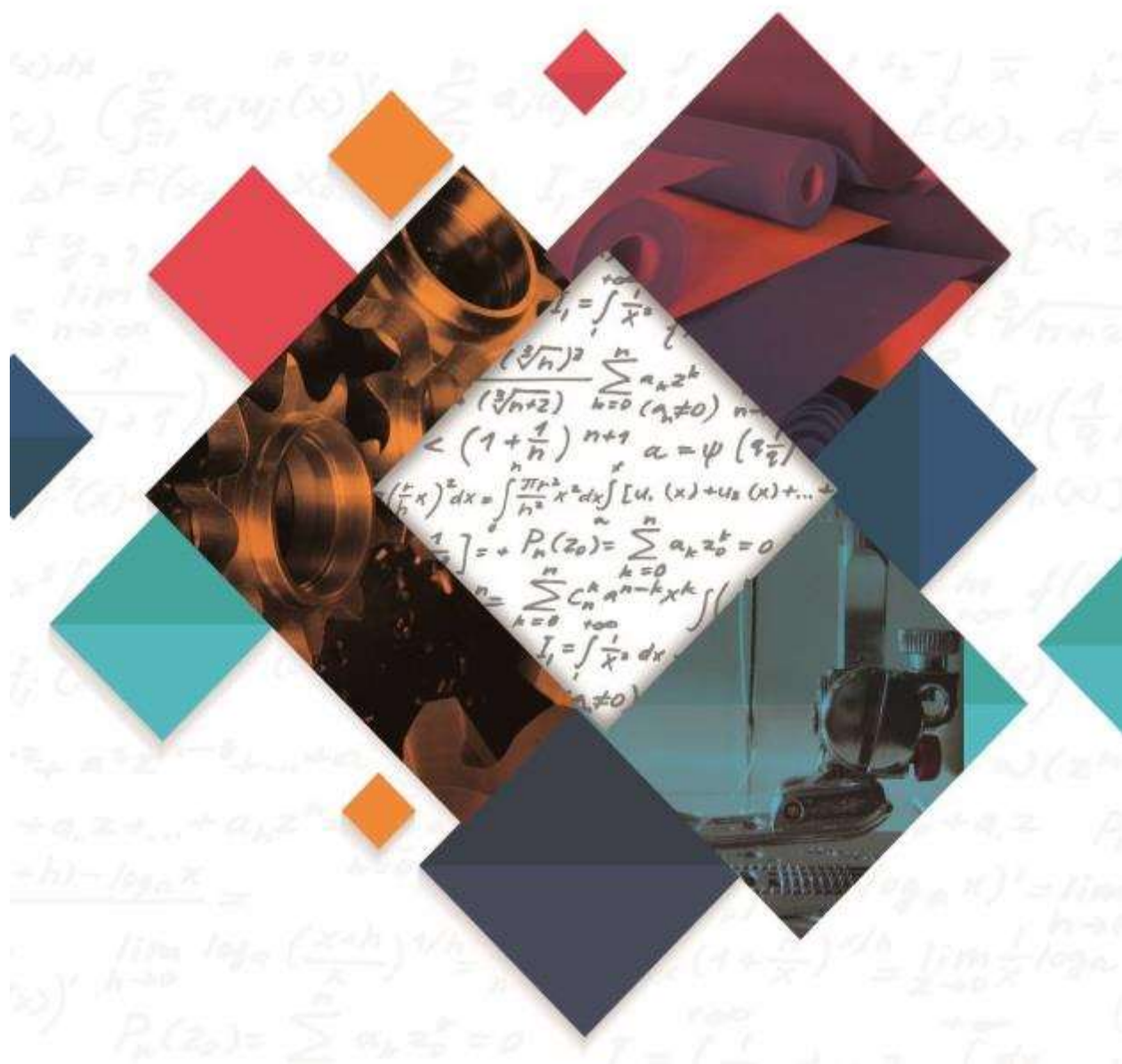


MÉTODOS CUANTITATIVOS

Aplicación en la toma de decisiones en la administración de confección textil



Rolando Ismael Yépez M.
Maricela Fernanda Ormaza M.
Diego Iván Flores T.

Autores

Ing. Rolando Ismael Yépez Moreira MSC
Instituto Superior Tecnológico Cotacachi

Ing. Maricela Fernanda Ormaza Morejón MSC
Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra

Ing. Diego Iván Flores Torres
Instituto Superior Tecnológico Cotacachi

Revisión por pares

Dr. Jorge Iván Carrillo Hernández
Universidad Técnica de Ambato

MSC. Carlos William Maldonado Gudiño
Universidad Regional Autónoma de los Andes

Diseño y diagramación

Diseñadora Paola Quilca Torres

Editorial Creadores Gráficos, Ruc: 1002047122001 - Ibarra Ecuador

Registro de la Propiedad Intelectual: 05473

ISBN-13: 978-84-17583-40-8

**ESTA OBRA FUE DESARROLLADA CON EL APOYO DE LA COORDINACIÓN DE LA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN CONFECCIÓN TEXTIL DEL INSTITUTO
SUPERIOR TECNOLÓGICO COTACACHI.**

Octubre – 2018
Imbabura – Ecuador

Indice

Dedicatorias	iii
Introducción	1
Prologo	2
Capítulo 1 Métodos cuantitativos y la toma de decisiones en la administración de confección textil.	4
Capítulo 2 Elaboración de pronósticos, caso práctico.	39
Capítulo 3 Inventarios y la planificación de abastecimiento de materiales, caso práctico.	69
Capítulo 4 Estudio inicial de control estadístico de la calidad, caso práctico.	87
Capítulo 5 Análisis de la productividad y los desperdicios mediante la modelación y simulación asistida por computadora, caso práctico.	110
Los Autores	135
Referencias bibliográficas	136



Dedicatorias

A todas las personas que hicieron posible este trabajo, Familiares, Amigos, Docentes y Estudiantes.

Rolando Ismael Yépez Moreira

Familiares, Amigos y futuros Profesionales interesados en la aplicación del amplio mundo de los métodos cuantitativos.

Maricela Fernanda Ormaza Morejón

A mis Padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

Diego Iván Flores Torres

.

Introducción

Las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir forman parte del importante sector productivo del Ecuador, uno de sus aportes es la generación de fuentes de empleo. Su producción constituye una amplia gama de prendas y accesorios de vestir. Sus principales procesos de producción, dependiendo del producto, se podrían definir como: 1. Diseño y patronaje de la prenda, 2. Corte de tela. 3. Armado o ensamble, 4. Pulido de la prenda y 5. Termo-fijado o planchado y empaque.

Los métodos cuantitativos en la administración empresarial han demostrado una contribución en la toma de decisiones y resolución de problemas, a través del planteamiento de uno o varios modelos matemático que describen una situación o problema administrativo real, y la resolución sistemática el mismo, mediante la aplicación de métodos y/o técnicas cuantitativas.

Del diagnóstico a 15 empresas dedicadas a la elaboración y confección de prendas de vestir, entre ellas microempresas, pequeñas y medianas, se determinó que la aplicación de métodos cuantitativos para la toma de decisiones administrativa es limitada, sin embargo, se registró una gran expectativa con respecto a su posible aplicación para la gestión empresarial por parte de sus directivos. De ahí nace la necesidad de la creación de esta obra, la misma que está diseñada para dar a conocer de forma práctica y fácil entendimiento la aplicación de varios métodos cuantitativos y su aporte en la toma de decisiones administrativas en empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir, utilizando la resolución de casos como método principal de enseñanza- aprendizaje, como una alternativa enfocada a mejorar la competitividad de las empresas que conforman este importante sector del Ecuador, como es el sector de la confección textil.

Prologo

La presente obra se resume como un aporte técnico – académico, de la experiencia de los autores, de su formación profesional de tres años académicos de cuarto nivel y experiencia laboral, que recopila la aplicación práctica de varios métodos cuantitativos en la en la administración de la confección textil.

Comprende el desarrollo de cinco capítulos, que permitirá al lector la fácil comprensión de la aplicación y el uso del “Análisis cuantitativo” como una metodología para la resolución de problemas y toma de decisiones administrativas, relacionados con:

- Introducción a los métodos cuantitativos y la toma de decisiones administrativas.
- Elaboración de pronósticos, en el cual se detallan aspectos propios del comportamiento de la demanda del producto escogido, ejemplo: la estacionalidad del producto.
- Administración de inventarios y elaboración de planes de abastecimiento de materias primas, se incorpora el cálculo de rendimiento de telas e insumos, costos del manejo de inventario y criterios de adaptación a proveedores.
- Estudio inicial del control estadístico de la calidad, en el ejemplo se describe paso a paso y sistemáticamente las etapas requeridas para implementar un diagnóstico inicial de la calidad de un proceso de confección textil.
- Y finalmente se desarrolla un ejemplo de simulación de procesos productivos de confección asistido por computadora, en el cual se

describe los principales desperdicios asociados a la producción de prendas de vestir de una línea de producción tradicional.

Capítulo 1

Métodos cuantitativos y la toma de decisiones en la administración de confección textil.



CAPITULO 1

MÉTODOS CUANTITATIVOS Y LA TOMA DE DECISIONES EN LA ADMINISTRACIÓN DE CONFECCIÓN TEXTIL.

RESUMEN

La aplicación de métodos cuantitativos (MC) contribuye a la toma de decisiones y resolución de problemas en la administración empresarial, se basa principalmente en el planteamiento y resolución de modelos matemáticos que representan un problema empresarial real. El objetivo de este capítulo es definir los métodos cuantitativos utilizados para la toma de decisiones y resolución de problemas en la administración de 15 empresas dedicadas a la confección y distribución de prendas de vestir en la provincia de Imbabura, entre ellas microempresas, pequeñas y medianas. De la revisión documental de varios libros de texto relacionados con la aplicación de MC en la administración se definió 11 temáticas principales y 38 métodos cuantitativos, se describe además, al “análisis cuantitativo” como el enfoque científico para la toma de decisiones. Para el levantamiento de datos se diseñó un cuestionario, el mismo que fue aplicado a través de una encuesta a directivos y mandos medios de las empresas que conforman parte del estudio. Se concluye que la aplicación de MC se limita a, modelos matemáticos para la toma de decisiones con riesgo, elaboración de pronósticos, técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT), análisis de inventarios ABC, cartas de control estadísticos de la calidad y control estadístico de procesos. Sin embargo existe el interés y expectativa por parte de los empresarios de recibir capacitación e implementar MC en la toma de decisiones administrativas en sus empresas, finalmente se recomiendan estrategias.

INTRODUCCIÓN

La aplicación empresarial de los métodos cuantitativos sin duda aportan a la toma de decisiones y solución de problemas administrativos, su principio de aplicación se basa en modelos matemáticos a través del análisis cuantitativo. El pionero del inicio del desarrollo de análisis cuantitativo fue Frederick W. Taylor, quien a principios del siglo veinte, aplicó los principios de la investigación científica en la administración. En la actualidad se han desarrollado y descrito en varios textos de relevancia académica – científica varios métodos cuantitativos y su aplicación en el campo de la administración y negocios.

Las empresas que producen prendas de vestir son importantes en el sector textil, su aporte es la generación de fuentes de empleo (Ordoñez, 2015). Las actividades administrativas desarrolladas en ellas son varias, principalmente: aprovisionamiento de materias primas y materiales y la confección y comercialización de las prendas de vestir.

No cabe duda que la aplicación de los métodos cuantitativos y su aporte en la toma de decisiones y resolución de problemas administrativos podría ser importante en las empresas dedicadas a la confección y comercialización de prendas de vestir y ser una estrategia de fortalecimiento en la administración exitosa de las empresas que forman parte de en este importante sector. Los beneficiarios en la aplicación de los métodos cuantitativos son estudiantes, profesionales o cualquier persona interesadas en la administración de empresas dedicadas a la confección y comercialización de prendas de vestir.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en cuatro etapas: 1. Definición de los métodos cuantitativos aplicables a la administración empresarial. 2.

Selección de las empresas que formaron parte del estudio. 3. Levantamiento de los datos y 4. Análisis de los resultados.

En la etapa No. 1, se definió los métodos cuantitativos aplicables a la administración empresarial, se realizó la revisión bibliográfica en libros publicados en los últimos 5 años, cuyo título contenga las palabras “métodos cuantitativos” y “administración”, o “negocios”, de las editoriales: Pearson Prentice Hall, McGraw-Hill/Interamericana Editores , Cengage Learning Editores, principalmente.

En la etapa No. 2 se selecciona las empresas que formaron parte del estudio, se caracterizan por pertenecer al sector textil, específicamente a la elaboración y/o comercialización de prendas de vestir de la provincia de Imbabura, de los cantones de Ibarra y Antonio Ante.

En la Etapa No. 3, para la recolección de los datos relevantes para la investigación se diseñó y se aplicó un cuestionario mediante una entrevista a un responsable de la administración de la empresa, o una o varias de sus principales áreas o direcciones, de las empresa que formaron parte del estudio y en la etapa

No. 4, se presenta y analiza los resultados a través de las herramientas de la estadística descriptiva.

DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICABLES A LA ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL.

De la revisión bibliográfica se puede destacar el aporte significativo de la aplicación de varios métodos cuantitativos en el proceso de toma de decisiones y solución de problemas administrativos. El proceso de toma de decisiones empresariales podría resumirse en el planteamiento y definición del problema, resolución del mismo y culmina al escoger o seleccionar la

mejor opción entre varias alternativas (Bustos, 2016). Es considerable señalar la importancia de la definición de “análisis cuantitativo y el enfoque del análisis cuantitativo”, entendiéndose el primero como un enfoque científico que aporta a la toma de decisiones administrativas y al segundo como el desarrollo del proceso para este fin, basado en la definición de un problema, desarrollo de un modelo que describa una situación real o al problema, obtención de los datos de entrada, desarrollar una solución, probar la solución, analizar los resultados e implementarlos (Render, 2012). La resolución de problemas a través de la aplicación de modelos matemáticos es relevante para la administración, ya que aportan a la toma de decisiones (Velásquez, 2017). Los modelos matemáticos son aquellos que son representados en forma de números y símbolos, como por ejemplo tablas y datos estadísticos, relaciones matemáticas, símbolos, etc. (Balás, 2017). La aplicación de modelos matemáticos es fundamental al hablar de métodos cuantitativos como base para la toma de decisiones, siendo la representación del problema a través de sistema de símbolos y/o relaciones y expresiones matemáticas.

Los métodos cuantitativos aplicados a la toma de decisiones administrativos, descritos en la bibliografía revisada se enfocan principalmente al: 1. Análisis de decisiones, 2. Elaboración de pronósticos 3. Programación lineal entera, casos especiales y modelos de distribución y redes 4. Programación de proyectos, 5. Modelos de inventario, 6. Modelos de líneas de espera o colas, 7. Simulación, 8. Procesos de Marrkov, 9. Modelos de regresión, 10. Utilidad y teoría de juegos y 11. Control Estadístico de la Calidad.

A continuación se describe cada uno de ellos de forma general, su definición, utilidad en la administración/negocios y los modelos matemáticos aplicables.

TEORÍA /ANÁLISIS DE DECISIONES

Responder a soluciones optimas y escoger una, a través de la resolución de modelos matemáticos corresponde a la definición de toma de decisiones (Wheatley, 2015). La teoría de la decisión, se contempla la elección en condiciones de certeza, riesgo e incertidumbre (Acebedo, 2010). De la revisión bibliográfica, principalmente se describen modelos matemáticos enfocados a la toma de decisiones con certidumbre, con incertidumbre, con riesgo, entre otros.

ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS

Según (Contreras, 2016) los pronósticos son herramientas que ayudan a predecir eventos futuros basados en datos históricos, su aplicación se amplía incluso a la gestión empresarial. En la gestión empresarial, los pronósticos ayudan a determinar el volumen de ventas en unidades, se basa principalmente el registro de ventas pasadas. (Valencia, 2017). De la revisión bibliográfica se describe la aplicación de varios modelos matemáticos utilizados para la elaboración de pronósticos, entre ellos: determinación de la precisión de pronósticos, elaboración de pronósticos con promedios móviles y suavización exponencial, métodos de proyección con estacionalidad y el uso del análisis de regresión. Además, se describen varios enfoques cualitativos para pronosticar, entre ellos método delphi, juicio experto, redacción de escenarios enfoques intuitivos, entre otros.

PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA, CASOS ESPECIALES Y MODELOS DE DISTRIBUCIÓN Y REDES

La programación lineal se define como un método para la solución de problemas relacionados con la asignación de recursos, es considerada como apoyo para la toma de decisiones gerenciales sea en la planificación y/o asignación de recursos. Todos los problemas buscan maximizar o

minimizar cierta cantidad sea la utilidad o el costo (Render, 2012). La programación lineal contribuye a la toma de decisiones en las diferentes áreas empresariales (Reyes, 2017). La aplicación de la programación lineal aporta en el planteamiento y solución de problemas relacionados con la reducción de tiempos y optimización de los diferentes recursos (Ramos, 2016). De la revisión bibliográfica se observa la solución de varios problemas de maximización y minimización a través de la aplicación de varios métodos de programación lineal, entre ellos: método gráfico, puntos extremos y solución óptima y varios casos especiales (solución de óptimas alternas, factibilidad, ilimitada, también conocidas como solución no factible, no acotada, redundancia y solución óptimas múltiples)

Con respecto a los modelos de distribución y redes, se observó que se enfocan a la aplicación de modelos matemático para resolver problemas de transporte, problemas de asignación, problemas de transbordo, problemas de la ruta más corta y problema de flujo máximo.

PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Los modelos matemáticos descritos en la programación de proyectos contribuyen a la optimización el tiempo y el costo, teniendo en cuenta las estimaciones deterministas por la duración de las tareas y/o actividades del proyecto (Lermen, 2016). Se destaca que los métodos cuantitativos descritos en los textos revisados pueden aplicarse a proyectos empresariales tales como: Diseño y desarrollo de nuevos productos, la construcción civil e industrial, mantenimiento de equipo y maquinaria pesada, entre otras. Se enfocan principalmente en la técnica de revisión y evaluación de programas y el método de la ruta crítica, programación de proyectos con tiempos inciertos y programación de proyectos con tiempos probabilísticos.

MODELOS DE INVENTARIO

El inventario en una empresa de producción y manufactura, es un activo físico tangible (Pastor, 2017). La gestión óptima del inventario responde al objetivo de proveer a al área de producción de una empresa de las meritas primas e insumos necesarios para la fabricación de sus productos, por ende, el inventario vital importancia para garantizar el cumplimiento de la demanda establecida (Céspedes, 2017). Los modelos de inventario aportan a la predicción de unidades por vender en un horizonte de tiempo y se constituyen como base para la toma de decisiones administrativas (Causado, 2015). Los modelos matemáticos de inventarios y su aplicación pueden formar partes de sistemas de manejo de inventarios en la empresa y son importantes para las decisiones respecto a la cantidad a ordenar y en qué punto hacerlo, niveles de inventario de seguridad, consideraciones de espacio y almacenamiento, en la mayoría de los casos se considera la disponibilidad del producto al menor costo posible. De la revisión bibliográfica se observó la aplicación de modelos matemáticos: modelo de cantidad económica del pedido (EOQ), modelo de tamaño del lote de producción económico, modelo de inventario con faltantes planeados, descuentos por cantidad en el modelo EOQ, varios modelos de inventarios con demanda probabilística, análisis ABC, entre otros.

MODELOS DE LÍNEAS DE ESPERA O COLAS

Las líneas de espera o colas forman parte de la investigación operativa (Vallejos, 2017). Se utiliza principalmente, para analizar los sistemas de las líneas de espera en los servicios y sistemas de manufactura y proponer mejoras a los mismos (Maldoado, 2015). La teoría de colas se encarga del análisis matemático de los sucesos y eventos que ocurren en las líneas de espera, también denominadas colas (Delgado, 2016). Como ejemplos de líneas de espera se puede describir a los clientes que esperan ser atendidos en un banco o en un supermercado, o en la manufactura a la maquinaria o

equipo que está a la espera de ser reparado, o al producto en proceso que requiere de la siguiente etapa productivo para su terminación o acabado. En resumen los métodos cuantitativos son aplicados a las líneas de espera o colas con el fin de estimar su costo y la eficacia del servicio. De la bibliografía revisada se observa que los modelos matemáticos se aplican a la solución de problemas de varios modelos de colas, entre ellos: Modelos de líneas de líneas de espera de un único canal, con canal múltiple, modelo de líneas de espera con servicio constante, modelos de líneas de espera con población finita, entre otros. Se observa en varios autores hacen énfasis de la utilización de la simulación asistida por computadora para la resolución de problemas de líneas de espera, considerando el grado de complejidad.

SIMULACIÓN

El modelado y simulación de sistemas productivos han llegado a constituirse como una herramienta de gran importancia en el procesos de toma de decisiones y resolución de problemas (Sánchez, 2015). La simulación se enfoca en la formulación matemática de un problema real complejo y recreación teórica del mismo (Peluche, 2016). La simulación permite crear uno o varios escenarios con diferentes condiciones, existen variables de entrada y salida, son de vital importancia para la toma de decisiones (Costas, 2015). Las ventajas de la simulación son varias, las principales se relacionan con la capacidad de resolución de problemas complejos, flexibilidad en la creación de uno o varios escenarios de simulación, permite responder fácilmente suposiciones, una simulación no afecta al desempeño de un escenario real, permite una fácil comunicación del problema y posibles soluciones. De la bibliografía revisada se observa que se aplica la simulación a casos de inventario, problemas de colas o líneas de espera y actividades de servicio o mantenimiento.

PROCESOS DE MARRKOV

Los procesos de Markov (o cadenas de Markov) se utilizan para la modelización de un conjunto de eventos, la característica principal es el cambio con el tiempo de una variable aleatoria comprenden una secuencia de valores en el futuro, cada uno de los cuales depende únicamente del estado inmediatamente anterior, no de otros estados pasados (Jiauri, 2016). Un ejemplo simple es determinar la probabilidad de que un equipo o maquina funcionen en un momento dado y continúe así en otro. El uso de la probabilidad es de vital importancia para la resolución de este tipo de problemas. Un proceso de Markov es aquel que se describe mediante un número finito de estados diferente (Sánchez, 2014). Las cadenas de Markov son procesos estocásticos (Sáez, 2015). El proceso estocástico o aleatorio se explica como la sucesión de eventos que se desarrolla en el tiempo, en el cual el resultado en cualquier etapa contiene algún elemento que depende del azar (Fischer, 2018). De la revisión bibliográfica, su aplicación se destaca en el análisis de cuotas de mercado, análisis de cuentas por cobrar.

MODELOS DE REGRESIÓN

La regresión es una herramienta estadística ampliamente usada para analizar cómo influyen (si es que lo hacen) un conjunto de variables (independientes o explicativas) en otra (dependiente o explicada) (Salmerón, 2017). El uso de los modelos de regresión permiten modelar la relación entre una variable dependiente y diversas variables independientes, es decir, permite obtener una ecuación matemática que determina el valor de la variable dependiente en función de las variables independientes (Pérez, 2016). De la revisión bibliográfica, se observó que los regresión lineal simple, regresión lineal múltiple y regresiones no lineales, enfocadas principalmente a la elaboración de pronósticos y definición de precios de productos en función de variables independientes.

TEORÍA DE JUEGOS

Podemos comparar a los negocios a juegos de alto nivel, donde los jugadores son los participantes en determinada industria, de aquí que para poder existir una industria necesita dos o más jugadores (D'Alessio, 2010). Es una rama del estudio de la economía que busca generar conocimientos, entendimientos y pronósticos de la realidad de un hecho que económico, que contribuye a la toma de decisiones importantes (Moreno, 2017). La teoría de juegos se ha visto que puede brindar ayuda en temas relacionados a decisiones estratégicas, igualmente la teoría de juegos ha mostrado que puede ayudar a brindar una taxonomía de situaciones interactivas (Aumann, 1995). En la revisión bibliográfica realizada se observó que la teoría de juegos, principalmente se enfoca a la aplicación de modelos matemáticos para resolver problemas relacionados con el análisis de Competencia por la participación de mercado y juegos de estrategia mixta y juegos de estrategia mixta .

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

El control estadístico de la calidad hace referencia a un proceso que encontrándose estadísticamente bajo control, se comporta de tal forma que las variables de calidad se encuentran casi completamente dentro de los límites de especificación determinados por las tolerancias de ingeniería o por las necesidades de los clientes (Vasquez, 2016). La calidad actualmente representa un proceso de mejora continua, en el cual todas las áreas de la empresa buscan satisfacer las necesidades del cliente, o anticiparse a ellas, participando activamente en el desarrollo de productos o en la prestación de servicios (Castillo, 2016). La calidad de un producto logra cautivar a nuevos clientes (Dayanna, 2015). De la documentación bibliográfica revisada se observó que el control estadístico de la calidad se enfoca en aplicación de

modelos matemáticos utilizados para la construcción de graficas de control estadísticos calidad y el control estadístico de procesos.

La información detallada, se utilizó como referencia para la elaboración de un cuestionario de levantamiento de datos.

LEVANTAMIENTO DE LOS DATOS

DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Antes de iniciar la elaboración de un cuestionario, es necesario considerar varios criterios (Bernal, 2010). Los criterios considerados previo al diseño del cuestionario son: el objetivo de la investigación, características de la población e estudio, revisión bibliográficos de cuestionarios similares, determinación del tipo de preguntas, redacción de las preguntas, flujo y estructura del cuestionario, prueba piloto, y elaboración del cuestionario definitivo.

El objetivo de la investigación.

El objetivo principal de la investigación es claro, consiste en determinar los métodos cuantitativos que se utilizan en la administración de empresas dedicadas a la elaboración y comercialización de prendas de vestir y sus características funcionales básicas.

Características de la población e estudio.

Responsables de la administración de la empresa, o una o varias de sus principales áreas o direcciones, de las empresas que formaron parte del estudio.

Revisión bibliográfica de cuestionarios similares

De la revisión de la información disponible en textos, internet referente al tema, no se encontró un cuestionario específico que pueda utilizar para el

fin del estudio, sin embargo el contenido de la encuesta cuestionario publicada por la FAO, 2014 denominada “autoevaluación rápida para empresas” proporcionaría información relevante, razón por la cual se toma como referencia varias preguntas y se procedió a elaborar el cuestionario para el levantamiento de datos.

Determinación del tipo de preguntas.

El tipo de preguntas que se incluyen en el cuestionario, son preguntas cerradas, dicotómicas y de opción múltiple, se incluyen preguntas de respuesta a escala.

Redacción de las preguntas.

Considerando los criterios anteriores se redactó las preguntas, el cuestionario inicial consta de 59 preguntas.

Flujo y estructura del cuestionario.

Para garantizar el flujo adecuado de las preguntas, el cuestionario se estructuró de acuerdo al el siguiente orden: en primer lugar se preguntas consideradas como fáciles de responder y de tipo general, seguidas de las preguntas con mayor dificultad de respuesta. Se mantiene las 2 agrupación de las preguntas correspondientes a “Sección Técnica y Gerencial” de acuerdo al cuestionario de “autoevaluación rápida para empresas”, y se agrega un tercero denominado “Métodos cuantitativos”

Prueba piloto.

La prueba piloto para validar el cuestionario se realizó mediante la aplicación de este instrumento a tres personas, las mismas que cumplen con los requisitos de la población de estudio, al finalizar la prueba se recoge varias sugerencias para mejorar el cuestionario desarrollado hasta esta

etapa de la investigación, entre ellas, tiempo de elaboración, disminuir el grado de dificultad y mejorar la redacción de las preguntas, entre otras.

Elaboración del cuestionario definitivo.

Considerado los los datos de los ítems anteriores, se elaboró el cuestionario definitivo para el levantamiento de datos (**Ver Anexo 1**)

ENTREVISTA

Se aplicó el cuestionario para el levantamiento de datos mediante una entrevista a los individuos de la población de estudio, previo a esta actividad se formuló y un guión, cuyo objetivo es facilitar el proceso de aplicación del cuestionario de levantamiento de datos desarrollado.

Formulación y prueba del guión

Se considera el problema de investigación, el tipo de entrevista (estructurada) el grupo meta objetivo.

Capacitación de los entrevistadores

Se capacitó a los entrevistadores, encargados de la aplicación del cuestionario del levantamiento de datos, en temas como son: acercamiento y contacto inicial, socialización del contenido y aplicación correcta del cuestionario para el levantamiento de datos y como finalizar correctamente la entrevista.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los principales resultados de la aplicación del cuestionario:

Pregunta: ¿Cuál es el número de empleados de su empresa?

En la siguiente tabla se muestra la frecuencia de las respuestas:

Tabla 1.1: Respuestas pregunta, ¿Cuál es el número de empleados de su empresa?

No. de empresa	Número total de personal (hombres):	Número total de personal (Mujeres):	Total de empleados
1	30	40	70
2	5	6	11
3	5	2	7
4	5	4	9
5	5	20	25
6	8	15	23
7	5	10	15
8	4	16	20
9	6	3	9
10	6	2	8
11	7	6	13
12	41	16	57
13	12	28	40
14	2	6	8
15	11	9	20

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

Se utiliza como referencia la clasificación de empresas por el número total de empleados de la Comunidad Andina de Naciones, la misma que se observa en la siguiente tabla:

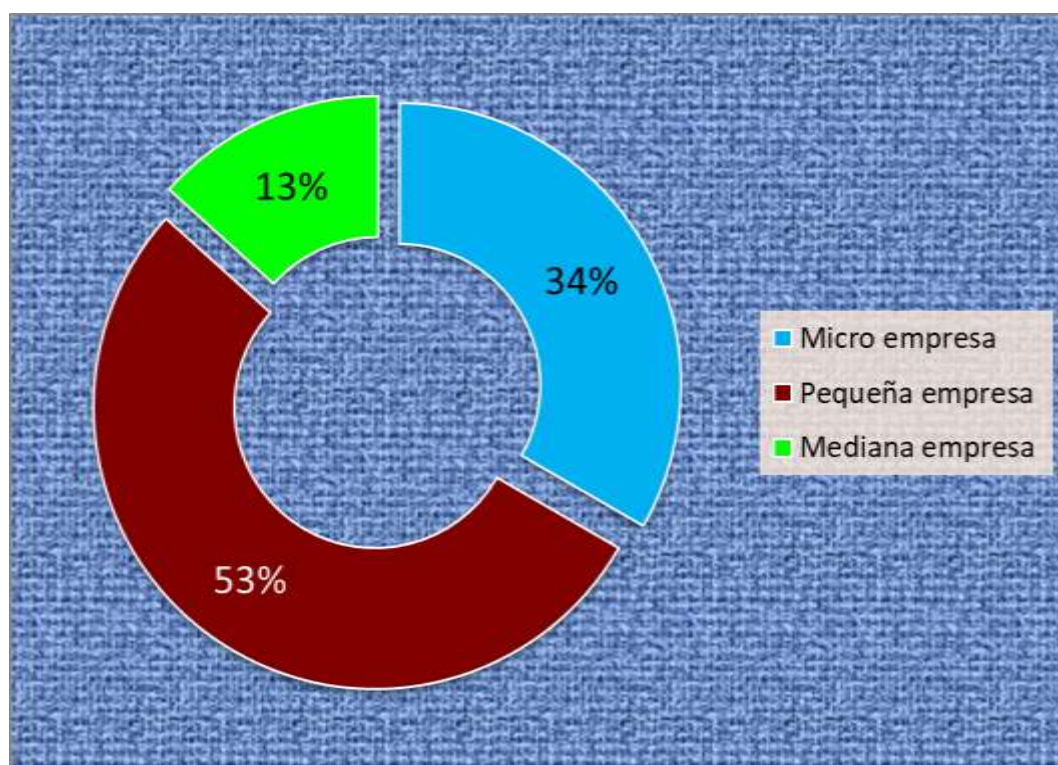
Tabla 1.2: Clasificación de empresas de acuerdo al número total de empleados

Variable	Micro empresa	Pequeña empresa	Mediana empresa (A)	Mediana empresa (B)	Grande
Personal ocupado	1 - 9	10 – 49	50 – 99	100 – 199	200 en adelante

Fuente: Clasificación emitida por la Comunidad Andina de Naciones (CAN)

Como se observa en el siguiente gráfico, las empresas que forman parte del estudio corresponden la clasificación de micro empresa, pequeña empresa y mediana empresa.

Ilustración 1.1.: Clasificación de las empresas del estudio por el número total de empleados:



Fuente: Los Autores

El 53% corresponde a la pequeña empresa, el 34% a la micro empresa y el 13% a la mediana empresa, de acuerdo a la clasificación de la CAN.

Pregunta: ¿Cuál o cuáles son sus principales productos?

En la siguiente tabla se muestra la frecuencia de las respuestas:

Tabla 1.3: Principales productos elaborados por las empresas en estudio.

Pijamas	Medias	Blusas de dama	Ropa interior
Ropa de punto	Blusa	Calentadores	Vestido de niña camisa para niño
Prendas con estampes culturales	Camisetas	Ropa interior	Lencería de hogar y edredones
Embathic camiseta	Sweater de dama	Hamacas	Accesorios para ropa de bebés
Chompa exclusive	Madejas de lana de colores	Medias	Camisetas, cobijas , ponchos, gorros

Sábanas	intima	Sacos	Medias de: fútbol, casuales, para niños y mallas
Camisa para caballeros	Impresiones serigráficas	Sweater de hombre	Materia prima, telas, botones, broches, insumos, productos terminados, prendas de vestir para dama clásica y niña.
Camisetas	Buzos culturales	Madejas de lana	Chompas, medias.
Calcetines	Chompa lycra	Casual, materna	Prendas fabricados con acrílico 100 % y mezclas
Sacos de alpaca	Ropa	Colección de artículos de punto, desde jerséis y cárdigans a prendas de punto extra grandes	Prendas derivadas de lana de borrego de variedad de colores

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

Como se puede observar los productos elaborados y que ofertan las empresas que forman parte del estudio constituye una amplia gama de la confección textil.

Pregunta: Responda sí o no, de acuerdo los métodos cuantitativos que utiliza o se han utilizado en la toma de decisiones administrativas de su empresa

En la siguiente tabla se registran los resultados referentes a la utilización de varios métodos cuantitativos utilizados en la toma de decisiones administrativas de su empresa:

Tabla 1.4: Respuesta, métodos cuantitativos que utiliza o se han utilizado en la toma de decisiones administrativas.

