempo, para determinar el pronóstico para el siguiente periodo. Este método es muy útil cuando existen patrones de demanda aleatorios donde se quiere eliminar las variaciones históricas al enfocarse en periodos recientes. El objetivo del promedio móvil es ilustrar la tendencia, de una forma más suavizada, es un indicador muy versátil y de los más utilizados actualmente.

La fórmula del promedio móvil es la siguiente:

$$X_t = \frac{\sum_{t=1}^n *X_{t-1}}{n}$$

Dónde:

XT: Promedio en unidades en un periodo t

∑: Suma de los datos

Xt-1: Demandas reales en unidades de los periodos anteriores

N: Número de datos

2.- Promedio móvil ponderado:

Este método es una variación del promedio móvil visto anteriormente. La diferencia es que en el promedio móvil simple; cada dato que conforma el promedio móvil tiene igual grado de importancia, mientras que en el promedio ponderado: se le puede asignar cualquier grado de importancia o peso a un dato, siempre y cuando la suma de las ponderaciones sean igual a cien

por ciento, es decir, este método se utiliza para ajustar el método de promedio móvil simple, para ilustrar más detalladamente las fluctuaciones en los datos.

La siguiente fórmula nos sirve para calcular el promedio móvil ponderado:

$$X_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-i}$$

Dónde:

X_t : Promedio en unidades en un periodo de tiempo t

\sum : Suma de los datos

C_i : Factor de ponderación

X_{t-1} : Demandas reales en unidades de los periodos anteriores

N : Número de datos

De acuerdo con Render (2006) cuando se emplea el método de promedio móvil ponderado se supone que se cuenta con información no desagregada y es óptimo para determinar patrones de demanda nivelados o aleatorios donde se busca eliminar el impacto de los elementos históricos irregulares, enfocando solo en periodos de demanda reciente, dicho enfoque es superior al utilizado en el método de promedio móvil.

3.- Método de exponencial suavizada.

Se le considera como una evolución del método de promedio móvil ponderado, en el cual se calcula el promedio de una determinada serie de tiempo utilizando un método de autocorrección que tiene como objetivo ajustar los pronósticos y tener un resultado más acertado. Es uno de los métodos que se utilizan más en la actualidad por su simplicidad, precisión, reacciona más rápido a los cambios recientes, y por qué no requiere de gran cantidad de datos, solo requiere tres tipos de datos: El pronóstico del último periodo, la demanda del presente, y el coeficiente de suavización.

La fórmula para la exponencial suavizada es:

$$F_{t+1} = a * D_t + (1 - a)F_t$$

Dónde:

F_{t+1} : Pronóstico para el próximo periodo

D_t : Demanda actual para el presente periodo

F_t : Pronóstico determinado para este periodo

a : Constante suavizada (Coeficiente de suavización).

Cuando el coeficiente de suavización es pequeño (<50%), se da por que la demanda real es estable. Cuando el coeficiente es (>50%), es porque la demanda real se incrementa o reduce rápidamente (Hiller, 2015).

Asimismo Hiller (2015), menciona que el método de suavización exponencial es una técnica muy refinada pues permite calcular el promedio de una serie de tiempo mediante la asignación de mayor ponderación a las demandas más recientes en comparación con las pasadas. Por lo tanto en la suavización exponencial los datos pasados no tienen tanto peso o valor como los datos más recientes.

4.- Método de exponencial suavizada doble:

Es un modelo de tendencias lineales las cuales van evolucionando en una serie de tiempo y son de gran utilidad para realizar pronósticos. Este modelo se calcula primero una suavización exponencial simple para los datos de la serie y posteriormente se vuelve a calcular otra suavización exponencial sobre los datos resultantes. En este modelo se utilizan 3 ecuaciones:

Primera suavización:

$$X_t = a (X_{t-1}) + [(1 - a)(X_{t-1} + T_{t-1})]$$

La ecuación de tendencia:

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

La ecuación para calcular el pronóstico de t:

$$X_t = X't + Tt$$

Dónde:

X_t : Pronóstico del periodo

X_{t-1} : Pronóstico del periodo anterior

$X't$: Suavización exponencial

$X't-1$: Suavización exponencial del periodo anterior

A: Coeficiente de suavización

B: Coeficiente de suavización para la tendencia

Para Sweeney (2011), el modelo de suavización exponencial doble proyecta el futuro agregando un incremento de corrección a la tendencia "T", de esta manera obtener un promedio suavizado del promedio suavizado del periodo presente pronosticado. Por lo que este método es muy certero pero un poco más complejo que el suavizado simple.

5.- Modelo de regresión Lineal.-

Este modelo sirve para encontrar un valor esperado de una variable que es aleatoria. Este método es muy útil para medir patrones de demanda que tienen una tendencia decreciente o creciente, en pocas palabras, en donde existe una correlación entre la demanda y el tiempo.

Al realizar un análisis de regresión lineal se determina la relación que se presenta entre una variable dependiente y otra(s) independientes. De esta manera, se determina su relación en base de coeficientes de correlación y determinación. El coeficiente de determinación (r^2); mide el porcentaje de variación en la variable dependiente, derivado de los cambios en las variables independientes. Por otro lado, el coeficiente de la correlación (r), es una medida de relación entre las variables cuyo valor oscila (- 1 a 1).

La fórmula para el modelo de regresión lineal es:

$$X_t = a + bt$$

Dónde:

Xt: Pronóstico del periodo

A: Intersección de la línea con el eje

b: Pendiente

t: Tiempo

De acuerdo con Álvarez (2011), el método de regresión lineal se basa en escoger unos valores determinados que sirven para encontrar los parámetros desconocidos, de tal modo que la ecuación quede determinada, por lo que se necesita un conjunto de observaciones que registran el comportamiento de la variable dependiente y de las variables explícitas o aleatorias.

2.5.- Proceso de pronósticos

Según Anderson (2008), la elección de un modelo de pronósticos no es cosa que deba tomarse a la ligera, ya que es importante elegir el método que mejor se adapte a los datos recabados y que tenga la mayor exactitud posible. Este autor expone el siguiente proceso de para realizar un pronóstico:

1.- Identificación del problema y recabar información.- como primer paso, hay que identificar cuál es el problema que se pretende resolver y recolectar gran cantidad de datos para poder realizar un análisis más exacto.

2.- Depuración de datos.- No todos los datos son relevantes, por lo que hay que depurar la información para dejar solo los necesarios y útiles para la investigación.

3.- Elección del modelo de pronósticos.- En base a los datos recabados se elige el método de pronósticos más adecuado y exacto, reduciendo el porcentaje de errores.

4.- Aplicación del modelo.- Una vez que se tiene los datos depurados y se haya elegido el modelo de pronósticos, el siguiente paso es aplicarlo para obtener los resultados que arroja dicho modelo.

5.- Evaluación.- Se realiza una comparación entre los datos que arroja el modelo de Pronósticos y los datos históricos reales. En este paso, se puede cambiar el Modelo de pronósticos en caso de que fuera necesario y para minimizar el porcentaje de error, durante su aplicación.

2.6.- Productividad

La búsqueda de la productividad se refleja en todos los sectores, tanto grandes empresas transnacionales como pequeñas, tratan de ser más productivas en sus procesos con el fin de ser una empresa más eficiente, competitiva, reducir tiempos y costos e incrementar sus utilidades que son algunos de los principales objetivos que buscan.

Con el panorama actual en el que se desarrollan las empresas en nuestro país, es necesario identificar los problemas que enfrentan y la productividad es el punto de partida, ya que es un indicador de eficiencia y eficacia del sistema de producción de bienes y servicios, la productividad se define como: la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y tiempo utilizado para obtenerlo, entre menor sea el tiempo utilizado que lleve al resultado deseado, más productivo es el sistema (Holmmes, 2006).

Para Cimoli (2011), la mejora en la calidad de los productos nos conduce a incrementar la productividad, las empresas se vuelven más eficientes y competitivas. Concluye que la productividad es un parámetro muy importante para medir el comportamiento de cualquier empresa y tomar decisiones a tiempo para evitar problemas de calidad, de eficiencia, entregas tardías al cliente, tiempos muertos, entre otros.

La definición de productividad varía según cada autor y el enfoque que se le quiera dar, a continuación se muestran algunas definiciones de productividad:

De acuerdo a Sumanth (1997) menciona que con frecuencia se usa el término de productividad para promover un producto o servicio, sin embargo cada individuo le otorga un significado diferente a la productividad, los economistas le dan un significado diferente que los financieros o ingenieros. Además menciona que muchas personas confunden la palabra productividad con producción y creen que a mayor producción resulta mayor productividad lo cual es un error. Concluye que la producción se refiere a la actividad de producir bienes y servicios mientras que la productividad es la utilización eficiente y eficaz de los recursos al producir esos bienes y servicios.

La productividad está ligada con la eficiencia y efectividad, aunque dichas palabras parecen idénticas, tienen diferentes significados: la eficiencia está relacionada con el uso de los recursos y el cumplimiento de las actividades, es decir, es la mejor relación posible entre los medios y los resultados, entre los recursos empleados y producto obtenido (Schermerhorn, 2006).

Por otra parte de acuerdo a Aydin y Ceylan (2009), la productividad se mide para determinar el grado de congruencia con el que se logran los objetivos buscados, es decir, es un importante indicador que ayuda a alinear los objetivos de la empresa; eficiencia, calidad, entregas a tiempo, reducción de costos e incremento de ventas.

A lo largo de los años diversos autores han presentado su idea de cómo se mide la productividad. El modelo Craig (1973), menciona que la productividad se mide de la siguiente forma:

$$PT = \frac{OT}{L + C + R + Q}$$

Dónde:

PT: productividad total

OT: producción total

L: factor de insumo de mano de obra

C: factor de insumo de capital

R: factor de insumo de refacciones y materias primas compradas

Q: factor de insumo de otros bienes y servicios

De acuerdo a Sumanth (1997), la productividad la podemos obtener mediante esta ecuación:

$$PT = \frac{PT}{R}$$

Dónde:

PT: productividad total

PT: producción total

R: Recursos utilizados

Asimismo este autor define a la eficiencia como:

$$E = \frac{PA}{EP}$$

Dónde:

E: eficiencia

PA: producción actual

EP: estándar de producción

Concluye que tener 100% de eficiencia no necesariamente signifique que eres 100% productivo, pues la productividad es la combinación de eficiencia y efectividad (Sumanth David, 1997).

Para Heap (2007), la productividad se mide de la siguiente forma:

$$P = \frac{PT}{R}$$

Dónde:

P: productividad

PT: producción total

R: recursos (mano de obra+ capital+ energía+ otros gastos)

En la misma línea, Slack (2001), construye una fórmula para medir la productividad de una empresa, la cual se muestra a continuación:

$$P = \frac{PT}{IS}$$

Dónde:

P: productividad

PT: producción total

IS: insumos totales de la empresa

Según Gutiérrez (2006), la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso, por lo que implementar la productividad consiste en mejorar los resultados obtenidos, considerando los recursos empleados y el tiempo necesario. Para ser productivo en la empresa hay que trabajar enfocado a objetivos comunes en el que cada uno de los trabajadores ponga su gramo de esfuerzo para lograr el resultado esperado.

Para Prokopenko (1998), la productividad no se consigue trabajando más duro sino trabajando más inteligente, pues los resultados de trabajar duro son muy limitados debido a las condiciones físicas de los trabajadores. Existen otras formas para hacer más eficiente y mejorar la productividad, como por ejemplo; un mejor flujo de la cadena de suministros que evita los paros de línea, permite producir y entregar el producto justo a tiempo y generar mayores ventas.

Asimismo, Sackiko (2009) menciona que la productividad es una herramienta muy importante para mejorar las operaciones de una empresa, ya que se utilizan de forma más eficiente los recursos disponibles y logran un impacto positivo en la reducción de costos, mejoran las entregas a tiempo al cliente y repercute incrementando las utilidades brutas.

2.7.- Ventas

Las ventas son uno de los principales objetivos que persiguen las empresas y un importante parámetro para medir su participación en el mercado con respecto a años anteriores, mayores ventas se traducen en que los clientes están satisfechos con el producto y lo siguen demandado, por lo que la empresa debe asegurarse de mantener un buen nivel de calidad, tiempo de entrega, que satisfaga las necesidades de los consumidores.

Para Salgueiro (2001), existen áreas donde es difícil establecer mediciones que tienen que ver con la moral o la apreciación, sin embargo, comenta que es muy sencillo encontrar indicadores que muestren el desempeño de las ventas, ya que este indicador siempre tiene datos y todas las empresas están al pendiente de ellos. Este autor menciona algunos ejemplos de Indicadores de ventas:

$$\text{Ventas por cliente} = \frac{VT}{N}$$

Dónde:

VT: ventas totales

nc: número de clientes

Asimismo:

$$D = \frac{VT}{VP}$$

Dónde:

D: desempeño de ventas

VT: ventas totales

VP: ventas pronosticadas

De acuerdo con Bobadilla (2011), el activo más importante de una empresa son los clientes, si no hubiera clientes la empresa no sería rentable. De esta forma, las ventas juegan un papel primordial ya que en base a ellas se cubren los costos y gastos de la operación, por lo que el indicador de ventas es uno de los más vigilados por los directivos de la organización y siempre con la meta de mejorarlo continuamente.

Según Kotler (2003), los objetivos de ventas que se establecen en una empresa se trata de una herramienta gerencial para estimular el esfuerzo de ventas, se suelen hacer pronósticos altos para motivar no solo al departamento de ventas sino también al área de producción, materiales, logística, etc. Para ser más productivos y entregar justo a tiempo el producto final al cliente, de esta forma cubrir la demanda y cumplir con el pronóstico de ventas.

Para Castells (2013), es esencial que la empresa organice y mida el desempeño de las ventas ya que es lo que le permitirá subsistir, concluye que es necesario cumplir con todos los requerimientos del cliente en tiempo y forma, para motivarlos a seguir comprando los productos de la empresa.

El indicador de ventas de la empresa analizada es un parámetro importante que se va a medir para diagnosticar el impacto derivado de la aplicación de un modelo pronósticos en el proceso de control y planeación de la producción.

2.7.- Entregas a tiempo

Para Coyle (2008), la cadena de suministros es vista como el conducto para la eficiencia y efectividad del flujo de los materiales, servicios, información y finanzas partiendo del proveedor pasando a través de compañías intermediarias y continuando hacia los clientes de los mismos clientes, donde todos están conectados a través de una cadena o red. Concluye que si un eslabón no funciona adecuadamente perjudica y detiene la cadena de suministros y resultan

diversos problemas donde destaca las entregas atrasadas del producto. El mismo autor menciona una ecuación para calcular las entregas a tiempo, tal como se muestra a continuación:

$$E = \frac{ET}{N} \times 100$$

Dónde:

E: cumplimiento entregas

ET: entregas a tiempo

N: número total de pedidos

Para Kung (2005) las entregas a tiempo al cliente son de gran importancia para incrementar la eficiencia y efectividad organizacional ya que producen una serie de beneficios que menciona a continuación:

- Eliminan desperdicios en el proceso de producción
- Reduce costos de almacenamiento al no mantener mucho inventario en la planta
- Mejora la comunicación entre la organización- los clientes y con sus proveedores
- Mejora la productividad
- Mejora la calidad del producto
- Satisfacción al cliente y aumento de pedidos-ventas.

Concluye que estos beneficios hacen más competitiva a la empresa y le otorga atributos que son muy apreciados por los clientes pues ellos buscan que sus pedidos sean entregados a tiempo y con buena calidad.

De acuerdo con Ríos (2011), muchas empresas enfrentan problemas con sus cadenas de suministro que provocan entregas atrasadas al cliente, problemas de calidad, tiempos muertos en las líneas de producción y hasta la cancelación de pedidos del cliente. Concluye que es de suma importancia satisfacer al cliente ya que es el punto de partida para seguir incrementado las ventas y presencia en el mercado.

