
USO DE PRONÓSTICOS PARA CALCULAR LA CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO EN UNA EMPRESA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO

Anaís Roxana Au Pérez, Verenice Tarango Rojero

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

El siguiente documento presenta el uso de pronósticos con la finalidad de calcular la cantidad económica de pedido, y evitar problemas como exceso de inventario o desabasto de material, los pronósticos calculados se evaluaron con una prueba de medias para dos muestras para tener un nivel de confianza al 95% y poder utilizar los pronósticos y calcular el lote mínimo económico a producir cuando se tienen una sola máquina para trabajar dos productos diferentes.

Palabras clave: Optimización, pronósticos, lote mínimo económico

Introducción

La competencia en los sectores productivos se está desarrollando con mucha fuerza y con un futuro pujante e impredecible y para enfrentarla se han planteado nuevos tipos de estrategias operativas dentro del ámbito de la manufactura, lo que ha llevado a las empresas a ser más eficientes, rápidas y flexibles, (Pralhad & Hamel, 1990). Por ejemplo, una de las estrategias más empleadas es la administración del inventario, el cual es uno de los problemas con el que se enfrentan comúnmente y es claro que hay un potencial enorme para mejorar la eficiencia de la economía si se controlan éstos de manera inteligente.

(Muños, 2004) propone el uso de simulación de inventarios para apoyar la toma de decisiones basado en un modelo

bayesiano para determinar medidas de desempeño en una industria manufacturera que desea saber cuál es el nivel de servicio que puede ofrecer a su cliente. La metodología propuesta basa las entradas del sistema de simulación de inventarios en políticas de inventarios de seguridad, datos históricos de demanda y demora de pedidos. Las entradas del modelo son la distribución de los pronósticos de la demanda diaria y la distribución de probabilidades de la demora de los pedidos la primera generada con el uso de pronósticos de demanda futura y la otra en base a distribuciones probabilísticas. Obteniendo con ello una política de producción establecida, y un escenario de demanda congruente para tener un buen porcentaje de demanda satisfecha.

De acuerdo Vidal, Londoño y Contreras (2004) abordan las principales causas de las empresas industriales y comerciales locales como lo es la administración y control de inventarios y sus posibles soluciones, especialmente en las cadenas de suministro con una bodega y múltiples puntos de venta. Y para poderles dar solución a dichos problemas el implemento un sistema de control de inventarios y sistemas de pronósticos de demanda tradicionales, tales como promedio móvil y suavización exponencial doble. Con los modelos implementados se logró reducir el inventario total en promedio en un 10%, se logró reducir el promedio del inventario pagado a proveedores en un 57% y el promedio de la rotación neta en días de inventario pagado en un 55%, se estandarizo la inventario en la bodega central y en los puntos de venta.

(Charles, Puthraya, 2007) Proponen el uso de una técnica de Kamban simple para mejorar los niveles de inventario en una mediana empresa dedicada a la fabricación de llantas en donde los procesos son subsecuentes ya que procesan sus materias primas para luego ensamblar el producto final, la metodología utilizada fue basada en una ecuación presentada en (Monden,1983)
$$N = D(T_p + T_w)(1 + \alpha) / Q$$
 donde obtienen el número de tarjetas necesarias para trabajar dos procesos de manufactura y con ello balancear el área de producción y ensamble en la empresa. Después de la implementación del Kanban doble se redujo de manera considerable el nivel de inventario.

De acuerdo a Peña la gestión de los inventarios constituye un aspecto fundamental en la gestión empresarial, dentro de la tendencia general de reducción de costos que caracteriza a la empresa moderna para ser cada día más competitiva; él diseño y aplico un procedimientos sobre

la base de técnicas e instrumentos estadísticos matemáticos en una empresa para perfeccionar la gestión del inventario al solicitarse pedidos de mercancías, incrementándose el margen de utilidad, la rotación de los inventarios, obteniéndose mayor rentabilidad económica y nivel de servicio al cliente.

El problema fundamental de la administración de inventarios se puede describir en forma sucinta con dos preguntas, según Prahalad & Hamel (1990): 1) ¿Cuándo se debe hacer un pedido? y 2) ¿Cuánto se debe pedir?