Tema	Utilidad teórica	Responda sí o no, de acuerdo los métodos cuantitativos que utiliza o se han utilizado en la toma de decisiones administrativas de su empresa	Respuestas (Frecuencia)		Porcentaje	
			SI	NO	SI	NO
Teoría /análisis de decisiones	Resolver problemas de decisiones administrativas	Modelos matemáticos para la toma de decisiones con certidumbre	0	15	0%	100 %
		Modelos matemáticos para la toma de decisiones con incertidumbre	0	15	0%	100 %
		Modelos matemáticos para la toma de decisiones con riesgo	1	14	7%	93%
Elaboración de	Predicción de las	Elaboración de pronósticos con promedios móviles	0	15	0%	100 %

pronósticos	unidades que se van a vender en un determinado tiempo	Elaboración de pronósticos con suavización exponencial	1	14	7%	93%
		Elaboración de pronósticos mediante la utilización de métodos de proyección con estacionalidad	0	15	0%	100%
		Uso del análisis de regresión para pronosticar	0	15	0%	100%
Programación lineal entera, casos especiales y modelos de distribución y redes	Asignación de recursos/programación de la producción	Programación lineal método gráfico	0	15	0%	100%
		Programación lineal método gráfico método de puntos extremos y solución óptima	0	15	0%	100%
		Casos especiales de la programación lineal:	0	15	0%	100%
		solución de optimas alternas	0	15	0%	100%
		Solución de factibilidad		15	0%	100%
		Solución ilimitada SI	0	15	0%	100%
Programación de proyectos	Monitoreo y administración de proyectos internos de la empresa	Técnica de revisión y evaluación de programas (PERT)	3	12	20%	80%
	Programación de ruta(s) de distribución de productos	Método de la ruta crítica (CPM)	0	15	0%	100%
		Programación de proyectos con tiempos inciertos	0	15	0%	100%
		Programación de proyectos con tiempos probabilísticos	0	15	0%	100%
Modelos de inventario	Establecer política de compras, aprovisionamiento y mantenimiento de materia prima	Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ)	0	15	0%	100%
	Planes de compras de materia prima y materiales	Modelo de tamaño del lote de producción económico	0	15	0%	100%
		Modelo de inventario con faltantes planeados	0	15	0%	100%
		Descuentos por cantidad en el modelo EOQ	0	15	0%	100%
		Modelos de inventarios con demanda probabilística	0	15	0%	100%
		Análisis ABC	3	12	20%	80%
Modelos de líneas de espera o colas	Análisis de líneas de espera	Modelos de líneas de líneas de espera de un único canal	0	15	0%	100%
		Modelos de líneas de líneas de espera con canal múltiple	0	15	0%	100%

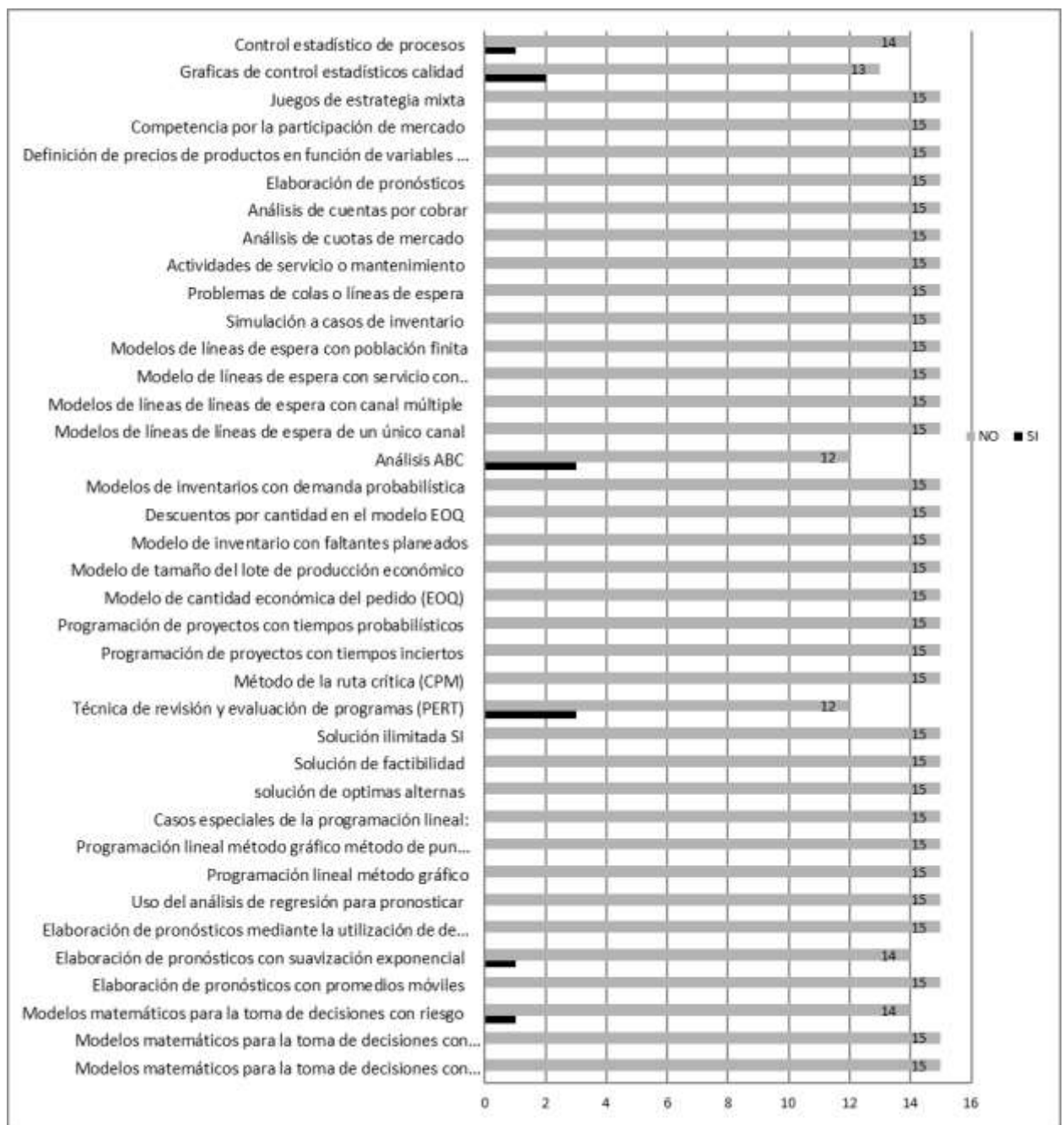
		Modelo de líneas de espera con servicio constante	0	15	0%	100%
		Modelos de líneas de espera con población finita	0	15	0%	100%
Simulación	Análisis del sistema productivo	Simulación a casos de inventario	0	15	0%	100%
		Problemas de colas o líneas de espera	0	15	0%	100%
		Actividades de servicio o mantenimiento	0	15	0%	100%
Procesos de Marrkov	Generación de posibles escenarios para la toma de decisiones	Análisis de cuotas de mercado	0	15	0%	100%
		Análisis de cuentas por cobrar	0	15	0%	100%
Modelos de regresión	Elaboración de pronósticos y modelos administrativos para variables dependientes	Elaboración de pronósticos	0	15	0%	100%
		Definición de precios de productos en función de variables independientes	0	15	0%	100%
Teoría de juegos	Decisiones estratégicas	Competencia por la participación de mercado	0	15	0%	100%
		Juegos de estrategia mixta	0	15	0%	100%
Control Estadístico de la Calidad	Medir la calidad de sus productos con respecto a las especificaciones del cliente/diseño del producto	Graficas de control estadísticos calidad	2	13	13%	87%
		Control estadístico de procesos	1	14	7%	93%

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

Como se puede observar el porcentaje de utilización de los métodos cuantitativos que utiliza o se han utilizado o se han utilizado en la toma de decisiones administrativas de las empresas en estudio en su mayoría, corresponden a cero, sin embargo el 7% de las empresas han utilizado o utilizan de los modelos matemáticos para la toma de decisiones con riesgo, el 7% elaboración de pronósticos con suavización exponencial, el 20%

técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT), el 20% análisis de inventarios ABC, el 13% graficas de control estadísticos calidad y el 7% control estadístico de procesos.

Ilustración 1.2.: Utilización de los métodos cuantitativos que utiliza o se han utilizado o se han utilizado en la toma de decisiones administrativas de las empresas en estudio:



Fuente: Los Autores.

Como se puede observar existe una gran variedad de métodos cuantitativos aplicables a la toma de decisiones administrativas empresariales, sin embargo su utilización en las empresas que forman parte del estudio es limitada.

Pregunta: Con respecto a la aplicación de métodos cuantitativos para la gestión empresarial en su empresa para alcanzar una mayor rentabilidad económica. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación del tema o que un empleado de su empresa conozca del tema?

A continuación se muestra la tabla de frecuencias de las respuestas de las empresas en estudio:

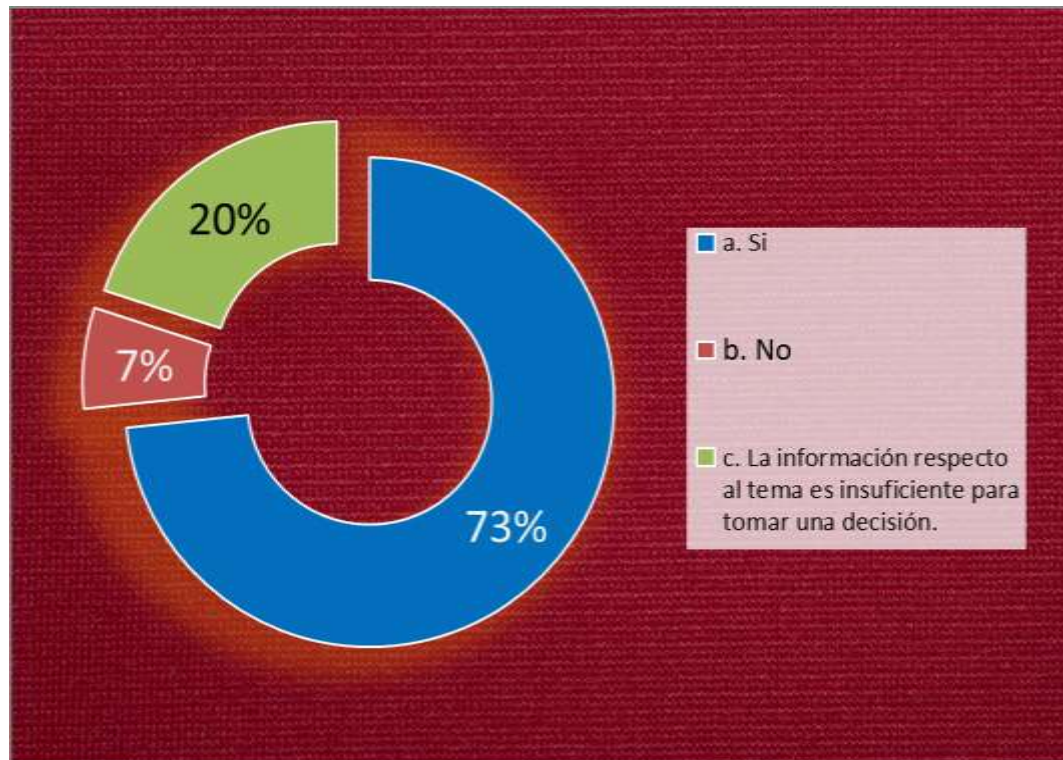
Tabla 1.5: Tabla de frecuencias de respuestas, ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación del tema (métodos cuantitativos) o que un empleado de su empresa conozca del tema?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
a. Si	11	73.3	73.3	73.3
b. No	1	6.7	6.7	80.0
c. La información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.	3	20.0	20.0	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

De las respuestas obtenías a la pregunta, se puede determinar que el 73.3% está dispuesto a recibir capacitación del tema (métodos cuantitativos) o que un empleado de su empresa conozca del tema, el 6.7% no y un 20% afirma que la información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.

Ilustración 1.3.: Porcentaje de respuestas, ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación del tema (métodos cuantitativos) o que un empleado de su empresa conozca del tema?



Fuente: Los Autores.

Como se observa existe la predisposición por parte de los encuestados a recibir capacitación del tema (métodos cuantitativos) o que un empleado de su empresa conozca del tema, siendo esta una oportunidad para generar estrategias de fortalecimiento de la toma de decisiones administrativas de las empresas en estudio.

Pregunta: Con respecto a la aplicación de métodos cuantitativos para la gestión empresarial en su empresa para alcanzar una mayor rentabilidad económica. ¿Estaría dispuesto a implementar alguno de ellos en su empresa?

A continuación se muestra la tabla de frecuencias de las respuestas de las empresas en estudio:

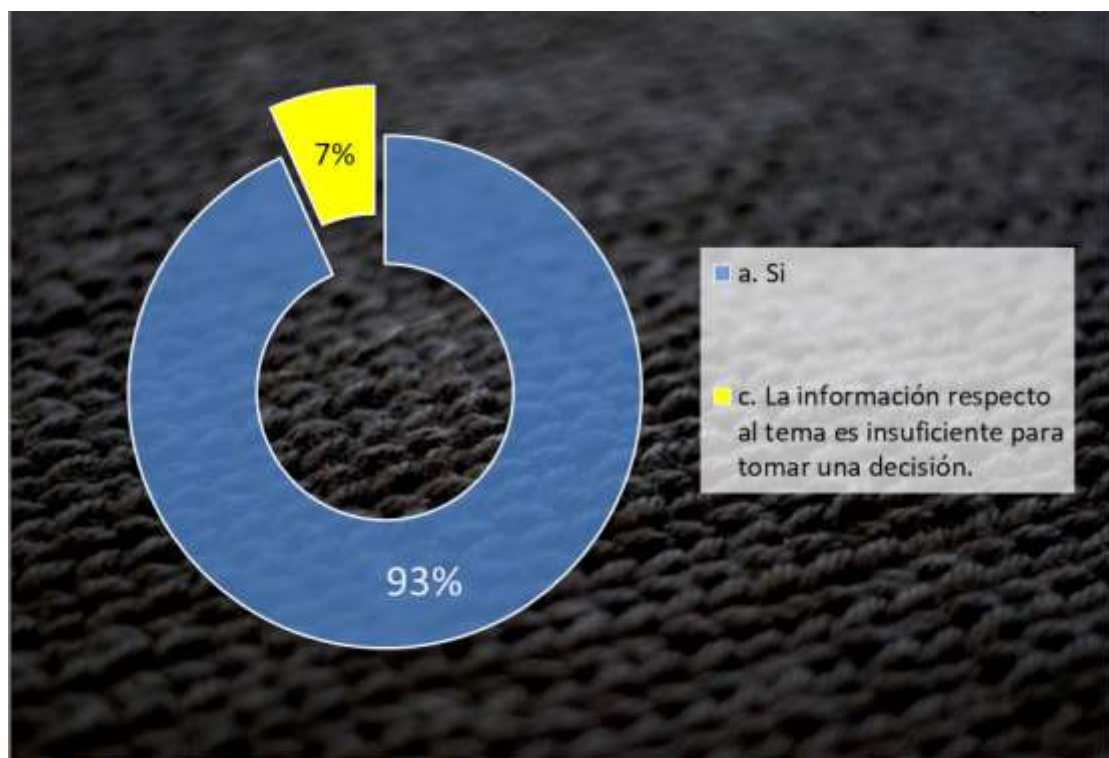
Tabla 1.5: Tabla de frecuencias de respuestas, ¿Estaría dispuesto a implementar alguno de los métodos cuantitativos antes descritos en su en su empresa?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
a. Si	14	93.3	93.3	93.3
c. La información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.	1	6.7	6.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

De las respuestas obtenías a la pregunta, se puede determinar que el 93.3% está dispuesto a implementar algún métodos cuantitativo para la toma de decisiones administrativas en su empresa y el 6,7% afirma que la información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.

Ilustración 1.4.: Porcentaje de respuestas, ¿Estaría dispuesto a implementar alguno de los métodos cuantitativos antes descritos en su en su empresa?



Fuente: Los Autores.

Pregunta: Al uso de software en su empresa en su empresa para la gestión corresponde a:

Para esta pregunta corresponde al tipo de opción de respuesta múltiple:

- a. Software/es especializados para la realización de pronósticos, planes de producción y aprovisionamientos de materiales (PMP, MRP, DRP)
- b. Software estadísticos Ej. Minitab, SPSS, o similares.
- c. Word, Hojas básicas de cálculo (office)
- d. Ninguno, todo se hace manualmente
- e. Otros

Las frecuencias de las respuestas se observan en la siguiente tabla:

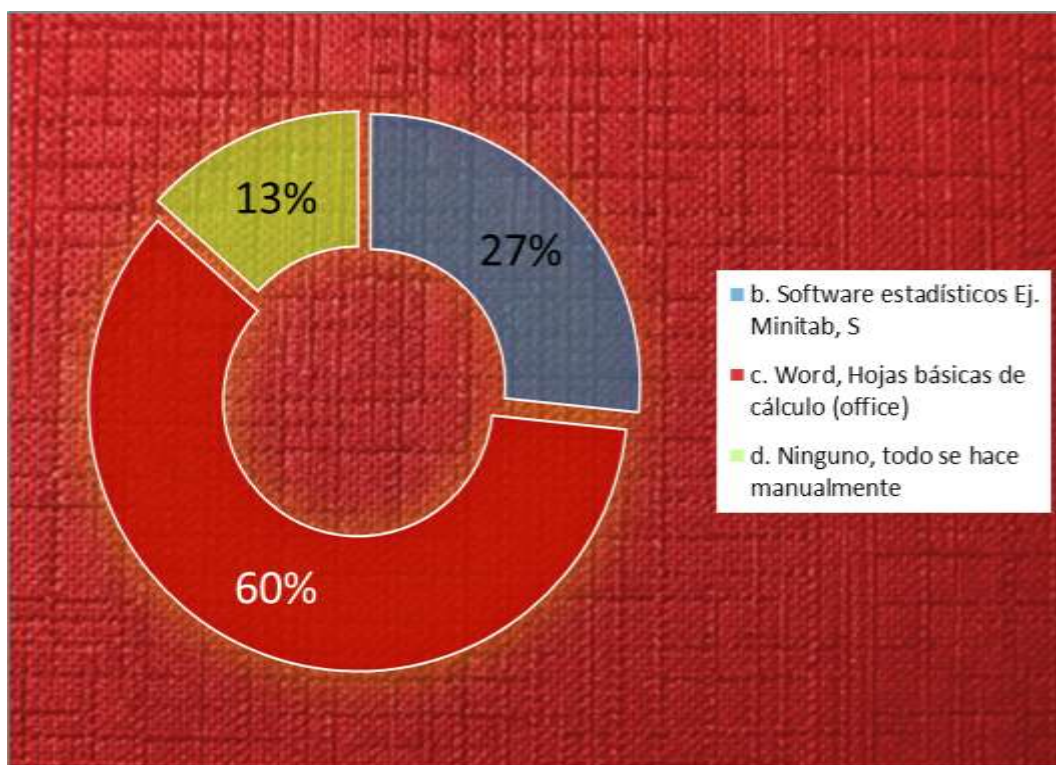
Tabla 1.5: Respuestas referentes al uso de uso de software empresarial.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
b. Software estadísticos Ej. Minitab, S	4	26.7	26.7	26.7
c. Word, Hojas básicas de cálculo (office)	9	60.0	60.0	86.7
d. Ninguno, todo se hace manualmente	2	13.3	13.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

Fuente: Respuestas al cuestionario aplicado.