Actualmente la mayoría de las empresas están en busca de la eficiencia y productividad en sus operaciones y utilizan diversas metodologías para volver más eficaz el flujo de sus operaciones con el principal objetivo de hacer más con menos recursos, reducir costos y aumentar ganancias, para ello existe atrás todo un proceso que se denomina cadena de suministro, que culmina con la entrega del producto al cliente, cuánto más eficiente sea la cadena de suministro, menor será el tiempo de entrega del producto y por ende se aprovecha mejor la capacidad productiva de la planta y trae consigo beneficios tales como: Incremento de ventas, mejoramientos de la calidad y productividad, mayores vueltas al inventario, entre otras.

La clave del éxito de una empresa es ser eficiente y eficaz en sus operaciones, eliminar cualquier desperdicio en sus procesos, aprovechando los recursos disponibles para cumplir con los pedidos a tiempo, demostrando que la empresa es eficiente y aumentando la confianza con los clientes para atraer nuevos pedidos e incrementar las ganancias de la empresa (Hiroyuki, 2009).

Al hablar de entregas a tiempo no se puede pasar por alto a Taiichi Ohno, un ingeniero japonés altamente reconocido por diseñar el sistema: justo a tiempo (JIT) para una importante empresa automotriz, el cual se basa en ordenar la cantidad necesaria de material y en el tiempo necesario para fabricar el producto y embarcarlo a justo a tiempo al cliente. Este sistema es emulado por una gran cantidad de empresas que son admiradoras de esta metodología japonesa la cual ha tenido gran éxito desde sus inicios y que continúan aplicando muchas empresas en la actualidad (Monden, 2012).

Para (Jozefowska, 2010), la base para realizar entregas a tiempo al cliente consiste en un detallado plan y control de la producción solicitando la cantidad de materia prima necesaria a los proveedores y demandando que sea entregada a tiempo, para poder ingresarla a la línea de producción, fabricar el producto y entregarlo al cliente. Tanto el programa de producción como

el de suministro de componentes deber de ser preciso para evitar cualquier tiempo muerto y como resultado una entrega fuera de tiempo.

Según (Russell y Taylor, 2006), la mejor manera para entregar justo a tiempo al cliente es planeando adecuadamente la demanda, comprando el material necesario y vigilando la cadena de suministro para identificar cualquier problema potencial que llegará afectar a la operación. Concluye que la falta de seguimiento en la cadena de suministro así como no planear correctamente la demanda del cliente puede traer consecuencias que impacta directamente a las ventas de la planta.

En la presente investigación se va a analizar el impacto de la aplicación de un modelo de pronósticos en la planeación y control de producción y sus efectos en los indicadores de productividad, ventas y entregas a tiempo al cliente de la empresa en estudio.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1.- Diseño de la investigación:

El objetivo primordial de este capítulo es explicar cómo se llevó a cabo la presente investigación, que herramientas se utilizaron para la recolección de los datos y posteriormente cuantificar y analizar dicha información con la directriz de alcanzar los objetivos planteados al inicio de este estudio, con base en una investigación cuantitativa, descriptiva, transversal, y no experimental.

El diseño de la investigación es un elemento muy importante en cualquier proyecto de estudio, ya que permite mantener alineados los objetivos, y responder las preguntas de investigación planteadas en un inicio, de esta manera poder mantener una buena estructura en el proyecto de investigación (Trochim, 2005).

Para Hernández (2003) el diseño de la investigación es lo que marca el rumbo de la investigación, es decir, es un plan que contiene las directrices a seguir para poder alcanzar los objetivos del estudio, con este objeto se establece el diseño y para no desviarse del camino.

Según Kerlinger (2002), el diseño es un plan estructurado a seguir, en donde se establecen las estrategias o métodos para recopilar y analizar los datos y de esta forma responder las preguntas de investigación. Concluye que toda investigación debe de contar con un diseño apropiado para cumplir los objetivos planteados en el estudio.

De acuerdo con Corbetta (2003), la investigación cuantitativa se basa en sucesos que se pueden medir con base en la estadística para el análisis de datos. El objeto sujeto de estudio debe ser medible, además que existe una relación muy estrecha entre las hipótesis y la teoría en donde se realiza un razonamiento deductivo que en un segundo plano se valida de manera empírica.

Para Pita & Pértegas (2003), la investigación cuantitativa es objetiva, susceptible a medición y basada en un análisis estadístico para obtener resultados que validen las hipótesis planteadas al inicio del estudio, además que se intenta encontrar la relación entre las variables y objetivos de investigación a través de la medición de las variables.

De acuerdo con Baray (2006), la investigación descriptiva tiene como objetivo analizar los rasgos de una población u objeto de estudio mediante la descripción concisa de los sucesos o acontecimientos, personas, procesos etc. Concluye que esta investigación no se limita a recolectar datos sino a la identificación de la correlación que existen entre las variables de estudio, en donde los investigadores recaban información en base a las hipótesis y teorías que presentan en la investigación.

Según Tortosa (2014) la investigación transversal es donde se recopila información durante un periodo de tiempo limitado, es de carácter descriptiva y es útil para analizar la relación entre las variables del objeto de estudio durante un periodo determinado, por lo que es más sencillo recabar los datos puesto que el panorama de estudio es más cerrado.

Para Cegarra (2011) la investigación no experimental es sistemática en la cual el investigador no tiene un dominio sobre las variables de carácter independiente ya que son objetos o situaciones intrínsecos, es decir, que los cambios en las variables son situaciones pasadas en donde el investigador solo se limita a observar sin poder influir en sus efectos.

Menciona Calderón (2010) que la investigación no experimental es en donde el investigador no puede manipular las variables independientes sino que está sujeto a observación de los sucesos o acontecimientos ya existentes, por lo tanto no puede influir sobre estas variables.

3.2.- Recolección de datos

Para la recolección de datos se analizó el historial de requerimientos de los clientes en la empresa en estudio, en un periodo comprendido entre enero del 2013 y diciembre del 2014 para poder conocer su comportamiento durante estos años y tener una idea más clara sobre sus variaciones y conocer la tendencia de la demanda y de esta forma, aplicar el método de pronósticos en el año 2015.

En una primera fase se van analizar los requerimientos del 2013, para conocer su comportamiento, posteriormente se van a analizar los requerimientos del 2014 y se va a realizar un análisis de carácter comparativo entre ambos periodos anuales para encontrar similitudes y diferencias en el comportamiento de la demanda del cliente, posteriormente se va a aplicar un método de pronósticos en el comienzo del año 2015 para tratar de suavizar cualquier pico de demanda existente.

Con base a la información recabada se va a aplicar un método de pronósticos de suavización exponencial, para poder calcular el promedio de la demanda de los clientes, en donde se utiliza un método de autocorrección con el fin de ajustar los pronósticos y tener un resultado más acertado, debido a que es un método muy preciso, simple y que reacciona más rápido a los cambios u oscilaciones es el motivo por el cual se escoge como herramienta para esta investigación cuantitativa.

La planta en estudio ha incrementado sus niveles su producción, con su ingreso en nuevos mercados, los clientes piden cada vez más productos, por lo que es necesario contar con método de pronósticos que permita administrar eficientemente este incremento demanda, para poder comprar la materia prima oportunamente, así como planear y controlar eficientemente la producción, de esta manera tener efectos positivos sobre la productividad, entregas a tiempo y porcentaje de ventas de la empresa en estudio.

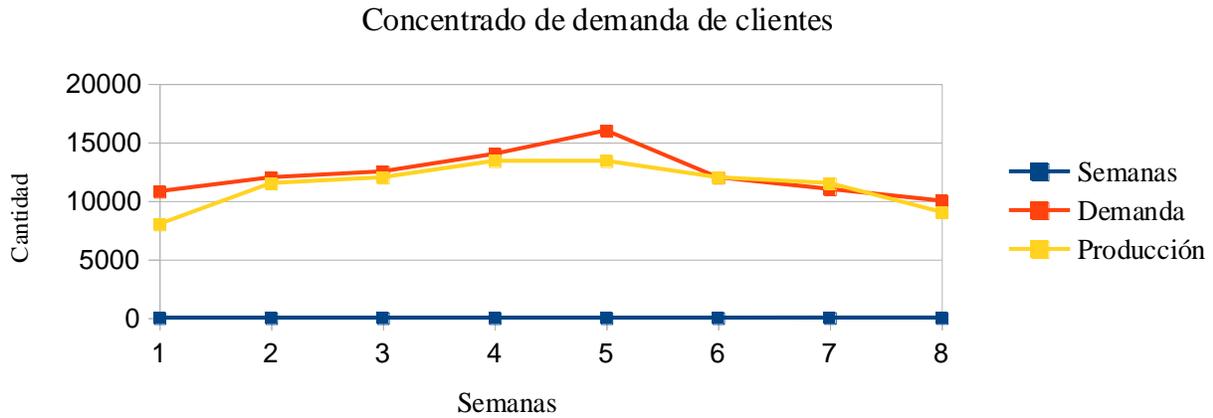
3.3.- Históricos de demanda de clientes

De forma descriptiva se presentaron los datos que muestran el historial de requerimientos de los clientes en la planta en estudio, de tal manera de tener una idea concisa de todas sus variaciones y picos de demanda y de esta forma constatar si la empresa logró cumplir con sus compromisos con los clientes.

Cabe resaltar que la empresa analizada cuenta con datos históricos concentrados en sus sistema ERP, que es el sistema en el cual quedan grabadas todas las transacciones y movimientos operativos realizados desde que arrancó operaciones en la ciudad de San Luis Potosí, por lo que se van a utilizar como fuente de información y análisis, a través de un método cuantitativo.

La siguiente gráfica es un ejemplo de cómo se van a analizar los requerimientos de los clientes, para posteriormente realizarlo de forma anual, concentrando la demanda por mes y comparando contra la producción, de esta forma poder analizar las oscilaciones y observar si se logró fabricar la demanda oportunamente o se incumplió quedando por debajo de las expectativas de demanda de los clientes.

Gráfica 1.- Requerimientos enero-febrero 2013



Fuente: elaboración propia

Como podemos observar en la gráfica anterior, muestra los requerimientos de los clientes de Enero a Febrero del 2013, donde claramente se puede observar que en la semana 5 la demanda se disparó hasta las 16,000 unidades por lo que no se logró cumplir con la fabricación de la totalidad de los pedidos, ocasionando entre otras cosas:

- Incumplimiento con el programa de producción
- Entregas tardías al cliente.
- Bajas ventas
- Baja productividad, al no ocupar adecuadamente los recursos disponibles.
- Entre otras cosas.

Tabla 3.- Programa de producción enero 2013- feb 2013

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Total
Demanda	10,800	12,000	12,500	14,000	16,000	12,000	11,000	10,000	98,300
Producción	8,000	11,500	12,000	13,400	13,400	12,000	11,500	9,025	90,825
Diferencia	-2,800	-500	-500	-600	-2,600	0	500	-975	-7,475
% Cump.	74%	95.8%	96%	95.71%	83.75%	100%	104%	90.25%	92%

Fuente: elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 3, no se tomaron las medidas necesarias para anticipar el pico de demanda en la semana 5, al no contar con un método adecuado de pronósticos se mantuvo un bajo ritmo de producción hasta la semana número 5 y al no balancear adecuadamente la demanda en semanas anteriores no se logró cumplir con la totalidad de los requerimientos de los clientes, quedando un atraso acumulado de **-7,475** piezas a final de la semana ocho, y obteniendo un porcentaje de cumplimiento del programa de producción-entregas del **92%**, es decir, por debajo del **95%** que es el objetivo mínimo de cumplimiento.

Asimismo, se analizaron los requerimientos de los clientes en forma anual para tener una fotografía más amplia del comportamiento de la demanda de los clientes, conocer sus oscilaciones, los meses con mayor demanda y los patrones de tendencia. De esta manera comprobar si los picos de demanda se presentan durante un periodo estacional.

Cabe destacar que el departamento de planeación de la planta en estudio, no estaba analizando adecuadamente el comportamiento de la demanda los clientes para realizar su programa maestro de producción, ya que contaban con pronósticos de demanda con una visión de un mes o dos meses en adelantado, sin embargo, estos pronósticos la mayoría de las veces no eran muy acertados, por lo que los niveles de demanda sobrepasaban a los niveles de

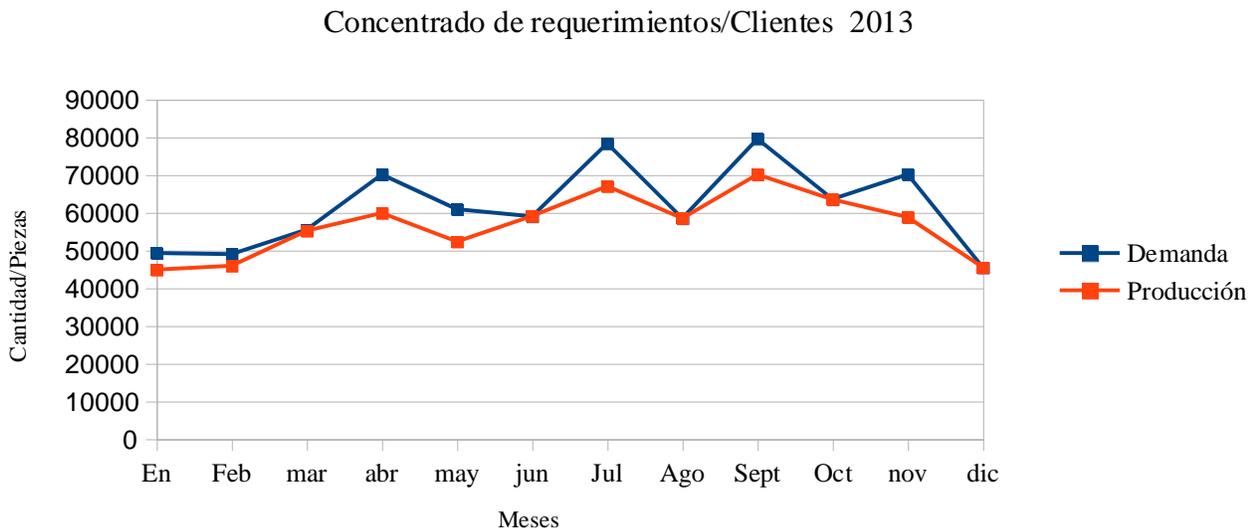
pronósticos, aunado con el retraso de producción que la empresa venía arrastrando por incumplimiento en las entregas de meses anteriores.

Al sobrepasar la demanda a los pronósticos, en la mayoría de las veces el departamento de planeación no podía controlar la demanda de los clientes, afectando a las entregas justo a tiempo y por consecuencia en las ventas de la empresa.

En la gráfica 2 se puede observar claramente los picos de demanda en los meses de; abril, julio, septiembre y noviembre del año 2013, en donde al no contar con un método adecuado de pronósticos que permitiera anticiparlos ocasionó que no estuvieran preparados para incrementar la tasa de producción y balancear mejor la producción, así como tener los recursos disponibles (mano de obra, maquinaria, tiempo disponible), durante los meses del año, para poder cubrir la demanda.

3.3.1.-Requerimientos de clientes enero- diciembre 2013

Gráfica 2.- Requerimientos de clientes del 2013



Fuente: elaboración propia

La demanda de los clientes comenzó a bajar en las 50,000 unidades en los primeros meses del año, sin embargo, a partir de los meses de marzo y abril los requerimientos

empezaron a incrementar ya que la empresa analizada ganó en el mes de febrero una licitación con un importante cliente nuevo, por lo que en abril empezaron a llegar nuevos requerimientos que no supo anticipar, por lo tanto su producción quedó muy por debajo de la demanda.