Para determinar los niveles adecuados de los inventarios de cualquier producto deben conocerse los datos históricos de demanda y para esto se utiliza el pronóstico, el cual es el proceso de predecir el futuro, ya que toda la planeación de una empresa se basa, en cierto grado, en un pronóstico (Nahmias, 1999). Aunque los pronósticos generalmente están equivocados, una vez calculados éstos se consideran casi siempre información ya conocida. Sabiendo que los pronósticos por lo general no son 100% confiables, el pronóstico también menciona alguna medida del error previsto de pronóstico. Ese número podría tener la forma de un intervalo o de una medida como la varianza de la distribución de los errores de pronóstico. En este documento se explora el uso de los métodos objetivos de pronósticos. La idea es que se pueden inferir la información a partir del comportamiento de las observaciones pasadas y se puede usar para pronosticar valores futuros de la serie.

Los pronósticos se han usado diferentes sectores en los que se busca predecir la demanda. Así, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, uno de los sectores que más los emplean es la industria de plásticos, la cual ha evolucionado en forma

considerable dentro del sector de manufactura en esta zona fronteriza.

En este artículo se presenta un caso de estudio en el que se busca determinar el pronóstico del inventario en proceso. En este caso la empresa se dedica al ensamble de lámparas automotrices para GM, FORD, FIAT y VW, y a su vez tiene una área de preproducción, donde se moldean, barnizan y metalizan los componentes según sea el caso. Algunos de los problemas que se tienen en la esta empresa es el paro de líneas por el desabasto de material, ya que en promedio en los últimos cuatro meses se tuvieron los siguientes problemas:

- ♦ Paros de 20 hrs por semana en el área de preproducción.
- ♦ Falta de espacio fijo para almacenar producto terminado de dicha área, ya que actualmente existe un área extra de 37 pies por 20 pies para colocar el WIP.
- ♦ Un control de inventarios mínimo.

Además, la planta está en proceso de crecimiento del edificio y busca la manera de calcular la demanda futura para tomar las decisiones adecuadas en cuanto a crecimiento del WIP, compra de maquinaria y saber si se va a cumplir con los requerimientos del cliente, por todos estos problemas la empresa ha incurrido en gastos extras de enviar vía aérea componentes solicitados por clientes.

Basados en la premisa de que las empresas que poseen métodos científicos de control de inventarios tienen una ventaja competitiva apreciable en el mercado, en este artículo se presenta y analiza un modelo matemático que controla el reabastecimiento de los inventarios con el fin de cumplir con

las necesidades de los clientes o ensambles de nivel superior. Para saber si el modelo matemático calculado es probabilísticamente aceptado se prueba la hipótesis siguiente:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Donde:

μ_1 : *Demanda pronosticada*

μ_2 : *Demanda real 2011*

Para efectos de implementación del proyecto por razones de tiempo, se decide utilizar solo los pronósticos para los productos GMT-901 y GMT-921 para el componente de lente, que representan un 30% de la demanda en la empresa en la que se elabora el proyecto. La simulación y la prueba de hipótesis se basan en los dos productos antes mencionados.

Metodología

La metodología que se uso fue la siguiente siguiente:

Obtener datos históricos de la demanda

Para obtener los datos históricos de demanda fue necesario hacer una búsqueda de información con el área encargada de la planeación de los requerimientos del cliente en el departamento de logística. Los datos proporcionados fueron en base semanal del año 2010 y los tres primeros meses de 2011. Se procedió a hacer el cambio de base semanal a base mensual para el año 2010.