De acuerdo a las respuestas registradas, el 27% utiliza software estadísticos, el 60% word, hojas básicas de cálculo (office) y el 12% no utiliza software, todo se hace manualmente.

Ilustración 1.5.: Porcentaje de respuestas, referente al uso de software en su empresa en su empresa para la gestión.



Fuente: Los Autores.

Como se puede observar el uso de software utilizado por las empresas que forman parte del estudio, en su mayoría se limitan a paquetes básicos (Word, hojas de cálculo), lo que significa una importante oportunidad de mejorar sus procesos administrativos con la capacitación e implementación de software especializados en la toma de decisiones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De las 15 empresas que forman parte del estudio se clasifican en microempresas, pequeñas y medianas, de acuerdo al número de empleados contratados.

De la revisión bibliográfica se puede destacar la existencia de 38 métodos cuantitativos aplicables a la toma de decisiones empresariales, de los cuales

5 se han utilizado alguna vez en las empresas que forman parte del estudio, entre ellos: modelos matemáticos para la toma de decisiones con riesgo, elaboración de pronósticos, técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT), análisis de inventarios ABC, graficas de control estadísticos calidad y control estadístico de procesos.

El 73 % de los empresarios están dispuestos a recibir capacitación sobre algún métodos cuantitativo de interés para la toma de decisiones administrativas, mientras el 93.3% está dispuesto a su implementación en su empresa.

Existe una amplia gama de textos enfocados a la aplicación de métodos cuantitativos en la toma de decisiones administrativas, sin embargo en el primer acercamiento a las micro, pequeñas y medianas empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir de la provincia de Imbabura, se observó una gran deficiencia en su aplicación.

Se recomienda fortalecer la aplicación de métodos cuantitativos para la toma de decisiones administrativas en microempresas y PYMES dedicadas a la confección de prendas de vestir, adoptando varias estrategias:

- Incorporar y/o ampliar el análisis cuantitativo y el uso de modelos matemáticos como metodología principal para la resolución de problemas relacionados con la toma de decisiones administrativos.
- Diseñar, elaborar e implementar programas de formación y capacitación de futuros profesionales o interesados en la administración empresarial o similares, cuyo contenido incorpore el desarrollo de las habilidades suficientes que garanticen la aplicación de varios métodos cuantitativos para la toma de decisiones administrativas.

ANEXOS

Anexo 1: CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN RÁPIDA PARA EMPRESAS.

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN RÁPIDA PARA EMPRESAS.¹

Instrucciones:

Estimado/a empresario/a: los siguientes cuestionarios han sido preparados especialmente para usted. Lo que a continuación va a realizar es una «Autoevaluación rápida de las necesidades, capacidad técnica y competitividad» de su empresa. Los temas tratados abarcan de manera general los aspectos más importantes de la gestión empresarial, con el objetivo de proponer estrategias de fortalecimiento académico de futuros profesionales que se desarrollarán del sector industrial en el que su empresa se desarrolla.

Nota: La información registrada se usará para fines estrictamente académicos.

1. RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

- 1.1. Nombre de la empresa:
- 1.2. Dirección:
- 1.3. Vías de acceso (referencias):
- 1.4. Teléfono:
- 1.5. Correo electrónico:
- 1.6. Año de fundación:
- 1.7. Número total de personal: Mujeres _____ Hombres _____
- 1.8. Dueños _____ Familiares _____ Empleados _____ Otros _____
- 1.9. Títulos de propiedad:
 - a. Propia
 - b. Arrendada
 - c. Cédida o prestada
 - d. Otros _____

- 1.10. El área ocupada por la empresa es de: _____ metros cuadrados aprox.

- 1.11. ¿Cuál es el propósito de operación de la empresa (estrategia corporativa)?

- 1.12. ¿Con qué productos cuenta la empresa?

*Descripción de los productos y segmento de mercado

Producto 1	Mercado meta:
Nombre del producto:	Hombre: _____ Mujer: _____
Descripción:	Edad: niños () Jóvenes () adultos () tercera edad () Nivel de ingreso económico aproximado (en R\$U): _____ Nivel de instrucción: _____, Indiferente () Ubicación geográfica: Ciudad () Provincial () Nacional () Sudamérica () Resto del mundo ()
El producto cumple una o más normas específicas: Si () No ()	

¹ Fuente: FAO, 2004

1.3. *Cual es la dimension competitiva de su empresa

- () Calidad: "Fabricar un producto excelente/brindar un servicio excelente en la venta"
- () Bajo precio: "El producto es accesible por su bajo precio"
- () Velocidad de la entrega: "Fabricar el producto y entrega con rapidez"
- () Confiabilidad de entrega: "Entregar conforme a lo prometido"
- () Afrontar los cambios de la demanda: "Alterar el volumen segun lo demande el cliente"
- () Flexibilidad y velocidad para introducir nuevos productos: "Cambiarlo"
- Otros (apoyo e imagen): Enlace y apoyo técnico (), Cumplimiento de la fecha de lanzamiento (), Apoyo posventa del proveedor (), Impacto ambiental (), etc.

1.4. Describa los equipos /maquinarias principales para la ejecucion del proceso de produccion

Equipo/maquinaria	1	2	3	4	5
Nombre					
Años de uso y estado					
¿Qué hace?					
¿Cuándo se hace?					
¿Por qué se hace?					
Consumo de energía					
Fallas comunes					
¿Se reparó? Si					
¿Quién y cuándo?					
No ¿Por qué?					

2. SECCION TÉCNICA

2.1 Instalaciones

2.1.1. La ubicación de la empresa se decidió en función de

- a. La propia residencia.
- b. Criterios como cercanía con clientes y proveedores.
- c. Disposiciones municipales.

2.1.2. Los servicios con que cuenta la empresa para su funcionamiento son

Servicio	A bueno	B regular	C deficiente
2.1 AGUA			
2.2 ELECTRICIDAD			
2.3 GAS			
2.4 TELÉFONO			
2.5 OTROS (INTERNET)			

2.1.3. Los alrededores de las instalaciones

ASPECTO A EVALUAR	A SI	B NO
3.1 Esta libre de acumulación de basura		
3.2 Esta libre de olores desagradables		
3.3 Esta libre de focos de plagas		
3.4 Esta libre de agua estancada		
3.5 Esta libre de polvo		

2.1.4. En cuanto a las instalaciones:

- a. La planta es fácil de limpiar.
- b. La planta funciona en parte al aire libre por lo que los problemas de limpieza son menores.
- c. La planta es difícil de limpiar.

2.1.5. Acerca de la seguridad en la planta

- a. El diseño de las instalaciones ha sido pensado de tal modo que existe seguridad para el trabajo en la planta.
- b. La planta es insegura.
- c. Dado el diseño simple de la planta cada trabajador es responsable de su seguridad.

2.2 Equipos y procesos

2.2.1. ¿Dispone del equipo adecuado para realizar el trabajo?

- a. El equipo/línea de producción, es de capacidad reducida para el tamaño del mercado.
- b. Todo se hace manualmente.
- c. El equipo/línea de producción es suficiente para atender la demanda del mercado.

2.2.2. Respecto al mantenimiento de los equipos/maquinaria

- a. Es fácil encontrar apoyo técnico en la zona.
- b. El acceso a tiendas de insumos e implementos para el mantenimiento de equipos es difícil.
- c. La empresa hace las reparaciones por su cuenta y se sustituyen los insumos e implementos requeridos con los que se encuentran a mano.

2.2.3. Para la operación de los equipos/maquinaria, la empresa utiliza energía teniendo en cuenta

- a. La fuente de energía más económica.
- b. Se utiliza una combinación de los recursos energéticos disponibles adaptándolos a los requerimientos del equipo.

2.2.4. ¿Está actualizado respecto a los últimos cambios tecnológicos relacionados con sus equipos/mquinaria y procesos?

- a. Constantemente se introducen nuevas tecnologías con el fin de innovar los procesos.
- b. Se mantiene el nivel actual de tecnología porque se considera que el producto tal como se hace no necesita modificaciones.
- c. No se sabe cómo acceder a nuevas tecnologías.

2.2.5. Prácticas de Seguridad e higiene en el trabajo

- a. Se cuenta con el Técnico de Seguridad y Salud en el trabajo especializado.
- b. La responsabilidad del cumplimiento de normas de seguridad y salud en el trabajo recae sobre un trabajador de la empresa no especialista pero que conoce de este tipo de leyes.
- c. Se ignora el tema/no se han tomado acciones sobre el tema.

2.2.6 Respecto a los desechos

- a. Son menores que el promedio del sector.
- b. Son los mismos que el promedio del sector.
- c. Son mayores que el promedio del sector o no se sabe.

2.3. Producto

2.3.1. El producto de la empresa es comprado por los clientes porque

- a. Es de buena calidad.
- b. Es de mejor calidad que la competencia.
- c. Es el más económico del mercado aunque no tenga buena calidad.

2.3.2. ¿Cumple el producto con las normas de comercialización internacionales?

- a. Se desconocen.
- b. Sí, cumple.
- c. Cumple solamente con las normas nacionales.

2.3.4. ¿El producto tiene garantías?

- a. El cliente no exige garantías.
- b. Hay control de garantías por parte del gobierno.
- c. Se actúa de acuerdo a las normas del sector.

2.3.5. Acerca del desarrollo de productos

- a. El producto nunca se ha cambiado porque así es como gusta a los clientes.
- b. No se le da importancia a las propuestas de personas ajenas al negocio para cambiar el producto.
- c. Se desarrollan nuevos productos a través de las sugerencias de los clientes, o copia de marcas reconocidas.

3. SECCIÓN GERENCIAL

3. SECCIÓN GERENCIAL


3.1. Planificación

3.1.1. ¿La empresa tiene un plan de negocios?

- a. Sí, está basado en investigaciones y es detallado para guiar y conducir el negocio.
- b. Hay un plan de negocios en mente pero no está escrito.
- c. No se ha hecho un plan de negocios.

3.1.2. ¿La empresa tiene cuenta con un plan de producción?

- a. Sí, está basado en la estimación/determinación de demanda, capacidad de la línea de producción, aprovisionamiento de materiales, calidad y disponibilidad del talento humano.
- b. Hay un plan de producción en mente pero no está escrito.



c. No se ha hecho un plan de negocios.

3.1.3. ¿Las unidades que se van a producir se determinan de forma?

- a. Anual
- b. Semestral
- c. Trimestral
- d. Mensual
- e. Semanal
- f. Diaria

3.1.4. Al planificar

- a. Se sigue el plan en todas las circunstancias.
- b. El plan es necesario pero la empresa es flexible y no siempre se aplica.
- c. La empresa no planifica; simplemente actúa.

3.1.5. Lo que se planifica

- a. No es aplicable ni práctico.
- b. Solo la administración lo conoce.
- c. Se comprueba que sea comunicado y comprendido por todos los miembros de la empresa.

3.1.6. La estimación de las ventas

- a. Se detalla la cantidad y precio de venta de cada producto.
- b. No hay detalle.
- c. Se realiza a nivel general, utilizando un promedio de precio entre los diversos productos.

3.2. Organización

3.2.1. La empresa ha sido creada porque

- a. Se conoce un producto que se vende con éxito y permite poner en práctica nuestras ideas.
- b. No tenemos otra opción para ganarnos la vida.
- c. Para ser independientes y estar al frente de una organización.

3.2.2. ¿Siente usted que es empresarios?

- a. No, porque somos muy pequeños.
- b. Sí, lo somos.
- c. No lo somos.

3.2.3. ¿Al optar por la formación de una empresa, tenemos en claro el tipo de empresa que se forma?

- a. Sí, lo tenemos claro.
- b. Desconecemos que tipo de sociedades se pueden formar.
- c. Escogimos la que tiene los trámites de constitución más económicos y menos complicados.

3.2.4. ¿Se dispone de una descripción escrita de los puestos de trabajo?

- a. Se espera que cada empleado trabaje en las tareas que se vayan presentando.
- b. Sí, se dispone de descripciones escritas de todos los puestos de trabajo que especifican las funciones que desempeña cada empleado.
- c. No se dispone de descripciones escritas, pero el empleado recibirá instrucciones precisas sobre sus responsabilidades.

3.2.5. ¿Conocemos las modalidades de contrato de personal y sus incentivos?

- a. No las conocemos.
- b. Contratamos a nuestra manera.
- c. Sí, las conocemos.

3.2.6. La rotación de personal en la empresa

- a. Hay baja rotación de personal pues el personal es responsable, le gusta el trabajo y permanece motivado.
- b. El horario de trabajo es muy exigente y la presión de trabajo es alta, por lo que puede haber alta rotación de personal.
- c. El personal no es responsable, se ausenta con frecuencia, por lo que es común la rotación.

3.3. Controles

3.3.1. Respecto a los registros

- a. Hay registros contables de todas las actividades.
- b. No hay registros contables.
- c. Alguna vez realizamos registros contables.

3.3.2. ¿Existe un plan de control de inventarios que indica cuando es el momento de hacer nuevos pedidos y en qué cantidad?

- a. Los pedidos se realizan sobre la marcha.
- b. Compramos cuando los proveedores ofrecen el mejor precio.
- c. Existe un indicador que muestra el nivel mínimo a partir del cual realizar el nuevo pedido.

3.3.3. ¿Se utilizan criterios como precio, calidad y servicio para realizar la compra de materia prima y otros insumos?

- a. Se utilizan criterios precisos que son discutidos con los proveedores.
- b. Se compra siempre al proveedor que ofrece el mejor precio.
- c. Se compra siempre al proveedor habitual.

3.4. Finanzas

3.4.1. Para calcular los costos de los productos

- a. No es necesario conocer el costo individual de cada producto ya que siempre se vende al máximo precio que permite el mercado.
- b. Se calcula el costo de materiales para cada producto. Los demás gastos se cargan de manera general.
- c. Se dispone de un sistema de cálculo de costos que detalla el costo individual de cada producto, diferenciando los costos fijos de otros costos.

3.4.2. Respecto al manejo de cobros y pagos

- a. No se utiliza el crédito; solo compramos y vendemos al contado.
- b. Se utiliza el crédito pero no existe un procedimiento de aprobación y cancelación de créditos.
- c. Se dispone de un sistema de control, previsión y gestión de tesorería para minimizar los gastos por cobros y pagos.

2.4.3. Respecto al capital de trabajo

- a. Existe siempre una reserva para que la empresa pueda operar con normalidad.
- b. Algunas veces la empresa queda sin fondos para comprar materia prima.
- c. La empresa se mantiene con lo justo.

2.4.4. Respecto a las cuentas a cobrar y las cuentas a pagar

- a. Las cuentas a cobrar se cancelan en menos días que las cuentas a pagar.
- b. Las cuentas a cobrar se cancelan en más días que las cuentas a pagar.
- c. Ambas cuentas se cancelan en el mismo tiempo.

2.4.5. Respecto a las utilidades

- a. Se distribuyen proporcionalmente entre los socios de la empresa.
- b. No se generan utilidades.
- c. Una parte se reinvierte en el negocio y la otra se destina a pagar las retribuciones de las personas jurídicas, según el caso.

2.4.6. Para decidir las fuentes de financiación

- a. Se recurre a quien siempre nos ha prestado.
- b. Se comparan varias ofertas y se pide asesoría a profesionales del área.
- c. No nos gusta endeudarnos aunque estamos abiertos a que la institución financiera se acerque a nosotros a discutir préstamos.

3.5. Mercado

3.5.1. El mercado del sector donde trabaja la empresa está

- a. En descenso.
- b. Desarrollado.
- c. En crecimiento.

3.5.2. ¿Se conocen los datos necesarios del mercado y los métodos para obtenerlos? (estudios de mercado, publicaciones del gobierno o similares)

- a. No están identificados los datos ni la frecuencia con que se han de recoger.
- b. Se dispone de un sistema de recolección periódica de datos de distintas fuentes.
- c. Se obtiene información a través de la prensa y de los comentarios de los vendedores.

3.5.3. ¿Se conocen los márgenes de ventas de los competidores del sector?

- a. Se procura vender lo mismo que la competencia.
- b. Se vende más que el promedio de la competencia.
- c. No los conocemos.