3.3.2.- Histórico de Producción 2013

Tabla 4.- Programa de producción enero-diciembre 2013

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Total
Demanda	10,800	12,000	12,500	14,000	16,000	12,000	11,000	10,000	98,300
Producción	8,000	11,500	12,000	13,400	13,400	12,000	11,500	9,025	90,825
Diferencia	-2,800	-500	-500	-600	-2,600	0	500	-975	-7,475
% Cump.	74%	95.8%	96%	95.71%	83.75%	100%	104%	90.25%	92%

Fuente: elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla 4, el cumplimiento de producción de la planta analizada, en los primeros meses del año se tenía una demanda promedio de 51,266 piezas, pero a partir del mes de abril los requerimientos se incrementaron hasta las 70,111 unidades es decir, casi un 40% quedando rezagados -10,211 piezas en el mismo mes.

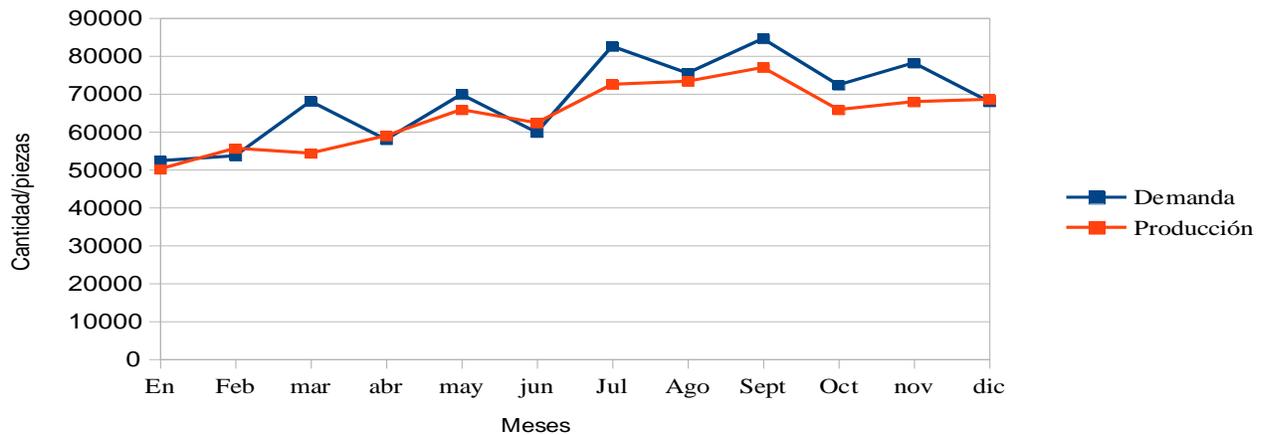
Se puede observar, de igual forma en los meses de julio, septiembre y noviembre la demanda volvió a sobrepasar las 70,000 unidades, por lo que la empresa no logró anticipar y cubrir esos picos de demanda, por lo que incumplió con las entregas del producto a los clientes. Únicamente en los meses de junio, agosto y diciembre se logró cubrir al cien por ciento los requerimientos de los clientes.

Al no tener un adecuado método de pronósticos ocasionó que en el 2013 se terminará con un porcentaje de 92.10% de cumplimiento del programa anual de producción, por debajo del objetivo (95%), y con un retraso de producción de (-58,445) piezas que no se capitalizaron.

En la gráfica 3 se muestra las oscilaciones y picos de la demanda de los clientes durante el año 2014, tal como podemos observar en los meses de marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre los picos de demanda fueron muy pronunciados, esto quiere decir que no se lograron suavizar durante el año provocando incumplimiento en el programa de producción y en las entregas a los clientes.

3.3.3.- Requerimientos de clientes enero-diciembre 2014

Gráfica 3.- Requerimientos de clientes 2014



Fuente: elaboración propia

En el año 2014 la demanda de los clientes siguió en ascenso, lo cual significa que las ventas pudieron ser mayores, sin embargo, al no poder cubrir la totalidad de los requerimientos, la empresa en estudio quedó por debajo de los pronósticos de ventas, retrasando nuevamente las entregas a clientes. A pesar de que la tendencia de la salida de producción se fue incrementando con el paso de los meses, no se logró suavizar adecuadamente los picos de demanda para cumplir con ella.

En la tabla 5 se puede observar que la demanda en los primeros dos meses fue muy similar, sin embargo a partir de abril se presentaron picos de demanda que causaron que no se cumplieran con el programa de producción. En mayo, julio, septiembre y noviembre nuevamente la demanda se incrementó por lo que en los últimos meses del año 2014 no se logró cubrir con la totalidad de los requerimientos del cliente.

3.3.4.- Histórico de demanda 2014

Tabla 5.- Programa de producción enero-diciembre 2014

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Demanda	52,300	53,600	67,987	57,900	69,800	59,789	82,500	75,400	84,500	72,300	78,120	67,900	822,096
Producción	50,123	55,600	54,300	58,900	65,789	62,300	72,450	73,256	76,900	66,789	67,876	68,500	771,783
Diferencia	-2,177	2000	-13687	1000	-4,011	2,511	-10050	-2,144	-7,600	-6,511	-10244	600	-50,313
% Cump.	95%	103%	79%	101%	94%	104%	87%	97%	91%	90%	86%	100%	93.38%

Fuente: elaboración propia

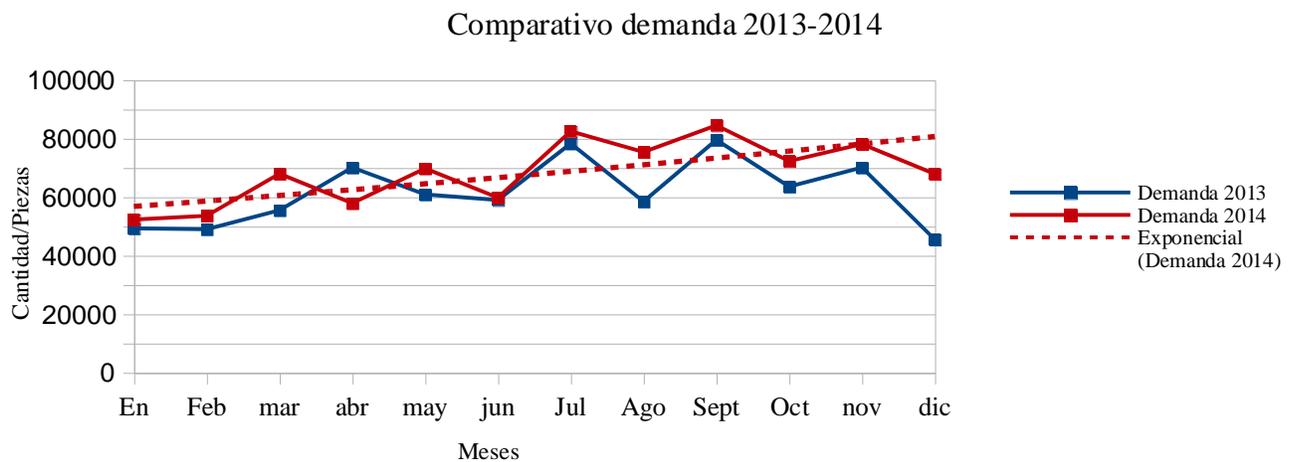
Asimismo, podemos observar que únicamente en los meses de; febrero, abril, junio y diciembre se logró cubrir al cien por ciento con la demanda, pero no se adelantó la suficiente producción como para poder balancear, reducir y cubrir los requerimientos del siguiente mes. Cabe mencionar que la falta de un método de pronósticos que tomará como base el año anterior pudo ocasionar el incumplimiento del programa.

Se concluye que el 2014, se terminó con un porcentaje de cumplimiento del programa de producción del **93.38%**, aún por debajo del objetivo de la planta que es del 95% y un total de **(50,313)** piezas de retraso de producción. En este año tampoco se logró balancear la demanda durante los meses para poder abatir los picos de demanda.

A continuación se va a realizar un análisis comparativo entre la demanda de los clientes del 2013 al 2014, para poder ver posibles similitudes y oscilaciones en los requerimientos y detectar posible patrón de tendencias.

3.4.- Comparativo de demanda de clientes 2013-2014

Gráfica 4.- Demanda de clientes 2013-2014

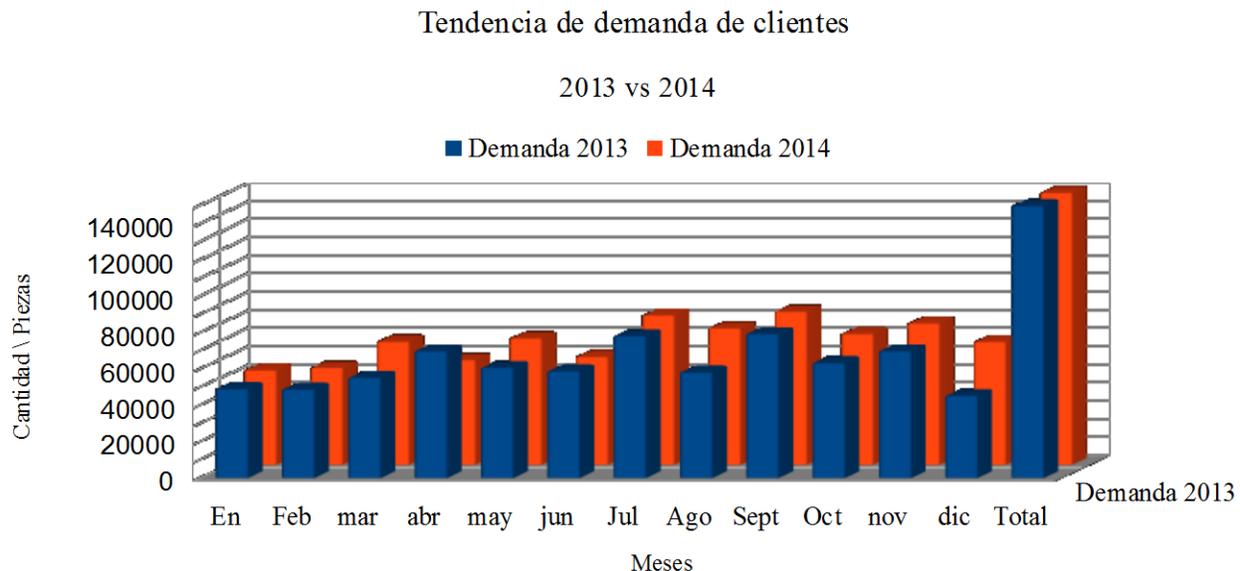


Fuente: elaboración propia

En la gráfica 4 se puede observar lo siguiente:

- La demanda del 2014 fue mayor con respecto a la del 2013, con el ingreso de la planta analizada a nuevos mercados incrementó sus ventas con respecto al año anterior.
- La demanda a inicios del año oscila entre las 40,000 y 60,000 unidades e incrementa conforme avanza el año hasta llegar alrededor de las 80,000 unidades en algunos meses del año.
- A partir del mes de marzo la demanda empieza a incrementar hasta llegar a los picos de demanda más prominentes en los meses de julio a noviembre. Por lo que en estos meses es cuando los requerimientos de los clientes alcanzan sus máximos niveles.
- A Pesar de que la demanda del año 2014 fue mayor que en 2013 se puede observar un patrón de demanda similar en varios meses, por lo que se puede se puede considerar que son los meses de alta demanda y se pueden suavizar esos picos.

Gráfica 5.- Tendencia de demanda 2013 vs 2014



Fuente: elaboración propia

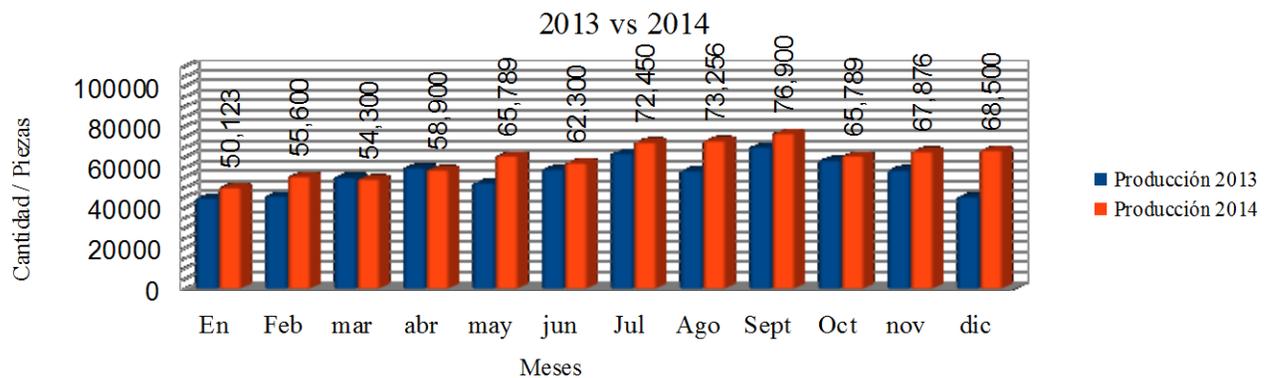
En la gráfica 5 se puede ver claramente que la demanda de los clientes en el 2014 se incrementó con respecto al 2013. Al inicio de ambos años la demanda fue constante al situarse en un rango entre 40,000 a 50,000 unidades, sin embargo, al final del primer trimestre empezó a subir de la demanda y a presentarse los primeros picos de demanda. Los meses de julio a noviembre muestran picos de demanda más prominentes lo que significa que es el periodo del año con más alta demanda.

Se puede constatar que en ambos años la demanda de los clientes se comporta de manera similar, es decir, presenta un patrón estacional durante algunos meses del año, por lo que se puede emplear un modelo de pronósticos de exponencial suavizada para atenuar los picos de demanda y balancear mejor la producción durante el transcurso del año. A continuación, de la misma manera se va analizar los niveles de producción del 2013 y 2014 para comparar las tasas de producción, esta información es de gran ayuda ya que permite tener una visión de los meses

del año en los cuales se produjeron más piezas y sirve como parámetro para medir las capacidades de producción.

3.5.- Comparativo de niveles de producción 2013-2014

Gráfica 6.-Niveles de producción 2013 vs 2014



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 6 se muestran los niveles de producción del 2013 y 2014, de esta forma se puede observar que no existe un adecuado control y planeación de la producción ya que hay meses donde se fabricaron 50,000 unidades y otros meses donde se produjeron arriba de las 70,000 unidades, se observa que del mes de mayo a septiembre es cuando se incrementa la producción a sus niveles máximos, además existe una tendencia alcista en el año 2014 con respecto al 2013, debido a la mayor demanda por parte de los clientes.

Asimismo, podemos observar que no está bien balanceada la producción con base a demanda de los clientes, es decir, no se está usando un adecuado método de pronósticos y se está planeando la producción con una visión a corto plazo o reactiva, lo que impide anticipar los requerimientos desde meses anteriores para suavizar los picos de demanda y controlar mejor la producción.