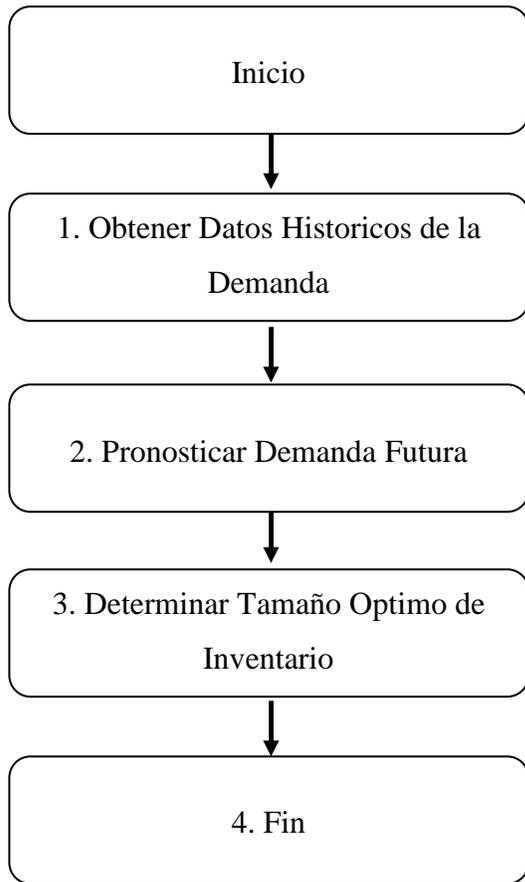


Figura 1. Diagrama de Flujo de Metodología

Pronosticar la demanda futura

Ya que se ordenaron los datos de la demanda del 2010 en base mensual se procedió a graficarla para conocer el comportamiento y poder obtener el patrón que siguen dichas observaciones; para elegir a que patrón se apegaba más nos basamos en las siguientes conceptos de acuerdo a (Nahmias,2005):

Tendencia. Es la tendencia de una serie de tiempo a presentar un patrón estable de crecimiento o declinación

se distingue la tendencia lineal y la tendencia no lineal.

Estacionalidad. Un patrón estacional es aquel que se repite a intervalos fijos.

Ciclos. La variación cíclica se parece a la estacionalidad, excepto que la longitud y la magnitud del ciclo puede variar.

Aleatoriedad. Una serie puramente aleatoria es aquella en que no hay un patrón reconocible en los datos.

Una vez conocido el patrón que sigue la demanda pasada se procede a la elección del método de pronóstico más apropiado.

Métodos de Pronósticos

Si la demanda se comporta de manera estacional es necesario utilizar cualquiera de los siguientes métodos método de promedios móviles utilizar la siguiente fórmula:

$$F_t = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i = \left(\frac{1}{N}\right) (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}) \quad (1)$$

Suavizamiento exponencial simple (SES), utilizar la siguiente fórmula.

$$F_t = F_{t-1} - \alpha (F_{t-1} - D_{t-1}) \quad (2)$$

Winters, utilizar la siguiente fórmula.

Procedimiento de inicialización de la media

$$V_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=-2N+1}^{-N} D_j \quad (3)$$

$$V_2 = \frac{1}{N} \sum_{j=-N+1}^0 D_j \quad (4)$$

Estimador inicial de la pendiente

$$G_0 = \frac{V_2 - V_1}{N} \quad (5)$$

Valor de la serie

$$S_0 = V_2 - G_0 [(N-1)/2] \quad (6)$$

Calculo de factores iniciales

$$G_T = \frac{D_t}{V_t - \left[\frac{(N-1)}{2} - j\right] G_0} \quad (7)$$

Calculo de la serie

$$S_t = \alpha \left(\frac{D_t}{G_{t-N}} \right) + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (8)$$

Calculo de la Tendencia

$$G_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) \quad (9)$$

Calculo del siguiente pronóstico

$$F_{t,t+T} = (S_t + TG_0)C_{t+T-N} \quad (10)$$

Si la demanda se comporta como tendencia utilizar análisis de regresión usando la siguiente formula.

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (11)$$

$$S_{xy} = n \sum x_i y_j - (\sum x_i)(\sum y_j) \quad (12)$$

$$S_{xx} = n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \quad (13)$$

$$a = y' - b \quad (14)$$

$$y' = \left(\frac{1}{n}\right) \sum y_i \quad (15)$$

$$x' = \left(\frac{1}{n}\right) \sum x_i \quad (16)$$

Y Suavizamiento exponencial doble (SED).

$$S_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}), \quad (17)$$

$$= \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)G_{t-1} \quad (18)$$

$$F_{t,t+T} = S_t + \gamma G_t \quad (19)$$

Evaluación de Pronóstico

Para evaluar el pronóstico se calculo el error para cada uno de los diferentes métodos de pronósticos, para calcular el error del pronóstico para el periodo t, se calculo la diferencia entre el valor pronosticado para ese periodo y la demanda real para el mismo. Para pronósticos a varios pasos adelante:

$$e_t = F_{t-T,t} - D_t \quad (20)$$

Para pronósticos a un paso adelante

$$e_t = F_t - D_t \quad (21)$$

Sean e_1, e_2, \dots, e_n los errores de pronóstico observados durante n periodos. Dos medidas comunes de la exactitud del pronóstico durante esos n periodos son la desviación absoluta media (DAM) que se expresa con la siguiente fórmula:

$$DAM = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (22)$$

Para elegir el pronóstico que más se adecua a la demanda del 2011 se selecciona aquel que tenga la DAM mas pequeña.