3.5.4. En relación a nuestros precios

- a. El precio se fija de acuerdo a los costos de producción.
- b. Los precios se fijan de acuerdo al precio de mercado de la competencia.
- c. Tenemos clientes preferenciales a los cuales se les da un precio especial.

3.5.5. ¿Utilizamos la publicidad?

- a. Alguna vez.
- b. El producto ya tiene su propia fama y la publicidad se la hace el mismo producto.
- c. Destinamos periódicamente un porcentaje de las ganancias a un paquete publicitario.

2. MÉTODOS CUANTITATIVOS

A continuación se enlistan los métodos cuantitativos aplicables a la administración, escuche detenidamente y responda si conoce de la aplicación de uno de ellos en su empresa.

Tema	Utilidad teórica	Métodos cuantitativos
Teoría /análisis de decisiones	Resolver problemas de decisiones administrativas	Modelos matemáticos para la toma de decisiones con certidumbre SI () NO ()
		Modelos matemáticos para la toma de decisiones con incertidumbre SI () NO ()
		Modelos matemáticos para la toma de decisiones con riesgo SI () NO ()
Elaboración de pronósticos	Predicción de las unidades que se van a vender en un determinado tiempo	Elaboración de pronósticos con promedios móviles SI () NO ()
		Elaboración de pronósticos con suavización exponencial SI () NO ()
		Elaboración de pronósticos mediante la utilización de métodos de proyección

		con estacionalidad SI () NO () Uso del análisis de regresión para pronosticar SI () NO ()
Programación lineal entera, casos especiales y modelos de distribución y redes	Asignación de recursos/programación de la producción	Programación lineal método gráfico SI () NO () Programación lineal método gráfico método de puntos extremos y solución óptima SI () NO () Casos especiales de la programación lineal: solución de óptimas alternas SI () NO () Solución de factibilidad SI () NO () Solución ilimitada SI () NO ()
Programación de proyectos	Monitoreo y administración de proyectos internos de la empresa Programación de ruta(s) de distribución de productos	Técnica de revisión y evaluación de programas (PERT) SI () NO () Método de la ruta crítica (CPM) SI () NO () Programación de proyectos con tiempos inciertos SI () NO () Programación de proyectos con tiempos probabilísticos SI () NO ()
Modelos de inventario	Establecer política de compras, aprovisionamiento y mantenimiento de materia prima Planes de compras de materia prima y materiales	Modelo de cantidad económica del pedido (EOQ) SI () NO () Modelo de tamaño del lote de producción económico SI () NO () Modelo de inventario con faltantes planeados SI () NO () Descuentos por cantidad en el modelo EOQ SI () NO () Modelos de inventarios con demanda probabilística SI () NO () Análisis ABC SI () NO ()
Modelos de líneas de espera o colas	Análisis de líneas de espera	Modelos de líneas de líneas de espera de un único canal SI () NO () Modelos de líneas de líneas de espera con canal múltiple SI () NO () Modelo de líneas de espera con servicio constante SI () NO () Modelos de líneas de espera con población finita
Simulación	Análisis del sistema productivo	Simulación a casos de inventario SI () NO () Problemas de colas o líneas de espera SI () NO () Actividades de servicio o mantenimiento SI () NO ()
Procesos de Markov	Generación de posibles escenarios para la toma de decisiones	Análisis de cuotas de mercado SI () NO () Análisis de cuentas por cobrar SI () NO ()
Modelos de regresión	Elaboración de pronósticos y modelos administrativos para variables	Elaboración de pronósticos SI () NO () Definición de precios de productos en función de variables independientes SI () NO ()

	dependientes	
Teoría de juegos	Decisiones estratégicas	Competencia por la participación de mercado SI () NO () Juegos de estrategia mixta SI () NO ()
Control Estadístico de la Calidad	Medir la calidad de sus productos con respecto a las especificaciones del cliente/diseño del producto	Graficas de control estadísticos calidad SI () NO () Control estadístico de procesos SI () NO ()

Al uso de software en su empresa en su empresa para la gestión corresponde a:

- a. Software/es especializados para la realización de pronósticos, planes de producción y aprovisionamientos de materiales (PMP, MRP, DRP)
- b. Software estadísticos Ej. Minitab, SPSS, o similares.
- c. Word, Hojas básicas de cálculo (office)
- d. Ninguno, todo se hace manualmente
- e. Otros: _____

Con respecto a la aplicación de métodos cuantitativos para la gestión empresarial en su empresa para alcanzar una mayor rentabilidad económica, estaría dispuesto a recibir capacitación del tema o que un empleado de su empresa conozca del tema.

- a. Si
- b. No
- c. La información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.

Con respecto a la aplicación de métodos cuantitativos para la gestión empresarial en su empresa para alcanzar una mayor rentabilidad económica, estaría dispuesto a implementar alguno de ellos en su empresa.

- a. Si
- b. No
- c. La información respecto al tema es insuficiente para tomar una decisión.

NOMBRE Y APELLIDO DEL ENCUESTADO:

TELEFONO:

MAIL:

CARGO/FUNCION /RESPONSABILIDAD EN LA EMPRESA:

NIVEL DE INSTRUCCION:

Nombre del/los encuestadores/evaluadores:

Capítulo 2

Elaboración de pronósticos, caso práctico.



CAPÍTULO 2

ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS, CASO PRÁCTICO.

RESUMEN

La elaboración de pronósticos de la demanda es fundamental para estimar los niveles de venta, en sistemas de producción de enfoque de “empuje”, sus beneficios principales se centran en el apoyo en la planificación de la disponibilidad de los recursos requeridos para la producción. En el presente capítulo se describe la aplicación de cinco métodos cuantitativos para la construcción de pronósticos de la demanda: pronóstico móvil simple, pronóstico móvil ponderado, suavizamiento exponencial, suavizamiento exponencial con ajuste a la tendencia y el método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad, del producto “ternos deportivos para dama” y sus resultados, en una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de prendas de vestir. El objetivo es determinar cuál es el modelo de pronósticos ms óptimo. Se toma como base los registros de ventas históricas del producto de veinticuatro meses y el horizonte de tiempo para el pronóstico fue de doce meses. Se siguió las etapas del análisis cuantitativo para la resolución del caso práctico. Después de analizar la desviación media absoluta (DMA) de los métodos aplicados se concluye que, para el caso desarrollado, el modelo de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad es el más preciso para pronosticar la demanda, de la aplicación de este método en particular se determinó el Índice estacional promedio (IEP), su análisis indica que existe un comportamiento de estacionalidad de ventas mayor a uno (número de unidades vendidas mayor que el promedio) del producto en los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto, noviembre y diciembre.

INTRODUCCIÓN

Los pronósticos son de las más importantes funciones de los negocios, puesto que las decisiones de las demás áreas están basadas sobre las predicciones del futuro (Rubio, 2017). En América latina existe un desconocimiento sobre la utilización de los métodos de pronóstico como herramienta de gestión empresarial (Cadena, 2018). Las cadenas de abastecimiento basadas en el enfoque push se caracterizan por usar pronósticos a largo plazo para tomar decisiones de producción y distribución (Mejía, 2016). Según (Ramos, 2015) plantean que las lógicas de producción “pull o push”, son utilizadas como estrategias para gatillar la elaboración de productos. La aplicación de métodos matemáticos para el análisis y pronóstico utilizados han sido empleados con éxito en numerosas aplicaciones incluso en indicadores pero a la manera tradicional, la perspectiva con la que se los utiliza en este trabajo es innovadora y proporciona un valor agregado al análisis de los datos para la gestión de la organización (Illescas, 2015).

Los métodos cuantitativos aplicados a la elaboración de pronóstico de ventas son varios, su utilidad se fundamenta en la estimación de la demanda, generalmente basada en hechos históricos y estadísticos, constituyen una herramienta en la planificación empresarial, sin embargo, de las empresas descritas en el capítulo 1, se observó que la aplicación de los pronósticos como herramientas administrativa es limitada, una de las principales causas es el desconocimiento de su aplicación y de los beneficios, razón por la cual se desarrolla en el presente capítulo un caso práctico de elaboración de pronósticos en una empresa dedicada a la confección de prendas de vestir.

CONCEPTOS BÁSICOS

El pronóstico incluye la predicción de la demanda del mercado y de los precios de los materiales, energía, materias primas y productos terminados, el costo y la mano de obra disponible, la existencia y talento de la competitividad comercial (Rabassa,2016).

Administración de inventarios definida como el mantenimiento de niveles de stocks adecuados, que maximicen la rentabilidad económica de la empresa, sin olvidar su función de garantizar el abastecimiento del proceso productivo y satisfacer la demanda de productos en el plazo de entrega establecido (Céspedes, 2017) poner en referencias

Según (Boada, 2017), Un sistema de proyección de la demanda establece estimaciones de la demanda, fundamentadas en el comportamiento histórico de la compañía.

El concepto de estacionalidad es mostrar las temporadas de ventas altas y bajas (Reyes, 2014).

La Demanda de volúmenes de ventas está definida como el número de unidades disponibles para la venta.

Un modelo de regresión es aquel en el que existe una variable dependiente, que es explicada por una o más variables independientes (Madrigal, 2014).

La medición de la precisión en un pronóstico podría definirse como la diferencia entre el pronóstico realizado y los datos históricos reales (Valencia, 20015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración y análisis de pronósticos se siguió las etapas del análisis cuantitativo: 1. Definir el problema, 2. Desarrollo de un modelo, 3.

Recolección de datos, 4. Desarrollar un solución, 5. Pruebas de solución, 6. Análisis de los resultados, se omite la etapa No. 7. Implementación de los resultados, considerando que los resultados presentados son teóricos por razones de estudio.

DEFINIR EL PROBLEMA

La empresa “Confecciones Mari” necesita definir modelo que le permita pronosticar la demanda en unidades de uno de sus principales productos “ternos deportivos para dama”

DESARROLLO DE UN MODELO

Se aplicó los modelos de pronósticos de series de tiempo:

- Promedio móvil
- Promedio móvil ponderado
- Suavizamiento exponencial
- Suavizamiento exponencial con tendencia.
- Descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad

RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la realización de cada pronóstico es necesario la recolección de datos históricos, se dispone del registro de ventas del año 2015 y 2016, los datos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Datos Históricos de ventas del producto escogido.

Año	Mes	Unidades vendidas
2016	Enero	2548
	Febrero	2180
	Marzo	4030
	Abril	4300

	Mayo	4040
	Junio	2596
	Julio	5450
	Agosto	4800
	Septiembre	2111
	Octubre	2502
	Noviembre	4500
	Diciembre	5200
2017	Enero	2385
	Febrero	2510
	Marzo	5030
	Abril	4800
	Mayo	5500
	Junio	2546
	Julio	5600
	Agosto	5400
	Septiembre	2766
	Octubre	2353
	Noviembre	4500
	Diciembre	5600

Fuente: La empresa de estudio.

Estos datos se utilizaran como base histórica para la construcción de los modelos de pronósticos.

DESARROLLAR UN SOLUCIÓN

Pronóstico móvil simple

Para la construcción de pronósticos basados en el modelo de pronóstico de móvil simple se utilizó la siguiente formula matemática:

$$PMS = \frac{\textit{Suma de demandas de n periodos anteriores}}{n}$$

Dónde:

PMS = Promedio móvil simple

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

Dónde:

$F(t+1)$ = Pronostico para el periodo $t+1$

Y_t = valor real en el periodo t

n = número de periodos para promediar

Fuente: (Render, 2015)

Aplicando la fórmula matemática al caso de estudio obtenemos el siguiente pronóstico de ventas:

Tabla 2: Pronostico de ventas, método de pronóstico móvil simple.

Año	Mes	Unidades vendidas	Pronostico
2016	Enero	2548	
	Febrero	2180	
	Marzo	4030	
	Abril	4300	$2548 + 2180 + 4030/3 = 2919$
	Mayo	4040	$2180 + 4030 + 4300/3 = 3503$
	Junio	2596	$4030 + 4300 + 4040/3 = 4123$
	Julio	5450	$4300 + 4040 + 2596/3 = 3645$
	Agosto	4800	$4040 + 2596 + 5450/3 = 4028$
	Septiembre	2111	$2596 + 5450 + 4800/3 = 4282$
	Octubre	2502	$5450 + 4800 + 2111/3 = 4120$
	Noviembre	4500	$4800 + 2111 + 2502/3 = 3137$
	Diciembre	5200	$2111 + 2502 + 4500/3 = 3037$
2017	Enero	2385	$2502 + 4500 + 5200/3 = 4067$
	Febrero	2510	$4500 + 5200 + 2385/3 = 4028$
	Marzo	5030	$5200 + 2385 + 2510/3 = 3365$
	Abril	4800	$2385 + 2510 + 5030/3 = 3308$
	Mayo	5500	$2510 + 5030 + 4800/3 = 4113$
	Junio	2546	$5030 + 4800 + 5500/3 = 5110$
	Julio	5600	$4800 + 5500 + 2546/3 = 4282$
	Agosto	5400	$5500 + 2546 + 5600/3 = 4548$
	Septiembre	2766	$2546 + 5600 + 5400/3 = 4515$

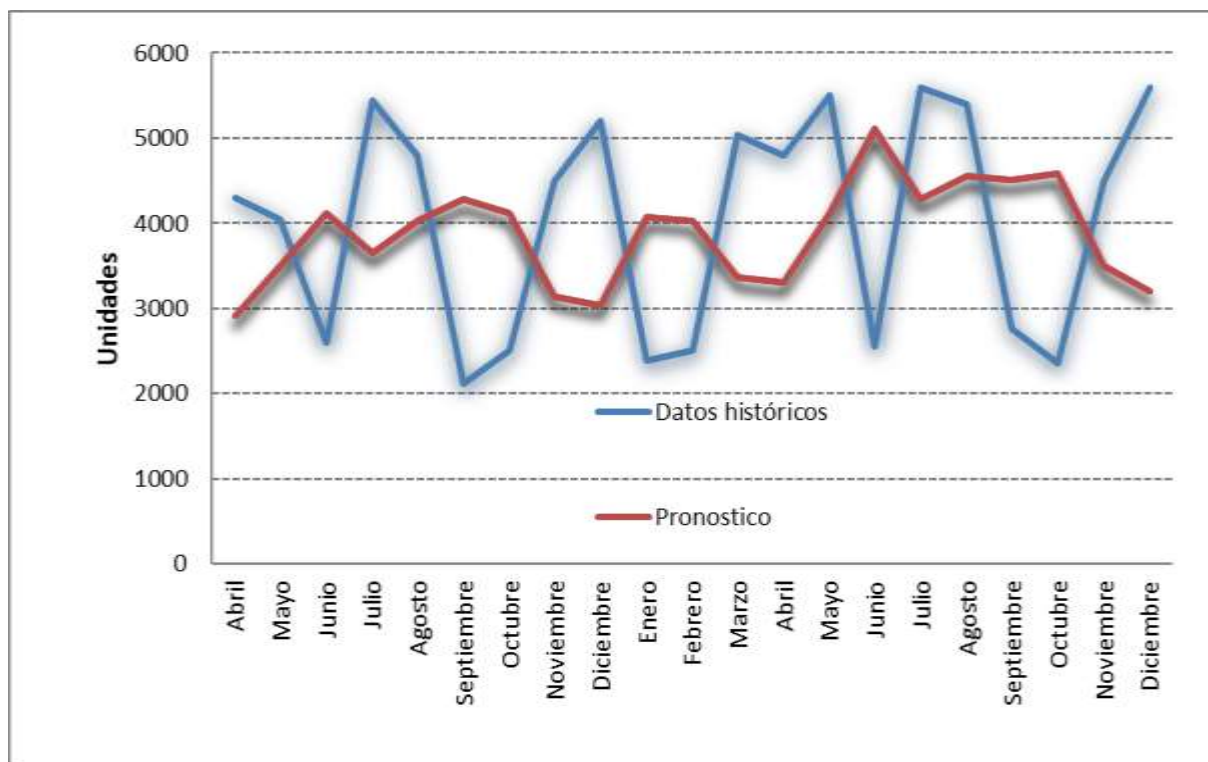
	Octubre	2353	$5600 + 5400 + 2766/3 = 4588$
	Noviembre	4500	$5400 + 2766 + 2353/3 = 3506$
	Diciembre	5600	$2766 + 2353 + 4500/3 = 3206$
2018	Enero		$2353 + 4500 + 5600/3 = 4151$

Fuente: Los Autores.

Se puede observar que el pronóstico de ventas para el mes de enero del 2018, corresponde a un valor de 4151 unidades.

A continuación se observa el gráfico de datos históricos del volumen de ventas y los valores pronosticados.

Ilustración 1: Unidades vendidas Vs. pronóstico de ventas, método promedio móvil simple



Fuente: Los Autores.

Se puede observar que existe una diferencia entre los datos históricos del volumen de ventas, representados por la línea de color azul y los valores pronosticados, representados por la línea de color rojo.