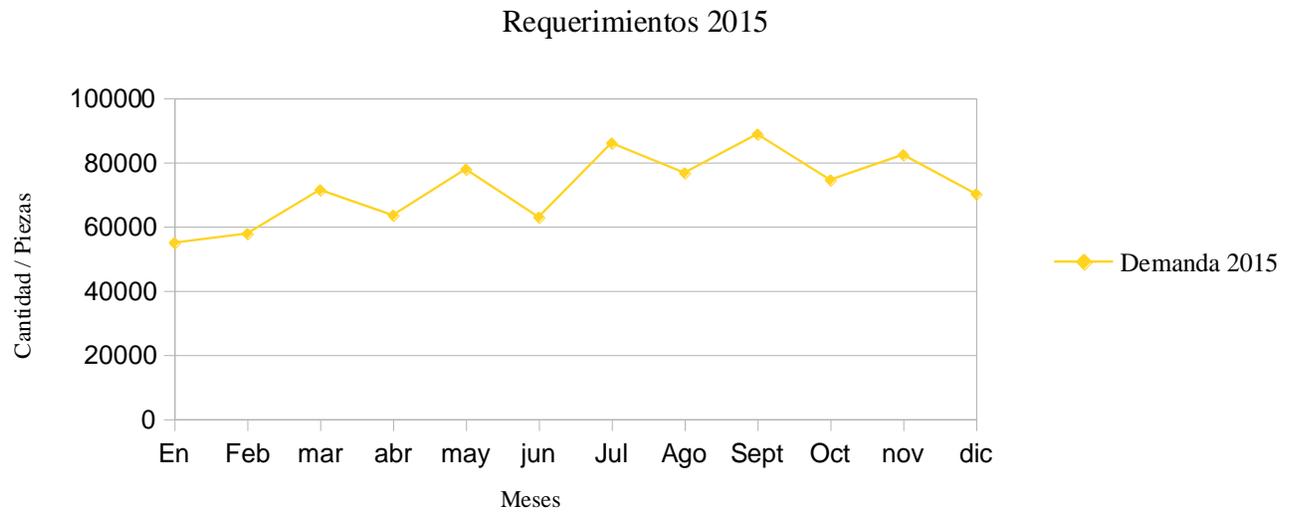
Cabe destacar que la empresa manufacturera desde que inició operaciones ha tratado de controlar sus procesos de planeación y control de producción, sin embargo, ha sido muy difícil durante el 2013 y 2014 poder lograrlo, lo que ha vuelto la operación y cadena de suministro muy ineficiente, ya que durante algunos meses se presentan problemas de falta de materia prima ya que al no poder controlar la demanda tampoco se controla los niveles de inventario lo que conduce a tiempos muertos en la línea de producción que agravan la situación de tratar de embarcar el producto justo a tiempo a los clientes y capitalizar los objetivos de ventas durante el año.

A continuación se va a analizar el comportamiento de los requerimientos de los clientes durante el 2015, en donde se empezó a aplicar el método de pronósticos de suavización exponencial para poder suavizar los picos de demanda.

En la gráfica 7 se puede observar la demanda de los clientes en el año 2015, donde se presentan picos prominentes durante los meses de: marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre, por lo que es necesario un método para poder abatirlos y balancear los requerimientos con la finalidad de ser previsores y dejar de trabajar reactivamente como en años anteriores.

3.6.- Comportamiento de demanda de clientes 2015

Gráfica 7.- Demanda de clientes 2015



Fuente: elaboración propia

3.7.- Implementación

Con base a los análisis de años anteriores, en el año 2014 se mostró una mejoría en el porcentaje de cumplimiento del programa de producción, sin embargo fue con base a altos costos originados del tiempo extra, materiales expeditados, problemas de calidad, entre otros. Por lo que no es sano seguir trabajando de la misma manera, por lo que se decidió implementar el uso de una herramienta de pronósticos con el objetivo de mejorar la forma en que se planea y controla la producción para reducir costos.

Asimismo, el departamento de planeación y control de la producción de la empresa en estudio, en Enero del 2015 empezó a usar un método de pronósticos de exponencial suavizada para poder balancear mejor la producción y suavizar los picos de demanda mostrados en la gráfica anterior, con base a los datos históricos se puede establecer una mejor planeación y control de la producción y por consecuencia tener efectos positivos en la productividad, entregas a tiempo y ventas totales de la empresa.

3.8.- Método de pronósticos exponencial suavizado

El método de pronósticos de exponencial suavizada es la técnica que se propone para controlar y suavizar la demanda de los clientes, de esta forma, mejorar el proceso actual de planeación y control de la producción de la empresa en estudio, ya que es un método muy preciso y reacciona rápidamente a los cambios. La fórmula para la exponencial suavizada es:

$$F_{t+1} = a * D_t + (1 + a)F_t$$

Dónde:

F_{t+1} : Pronóstico para el próximo periodo

D_t : Demanda actual para el presente periodo

F_t : Pronóstico determinado para este periodo

a : Constante suavizada (coeficiente de suavización).

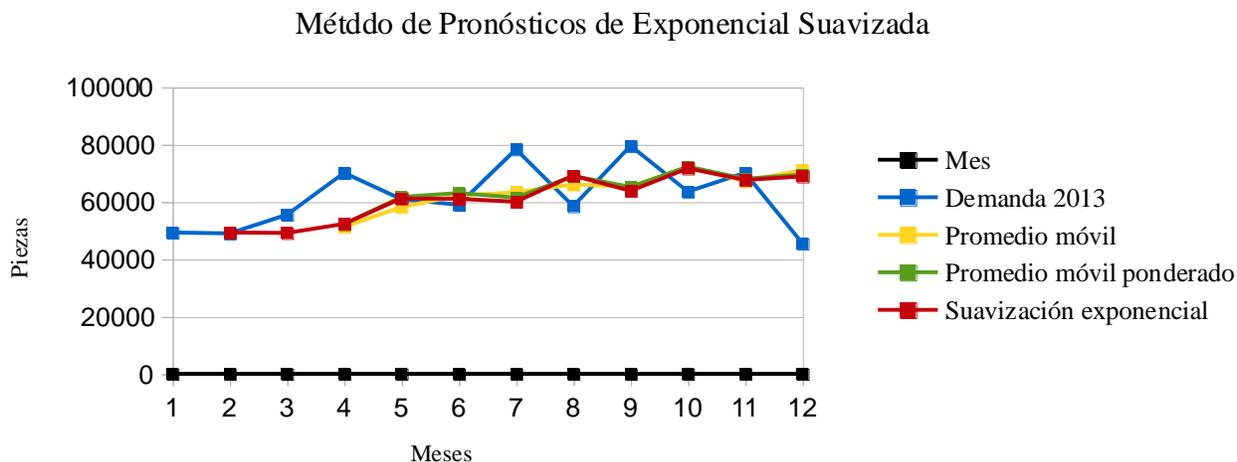
Cabe resaltar que cuando el coeficiente de suavización es pequeño ($<50\%$), se da por que la demanda real es estable, es decir, no hay mucha variación entre los periodos. Por otro lado, cuando el coeficiente de suavización es ($>50\%$), es porque la demanda real se incrementa o reduce rápidamente, para este caso y con base a los datos recabados se utilizó un coeficiente de suavización del **50%**, ya que como se pudo comprobar existieron picos de demanda muy abruptos durante los años 2013 y 2014 e indican una tendencia similar para el 2015.

A continuación se va a realizar unos ejemplos comparativos para observar cómo funciona el método de pronósticos de suavización exponencial, por lo que se va a suavizar de forma anual los requerimientos de los clientes del 2013, posteriormente del 2014 y al final del 2015, con el propósito de visualizar como son abatidos los picos de demanda, y poder mantener una tasa de producción balanceada durante todo el año, reduciendo el tiempo extra y haciendo uso eficiente de los recursos disponibles de la empresa.

En cada ejemplo se utilizan tres diferentes métodos de pronósticos para poder comprobar cuál de ellos arroja menor error de pronósticos. Cabe destacar que por iniciativa propia se propuso un método de pronósticos como una herramienta para poder gestionar la demanda de los clientes y empezar a trabajar de una forma más proactiva y eficiente.

3.8.1- Demanda suavizada 2013

Gráfica 8.- Demanda de clientes suavizada del 2013



Fuente: elaboración propia

Tal como se muestra en la gráfica 8, el mejor método de pronósticos es el de suavización Exponencial ya que es el más preciso pues presenta menor índice de error de pronóstico al cuadrado y como se mencionó anteriormente responde más rápido a los cambios recientes en la demanda real.

Asimismo, en la gráfica 8, la demanda del año 2013 presenta los picos de demanda más prominentes en los meses de abril, julio y septiembre. Empleando el método de pronósticos de suavización exponencial se logra suavizar estos picos y mantener una tasa de producción balanceada durante los meses del año, de tal forma de evitar tiempos extras y reaccionar más rápidamente a los requerimientos de los clientes. Al suavizar los picos de demanda se puede evitar los cambios abruptos en el programa de producción, tiempos muertos en las líneas de producción, el uso excesivo de tiempo extra, etc.

Tabla 6.- Cuadro comparativo de pronósticos para suavizar demanda del 2013

Mes	Demanda 2013	Promedio móvil	Error pronósticos.	Error pronósticos cuadrado	Promedio móvil ponderado	Error pronóstico	Error pronóstico cuadrado	Suavización exponencial	Error de pronóstico (0.5)	Error de pronóstico cuadrado
1	49.3									
2	49.0							49.3	-3	90.0
3	55.5							49.1	6.3	40322.5
4	70.1	51.2	18.4	355165.0	52.3	17.8	317231.7	52.3	17.7	316341.7
5	60.8	58.2	2.6	7.264	61.7	-8.2	677.6	61.2	-3	101.7
6	59.0	62.1	-3.1	10048.9	63.0	-4.0	16563.5	61.0	-2.0	4237.4
7	78.3	63.3	14.9	22480.0	61.4	16.8	283759.6	60.0	18.3	334917.4
8	58.3	66.0	-75.6	57400.8	68.9	-10.4	109861.8	69.1	-10.6	114054.3
9	79.5	65.2	14.2	203442.6	65.1	14.3	205826.8	63.8	15.7	246495.8
10	63.5	72.1	-8.5	72817.8	72.3	-8.7	76300.2	71.	-8.7	65608.4
11	70.1	67.2	2.9	84681.00	68.0	2.0	4250.4	67.6	2.4	6150.6
12	45.5	71.0	-25.5	65450.6	69.5	-24.0	576640.1	68.8	-23.3	446623.3
Total				1593858.9			1591112.0			1574943.,6

Nota: cifras en miles de unidades

Fuente: elaboración propia

Tal como observamos en la tabla 6, se analiza la demanda de los clientes del año 2013 por los métodos de pronósticos: promedio móvil, promedio móvil ponderado calculado con base a 3 periodos previos y por el método de suavización exponencial en donde se utilizó un coeficiente de suavización del 0.5. Podemos concluir que el método de suavización exponencial es más preciso que los otros dos métodos, ya que es el arroja menor error de pronósticos al cuadrado.

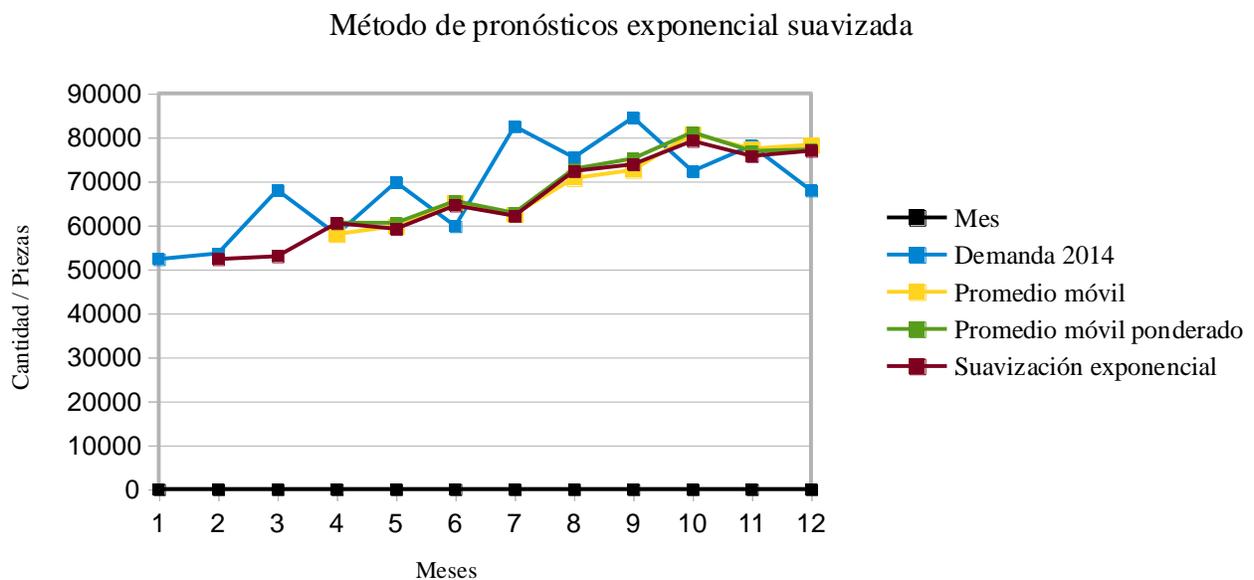
De esta forma, al utilizar el método de pronósticos de suavización exponencial podemos reducir el porcentaje de error de los pronósticos y suavizar los picos de demanda de los clientes

durante el año, de esta manera mejorar el proceso de planeación y control de la producción de la empresa en estudio, estableciendo un programa de producción sin cambios abruptos, cubriendo los requerimientos del cliente, y por consecuencia entregar los pedidos justo a tiempo a los clientes, y de esta forma mejorar el porcentaje de las ventas totales, y la productividad al aprovechar mejor los recursos disponibles de la empresa y pagar menos tiempo extra a los trabajadores que era un práctica habitual en dicha empresa.

3.8.2.- Demanda suavizada 2014

A continuación se va a suavizar la demanda de los clientes del 2014 a través del método de pronósticos de suavización exponencial:

Gráfica 9: demanda de clientes suavizada del 2014



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 9 podemos observar los requerimientos de los clientes del 2014 y al emplear el método de suavización exponencial observamos como los picos de demanda son abatidos, esta técnica estadística presenta menor error de pronóstico en comparación con los

otros métodos, es decir, muestra una demanda más ajustada y con menor índice de error de pronóstico al cuadrado.

Aplicando el método de pronósticos de exponencial suavizada podemos balancear mejor los requerimientos de los clientes a lo largo del año, evitando oscilaciones abruptas y mejorando el proceso de planeación y control de la producción de esta manera poder cubrir la demanda y evitar retrasos de producción y entregas.

En la tabla 7 podemos observar el análisis matemático de la demanda de los clientes del año 2014, el cual se realizó mediante tres diferentes métodos de pronósticos para tener una base comparativa, sin embargo, se va a tomar en cuenta para esta investigación el método de suavización exponencial ya que es más preciso y reacciona más rápidamente a los cambios en los requerimientos del cliente, para este análisis se tomó un coeficiente de suavización de 0.5, para ajustar y reducir el porcentaje de error del pronóstico, el promedio móvil se calculó con base a tres periodos en el tiempo.

Tabla 7.- Cuadro comparativo de pronósticos para suavizar demanda 2014

Mes	Demanda 2014	Promedio móvil	Promedio móvil ponderado	Suavización exponencial	Error de pronóstico (0.5)	Error de pronóstico cuadrado
1	52.3					
2	53.6			52.3	1.3	16900.0
3	67.9			52.9	150.30	226111.3
4	57.9	57.9	60.5	60.4	-2.5	6597.1
5	69.8	59.8	60.5	59.1	10.6	112694.1
6	59.7	65.2	65.5	64.4	-4.7	22119.
7	82.5	62.4	62.8	62.1	20.3	414506.6
8	75.4	70.6	72.8	72.3	3.0	9484.6
9	84.5	72.5	75.1	73.8	10.6	113206.6
10	72.3	80.8	81.1	79.1	-6.8	47335.3
11	78.1	77.4	76.8	75.7	2.3	5664.2
12	67.9	78.3	77.2	76.9	-9.0	81541.2
Total						1040950.8

Nota: cifras en millares

Fuente: elaboración propia

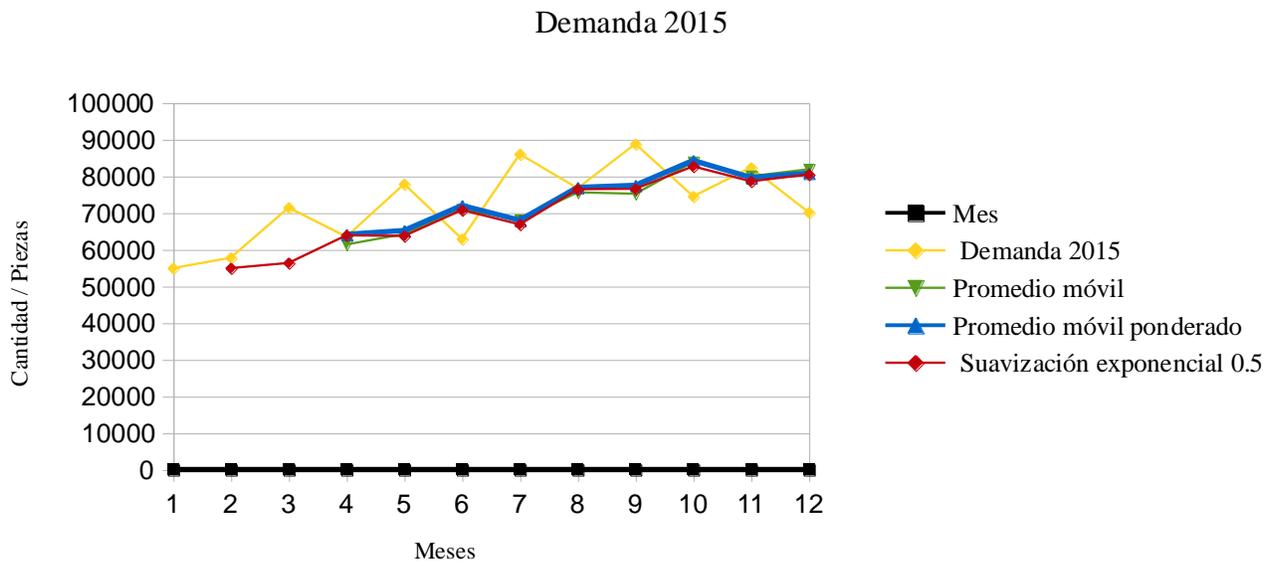
Empleando el método de pronósticos de exponencial suavizada podemos suavizar los picos de demanda, y balancear mejor la tasa de producción durante el año y mejorar el proceso de planeación y control de la producción en la empresa analizada, que fue uno de los principales problemas que enfrentaba el departamento de planeación al trabajar en forma reactiva, por lo que no podían anticipar los incrementos de demanda e incumplían con los compromisos con los clientes.