Definir Tamaño Óptimo de inventario.

Para calcular el tamaño óptimo de inventario para la demanda del 2011 es necesario conocer los siguientes datos:

$\lambda_j =$ Tasa de demanda para el producto j

$P_j =$ Tasa de demanda para el producto j

$h_j =$ Costo de inventario por unidad de producto j y por unidad de tiempo

$K_j =$ Costo de preparar la instalacion productiva para fabricar el producto j

$Q_j =$ Cantidad económica de pedido

Para la λ_j se utilizo el pronóstico calculado de la demanda del 2011, la P_j se obtuvo de los datos proporcionados por el área de producción, h_j no está definido en la empresa que se visito y se utilizo el propuesto por (Nahmias, 2005) y (Riggis, 1994) de .22% del costo de la pieza, K_j es un costo proporcionado por el departamento de finanzas y es el costo por hora de mantener parada una maquina.

Para el cálculo de Q_j las formulas a utilizar son:

$$Q_j = \sqrt{\frac{2K_j\lambda_j}{h_j}} \quad (23)$$

$$h_j = h_j \left(1 - \frac{\lambda_j}{P_j}\right) \quad (24)$$

Donde:

$$\sum \lambda_j / P_j \leq 1 \quad (25)$$

Costos de preparación =
*Tiempo de preparación * Costo de preparación*

$$K'_j = \text{Costo de cada producto} * \text{tasa anual de interés} * \text{Factor } 1 - \lambda_j / P_j \quad (26)$$

$$\sum K_j \quad (27)$$

$$\sum h'_j \quad (28)$$

Se sustituyen estas cifras en la siguiente formula de T^* para obtener el tiempo óptimo del ciclo:

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum_{j=1}^n K_j}{\sum_{j=1}^n h_j / A_j}} \quad (29)$$

Tamaño optimo = tiempo del ciclo*tasa de demanda para cada articulo

$$T \geq \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{1 - \sum_{j=1}^n \left(\frac{\lambda_j}{P_j}\right)} = T_{min.} \quad (30)$$

Resultados

Obtener datos históricos de la demanda

La tabla 1 muestra los datos de demanda ordenados en base mensual del año 2010 para el producto GMT-92 lámpara izquierda (LH) y GMT-92 derecha (RH). Por ejemplo en Noviembre de 2010 del lado derecho se vendieron 14055 y 14130 del lado izquierdo.

La tabla 2 muestra los datos de demanda ordenados en base mensual del año 2010 para el producto GMT-901 lámpara izquierda (LH) y GMT-901 derecha (RH). Por ejemplo en Julio de 2010 del lado derecho se vendieron 17612 y 17560 del lado izquierdo.

Tabla 1: Demanda del año 2010 producto GMT-921

AÑO	MES	GMT 921-LH	GMT 921-RH
2010	ENE	11982	14428
	FEB	14911	15911
	MAR	17847	21559
	ABR	20364	22184
	MAY	20512	20896
	JUN	26338	26696
	JUL	17612	17560
	AGO	17600	17690
	SEPT	19800	19800
	OCT	15840	16800
	NOV	14055	14130
	DIC	25978	29424

Tabla 2: Demanda del año 2010 producto GMT-901

AÑO	MES	GMT 901 LH	GMT 901 RH
2010	ENE	41671	38645
	FEB	40434	39654
	MAR	49211	40759
	ABRIL	35889	32869
	MAY	36468	36732
	JUN	51125	53045
	JUL	41060	42980
	AGO	40025	40025
	SEP	49200	49200
	OCT	44900	44900
	NOV	35039	35735
	DIC	66203	60872

Pronosticar la demanda futura

Los datos de la demanda de 2010 para el producto GMT-921 y GMT-901 presentados en tabla 1 y 2 se introdujeron al software Minitab®, los datos se procesaron para los diferentes tipos de pronósticos con demanda estacional Winters, SES y SED para seleccionar el pronóstico más adecuado a los datos se calculo la DAM de cada uno de los productos y los resultados se muestran en la tabla 3. La condición para elegir el pronóstico más adecuado es aquel que tenga la DAM más pequeña, tal el caso del GMT-921 LH que su DAM fue de 3611 sombreado en la tabla 3 para el SES, mientras que para el SED fue de 3940, por lo tanto la demanda de este producto se adecua mas al SES.