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Para la construcción de pronósticos basados en el modelo de pronóstico de móvil ponderado se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$PMP = \frac{\sum(\text{peso del periodo } i) (\text{Valor real del periodo } i)}{\sum \text{pesos}}$$

Dónde:

PMP = Promedio móvil ponderado

$$F(t+1) = \frac{W_1 Y_t + W_2 Y_{t-1} + \dots + W_n Y_{t-n+1}}{W_1 + W_2 + \dots + W_n}$$

Dónde:

F (t+1)=Pronostico para el periodo t+1

Y_t = valor real en el periodo t

n= número de periodos para promediar

W_i = peso para la i-ésima observación

Fuente: (Render, 2015)

Aplicando la fórmula matemática al caso de estudio obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 3: Pronostico de ventas, método de pronóstico móvil ponderado

Año	Mes	Unidades vendidas	Pronostico
2016	Enero	2548	
	Febrero	2180	
	Marzo	4030	
	Abril	4300	2548X1 + 2180X2 + 4030X3/6 = 3166

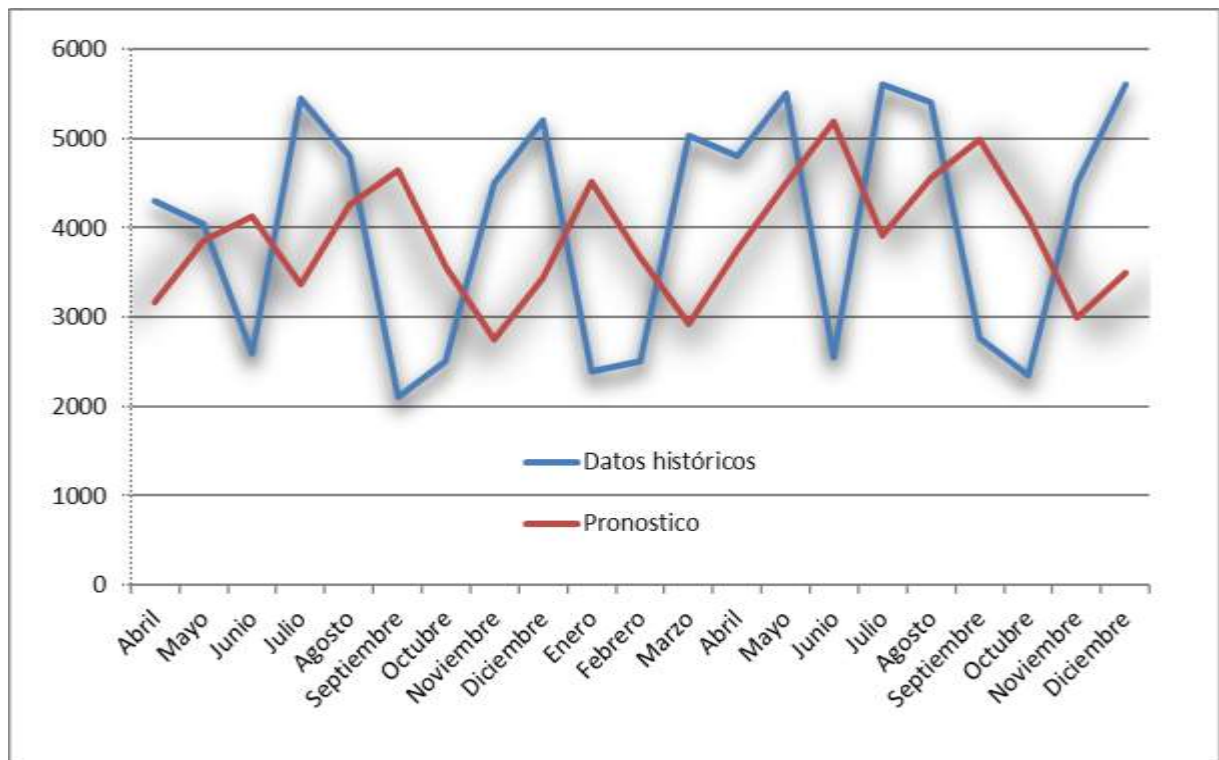
	Mayo	4040	$2180X1 + 4030X2 + 4300X3/6 = 3856$
	Junio	2596	$4030X1 + 4300X2 + 4040X3/6 = 4125$
	Julio	5450	$4300X1 + 4040X2 + 2596X3/6 = 3361$
	Agosto	4800	$4040X1 + 2596X2 + 5450X3/6 = 4263$
	Septiembre	2111	$2596X1 + 5450X2 + 4800X3/6 = 4649$
	Octubre	2502	$5450X1 + 4800X2 + 2111X3/6 = 3563$
	Noviembre	4500	$4800X1 + 2111X2 + 2502X3/6 = 2754$
	Diciembre	5200	$2111X1 + 2502X2 + 4500X3/6 = 3435$
2017	Enero	2385	$2502X1 + 4500X2 + 5200X3/6 = 4517$
	Febrero	2510	$4500X1 + 5200X2 + 2385X3/6 = 3675$
	Marzo	5030	$5200X1 + 2385X2 + 2510X3/6 = 2916$
	Abril	4800	$2385X1 + 2510X2 + 5030X3/6 = 3749$
	Mayo	5500	$2510X1 + 5030X2 + 4800X3/6 = 4495$
	Junio	2546	$5030X1 + 4800X2 + 5500X3/6 = 5188$
	Julio	5600	$4800X1 + 5500X2 + 2546X3/6 = 3906$
	Agosto	5400	$5500X1 + 2546X2 + 5600X3/6 = 4565$
	Septiembre	2766	$2546X1 + 5600X2 + 5400X3/6 = 4991$
	Octubre	2353	$5600X1 + 5400X2 + 2766X3/6 = 4116$
	Noviembre	4500	$5400X1 + 2766X2 + 2353X3/6 = 2998$
	Diciembre	5600	$2766X1 + 2353X2 + 4500X3/6 = 3495$
2018	Enero		$2353X1 + 4500X2 + 5600X3/6 = 4692$

Fuente: Los Autores.

Se puede observar que el pronóstico de ventas para el mes de enero del 2018, corresponde a un valor de 4692 unidades.

A continuación se observa el gráfico de datos históricos del volumen de ventas y los valores pronosticados.

Ilustración 2: Unidades vendidas Vs. pronostico de ventas, método promedio móvil ponderado



Fuente: Los Autores.

Se puede observar que existe una diferencia entre los datos históricos del volumen de ventas, representados por la línea de color azul y los valores pronosticados, representados por la línea de color rojo.

SUAVIZA MIENTO EXPONENCIAL

Para la construcción de pronósticos basados en el modelo de pronóstico suaviza miento exponencial se utilizó la siguiente fórmula matemática:

Nuevo pronosico

$$= \text{pronostico del último periodo} + \alpha(\text{demanda real del ultio periodo} - \text{pronostico del ultimo periodo})$$

Donde α es un peso o constante suavizamiento que tiene un valor entre 0 y 1.

Ecuación matemática:

$$F(t+1) = F_t + \alpha(Y_t - F_t)$$

Dónde:

$F(t+1)$ = nuevo pronóstico para el periodo $t + 1$

F_t = pronóstico previo para el periodo t

α = constante de suavizamiento

Y_t = demanda real para el periodo anterior

Fuente: (Render, 2015)

Aplicando la fórmula matemática y un α de 0.5 y 0.1, respectivamente, al caso de estudio obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 4: Pronostico de ventas, suavizamiento exponencial

Año	Mes	Unidades vendidas	Pronostico $\alpha = 0,5$		Pronostico $\alpha = 0,1$
2016	Enero	2548			
	Febrero	2180	2548	2548	2548
	Marzo	4030	$2548 + 0.5(2180 - 2548) =$	2364	2511
	Abril	4300	$2364 + 0.5(4030 - 2364) =$	3197	2662
	Mayo	4040	$3197 + 0.5(4300 - 3197) =$	3748	2825
	Junio	2596	$3748 + 0.5(4040 - 3748) =$	3894	2946
	Julio	5450	$3894 + 0.5(2596 - 3894) =$	3245	2911
	Agosto	4800	$3245 + 0.5(5450 - 3245) =$	4347	3164
	Septiembre	2111	$4347 + 0.5(4800 - 4347) =$	4573	3327
	Octubre	2502	$4573 + 0.5(2111 - 4573) =$	3342	3205
	Noviembre	4500	$3342 + 0.5(2502 - 3342) =$	2922	3134
	Diciembre	5200	$2922 + 0.5(4500 - 2922) =$	3711	3270

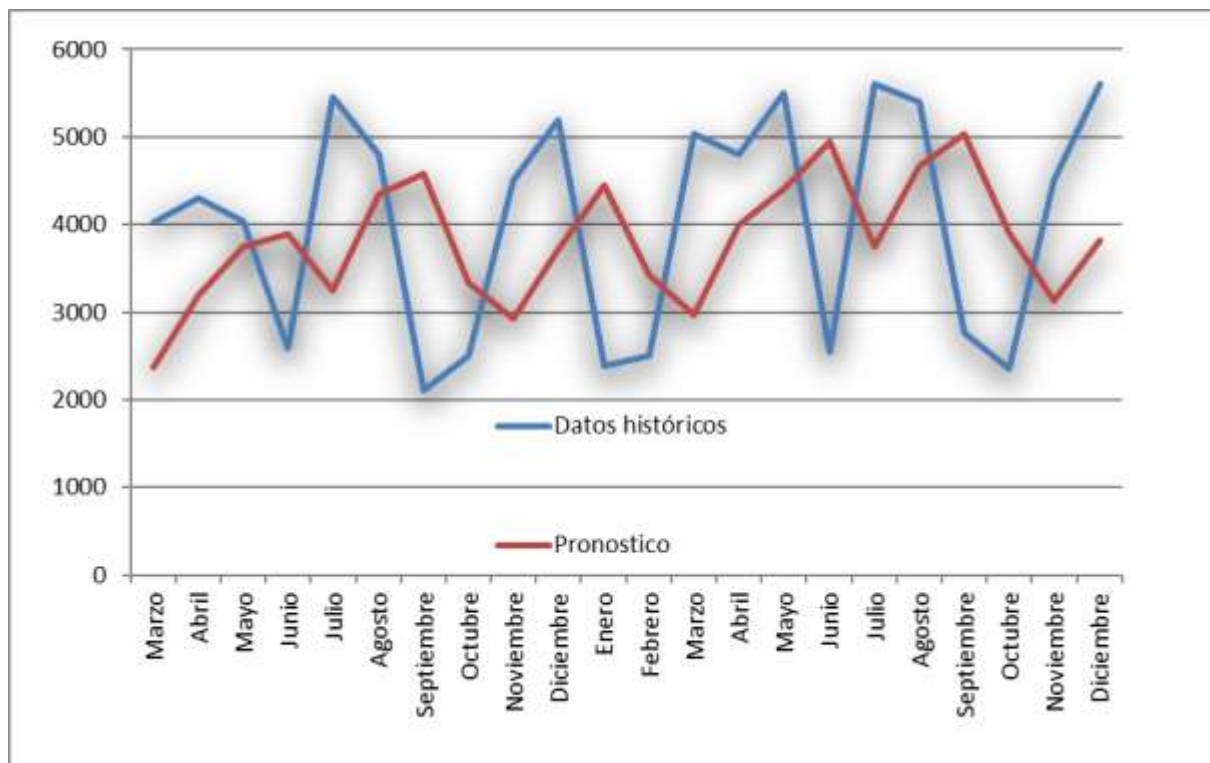
2017	Enero	2385	$3711 + 0.5(5200 - 3711) =$	4455	3463
	Febrero	2510	$4455 + 0.5(2385 - 4455) =$	3420	3355
	Marzo	5030	$3420 + 0.5(2510 - 3420) =$	2965	3270
	Abril	4800	$2965 + 0.5(5030 - 2965) =$	3997	3446
	Mayo	5500	$3997 + 0.5(4800 - 3997) =$	4398	3581
	Junio	2546	$4398 + 0.5(5500 - 4398) =$	4949	3772
	Julio	5600	$4949 + 0.5(2546 - 4949) =$	3747	3649
	Agosto	5400	$3747 + 0.5(5600 - 3747) =$	4673	3844
	Septiembre	2766	$4673 + 0.5(5400 - 4673) =$	5036	3999
	Octubre	2353	$5036 + 0.5(2766 - 5036) =$	3901	3875
	Noviembre	4500	$3901 + 0.5(2353 - 3901) =$	3127	3722
	Diciembre	5600	$3127 + 0.5(4500 - 3127) =$	3813	3799
2018	Enero		$3813 + 0.5(5600 - 3813) =$	4706	3979

Fuente: Los Autores.

Con el método de suavizamiento exponencial se obtiene un pronóstico del volumen de ventas para el mes de enero del año 2018 de 3979 unidades.

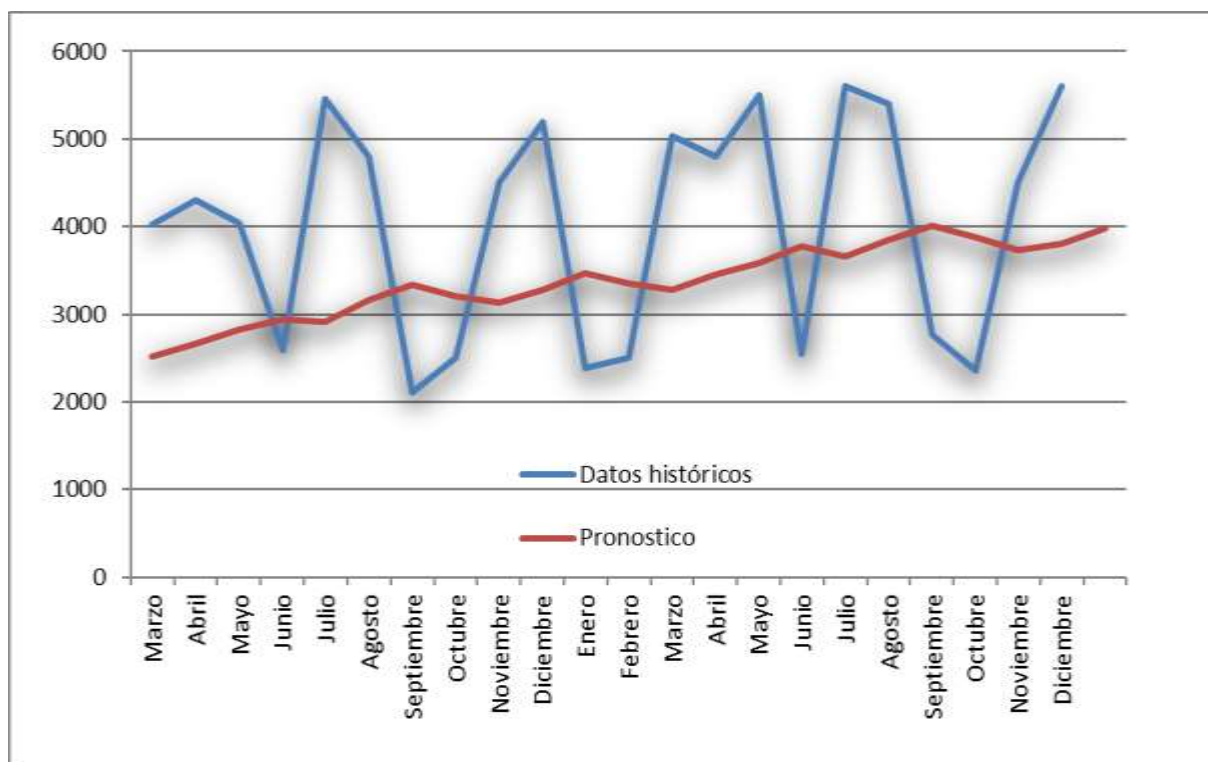
A continuación se observa el gráfico de datos históricos del volumen de ventas y los valores pronosticados.

Ilustración 3: Unidades vendidas Vs. pronóstico de ventas, método suavizamiento exponencial, α 0.5



Fuente: Los Autores.

Ilustración 4: Unidades vendidas Vs. pronóstico de ventas, método suavizamiento exponencial, alpha 0.1



Fuente: Los Autores.

Se puede observar, en los dos gráficos, que se mantiene una diferencia entre los datos históricos del volumen de ventas, representados por la línea de color azul y los valores pronosticados, representados por la línea de color rojo.