A continuación en la gráfica 10 podemos observar el comportamiento de la demanda de los clientes de enero-diciembre del 2015 y en el cual se empezó a utilizar el método de pronósticos de suavización exponencial, de esta forma se abatieron los picos de demanda tal

como muestra la línea en color rojo lo que permitió balancear mejor la producción siendo pro-activos para cubrir los requerimientos de los clientes, en tiempo y evitando reaccionar hasta último momento tal como sucedía en años anteriores.

3.8.3.- Demanda suavizada 2015

Gráfica 10.- Demanda de clientes suavizada del 2015



Fuente: elaboración propia

Sin un método de pronósticos la planta analizada no lograba suavizar los picos de demanda y evitar oscilaciones abruptas en la demanda que se traduce en escasez de materia prima, altos costos para expedir materiales urgentes, exceso de tiempo extra, etc. Todos estos factores ocasionan entregas tardías a los clientes que incurren en penalizaciones o cancelaciones de pedidos que afectan a las ventas de la empresa, derivado de una mala planeación y control de la producción.

A continuación se presenta en análisis matemático de la demanda del 2015 a través de diferentes métodos de pronósticos, para demostrar que la técnica de suavización exponencial es más precisa en comparación a las otras dos técnicas:

Tabla 8.- Cuadro comparativo de pronósticos para suavizar demanda 2015

Mes	Demanda 2015	Promedio móvil	Promedio móvil ponderado	Suavización exponencial	Error de pronóstico (0.5)	Error de pronóstico cuadrado
1	54.9					
2	57.7			54.9	2.8	8122.5
3	71.4			56.3	1506.0	226803.6
4	63.4	61.3	64.1	63.8	-.3	144.0
5	77.8	64.2	65.1	63.6	14.1	200647.2
6	62.9	70.9	71.9	70.7	-7.8	61818.9
7	85.9	68.0	67.9	66.8	19.1	366942.7
8	76.7	75.5	76.9	76.4	.291	84.6
9	88.7	75.1	77.4	76.5	12.2	149192.4
10	74.5	83.8	84.2	82.6	-8.1	66614.6
11	82.3	79.9	79.6	78.5	3.7	14168.5
12	70.1	81.8	80.8	80.4	-10.3	106914.4
Total						1201454.1

Nota: Cifras en millares

Fuente: elaboración propia

Siguiendo la misma metodología que años anteriores, en la tabla 8 se realiza un análisis comparativo de tres métodos de pronósticos para determinar cuál es el que tiene menor error de pronóstico al cuadrado. El promedio móvil se calculó con base a 3 periodos preliminares y el método de suavización exponencial se utilizó un coeficiente de suavización del 0.5. Con base a los datos obtenidos, podemos concluir que el método de suavización exponencial es el más preciso, además que es un método muy flexible y reactivo a los cambios de la demanda real y que permite ajustar los pronósticos reduciendo el porcentaje de error.

Cabe mencionar que el uso del método de pronósticos de suavización exponencial en la planta en estudio, permitió durante el 2015 reaccionar mejor a los requerimientos de los clientes balanceando mejor la demanda, de esta forma, reducir el tiempo extras e incluso mejorar la productividad, ya que aumentaron la cantidad de piezas producidas por hora.

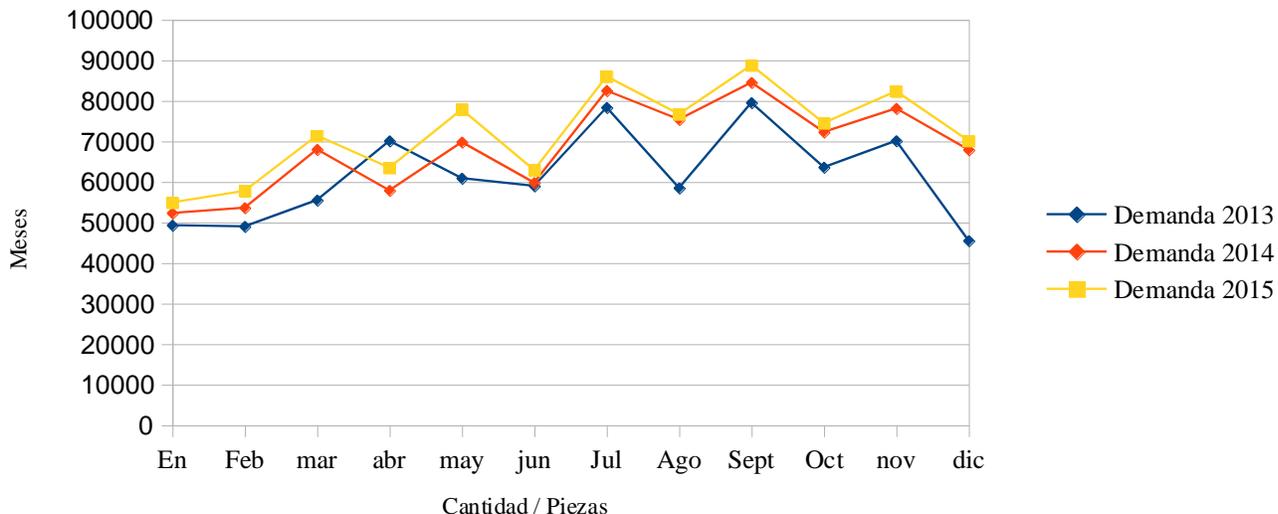
Asimismo, se enfatiza la importancia del uso del método de pronósticos de suavización exponencial en el proceso de planeación y control de la producción, para alinear la cadena de suministros, y tener efectos positivos en administración de inventarios, en la mejora de la productividad, disminución de costos, etc.

El departamento de planeación de la empresa analizada continuamente tenía quejas de los clientes por incumplimiento con las fechas de entrega del producto, al solo tener una visión de dos meses en adelante no podían controlar eficientemente los requerimientos de los clientes, un método estadístico es una herramienta para obtener un pronóstico más acertado sobre la tendencia de la demanda y tener los recursos y tiempo necesario para cubrirla oportunamente, evitando los retrasos de producción.

A continuación se va a analizar el comportamiento de la demanda real de los clientes desde el 2013 al 2015 y poder comprobar si existe un patrón de demanda estacional durante algunos meses del año.

3.9.- Demanda de los clientes 2013- 2015

Gráfica 11.- Comparativo de demanda de clientes 2013- 2015

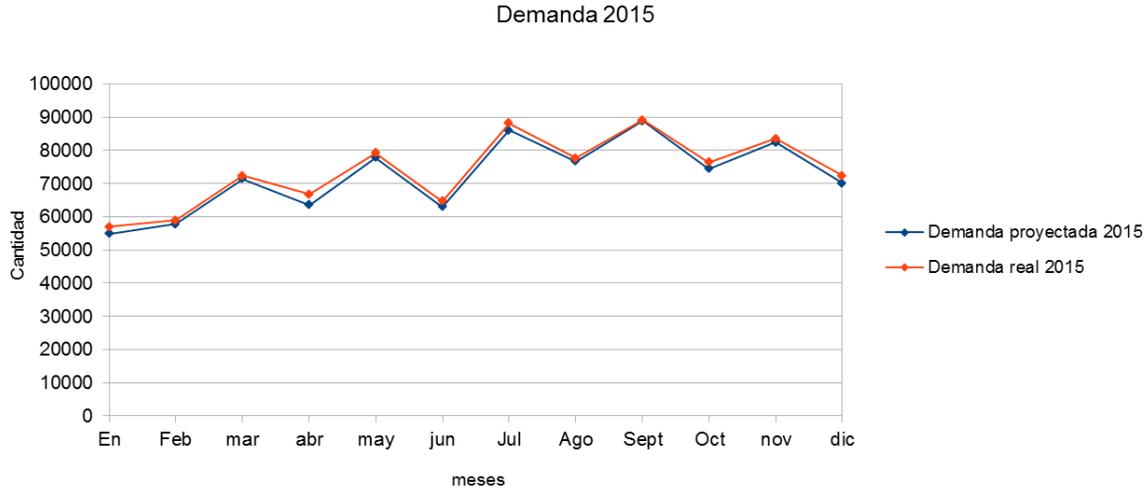


Fuente: elaboración propia

La gráfica once muestra de forma comparativa la demanda real de los clientes desde el 2013 al 2015. Esto permite analizar las oscilaciones de la demanda para determinar si existe un patrón estacional durante ciertos meses del año. Como podemos observar a partir de los meses de marzo y abril empieza a incrementar la demanda donde los picos más prominentes se detectan en los meses de mayo, julio y septiembre, por lo que sí existe un patrón similar de tendencia alcista durante esos periodos, al detectar este patrón estacional se puede anticipar y abatir estos picos de demanda desde inicios del año.

A continuación se presenta la comparación entre la demanda pronosticada con el método de suavización exponencial y la demanda real.

Gráfica 12: Demanda pronosticada contra demanda real 2015



Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la gráfica 12, la demanda pronosticada fue muy similar a la demanda real, a pesar de los picos de demanda, se suavizó mediante el método de suavización exponencial para poder balancear mejor los requerimientos durante el año 2015 y de esta manera poder alinear los recursos necesarios para cumplir con el programa de producción.

En el siguiente capítulo se va a analizar los resultados de la aplicación del método de pronósticos de suavización exponencial en el proceso de planeación y control de la Producción en la planta manufacturera en estudio.

Capítulo IV: RESULTADOS

De acuerdo a la información recabada durante los años 2013 al 2014, y en función de los resultados obtenidos derivados de la aplicación del método de pronósticos suavizados, se cuenta con la evidencia necesaria para aceptar o rechazar las hipótesis de investigación planteadas.

4.1.- Planeación y Control de la producción

Considerando los problemas presentados en años anteriores, en el año 2015 se empezó a utilizar el método de pronósticos de exponencial suavizada para mejorar el proceso de planeación y control de la producción en la planta en estudio, obteniendo los resultados señalados a continuación.

En una primera estancia, el modelo de pronósticos permitió planear mejor los requerimientos de los clientes estableciendo un programa maestro de producción más balanceado durante los meses del año y más preciso de esta forma, tener un mayor control en la producción evitando cambios abruptos en el programa, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 9.

Tabla 9.- Programa de producción enero- diciembre2015

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Demanda	54,915	57,765	71,400	63,490	77,845	62,900	85,987	76,700	88,769	74,500	82,345	70,123	866,739
Producción	53,500	55,105	63,420	68,800	69,679	63,500	73,598	77,324	89,012	76,234	83,500	71,500	845,172
Diferencia	-1,415	-2,660	-7980	5,310	-8,166	600	-12389	624	243	1,734	1,155	1,377	-21,567
% Cump.	97.4%	95.4%	88.8%	108.8%	89.5%	100%	85.5%	100%	100%	102%	101%	101%	97.51%

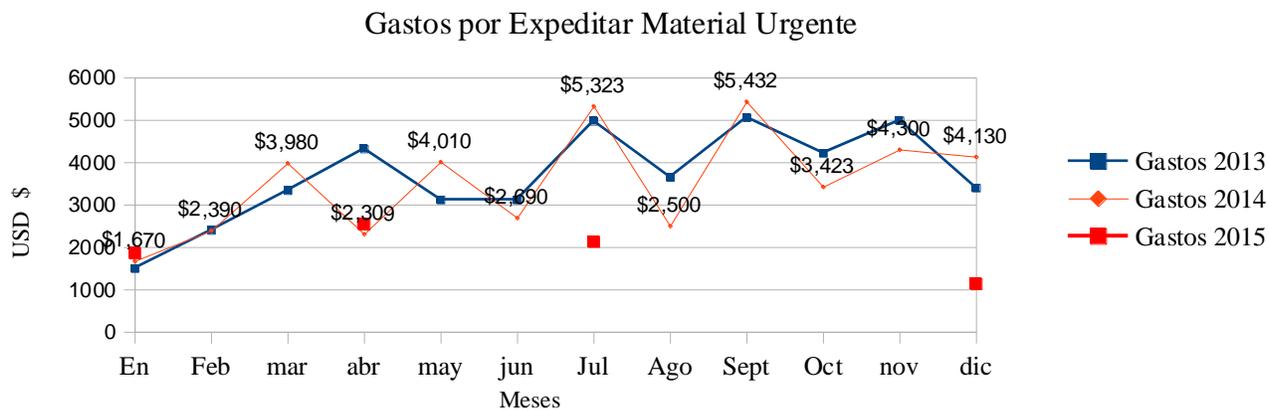
Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 se puede observar el cumplimiento del programa de producción de enero a diciembre del 2015 donde se cumplió e inclusive se superó el objetivo de producción del 95%, se alcanzó por primera vez desde el 2013 donde tenían graves problemas para cumplir con este objetivo. Por lo tanto, se cuenta con la evidencia para aceptar la hipótesis uno.

4.2.- Reducción de gastos de embarques urgentes

Antes de utilizar el modelo de pronósticos de exponencial suavizado existían diversos problemas como; no tener el inventario óptimo para cubrir con los requerimientos de los clientes, y al no tener un adecuado control en la planeación incurrián en altos costos derivados de expeditar materiales de forma aérea y de esta manera poder cumplir con el programa de producción, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 13: Materiales expeditados



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 13 podemos observar los gastos en los cuales se incurrieron derivados de una mala planeación y mal control de la producción ya que, al estar trabajando en forma reactiva, cada vez que se incrementaban los requerimientos de los clientes, el departamento de

compras tenía que traer materia prima de forma urgente lo que ocasionaba altos costos derivados de embarques aéreos.