Tabla 3: DAM producto GMT-921, GMT-901

	E. Simple DAM	E. Doble DAM
GMT 921-LH	3611	3940
GMT 921-RH	3942	3938
GMT 901 LH	6348	7399
GMT 901 RH	5529	9803

La tabla 4 muestra los pronósticos seleccionados de acuerdo a la evaluación del índice DAM mostrado en la tabla 3, estos datos están ordenados en base mensual para el año 2011 para el producto GMT-921 lámpara izquierda (LH) y GMT-921 derecha (RH).

La tabla 5 muestra los pronósticos seleccionados de acuerdo a la evaluación del índice DAM que más se adecuo mostrado en la tabla 3 estos datos están ordenados en base mensual para el año 2011 para el producto GMT-901 lámpara izquierda (LH) y GMT-921 derecha (RH). Por ejemplo en Julio de 2011 se tiene un pronóstico de venta

de lado derecho de 40791.5 y 42090.3 del lado izquierdo.

Tabla 4: Pronósticos año 2011 para el producto GMT-921

AÑO	MES	GMT-921 LH Pronostico 2011	GMT-921 RH Pronostico 2011
2011	ENERO	16812.8	14172.8
	FEBRERO	16126.3	16593.3
	MARZO	15953.6	17426.8
	ABRIL	16222.7	18828.6
	MAYO	16811.2	20243.5
	JUNIO	17337.1	20847.9
	JULIO	18616.2	23561.8
	AGOSTO	18473.5	22034.1
	SEPTIEMBRE	18349.4	20697.2
	OCTUBRE	18555.5	20388.9
	NOVIEMBRE	18169.6	18944.3
	DICIEMBRE	17584.9	16735.5

Tabla 5: Pronósticos año 2011 para el producto GMT-901

AÑO	MES	GMT-901 LH Pronostico 2011	GMT-901 RH Pronostico 2011
2011	ENERO	40947.1	39739.5
	FEBRERO	41052.2	39553.4
	MARZO	40962.4	39570.5
	ABRIL	42160.5	39772.6
	MAYO	41249.6	38598.8
	JUNIO	40555.1	38281.5
	JULIO	42090.3	40791.5
	AGOSTO	41940.6	41163.6
	SEPTIEMBRE	41662.4	40970
	OCTUBRE	42757.2	42369.2
	NOVIEMBRE	43068.4	42799.5
	DICIEMBRE	41902.2	41598.4

Definir tamaño óptimo de inventario

Se realizó una tabla de cálculo en Excel con las fórmulas antes descritas en la sección de metodología para el Q, en la columna 2 se capturó la descripción del producto en base mensual para el año 2011, en la columna 3 se capturó la demanda máxima del lado LH o RH y se procedió a redondear hacia arriba, la columna 4, 5 y 6 son datos proporcionados por la empresa, la

columna 7 a 12 muestran los cálculos realizados con las fórmulas descritas en la metodología, la columna 13 muestra la cantidad que se debe producir para no tener exceso de inventario ni incurrir en costos de preparación para el producto. Por ejemplo para el producto GMT-921 en el mes de Julio es necesario que cada vez que se quiera producir este se trabaje por lo menos 10016 piezas.

Tabla 6: Cálculo realizados de cantidad económica de pedido para los productos GMT-901 y GMT-921.