SUAVIZA MIENTO EXPONENCIAL CON AJUSTE A LA TENDENCIA

Para la construcción de pronósticos basados en el modelo de pronóstico suaviza miento exponencial con ajuste a la tendencia se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: Calcular el pronóstico suaviamiento, siendo igual al pronóstico previo, incluyendo la tendencia.

$$F(t + 1) = FIT + \alpha(Y_t - FIT)$$

Paso 2: Actualizar la tendencia, siendo igual a la tendencia previa + β (error o exceso de la tendencia)

$$T(t + 1) = T_t + \beta(F_{t+1} - FIT_t)$$

Paso 3: Calcular el pronóstico suaviamiento ajustado a la tendencia, siendo igual a la suma del pronóstico suavizamiento mas la tendencia actual

$$PST = \text{pronostico suavizamiento} + \text{tendencia actual}$$

$$FIT_{t+1} = F(t + 1) + T(t + 1)$$

Dónde:

PST = Pronostico suavizamiento ajustado a la tendencia

T_t = tendencia suavizada

F_t = pronostico suavizado para el periodo t

FIT_t = pronostico incluido tendencia para el periodo t

α = constante de suavizamiento para el pronostico

β = constante de suavizamiento para la tendencia

Fuente: (Render, 2015)

Aplicando la fórmula matemática y un α de 0.4 y β de 0.1, respectivamente, al caso de estudio obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 5: Pronósticos de ventas, modelo de suavizamiento exponencial con ajuste a la tendencia

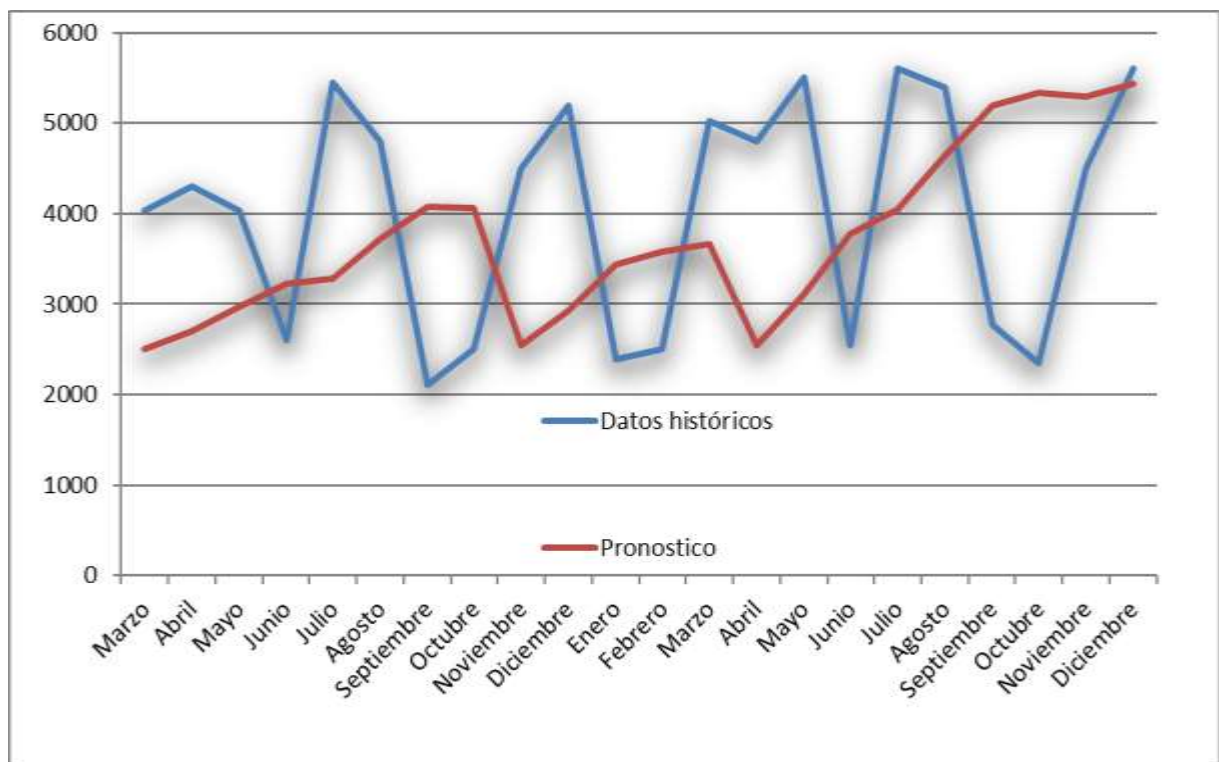
Año	Mes	Unidades vendidas	F (t+1)		T (t+1)		FIT t+1=F(t+1)+T(t+1)	
2016	Enero	2548		2548	0	0	2548 + 0 =	2548
	Febrero	2180	$2548 + 0.1(2548-2548) =$	2548	$0 + 0.4(2548-2548) =$	0	2548 + 0 =	2548
	Marzo	4030	$2548 + 0.1(2180-2548) =$	2511	$0 + 0.4(2511-2548) =$	-15	2511 + -15 =	2496
	Abril	4300	$2496 + 0.1(4030-2496) =$	2649	$-15 + 0.4(2649-2496) =$	46	2649 + 46 =	2695
	Mayo	4040	$2695 + 0.1(4300-2695) =$	2855	$46 + 0.4(2855-2695) =$	110	2855 + 110 =	2965
	Junio	2596	$2965 + 0.1(4040-2965) =$	3072	$110 + 0.4(3072-2965) =$	152	3072 + 152 =	3224
	Julio	5450	$3224 + 0.1(2596-3224) =$	3161	$152 + 0.4(3161-3224) =$	126	3161 + 126 =	3287
	Agosto	4800	$3287 + 0.1(5450-3287) =$	3503	$126 + 0.4(3503-3287) =$	212	3503 + 212 =	3715
	Septiembre	2111	$3715 + 0.1(4800-3715) =$	3823	$212 + 0.4(3823-3715) =$	255	3823 + 255 =	4078
	Octubre	2502	$4078 + 0.1(2111-4078) =$	3881	$255 + 0.4(3881-4078) =$	176	3881 + 176 =	4057
	Noviembre	4500	$4057 + 0.1(2502-4057) =$	3901	$176 + 0.4(3901-4057) =$	113	3901 + 113 =	2548
	Diciembre	5200	$2548 + 0.1(4500-2548) =$	2743	$113 + 0.4(2743-2548) =$	191	2743 + 191 =	2934
2017	Enero	2385	$2934 + 0.1(5200-2934) =$	3160	$191 + 0.4(3160-2934) =$	281	3160 + 281 =	3441
	Febrero	2510	$3441 + 0.1(2385-3441) =$	3335	$281 + 0.4(3335-3441) =$	238	3335 + 238 =	3573
	Marzo	5030	$3573 + 0.1(2510-3573) =$	3466	$238 + 0.4(3466-3573) =$	195	3466 + 195 =	3661
	Abril	4800	$3661 + 0.1(5030-3661) =$	3797	$195 + 0.4(3797-3661) =$	249	3797 + 249 =	2548

	Mayo	5500	$2548 + 0.1(4800-2548) =$	2773	$249 + 0.4(2773-2548) =$	339	$2773 + 339 =$	3112
	Junio	2546	$3112 + 0.1(5500-3112) =$	3350	$339 + 0.4(3350-3112) =$	434	$3350 + 434 =$	3784
	Julio	5600	$3784 + 0.1(2546-3784) =$	3660	$434 + 0.4(3660-3784) =$	384	$3660 + 384 =$	4044
	Agosto	5400	$4044 + 0.1(5600-4044) =$	4199	$384 + 0.4(4199-4044) =$	446	$4199 + 446 =$	4645
	Septiembre	2766	$4645 + 0.1(5400-4645) =$	4720	$446 + 0.4(4720-4645) =$	476	$4720 + 476 =$	5196
	Octubre	2353	$5196 + 0.1(2766-5196) =$	4953	$476 + 0.4(4953-5196) =$	378	$4953 + 378 =$	5331
	Noviembre	4500	$5331 + 0.1(2353-5331) =$	5033	$378 + 0.4(5033-5331) =$	258	$5033 + 258 =$	5291
	Diciembre	5600	$5291 + 0.1(4500-5291) =$	5211	$258 + 0.4(5211-5291) =$	226	$5211 + 226 =$	5437
2018	Enero		$5437 + 0.1(5600-5437) =$	5453	$226 + 0.4(5453-5437) =$	232	$5453 + 232 =$	5685

Fuente: Los Autores.

Con el método de suavizamiento exponencial con ajuste a la tendencia se obtiene un pronóstico del volumen de ventas para el mes de enero del año 2018 de 5685 unidades.

Ilustración 5: Unidades vendidas Vs. pronóstico de ventas, método suavizamiento exponencial con ajuste a la tendencia.



Fuente: Los Autores.

Se puede observar, que se mantiene una diferencia entre los datos históricos del volumen de ventas, representados por la línea de color azul y los valores pronosticados, representados por la línea de color rojo.

DESCOMPOSICIÓN DEL PRONÓSTICO CON COMPONENTES DE TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD

Para la construcción de pronósticos basados en el modelo de pronóstico de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad, se siguió los siguientes pasos, los mismos que se detallan en la Tabla No.7:

Paso 1: calcular el promedio de ventas correspondientes a cada mes de los dos últimos años.

Paso 2: calcular el índice estacional promedio.

Para el caso de estudio, del cálculo del índice de estacionalidad promedio de la tabla no. 7, se observa que para los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto, noviembre y diciembre existe un nivel de venta mayor al promedio (índice de estacionalidad promedio > a 1)

Paso3: calcular a ventas sin estacionalidad.

Paso 4: Determinar los valores a y b y la ecuación, correspondientes a la recta de regresión lineal, utilizando la siguiente ecuación:

$$Y = a + bx$$

Dónde:

Y= Valor buscado

a = intercepto

x = predictor

b = pendiente de la línea

Fuente: (Render, 2015)

Para el caso de estudio, se utilizo el PSPP software y se calculó los valores a y b.

Ilustración 5: Calculo de coeficientes de regresión lineal.

Coeficientes (Ventas_sin_estacionalidad)			
	Coeficientes No Estandarizados		Coeficiente de Determinación
	B	Error Estándar	
(Constant)	3898.68	9.59	
Periodo	-1.19	1.30	

Fuente: Los Autores, PSPP software

$$a = 3898.68$$

$$b = 1.19$$

Remplazando obtenemos la siguiente ecuación:

$$Y = 3898.68 + (-1.19 x)$$

Paso 5: pronosticar con la ecuación encontrada para periodos futuros y

Paso 6: Multiplicar el pronóstico de la recta de tendencia por el índice de estacionalidad.

Tabla 6: Pronostico de ventas, método, descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacional

Perio do (x)	Mes	Unidade s ventas 2016	Unidad es venta s 2017	Promedio de los dos años (Paso 1)		Índice estacional promedio (Paso 2)		Ventas estacionalidad (Paso 3)		Y = a + bx Paso (5)	Pronostico = Y * Índice estacional promedio
1	Enero	2548	2385	$2548 + 2385/2$ =	2466.5	$2466.5/388$ 5 =	0.63	$2466.5/0.63 =$	3,915.10	3,897.50	2,455.42
2	Febrer o	2180	2510	$2180 + 2510/2$ =	2345	$2345/3885$ =	0.60	$2345/0.60 =$	3,908.30	3,898.68	2,339.21
3	Marzo	4030	5030	$4030 + 5030/2$ =	4530	$4530/3885$ =	1.17	$4530/1.17 =$	3,871.80	3,898.68	4,561.46
4	Abril	4300	4800	$4300 + 4800/2$ =	4550	$4550/3885$ =	1.17	$4550/1.17 =$	3,888.90	3,898.68	4,561.46

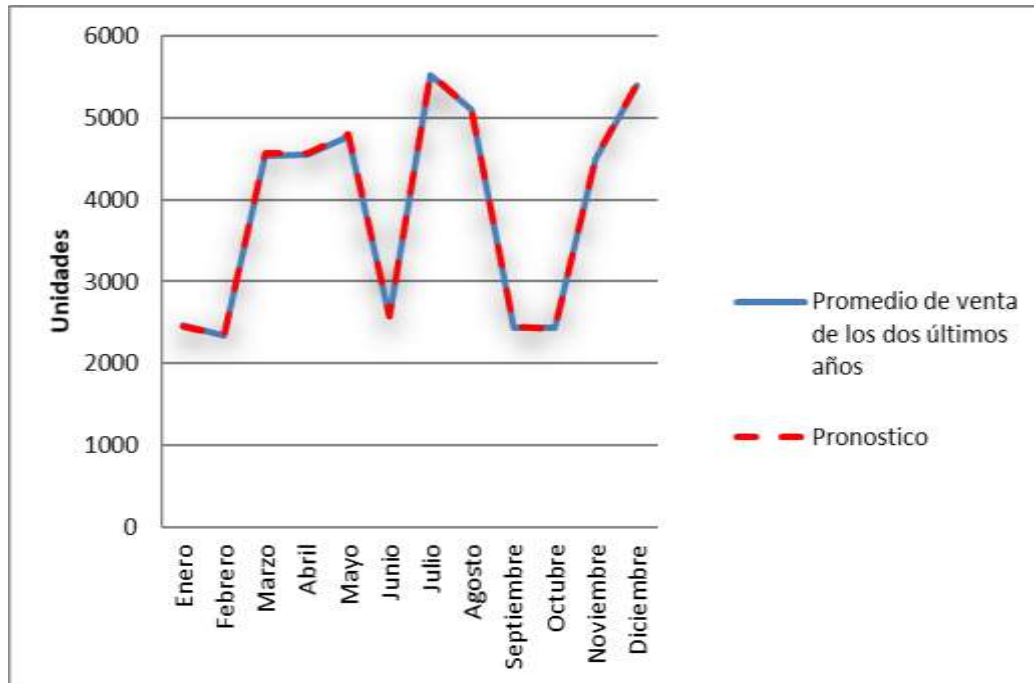
5	Mayo	4040	5500	$4040 + 5500/2$ =	4770	$4770/3885$ =	1.23	$4770/1.23 =$	3,878.00	3,898.68	4,795.38
6	Junio	2596	2546	$2596 + 2546/2$ =	2571	$2571/3885$ =	0.66	$2571/0.66 =$	3,895.50	3,898.68	2,573.13
7	Julio	5450	5600	$5450 + 5600/2$ =	5525	$5525/3885$ =	1.42	$5525/1.42 =$	3,890.80	3,898.68	5,536.13
8	Agosto	4800	5400	$4800 + 5400/2$ =	5100	$5100/3885$ =	1.31	$5100/1.31 =$	3,893.10	3,898.68	5,107.28
9	Septiembre	2111	2766	$2111 + 2766/2$ =	2438.5	$2438.5/388$ 5 =	0.63	$2438.5/0.63 =$	3,870.60	3,898.68	2,456.17
10	Octubre	2502	2353	$2502 + 2353/2$ =	2427.5	$2427.5/388$ 5 =	0.62	$2427.5/0.62 =$	3,915.30	3,898.68	2,417.18

11	Noviembre	4500	4500	$4500 + 4500/2 =$	4500	$4500/3885 =$	1.16	$4500/1.16 =$	3,879.30	3,898.68	4,522.47
12	Diciembre	5200	5600	$5200 + 5600/2 =$	5400	$5400/3885 =$	1.39	$5400/1.39 =$	3,884.90	3,898.68	5,419.17
			Suman		46623.5					3,898.68	2,456.17
				Demanda Promedio mensual= $46623.5/12$	3885 (aprox.)						

Fuente: Los Autores.

A continuación se observa el gráfico de datos históricos del volumen de ventas y los valores pronosticados.

Ilustración 6: Unidades vendidas Vs. pronóstico de ventas, método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacional



Fuente: Los Autores.

Se puede observar, que aparentemente no existe diferencia entre los datos históricos del volumen de ventas, representados por la línea de color azul y los valores pronosticados, representados por la línea de color rojo punteada.

PRUEBAS DE SOLUCIÓN

La medición de la exactitud de los pronósticos son la medida oportuna para tomar decisiones de a la hora de calcular el mejor modelo de pronóstico aplicado (Sánchez, 2017).

La mayoría de las decisiones que deben tomarse en la administración, se hacen a partir de los pronósticos y el error o incertidumbre de la demanda asociados a los mismos (Corres, 2015).

Se utilizó la medida de exactitud de los pronósticos conocida como desviación media absoluta (DMA), con el fin de comprar el funcionamiento de los modelos de pronósticos utilizados, este indicador permite comparar los valores pronosticados con los valores reales. La desviación o error del pronóstico es igual al valor real menos el pronosticado, se utilizó la siguiente formula:

$$DMA = \frac{\sum |error\ del\ pronostico|}{n}$$

A continuación se presenta la aplicación a cada modelo de pronósticos aplicado:

Tabla 7: Desviación media absoluta

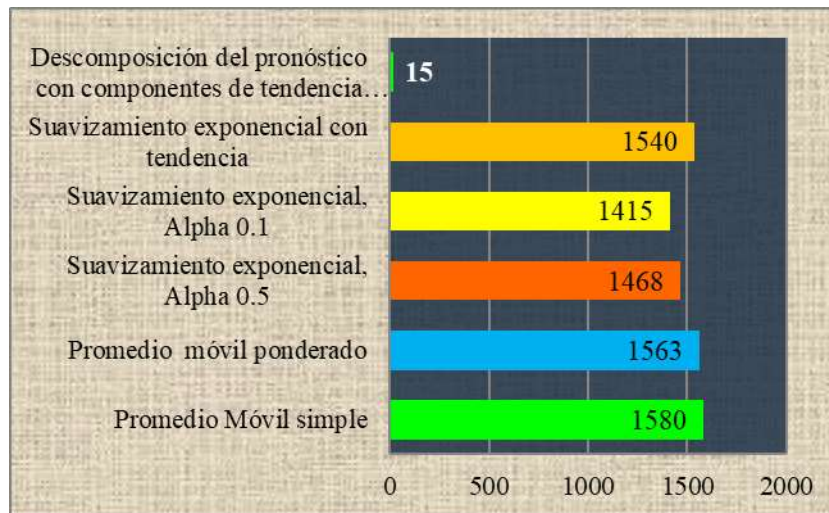
Métodos aplicados	Promedio Móvil simple	Promedio móvil ponderado	Suavizamiento exponencial		Suavizamiento exponencial con tendencia	Descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad
			Alpha 0.5	Alpha 0.1	Alpha 0.1, beta 0.4	
DMA	1580	1563	1468	1415	1540	15

Fuente: Los Autores.

Se puede observar que el método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad tiene la menor media absoluta, seguido por el método de suavizamiento exponencial (alpha 0.1).

A continuación se representa gráficamente la desviación media absoluta calculado para cada método aplicado en la construcción de pronósticos

Ilustración 7: Comparación, desviación media absoluta (DMA) y métodos aplicados para la construcción de pronósticos



Fuente: Los Autores.

Se puede observar que el menor DMA corresponde al método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad con 15 unidades.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

- Los cinco métodos aplicados a la construcción de pronósticos en el caso de estudio son útiles para estimar cuantitativamente la demanda prevista en volumen de unidades del producto escogido.
- En respuesta al problema planteado y en base al análisis del DMA, se puede concluir que el método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacionalidad es el más idóneo para pronosticar la demanda en unidades del producto “ternos deportivos para dama”, adicional proporciona información sobre la estacionalidad del producto, corresponde a los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto, noviembre y diciembre en donde se observa que existe un nivel de venta del producto mayor al promedio.
- El pronóstico final puede verse afectado por factores externos, razón por la cual se recomienda un análisis cualitativo o empírico complementario.