Cabe resaltar que los altos costos derivados de embarques expeditados fueron uno de los principales problemas que tuvieron un impacto negativo sobre las utilidades de la empresa ya que los gastos de operación estaban descontrolados y las ventas iban en descenso por la falta de materia prima para producción de los pedidos, a continuación podemos comprobar el monto de gastos por año derivados de una mala planeación y que incurren en embarques expeditados:

Tabla 10: Gastos en dólares por expeditar materiales urgentes

Meses	Gastos 2013	Gastos 2014	Gastos 2015
Enero	\$1,500	\$1,670	\$1,860
Febrero	\$2,400	\$2,390	\$0
Marzo	\$3,340	\$3,980	\$0
Abril	\$4,321	\$2,309	\$2,540
Mayo	\$3,120	\$4,010	\$0
Junio	\$3,120	\$2,690	\$0
Julio	\$4,976	\$5,323	\$2,134
Agosto	\$3,650	\$2,500	\$0
Septiembre	\$5,060	\$5,432	\$0
Octubre	\$4,220	\$3,423	\$0
Noviembre	\$4,990	\$4,300	\$0
Diciembre	\$3,400	\$4,130	\$1,134
Total	\$44,097	\$42,157	\$7,668

Fuente: elaboración propia

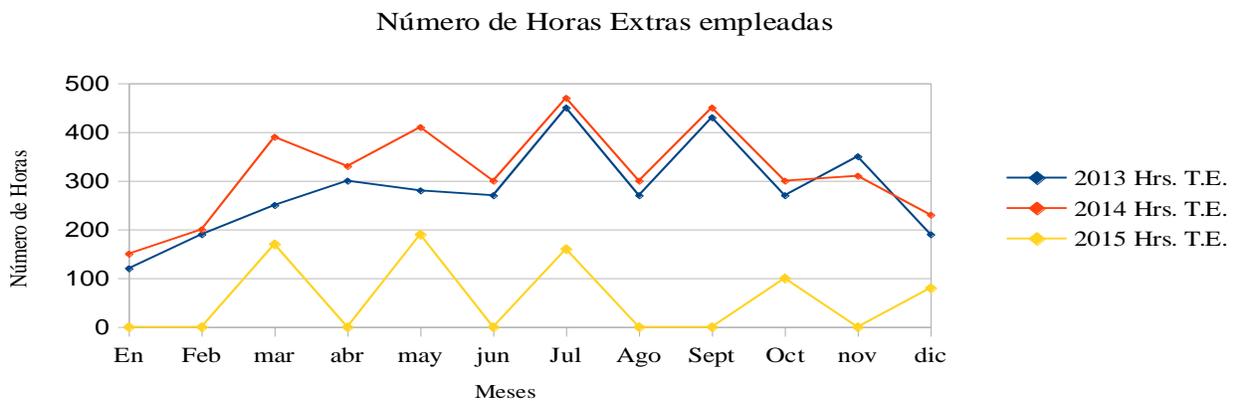
Tal como se muestra en la tabla 10, cada vez que llegaba un pedido urgente del cliente, se incrementaba el gasto en embarques aéreos para expeditar la materia prima, en el 2013 se gastaron **\$44,097 USD** en embarques expeditados, en el 2014 la cifra fue similar con **\$42,157 USD** por otro lado, en el 2015 cuando se empezó a utilizar el método de pronósticos los gastos se redujeron significativamente ya que se logró anticipar la demanda de los clientes y comprar la materia prima suficiente para cubrir los meses siguientes y evitar cualquier faltante de materia prima, así como tiempos muertos en la línea de producción.

Otro beneficio de la utilización del modelo de pronósticos suavizados para planear la demanda de los clientes es la reducción del tiempo extra, tal como se muestra a continuación:

4.3.- Reducción tiempo extra

Derivado del mejoramiento del proceso de planeación y control de producción mediante el uso del método de pronósticos de exponencial suavizado, se logró reducir el tiempo extra en la empresa en estudio ya que, al tener un proceso ineficiente de planeación y control de la producción se recurría frecuentemente al tiempo extra como primera alternativa lo que fue incrementando el costo de la operación y reduciendo el margen de ganancia.

Gráfica 14: Tiempo extraordinario



Fuente: elaboración propia

Tal como se muestra en la gráfica 14, durante los años del 2013 y 2014, prácticamente todos los meses empleaban tiempo extra ya que trabajaban de forma reactiva frente a la demanda de los clientes aunado a que se contaba con una plantilla de alrededor de 200 trabajadores operativos, fueron incrementado los costos de mano de obra de manera considerable afectando el porcentaje de utilidad neta de la empresa.

La gráfica arriba mencionada expresada en monto en dólares que eran los gastos que la empresa analizada incurría para cumplir con la fabricación de los pedidos de los clientes, se muestra a continuación:

Tabla 11.- Histórico de costos de tiempo extra

Mes	Horas T.E 2013	Horas T.E. 2014	Horas T.E. 2015	Costo usd 2013	Costo usd 2014	Costo usd 2015
Enero	120	150	0	\$1,560	\$1,950	\$0
Febrero	190	200	0	\$2,470	\$2,600	\$0
Marzo	250	390	170	\$3,250	\$5,070	\$2,210
Abril	300	330	0	\$3,900	\$4,290	\$0
Mayo	280	410	190	\$3,640	\$5,330	\$2,470
Junio	270	300	0	\$3,510	\$3,900	\$0
Julio	450	470	160	\$5,850	\$6,110	\$2.080
Agosto	270	300	0	\$3,510	\$3,900	\$0
Septiembre	430	450	0	\$5,590	\$5,850	\$0
Octubre	270	300	100	\$3,510	\$3,900	\$1,300
Noviembre	350	310	0	\$4,550	\$4,030	\$0
Diciembre	190	230	80	\$2,470	\$2,990	\$1,040

Total	3,370	3,840	700	\$43,810	\$49,920	\$9,100
--------------	--------------	--------------	------------	-----------------	-----------------	----------------

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 podemos observar el costo en dólares derivado del tiempo extra empleado desde el año 2013. Podemos observar que en el 2015 se redujo de manera considerable los costos ya que se contaba con un método de pronósticos que permitió planear y controlar mejor la producción, balanceando mejor los requerimientos de los clientes sin necesidad de utilizar tiempo extra.

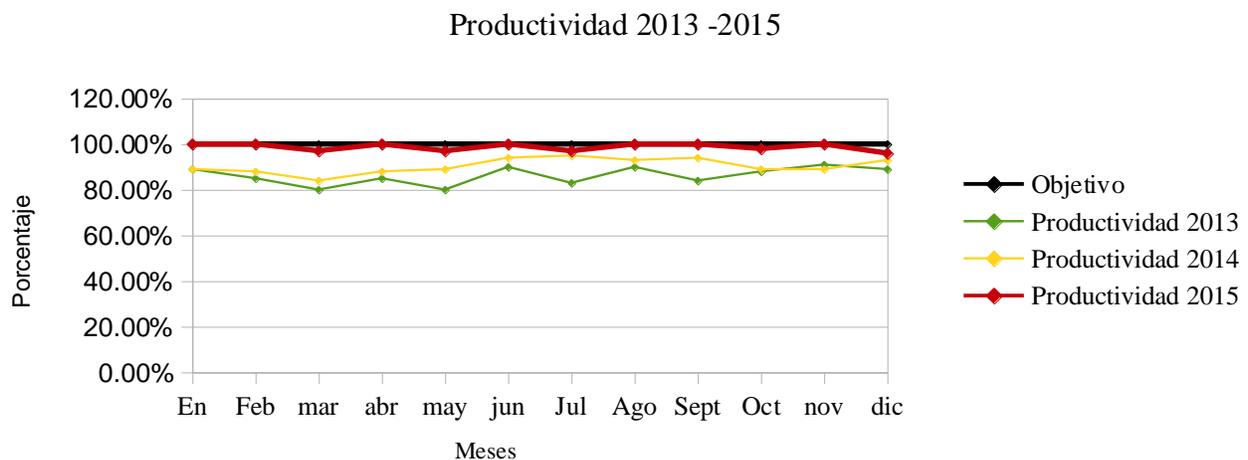
H1: La aplicación del modelo de pronósticos en la empresa en estudio permite, mejorar la planeación de la producción y el proceso de control.

Con base a los datos presentados se cuenta con la evidencia necesaria para aceptar la **hipótesis 1 (H1)**, ya que el uso del método de pronósticos de suavización exponencial permitió mejorar el proceso de planeación de producción al permitir balancear óptimamente la producción durante el año, evitando reaccionar de último momento en la fabricación de los pedidos de los clientes y también mejoró el proceso de control de la producción ya que no se realizaron cambios repentinos en el programa de producción, además de que permite reducir el tiempo extra y los gastos por embarques urgentes derivados de una mala planeación y al estar trabajando reactivamente frente a la demanda de los clientes.

4.4.- Mejoramiento de la productividad

Derivado de la mejora en el proceso de planeación y control de la producción, se observaron efectos positivos en la productividad de la empresa analizada, ya que se fabricaban los pedidos de los clientes en tiempo, forma y calidad utilizando los recursos disponibles, dejando de emplear tiempo extra ocasionado por falta de materiales o por incumplimiento en el programa de producción, en otras palabras, la productividad de la empresa analizada mejoró considerablemente tal como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 15: Productividad de la empresa



Fuente: elaboración propia

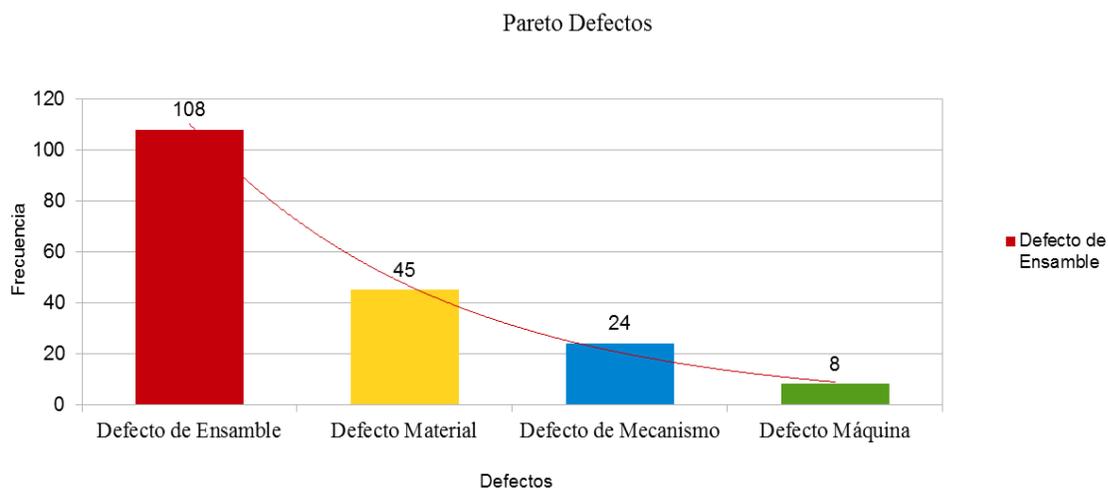
Como se muestra en el gráfica 15, la productividad del 2015 mantuvo una tendencia superior en comparación a los años anteriores, inclusive se logró el objetivo del 100% en varios meses lo que indica que se fabricaron los pedidos justo a tiempo al tener la materia prima disponible evitando tiempos muertos en las líneas de producción y utilizando eficientemente los recursos disponibles de la empresa como son: el tiempo disponible y mano de obra requerida, etc.

Podemos ver que la productividad de años anteriores era muy baja, ya que existían tiempos muertos por falta de materia prima y cuando llegaba el material se recurría a tiempo extra para poder fabricar los pedidos de los clientes en tiempo extraordinario y ocasionando la empresa no fuera productiva.

4.5.- Mejoramiento de la calidad (FPY)

Otro efecto positivo derivado del mejoramiento en el proceso de planeación y control de la Producción mediante el método de pronósticos, fue el mejoramiento en la calidad del Producto ya que al contar con la materia prima justo a tiempo, se fabricaban los pedidos en la jornada normal evitando el uso de tiempo extra y a su vez la fatiga de los trabajadores lo que ocasionaba errores y una mala calidad ya que al trabajar constantemente en jornadas extraordinarias y debido a la urgencia de fabricar el producto para entregarlo en tiempo a los clientes, los trabajadores se cansaban y descuidaban la calidad del producto, tal como se muestra en la gráfica 16:

Gráfica 16: Defectos de calidad

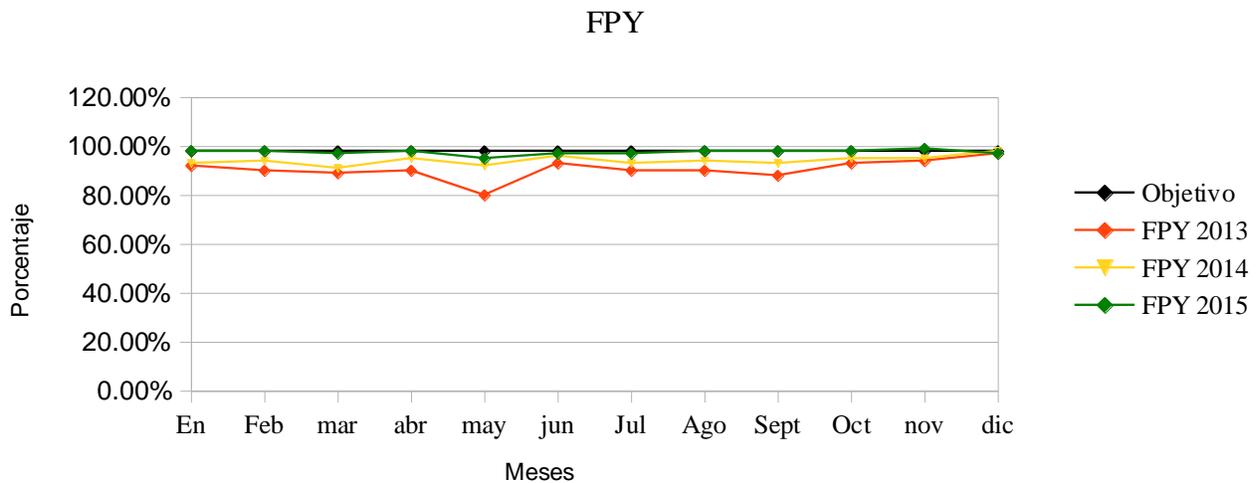


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 16 se muestra la frecuencia de los principales defectos de calidad en la empresa, donde se puede observar que el defecto de mal ensamble es el principal derivado del cansancio de los trabajadores y de la urgencia de fabricación por entregar el producto al cliente, lo que en muchas ocasiones provocaba que se descuidará la calidad del producto.

La planta analizada estaba trabajando en un esquema de tiempo extra de lunes a domingo, las 24 horas, por lo que los trabajadores ya agotados de las largas jornadas laborales dejaban a un lado la búsqueda de la calidad del producto y se concentraban en fabricar las piezas en el menor tiempo posible originado por la llegada tardía de la materia prima y una mala planeación, lo que resultaba en una completa desorganización de la cadena de suministros y que impacta al resto de las áreas de la empresa.

Gráfica 17: Porcentaje anual de piezas buenas (FPY)



Fuente: elaboración propia

En la gráfica de 17 se muestra el FPY, es un métrico que utilizan en la planta analizada para medir el porcentaje de piezas buenas que se obtienen en cada lote que entra a producción,

donde el objetivo debe ser igual o mayor al 98%. Cuando el FPY está por debajo del 98% significa que existen problemas de calidad, materiales defectuosos, re-trabajos, etc.

Tabla 12: Concentrado anual de first pass yield²

Mes	Objetivo	FPY 2013	FPY 2014	FPY 2015
Enero	98%	92%	93%	98%
Febrero	98%	90%	94%	98%
Marzo	98%	89%	91%	97%
Abril	98%	90%	95%	98%
Mayo	98%	80%	92%	95%
Junio	98%	93%	96%	97%
Julio	98%	90%	93%	97%
Agosto	98%	99%	94%	98%
Septiembre	98%	88%	93%	98%
Octubre	98%	93%	95%	98%
Noviembre	98%	94%	95%	99%
Diciembre	98%	97%	98%	98%
Total	98%	91%	94.08%	97%

Fuente: elaboración propia

Tal como se muestra en la tabla 12, en años anteriores debido al exceso de tiempo extra y cansancio de trabajadores afectó directamente a la calidad del producto, ya que se cometían errores de ensamble y realizaban re-trabajos ocasionando un bajo porcentaje de first pass yield.