Mes	Descripción de Producto	Demanda Mensual	Tasa de Producción Unidades por Mes	Tiempo de Preparación Horas	Costos Variables	Demanda Tasa Producción	Costo	1 menos Demanda Tasa de Producción	Costo de Mantener Inventario	Costo Modificado de mantener inventario	Cálculo de T	Tamaño Óptimo para producir
Enero	GMT-921	16813	17379	2.5	10.42	0.9674	275	0.0326	0.0747	1255.2	0.425	7147
Febrero	GMT-921	16594	20783	2.5	10.42	0.7984	275	0.2016	0.4621	7667.3		7054
Marzo	GMT-921	17427	23585	2.5	10.42	0.7389	275	0.2611	0.5985	10430.8	10.202	7408
Abril	GMT-921	18829	20458	2.5	10.42	0.9204	275	0.0796	0.1825	3437.0		8004
Mayo	GMT-921	20244	21389	2.5	10.42	0.9465	275	0.0535	0.1227	2484.3		8605
Junio	GMT-921	20848	22425	2.5	10.42	0.9297	275	0.0703	0.1612	3360.9		8862
Julio	GMT-921	23562	24322	2.5	10.42	0.9688	275	0.0312	0.0716	1687.8		10016
Agosto	GMT-921	22035	23770	2.5	10.42	0.9270	275	0.0730	0.1673	3687.0		9366
Septiembre	GMT-921	20698	21736	2.5	10.42	0.9522	275	0.0478	0.1095	2265.9		8798
Octubre	GMT-921	20389	21357	2.5	10.42	0.9547	275	0.0453	0.1039	2118.5		8667
Noviembre	GMT-921	18945	19168	2.5	10.42	0.9884	275	0.0116	0.0267	505.3		8053
Diciembre	GMT-921	17585	17586	2.5	10.42	0.9999	275	0.0001	0.0001	2.3		7475
Enero	GMT-901	40948	41190	2.5	4.15	0.9941	275	0.0059	0.0054	219.6		17406
Febrero	GMT-901	41053	46854	2.5	4.15	0.8762	275	0.1238	0.1130	4640.6		17451
Marzo	GMT-901	40963	43509	2.5	4.15	0.9415	275	0.0585	0.0534	2188.5		17412
Abril	GMT-901	42161	42691	2.5	4.15	0.9876	275	0.0124	0.0113	477.9		17922
Mayo	GMT-901	41250	41700	2.5	4.15	0.9892	275	0.0108	0.0099	406.4		17534
Junio	GMT-901	40556	41355	2.5	4.15	0.9807	275	0.0193	0.0176	715.4		17239
Julio	GMT-901	42091	59066	2.5	4.15	0.7126	275	0.2874	0.2624	11044.1		17892
Agosto	GMT-901	41941	44877	2.5	4.15	0.9346	275	0.0654	0.0597	2505.2		17828
Septiembre	GMT-901	41663	48956	2.5	4.15	0.8510	275	0.1490	0.1360	5666.6		17710
Octubre	GMT-901	42758	44104	2.5	4.15	0.9695	275	0.0305	0.0279	1191.4		18175
Noviembre	GMT-901	43069	48426	2.5	4.15	0.8894	275	0.1106	0.1010	4349.9		18307
Diciembre	GMT-901	41903	42737	2.5	4.15	0.9805	275	0.0195	0.0178	746.6		17812

La tabla 7 muestra los datos de demanda real para el producto GMT-921 LH y RH, de estos datos se tomó el mayor debido a que la máquina produce en pares; este dato se comparó contra el máximo pronostico calculado en la tabla 4 con una prueba de t para 2 medias, para comprobar

que la media del pronostico calculado es igual a la demanda real, en la tabla 8 se encuentra el valor de $p = 0.667$ y el cero se incluye en los intervalos de confianza (-5416,7856), por lo tanto tuvimos un nivel de confianza del 95% para utilizar los datos de

los pronósticos y calcular la cantidad económica de pedido para todo el año 2011.

Tabla 7: Datos de demanda real vs pronóstico para el producto GMT-921

DEMANDA REAL			MAX pronóstico
GMT-921 LH	GMT-921 RH	Máximo Real	
18150	19800	19800	16813
15905	14879	15905	16594
26286	27496	27496	17427
16615	16095	16615	18829
15514	15516	15516	20244

Tabla 8: Prueba T de dos muestras demanda real vs pronóstico producto GMT-921

	N	Mean St Dev	SE Mean	SE Mean
Demanda Real GMT-921	5	19066	5005	2238
Pronostico GMT-921	5	17981	1536	687
Difference =	mu(Demanda Real GMT-921)-mu(Pronostico GMT-921)			
Estimate for difference:	1085			
95%CI for difference:	(-5416,7856)			
T-Test of difference=	0(vs not =):T-Value=.46 P-Value=0.667 DF=4			