² First pass Yield: porcentaje de piezas buenas que se obtienen en cada corrida de producción

En el 2015, mejoró considerablemente la calidad ya que al tener una mejor planeación se contaba con niveles de inventarios óptimos para cubrir la demanda y se contaba con tiempo suficiente para verificar su calidad caso contrario, sucedía en años anteriores cuando llegaba el material urgente y se pasaban directamente a línea sin realizar inspección-recibo a conciencia.

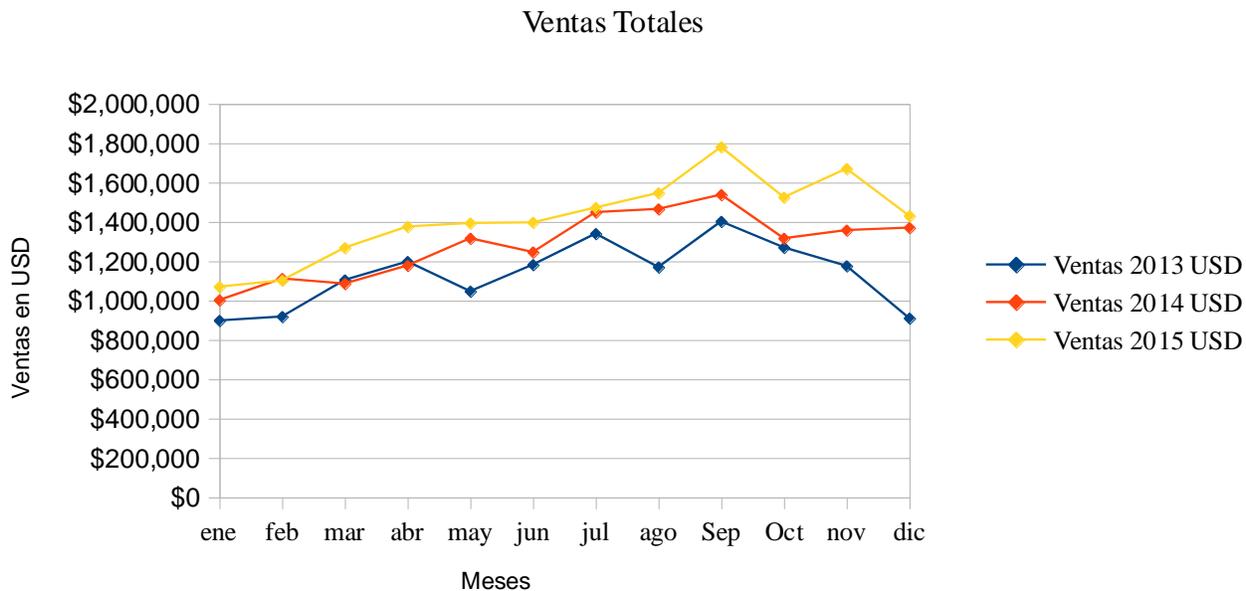
H2: El modelo de pronósticos permite, mejorar la productividad de la empresa analizada.

Con base a lo datos mencionados anteriormente contamos con la evidencia necesaria para aceptar la **hipótesis 2 (H2)**, ya que existen efectos positivos derivados del método de pronósticos de exponencial suavizada en la productividad de la empresa, ya que al mejorarse el proceso de planeación y control de la producción benefició al incrementar la productividad de la planta ya que se fabricaban los pedidos de los clientes en tiempo y con mayor porcentaje de calidad utilizando eficientemente los recursos disponibles, dejando de emplear tiempo extra ocasionado por falta de materiales, problemas de calidad, re trabajos, etc.

4.6.- Nivel de Ventas Globales de la Empresa

El impacto del modelo de pronósticos de exponencial suavizada sobre el proceso de planeación y control de la producción ofrece también efectos positivos en el nivel de ventas de la empresa analizada, ya que al mantener niveles óptimos de inventarios y un mejor control de la producción permite fabricar los pedidos de los clientes justo a tiempo y alcanzar los objetivos de facturación. Caso contrario sucedía antes del utilizar el método de pronósticos ya que habían faltantes de materia prima para fabricar los pedidos lo cual afectaba directamente al porcentaje de ventas de la empresa.

Gráfica 18: Ventas totales en dólares de la empresa



Fuente: elaboración propia

Tal como observamos en la gráfica 18, el nivel de ventas del 2015 fue superior respecto a años anteriores, mostrando una tendencia ascendente desde los primeros meses del 2015. Mediante el uso del modelo de pronósticos de exponencial suavizada en sus procesos productivos ayudó a mejorar los niveles de ventas totales, lo cual es uno de los principales objetivos de persiguen cualquier empresa, al tener niveles óptimos de inventario se logró aumentar el nivel de producción y como consecuencia también aumentar las ventas totales.

A continuación se presenta un análisis de ventas del 2013 al 2015, para ver el comportamiento antes y después del modelo de pronósticos.

Tabla 13.- Niveles de producción- ventas 2013- 2015

Mes	Producción unidades 2013	Producción unidades 2014	Producción unidades 2015	Ventas usd 2013	Ventas usd 2014	Ventas usd 2015
Enero	44.9	50.1	53.5	\$898.0	\$1002.4	\$1070.0
Febrero	45.9	55.6	55.1	\$918.5	\$1112.0	\$1102.1
Marzo	55.2	54.3	63.4	\$1104.0	\$1.086.0	\$1268.4
Abril	59.9	58.9	68.8	\$1198.0	\$1178.0	\$1376.0
Mayo	52.3	65.7	69.6	\$1046.8	\$1315.7	\$1393.5
Junio	59.1	62.3	63.5	\$1182.0	\$1246.0	\$1397.0
Julio	67.0	72.4	73.5	\$1340.0	\$1449.0	\$1471.9
Agosto	58.5	73.2	77.3	\$1170.0	\$1465.1	\$1546.4
Septiembre	70.1	76.9	89.0	\$1402.0	\$1538.0	\$1780.2
Octubre	63.4	65.7	76.2	\$1269.8	\$1315.7	\$1524.6
Noviembre	58.7	67.8	83.5	\$1175.7	\$1357.5	\$1670.0
Diciembre	45.5	68.5	71.5	\$910.0	\$1370.0	\$1430.0
Total	680.7	771.7	845.1	\$13614.9	\$15435.6	\$17030.4

Nota: cifras en millares

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13 podemos observar como el aumento en el nivel de producción favoreció al nivel de ventas totales de la empresa, al contar con una mejor planeación y control de la producción, derivado del método de pronósticos permitió tener niveles óptimos de inventario para poder reaccionar rápidamente a los pedidos de los clientes y de esta manera fabricarlos a tiempo, reduciendo el tiempo de respuesta y mejorando los montos de facturación mensuales de la empresa.

Cabe resaltar que el porcentaje de ventas de enero a diciembre del 2015 se incrementó **25%** en comparación al 2013 y en un **10%** en comparación al periodo del 2014 y siguiendo la tendencia alcista se puede esperar que el 2016 sea uno de los mejores años en ventas totales en la empresa analizada.

H3: Al utilizar el modelo de pronósticos se incrementa el nivel de ventas globales en la empresa en estudio.

Con base a los datos anteriores podemos aceptar la **hipótesis 3 (H3)**, puesto el nivel de ventas totales de la empresa analizada efectivamente se incrementaron derivado de la aplicación del método de Pronósticos en el proceso de planeación y control de la producción y que tiene efectos positivos en los niveles de producción y ventas de la empresa.

4.7.- Entregas justo a tiempo a clientes

Entre los efectos positivos derivados del modelo de pronósticos podemos mencionar un mejor control de inventarios, con base en los pronósticos de demanda ya que permite comprar la materia prima necesaria para mantener un nivel óptimo de inventario para poder reaccionar oportunamente a los requerimientos del cliente y de esta manera cumplir con el programa de producción y con la entrega del producto justo a tiempo.

Los clientes requieren una pronta respuesta a sus necesidades, para ello buscan proveedores confiables y que puedan cumplir con sus requerimientos con alta calidad y entregados Justo a tiempo para no detener sus procesos productivos, en años anteriores la planta analizada tuvo problemas de entregas tardías derivadas de un ineficiente proceso de planeación y control de la producción que tuvo efectos negativos como; faltantes de materia prima, problemas de calidad, gastos en expedir materiales, etc. Los cuales impedían cumplir con el programa de producción y por consecuencia entregar el producto tarde, lo que causaba molestia

con los clientes quienes cancelaban los pedidos e impacta directamente a las ventas totales de la empresa.

Estos problemas ocasionaron quejas, cancelaciones de pedidos e inclusive la pérdida de ciertos clientes que preferían comprarle a la competencia ya que ofrecían mejor tiempo de entrega, lo impacto negativamente a las ventas y al flujo de efectivo de la empresa pues estaban gastando mucho dinero en tiempo extra y en expedir materiales urgentes, con el fin de cumplir con sus compromisos, sin embargo, no fue suficiente ya que algunos clientes preferían cancelar los pedidos.

En la tabla 14 podemos observar el número de cancelaciones por parte de los clientes del 2013 al 2015, quienes cancelaban los pedidos principalmente porque no podían entregar el producto justo a tiempo, entonces los clientes preferían comprarlo con la competencia quién ofrecía menor tiempo de entrega. Este problema trajo consigo graves consecuencias para la empresa analizada ya que impactó directamente a sus ventas, además que estaba perdiendo clientes por los largos tiempos de entrega que les ofrecía que eran ocasionados por una mala planeación y control de la producción.

Tabla 14.- Número de pedidos cancelados por el cliente

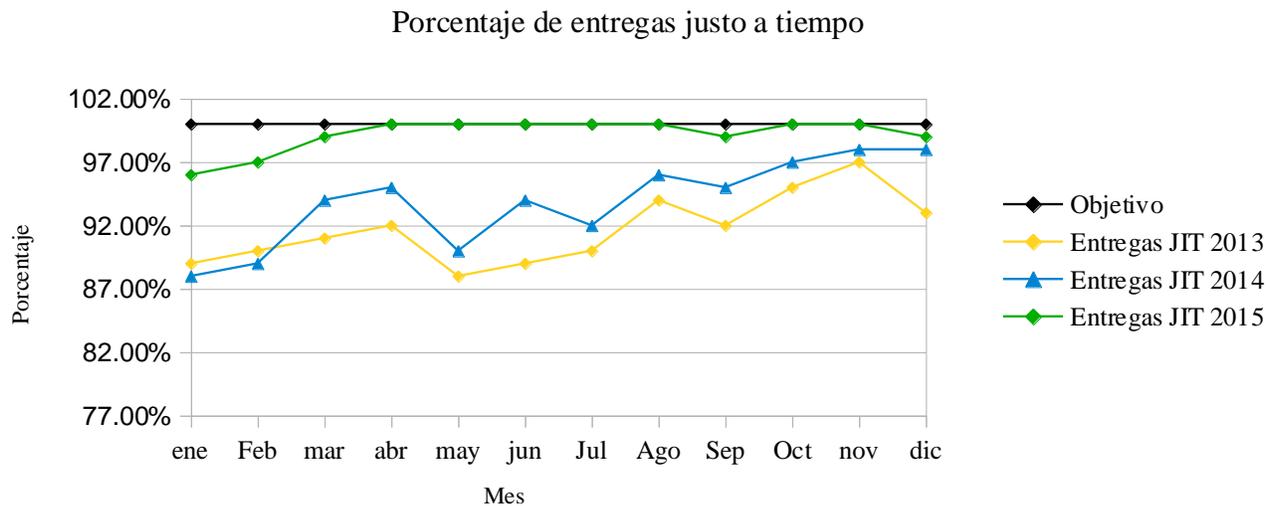
Mes	Cancelaciones 2013	Cancelaciones 2014	Cancelaciones 2015
Enero	5	7	3
Febrero	3	5	1
Marzo	1	0	1
Abril	1	0	0
Mayo	6	5	0
Junio	4	2	0
Julio	6	5	0
Agosto	5	3	0
Septiembre	3	2	0
Octubre	0	1	0
Noviembre	1	2	0
Diciembre	5	3	0
Total	40	35	5

Fuente: elaboración propia

Durante el 2015 la cancelación de los pedidos de clientes se redujo de manera considerable, debido a que se mejoró la planeación y control de la producción, se mantuvo un nivel óptimo de inventario que permitía acortar los tiempos de entrega y de esta manera cumplir con los requerimientos de los clientes justo a tiempo y aumentar el número de ventas totales.

Con base a la gráfica 19, podemos observar que durante el 2013 y 2014 la empresa en estudio tuvo graves problemas para entregar los productos justo a tiempo, lo que ocasionó cancelaciones e incluso pérdida de clientes, lo cual impactó negativamente sus ventas y al ofrecer largos tiempo de entrega estaban perdiendo la preferencia de sus principales clientes.

Gráfica 19: entregas justo a tiempo



Fuente: elaboración propia

Sin embargo en el año 2015 mejoró considerablemente el porcentaje de entregas justo a tiempo cumpliendo de marzo a agosto el objetivo de 100% de entregas derivado de un mejor control en la producción y en sus niveles de Inventarios derivados del uso de método de pronósticos de exponencial suavizadas.

Tabla 15: Porcentaje de entregas justo a tiempo

Mes	Objetivo	Entregas JIT 2013	Entregas JIT 2014	Entregas JIT 2015
Enero	100%	89%	88%	96%
Febrero	100%	90%	89%	97%
Marzo	100%	91%	94%	100%
Abril	100%	92%	95%	100%
Mayo	100%	88%	90%	100%
Junio	100%	89%	94%	100%
Julio	100%	90%	92%	99%
Agosto	100%	94%	94%	100%
Septiembre	100%	92%	96%	99%
Octubre	100%	95%	95%	100%
Noviembre	100%	97%	97%	100%
Diciembre	100%	93%	98%	99%
Total	100%	91.6%	93.83%	99.17%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 15 podemos observar que el porcentaje de entregas justo a tiempo se incrementó durante el 2015 cumpliendo con el objetivo durante los meses de abril a agosto siguiendo una tendencia alcista, como resultado del uso del método de pronósticos de exponencial suavizada dentro del proceso de planeación y control de producción, ya que permitió alinear y volver más eficiente la cadena de suministros de la empresa en estudio.

Cabe resaltar que el métrico de entregas a tiempos es un importante indicador para cualquier empresa ya que mide la eficiencia de la cadena de suministros, y de otras áreas

operativas, por lo que una empresa que no tiene control sobre sus procesos, por lo general el porcentaje de entregas a tiempo se ve afectado.

4.8.- Satisfacción necesidades del cliente

Uno de los efectos positivos derivados del modelo de pronósticos es la satisfacción de las necesidades del cliente, debido a que durante el 2015 se redujeron las cancelaciones de pedidos ya que se mejoró considerablemente el porcentaje de entregas justo a tiempo. Esto significa que la planta en estudio disminuyó los tiempos de respuesta a los requerimientos de los clientes reduciendo la posibilidad de que cancelarán las órdenes para comprarlas a la competencia y de esta forma capitalizando las ventas.

Los clientes buscan proveedores confiables y que puedan cubrir sus requerimientos con productos de buena calidad, precio y con buen tiempo de entrega para no detener sus procesos. Al entregar los productos justo a tiempo la empresa en estudio cumplió con los compromisos con sus clientes, satisfaciendo sus necesidades e inclusive sus urgencias siendo esto un aliciente para seguir atrayendo nuevos pedidos y evitar su cancelación por entregas tardías.

H4: Mediante el uso de un modelo de pronósticos en la empresa en estudio, permite mejorar las entregas a tiempo al cliente.

Con base a los datos recabados y presentados anteriormente podemos aceptar la **hipótesis 4 (H4)**, puesto que la aplicación de un modelo de pronósticos en la empresa analizada, si permite mejorar el porcentaje de entregas a tiempo a los clientes en un porcentaje mayor al **95%** utilizando esta herramienta adecuadamente ya que mejora el proceso de planeación y control de la producción con base a pronósticos de demanda más acertados que permiten mejorar el proceso de compras de materia prima y por ende mantener un nivel de inventarios

optimo que facilite responder en menos tiempo a los requerimientos de los clientes, de esta forma, poder fabricar y entregar el producto justo a tiempo.

En términos generales el modelo de pronósticos vuelve más eficiente la cadena de suministros de la planta, reduciendo las cancelaciones de pedidos y por consiguiente mejorando los niveles de ventas al entregar los productos en tiempo, con mayor calidad al reducir los re-trabajos y defectos causados por los trabajadores derivados del exceso de tiempo extra y satisfaciendo las necesidades de los clientes, en tiempo y forma.

Con base a los datos anteriores se ha contestado las preguntas de investigación, y validado los objetivos y aceptado las hipótesis del presente estudio de forma positiva, veraz y comprobable con base a los datos recolectados y analizados en la presente investigación.

4.9.- Resumen de resultados

A continuación se presenta una tabla comparativa que resume los resultados obtenidos derivados de la aplicación del modelo de pronósticos de exponencial suavizada en el proceso de planeación y control de la producción y sus efectos sobre los procesos operativos de la planta en estudio.

Tabla 16.- Antes y después de la aplicación del modelo de pronósticos

	Sin modelo de pronósticos 2013- 2014	Con modelo de pronósticos 2015
Proceso de planeación y control de la producción	Incumplimiento en el programa de producción, por debajo del objetivo de 95%	Se logra alcanzar y superar el objetivo de cumplimiento de producción del 95%
Gastos de expeditar materiales urgentes	Se gastaba en promedio \$40,000 usd anuales, en concepto de embarques urgentes	Se redujeron 84% los gastos (\$7,668 usd en 2015)
Tiempo extra	Se gastaba en promedio \$46,000 usd anuales	Se redujo 85% los gastos por tiempo extra (\$9,100 usd en 2015)
Productividad	Promedio anual 88%	Se alcanza el objetivo de 100% , por primera vez durante varios meses del año
Calidad	El porcentaje de piezas buenas (FPY) 92% promedio anual	Se alcanza el objetivo de 98% de FPY
Ventas	Ventas anuales promedio \$13MDD	Se incrementa el porcentaje de ventas anual 16% \$17MDD nuevo record en la historia de la empresa
Cancelaciones de pedidos	En promedio anual se cancelaban 35 pedidos de clientes	Se redujeron 95% las cancelaciones. De clientes (Solo 5 pedidos en el año)
Entregas a tiempo	Promedio anual 91%	Se incrementó el promedio anual a 99%
Satisfacción de necesidades de clientes	Clientes molestos por entregas tardías, cancelaban pedidos, problemas de calidad	Se mejora la satisfacción de clientes, con entregas justo a tiempo y mejora en la calidad del producto

Fuente: elaboración propia

CAPITULO V: CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es medir el impacto que tiene la aplicación de un modelo de pronósticos sobre el proceso de planeación y control de la producción con el fin de administrar eficientemente la demanda de los clientes, abatiendo los picos de demanda, y de esta forma establecer un programa de producción más balanceado durante el año, para realinear a la cadena de suministro y áreas operativas de la planta, enfocándolas hacia el mismo objetivo, optimizando los recursos, de esta manera evitar los costos derivados de la mala planeación.

Entre los objetivos específicos fueron; cuantificar el impacto del modelo de pronósticos en el cumplimiento del programa de producción, en la productividad de la empresa, en el porcentaje de entregas a tiempo al cliente y en incremento en el nivel de ventas. Cabe destacar que durante el 2015, año en el cuál se implementó el modelo de pronósticos, se logró un cumplimiento en el programa de producción del **97.51%**, la productividad de la empresa se incrementó a **97%** en promedio mensual, en las entregas a tiempo a los clientes, se logró un porcentaje promedio anual del **99.17%**, además de que fue el año con mayores ventas registradas en la historia de la compañía con un record anual de **\$17,030,400** millones de dólares.

Asimismo, la hipótesis de investigación número uno se aceptó, tal como menciona Buffa y Sarin (2005), los pronósticos son uno de los primeros elementos dentro del proceso de planeación y control de la producción, ya que sirven como punto de partida para la elaboración de planes estratégicos a corto, mediano y largo plazo.

La hipótesis número dos, fue aceptada con base a la evidencia presentada y fundamentada, tal como menciona Aydin y Celan (2009), la productividad se mide para poder determinar el grado de congruencia con en el cual se logran los objetivos, ya que es un importante indicador que permite alinear la eficiencia de una empresa.

La hipótesis número tres fue aceptada, se presentaron datos contundentes que demuestran el incremento en el nivel de ventas mediante el uso de la herramienta de pronósticos, tal como menciona Kotler (2003), los objetivos de ventas que se establecen en las empresas para motivar y alinear a las áreas operativas para lograrlos, los pronósticos son una herramienta importante para medir el pasado y tener una base de cómo puede comportarse el futuro para estar preparados mediante una estrategia adecuada.

La hipótesis número cuatro fue aceptada, se comprobó que el uso del modelo de pronósticos mejoró el porcentaje de entregas a tiempo al cliente. Según Ríos (2011), la satisfacción al cliente es de suma importancia para seguir incrementado las ventas y ganar mercado. Concluye que las entregas a tiempo, son derivadas de la eficiencia y efectividad organizacional.

Durante la investigación no se encontraron limitantes de información, ya que la los datos históricos se recabaron del sistema SAP que maneja la empresa. La única limitante fue de tiempo para realizar la investigación en un periodo del 2013 al 2015.

Cabe señalar que la presente investigación era necesaria realizarla ya que empresa analizada frecuentemente tenía problemas para entregar los pedidos de los clientes justo a tiempo, gastaba demasiado dinero para expeditar materia prima, tenía altos costos de tiempo extra, lo que ocasionaba problemas de calidad derivados de la fatiga de los operadores, lo cual impactó directamente a la productividad y eficiencia.

La planta en estudio estaba operando en números rojos y era necesario realizar una re-ingeniería de procesos para poder revertir la situación, es por esto que se propuso la implementación de un modelo de pronósticos en el proceso de planeación y control de la producción de la empresa.

El departamento de planeación y control de producción es el agente disparador que alinea al resto de áreas operativas de la empresa para que trabajen con base a los mismos objetivos, al existir graves problemas en la forma en que se realizaba la planeación, era necesario un análisis cuantitativo para descubrir la raíz de los problemas, ya que la cadena de suministro es uno de los elementos detonadores para el buen funcionamiento de una organización.

Se recomienda el modelo de pronósticos de exponencial suavizada como una herramienta que permite alinear la cadena de suministro y los procesos operativos de la empresa. Entre sus beneficios son; el mejoramiento de la productividad, aumento en el porcentaje de entregas justo a tiempo, balanceo de la demanda de los clientes al abatir los picos de demanda y reducir el error de pronóstico, mala calidad derivada de largas jornadas laborales, así como un incremento en el porcentaje de ventas totales de la empresa

Muchos gerentes y directivos están más preocupados en el presente y no se detienen a analizar la historia y el comportamiento de los principales indicadores y métricos de la empresa. Se recomienda investigar el pasado para mejorar el presente y adaptarse al futuro con base a datos históricos. Como prueba de ello, la presente investigación analizó el comportamiento de la empresa del 2013 al 2014 posteriormente, mediante la herramienta de pronósticos se mejoró el desempeño del año 2015.

Como conclusión, es necesario analizar los datos e indicadores de una empresa para tomar decisiones que marquen el rumbo y establezcan metas y objetivos comunes. El modelo de

pronósticos es una poderosa herramienta que permite mejorar el proceso de planeación y control de la producción y alinear a las otras áreas operativas de la empresa, enfocando los esfuerzos hacia un objetivo común para incrementar los resultados, lo cuál es el valor agregado encontrado durante la presente investigación.

Cualquier proceso es variable, por lo que se debe medir para conocerlo y al entenderlo poder mejorarlo y así mantener una disciplina que conduzca a un buen desempeño, mediante una cultura de mejora continua.

REFERENCIAS

- Abu A & Lucas P. J. (2001). Prognostic Models. *Methods of Information in Medicine*, 40(1), 1-4.
- Adam, F., & Sammon, D. (2004). *The enterprise resource planning decade: Lessons learned and issues for the future*. Gran Bretaña. Idua group publishing.
- Álvarez, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Universidad Sur Colombiana. Ediciones. Colombia.
- Anaya, J. (2007). *Logística Integral. La Gestión Operativa de la Empresa*. 3ra. Edición. Madrid. Ediciones: ESIC.
- Anderson, D.R., & Sweeney, D.J. (2008). *Estadística para la Administración y Economía*. México: Ediciones: Thompson / Shoutwestern.
- Arbós, C. (2012). *Planificación de la Producción: Gestión de los Materiales*. Madrid. Editorial: Diaz de Santos.
- Aydin, B., & Ceylan, A. (2009). *The role of organizational culture on effectiveness*. E.U.A. Editorial: Mcgraw Hill.
- Ballou, R.H. (2007). *Logística Administración de la Cadena de Suministros*. México. Pearson Prentice Hall
- Baray, H. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. México. Editorial: Pearson
- Barnes, D. (2008). *Operations Management: An International perspective*. Londres: Editorial: Thompson Learning.
- Berenson, M.L. & Levine, D.H. (1996). *Estadística básica en Administración*. México. Prentice Hall
- Bobadilla, L. (2011). *Administración de las Ventas*. 4ta. Edición. México. Editorial: ESIC
- Bowman, B. y Koehler, A. (2007). *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión: Un enfoque aplicado*. E.U.A . Cengage Learning.

- Buffa, E. y Sarín, R. (2005). *Administración de la Producción y las Operaciones*. México. Editorial Limosa.
- Calderón, S. J. y Alzamora, A. (2010). *Metodología de la Investigación Científica en Posgrado*. México. Prentice Hall.
- Castells, M. (2013). *Dirección de Ventas*. Doceava Edición. México. Editorial ESIC.
- Cegarra, S. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid. Ediciones Diaz de Santos.
- Cimoli, M. (2011). Global growth and international cooperation: A structuralism perspective. *Cambridge Journal of Economics*.
- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de Investigación Social*. Madrid. McGraw Hill.
- Coyle, J. Langley, J.(2008). *Supply Chain Management: A Logistics perspective*. Cengage Learning.
- Chary, N. (2009). *Production and Operations Management*. 4th Edition. Bangalore. McGraw Hill Editions.
- Chase, R.B. Jacobs, y Alquilano N. B. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México. Mc Graw Hill.
- Domínguez, J. M. García, M. Ruíz, (2005). *Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y Operativos en la Producción y los Servicios*. Madrid. McGraw Hill.
- Freeman, R. y Gilbert D. (2006), *Administración*. Séptima Edición. México. Prentice Hall Hispanoamericana,
- Gutiérrez, H. (2006). *Calidad Total y productividad*. Macgraw Hill.
- Haverila, M., Rauva, E. Kouri, I. Miettinen, A. (2005). *Teollisuustalous* 5ta. Edition. Pearson Education.
- Wichern, D. W. (2006). *Business Prognostics*. Pearson Education.

- Heap, J. (2007). Sotrmty productivity ahead. *International Journal of Productivity and Performance Measurement*, 170-177.
- Heizer. J. y Render. L. (2004). *Principles of operations management*. 5ta. Edition Upper Saddle River, NJ: Pearson educations Inc.
- Heizer. J. y Render. L. (2014). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Prentice Hall.
- Hernández, S. R. (2003). *Metodología de la investigación*. 1era. Edición. México. McGraw Hill., p.184.
- Hernández, S. R. (2006). *Metodología de la Investigación*. 2da. Edición. México. McGraw Hill.
- Hiller, S. (2015). *Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones*. Tercera Edición. McGraw Hill.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Forms and Charts* Vol.6. Productivity Press.
- Holmmes, D.J. y Huffmire W. D. (2006). *Handbook of Effective Management*. Grentwood Publishing.
- Jacobs, R. y Lummus, R. (2011). *Operations and Supply Chain Management*. 13th Edition. E.U.A. McGraw Hill.
- Johnson, P., y Mattson, S. (2006). A Longitudinal study of material planning applications in *manufacturing companies*. *International Journal of Operations and Production Management*, 471.
- Jones, P. (2012). *Operation Management*. First Edition. E.U.A. Oxford University Press.
- Jozefowska, J. (2007). *Just-In-Time Scheduling*. Pearson Education.
- Kempf. K. Uzsoy, R. Smith, S. (2010). “Evaluation and comparison of production schedules”. *Computers in Industry*, 203-220
- Kerlinger F. (2002). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*, 83-84
- Kjellsdotter, L. (2009). *Advanced planning and scheduling system in manufacturing planning and control process*. Ucrania.

- Koontz, H., Weihrich, H. (2009). *Essentials of Management and International Perspective*: McGraw Hill.
- Kotler, P. (2003). *Dirección de Marketing: Conceptos esenciales*. Pearson Education.
- Kung- Heng, L. y Cheng, T. (2005). *Just-In-Time Logistics*. Japan. Gower
- López, A. V. (2009). *Gestión Estratégica y Medición. El cuadro de Mando como complemento del Balance Scorecard*. México. Prentice hall.
- Mahadevan, B. (2010). *Operations Management: Theory & Practice*. India. Pearson Education.
- Materials Management I. (2004). *The course material of Materials Management I course*. Lecture. Eduard Wooren. 134-151
- Mital, A. y Pennathur, A. (2010). *Industrial Resource Utilization and Productivity*. Momentum Press. University of Texas at El Paso. P 145-159.
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System: An integrated Approach to Just in Time*. Segunda Edición. Japón.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y operaciones*. México. Mc Graw Hill
- Negrón, D. (2009). *Administración de Operaciones: Un enfoque de administración de Procesos de Negocios*. México. Cengage Learning.
- Narasimhan, D. (1996). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. Prentice Hall.
- Pita, F.S. & Pértegas, D.S.(2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Prentice Hall
- Porter, M. (2009). *Ser Competitivo*. Pearson Education.
- Prokopenko, J. (1998). *Management development: A guide for the profession*. Prentice Hall.
- Render, B. (2006). *Métodos Cuantitativos para Negocios. Novena Edición*. Prentice Hall Editions.
- Ríos, R. y Ríos, Y. (2011). *Just-In-Time- Systems*. Springer Editorial.
- Robbins, S. (2004), *Administración. Teoría y Práctica*. México. Prentice Hall. Hispanoamericana.
- Russell, R. S. y Taylor . I. (2003). *Operations Management*. 4ta. Edition Pearson Education Limited

- Russell, R.S. y Taylor. I. (2006). *Operations Management: Quality and Competitiveness in a Global Environment*, 5th Edition. Ediciones: Wiley India.
- Sachiko, Y. N. (2009). *Asia: Economic Crisis response must prioritize jobs, SMEs, vulnerable vectors*.
- Salgueiro, A. (2001). *Indicadores de Gestión y cuadros de Mando*. Ediciones: Díaz de Santos
- Schermerhorn, J.R. (2010). *Administración. México*. Ediciones: Limosa
- Shobrys, D.E. (2009). Planning, scheduling and production control systems: Why they cannot work together". *Computers and Chemical Engineering*, 149-160.
- Slack, N. (2001). *Operations Management*. Prentice Hall.
- Sumanth, D. J. (1997). *Administración para la productividad Total: Un enfoque sistemático y cuantitativo para competir en calidad, precio y tiempo*. Continental.
- Sweeney, A. (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. Onceava Edición. Cengage Learning Editions.
- Thomson, C. y Castán, J. (2007). *Dirección de la Producción: Casos y aplicaciones*. Ediciones: Universidad de Barcelona Madrid
- Tortosa, V. G. (2014). *Metodología de la investigación Científica*. Publicaciones U.A. *Administración*. 203-234
- Trochim, W.K. (2005). *Research methods: The concise Knowledge Base*. Atomic Publishing. 121-140
- Vollman, E. (2005). *Manufacturing planning and control for supply chain management*. Inglaterra. Pearson Educations.