La tabla 9 muestra los datos de demanda real para el producto GMT-901 LH y RH, de estos datos se tomo el mayor debido a que la maquina produce en pares; este dato se comparo contra el máximo pronostico calculado en la tabla 4 con una prueba de t para 2 medias, para comprobar que la media del pronostico calculado es igual a la demanda real, en la tabla 10 se encuentra el valor de $p = .062$ y el cero se incluye en los intervalos de confianza (-932,25004), por lo tanto tuvimos un nivel de confianza del 95% para utilizar los datos de los pronósticos y calcular la cantidad económica de pedido para todo el año 2011

Tabla 9: Datos de demanda real vs pronóstico para el producto GMT-921

		DEMANDA REAL			MAX pronóstico
		GMT-901 LH	GMT-901 RH	Máximo real	
GMT-901	ENERO	53361	49725	53361	40948
	FEBRERO	35794	40740	40740	41053
	MARZO	62034	68222	68222	40963
	ABRIL	47014	45306	47014	42161
	MAYO	57054	57216	57216	41250

Tabla 10: Prueba T de dos muestras demanda real vs pronóstico producto GMT-921

Two-sample T para Máximo Real 901 vs MAX pronóstico 901				
	N	Mean St Dev	SE Mean	SE Mean
Demanda Real GMT-901	5	53311	10432	4665
Pronostico GMT-901	5	41275	510	228
Difference =		mu(Demanda Real GMT-901)-mu(Pronostico GMT-901)		
Estimate for difference:		12036		
95%CI for difference:		(-932,25004)		
T-Test of difference=		0(vs not =):T-Value=2.58 P-Value=0.062 DF= 4		

Conclusión

De acuerdo a (Muños, 2004), (Vidal, Londoño, Contreras, 2001), (Peña), (Nahmias, 2005) utilizan los pronósticos de promedios móviles, suavizamiento exponencial simple o doble como apoyo en la toma de decisiones para control sus niveles de inventario, además de esto (Vidal, Londoño, Contreras, 2004),(Peña), (Nahmias) utilizan clasificación de productos ABC a diferencia de este documento, al igual que los autores mencionados se utilizo un cálculo de EOQ, (Nahmias,2005) y (Charles, Phutraya, 2007), utilizan el enfoque de Kanban para disminuir los niveles de inventario en distintos diversos enfoques de manufactura, a diferencia de este documento aunque en un

futuro se puede utilizar en este documento, este documento prueba en base estadística la efectividad de los pronósticos a diferencia de los antes mencionados.

La metodología utilizada satisfizo a la gerencia y se pidió el cálculo para otros modelos por falta de tiempo estos cálculos no se presentan en esta investigación.

Referencias

Briebescas FA. y García Uribe E. 2011. *Optimización de la productividad en la industria de plásticos en Cd. Juárez.* Revista Internacional Administración & Finanzas. 4: 101-122.

Galaher C, Watson H. 1989. *Métodos Cuantitativos Para la Toma de Decisiones en Administración*. Mc-Grawhill México.

Krieg G. 2005. *Kanban-Controlled Manufacturing Systems*. Springer Germany.

Lu D. 1989. *Kanban Just In Time At Toyota*. Estados Unidos.

Muños DN. 2004. *Un enfoque Bayesiano para vid incorporar pronósticos de la demanda en experimentos por simulación para la administración de los Inventarios*. Revista Facultad de Ingeniería. U.T.A (CHILE). 12 (1): 25-31.

Nahmias S. 2005. *Análisis de la Producción y las Operaciones*. Continental. México.

Peña Napoles O. *Optimización de la gestión de Inventarios en la Sucursal Cimex de las Tunas*. Universidad Vladimir I Lenin. Cuba.

Putraya Raghvendra CV. 2007. *Simple Technique for Better Inventory Management*. The Icfai Journal of Operations Management. 6 (4): 60-73.

Riggis J. 1994. *Sistemas de Producción Planeación, análisis y control*. Limusa. México.

Vidal Holguín CJ. Londoño Ortega JC. y Contreras Rengifo F. 2004. *Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta*. Ingeniería y Competitividad. Colombia. 6 (1): 35-52.