- La estimación del pronóstico de la demanda ayudará a la toma de decisiones administrativa de los recursos destinados a la producción, principalmente: disponibilidad de materias prima, insumos, mano de obra, maquinaria, instalaciones, etc.

ANEXOS

Anexo 2.1: Calculo de la desviación media absoluta, para cada método de pronósticos.

Tabla 8: Calculo de la desviación media absoluta, para cada método de pronósticos

Año	Mes	Datos históricos	Promedio Móvil simple		Promedio móvil ponderado		Suavizamiento exponencial				Suavizamiento exponencial con tendencia		Descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacional			
							0.5		0.1		Alpha 0.1, beta 0.4					
			Pronosti co	DMA = Datos históricos - Pronósticos	Pronosti co	DMA = Datos históricos - Pronósticos	Pronostico	DMA = Datos históricos - Pronósticos	Pronost ico	DMA Datos históricos - Pronósticos	Pronosti co	DMA Datos históricos - Pronósticos	Promedio de venta de los dos últimos años	Pronosti co	DMA Datos históricos - Pronósticos	
													2466.5	2,455	11	
2016	Enero	2548												2345	2,339	6
	Febrero	2180												4530	4,561	31
	Marzo	4030					2364	1666	2511	1519	2496	1534		4550	4,561	11
	Abril	4300	2919	1381	3166	1134	3197	1103	2663	1637	2695	1605		4770	4,795	25
	Mayo	4040	3503	537	3856	184	3748	292	2827	1213	2965	1075		2571	2,573	2
	Junio	2596	4123	1527	4125	1529	3894	1298	2948	352	3224	628		5525	5,536	11
	Julio	5450	3645	1805	3361	2089	3245	2205	2913	2537	3287	2163		5100	5,107	7
	Agosto	4800	4028	772	4263	537	4347	453	3167	1633	3715	1085		2439	2,456	18
	Septiembre	2111	4282	2171	4649	2538	4573	2462	3330	1219	4078	1967		2428	2,417	10
	Octubre	2502	4120	1618	3563	1061	3342	840	3208	706	4057	1555		4500	4,522	22
	Noviembre	4500	3137	1363	2754	1746	2922	1578	3137	1363	2548	1952		5400	5,419	19

	Diciembre	5200	3037	2163	3435	1765	3711	1489	3274	1926	2934	2266		2,456	
2017	Enero	2385	4067	1682	4517	2132	4455	2070	3466	1081	3441	1056			
	Febrero	2510	4028	1518	3675	1165	3420	910	3358	848	3573	1063			
	Marzo	5030	3365	1665	2916	2114	2965	2065	3273	1757	3661	1369			
	Abril	4800	3308	1492	3749	1051	3997	803	3449	1351	2548	2252			
	Mayo	5500	4113	1387	4495	1005	4398	1102	3584	1916	3112	2388			
	Junio	2546	5110	2564	5188	2642	4949	2403	3776	1230	3784	1238			
	Julio	5600	4282	1318	3906	1694	3747	1853	3653	1947	4044	1556			
	Agosto	5400	4548	852	4565	835	4673	727	3847	1553	4645	755			
	Septiembre	2766	4515	1749	4991	2225	5036	2270	4003	1237	5196	2430			
	Octubre	2353	4588	2235	4116	1763	3901	1548	3879	1526	5331	2978			
	Noviembre	4500	3506	994	2998	1502	3127	1373	3726	774	5291	791			
	Diciembre	5600	3206	2394	3495	2105	3813	1787	3804	1796	5437	163			
2018	Enero		4151		4692		4706		3983		5685				
	DMA			1580		1563		1468		1415		1540			15

Fuente: Los Autores.

Capítulo 3

Inventarios y la planificación de abastecimiento de materiales, caso práctico.



CAPÍTULO 3

INVENTARIOS Y LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES, CASO PRÁCTICO.

RESUMEN

El abastecimiento eficiente de materiales es de vital importancia para la confección de prendas de vestir para garantizar su disponibilidad al menor costo posible. En el presente capítulo se desarrolla con el objetivo de resolver un caso práctico para la elaboración de un plan de requerimientos de tela de algodón, como materia prima para la elaboración “camisa para dama” de la empresa de estudio. Se siguió las etapas del análisis cuantitativo para la resolución del problema planteado. Se utilizó el nivel de ventas pronosticados para un año, del cual se estimó la materia prima requerida. Se aplicó el modelo de lote económico de pedido (LEP) para determinar el tamaño de lote óptimo, posteriormente se elaboró un plan de requerimientos de materiales (MRP), con el fin de detallar el número de pedidos al año, la fecha exacta de cada pedido, niveles estimados del volumen de inventario por periodo, entre otros. Se concluye que el lote económico de pedido (LEP) es de 2943 metros cuadrados de tela de algodón por pedido, correspondiente a un costo teórico anual por manejo de inventario (sin incluir el coto de la materia prima) de 7356.12 \$ por año y 13 pedidos al año, sin embargo, al elaborar el MRP se consideró las condiciones de distribución del proveedor y el inventario disponible, razón por la cual se determinó un incremento del 17% del costo teórico, mediante la metodología aplicada se observó la disponibilidad de materia prima del cien por ciento durante todos los periodos analizados.

INTRODUCCIÓN

Una de las funciones principales de las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir es el abastecimiento de materia primas e insumos destinadas a la producción, se ve involucrada con varios factores que inciden para la toma de decisiones administrativas, entre ellos: la disponibilidad de materia prima, el costo del almacenamiento y mantenimiento del inventario, costo de ordenar o realizar un pedido, entre otras.

Es de vital importancia realizar un control de los inventarios de activos fijos, y no solo cumplir con las leyes y disposiciones, sino que también generar una solución a la problemática existente; determinando un proceso que ayude a tomar decisiones acertadas para una mejora en la entidad (Apunte, 2016). Los inventarios de materia primas sirven como entradas a una determinada etapa de proceso de producción y los inventarios sirven para satisfacer las necesidades o demanda de los clientes (Guerrero, 2009). La administración de inventarios son referencia para plantear políticas empresariales para la toma de decisiones, cuyo objetivo es minimizar sus costos y mantener la disponibilidad de materiales (Garcia, 2017) . La gestión de inventarios refiere un conjunto de elementos operacionales que suponen interrelación, bajo una concepción sistémica, en función de lograr costos mínimos y satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes (Veloz, 2017).

En el presente capítulo se desarrolla un caso práctico de un problema enfocado a la elaboración de un plan anual de abastecimiento de materiales, enfocado a mantener la disponibilidad de materia prima para el cumplimiento de la demanda al menor costo posible.

CONCEPTOS BÁSICOS.

Los costos del manejo y administración de inventarios se asocian principalmente con los costos de adquirir el producto y los costos de mantener dicho producto en lapso determinado de tiempo (Castaño, 2015).

Según (Rodríguez, 2017) la mayoría de los modelos de inventario es minimizar los costos totales; asimismo, los costos significativos en estos modelos son el de preparación (u ordenar) y el de mantener (o llevar).

La recepción es el proceso de recibo de mercancías enviadas por los proveedores al centro de distribución; el almacenamiento, es la ubicación y custodia de estas mercancías en el espacio disponible para estos fines, dentro de las instalaciones del centro de distribución, la preparación de pedidos incluye el alistamiento de los pedidos y el empaque de los mismos (Mendoza, 2015).

La planificación de la producción es un proceso continuo y complejo que consiste en determinar anticipadamente decisiones que permitan optimizar el uso de los recursos productivos (Reyes, 2017).

EL Plan de requerimientos de materiales, determina cuántos componentes se necesitan, para cumplir con los programas de producción o mantenimiento. Su resultado se traduce en órdenes de compra y fabricación de los materiales necesarios, se aplica para el tipo de demanda dependiente (Peña, 2016).

Demanda Dependiente es la que se genera a partir de la demanda independiente de productos finales para el cálculo de todas las materias primas y productos semielaborados que intervienen en su fabricación. Pueden ser decisiones de producción de productos finales tomadas por la propia empresa. (Novo, 2016).

Materia prima unidades o material que representan existencias de los insumos básicos para producir un producto final o partes de este (Cervera, 2012).

El inventario de materias primas proporciona la flexibilidad a la empresa en sus compras, el inventario de artículos terminados permite a la organización mayor flexibilidad en la programación de su producción (Bayas, 2018).

Un stock de seguridad se define como las unidades de reserva que le permita atender la demanda y no llegar a la penosa situación de tener faltantes de inventario que signifiquen pérdida de ventas y mala imagen ante los consumidores (Izar, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del plan de abastecimiento de materiales se siguió las etapas del análisis cuantitativo: 1. Definir el problema, 2. Desarrollo de un modelo, 3. Recolección de datos, 4. Desarrollar una solución, 5. Pruebas de solución, 6. Análisis de los resultados, se omite la etapa No. 7. Implementación de los resultados, considerando que los resultados presentados son teóricos por razones de estudio

DEFINIR EL PROBLEMA

La empresa “Textil Vero” necesita plantear un plan de abastecimiento de materias primas que le permita responder a la demanda prevista para el siguiente año del producto “camisa para dama alta calidad, mercado meta, mujeres de 25 a 30 años”, considerando el menor costo posible, se requiere responder principalmente a las siguientes preguntas:

¿Cuántos pedidos realizar al año?

¿Cuál es el menor costo anual por manejo de inventario?

DESARROLLO DE UN MODELO

Los modelos aplicados son dos, el modelo de lote económico de pedido (LEP) y un plan de requerimiento de materiales (MRP).

RECOLECCIÓN DE DATOS

Se dispone de la demanda anual, expresada en unidades y los costos asociados al manejo de inventarios.

Demanda anual

El departamento de producción, conjuntamente con los analistas de métodos cuantitativos han estimado la demanda del producto “camisa para dama alta calidad, 25 a 30 años”. A continuación se muestra la tabla con el contenido de la estimación de la demanda para el próximo año:

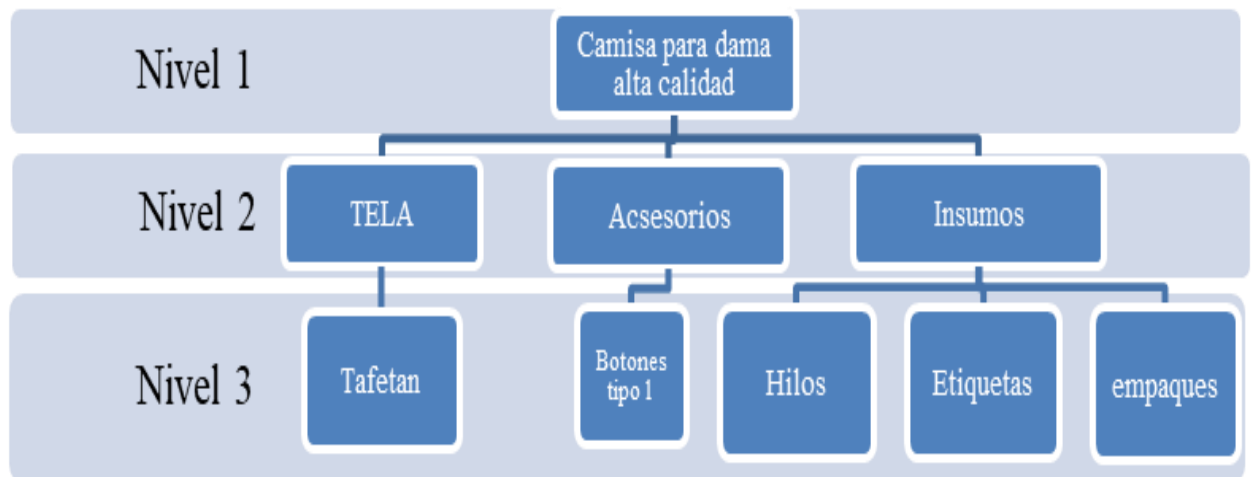
Tabla: 3.1: Demanda prevista para el año próximo.

Periodo	Unidades demandadas
Enero	2,500
Febrero	2,400
Marzo	5,000
Abril	5,500
Mayo	6,000
Junio	2,200
Julio	4,500
Agosto	5,000
Septiembre	3,200
Octubre	2,500
Noviembre	4,300
Diciembre	5,000

Fuente: La empresa de estudio.

Del diseño del producto se determina el siguiente árbol básico de producto.

Ilustración 3.1.: Árbol básico del producto camisa para dama alta calidad



Fuente: La empresa en estudio

Se utiliza 0.75 m^2 de tela tafetán 100% algodón por unidad de este producto, razón por la cual se calcula en la siguiente tabla la demanda de tela en metros cuadrados:

Tabla: 3.1: Calculo de la demanda prevista para el año próximo, tela tafetán.

Periodo	Unidades demandadas	Demanda de tela (m^2)
Enero	2,500	$2500 \times 0.75 = 1875$
Febrero	2,400	$2400 \times 0.75 = 1800$
Marzo	5,000	$5000 \times 0.75 = 3750$
Abril	5,500	$5500 \times 0.75 = 4125$
Mayo	6,000	$6000 \times 0.75 = 4500$
Junio	2,200	$2200 \times 0.75 = 1650$
Julio	4,500	$4500 \times 0.75 = 3375$
Agosto	5,000	$5000 \times 0.75 = 3750$
Septiembre	3,200	$3200 \times 0.75 = 2400$
Octubre	2,500	$2500 \times 0.75 = 1875$

Noviembre	4,300	$4300 \times 0.75 = 3225$
Diciembre	5,000	$5000 \times 0.75 = 3750$

Fuente: Los Autores.

Sumando la demanda anual, se obtiene un total de 36075 metros² de tela tafetán 100% algodón.

Costos de manejo de inventario.

El costo de la tela tafetán 100% algodón tiene un valor de 14 \$/kilo y un rendimiento estimado de 2.10 m², lo que significa que el costo del m² de tela equivale a 6,67\$.

$$6,67\$/\text{m cuadr.} = \frac{14 \text{ \$/kilo}}{2.10 \text{ m cuadr./ kilo}}$$

El departamento de ventas conoce que los costos de almacenamiento 2.50 \$/metro por año y los costos de ordenar 300 \$/por pedido.

Tempos de entrega.

Se conoce que el tiempo de entrega del producto tela tafetán 100% tiene un tiempo de entrega casi constante de 2 semanas por pedido.

Inventario disponible.

Se cuenta con un inventario disponible de 500 metros² de tela tafetán 100% en el mes de diciembre.

DESARROLLAR UN SOLUCIÓN.

Lote económico de pedido (LEP)

Con los datos obtenidos se aplica la siguiente fórmula para obtener el lote económico de pedido y el costo total anual por manejo del inventario:

$$\text{Lote económico de pedido (LEP)} = \sqrt{\frac{2 Ds}{h}}$$

Dónde:

D = demanda anual expresada en unidades

s= costo de realizar un pedido, expresada en dólares/pedido

h = costo de almacenar una unidad por año, expresados en (\$/unidad) x año

Reemplazando los datos obtenidos en la formula, tenemos:

$$LEP = \sqrt{\frac{2 (36075 \text{ unidades/año}) \times (300 \$/\text{pedido})}{\frac{2.5 \$}{\text{unidad}} \text{ por año}}}$$

$$LEP = 2942.45$$

Para el caso práctico obtenemos un valor de 2942.45 aproximando es igual a 2943 unidades por pedido.

Se calcula costo total anual por manejo del inventario con la siguiente formula:

$$\text{Costo total anual por manejo del inventario} = \frac{D}{LEP} s + \frac{LEP}{2} h$$

Dónde:

D = demanda anual expresada en unidades

LEP: Lote económico de pedido

s= costo de realizar un pedido, expresada en dólares/pedido

h = costo de almacenar una unidad por año, expresados en (\$/unidad) x año

Fuente: (Anderson, 2016)

Reemplazando los datos obtenidos en la formula, tenemos:

Costo total anual por manejo del inventario

$$= \frac{36075 \text{ u/año}}{2943 \text{ u/pedido}} 300\$/\text{pedido} + \frac{2943 \text{ u/año}}{2} 2.5 \$/\text{unidad por año}$$

Costo total anual por manejo del inventario = 7356.12 \$

Para el caso práctico tenemos un valor de 7356.12 \$ al año por manejo del inventario de tela tafetán 100% algodón.

Análisis gráfico.

Para el análisis grafico se realiza una breve simulación de las unidades teóricas por pedido, y se calcula el costo por pedido, el costo por mantener y el costo total por manejo del inventario.

Ilustración 3.3.: Datos obtenidos para el cálculo de los costos por manejo de inventario.

Unidades teóricas pedido(1)	Costo de pedido (2)	Costo de mantener (3)	Costo Total de manejo de inventario (2) + (3)
	(Demanda/Cantidad)* costo de ordenar	(Cantidad/2)* costo de mantener	
	(36075 metros ² de tela /Cantidad)* 300 \$ pedido	(Cantidad/2)* 2.50 \$/metro por año	
300	36075.0	375	36450.0
400	27056.3	500	27556.3
500	21645.0	625	22270.0
600	18037.5	750	18787.5
700	15460.7	875	16335.7
800	13528.1	1000	14528.1
900	12025.0	1125	13150.0
1000	10822.5	1250	12072.5
1100	9838.6	1375	11213.6
1200	9018.8	1500	10518.8
1300	8325.0	1625	9950.0

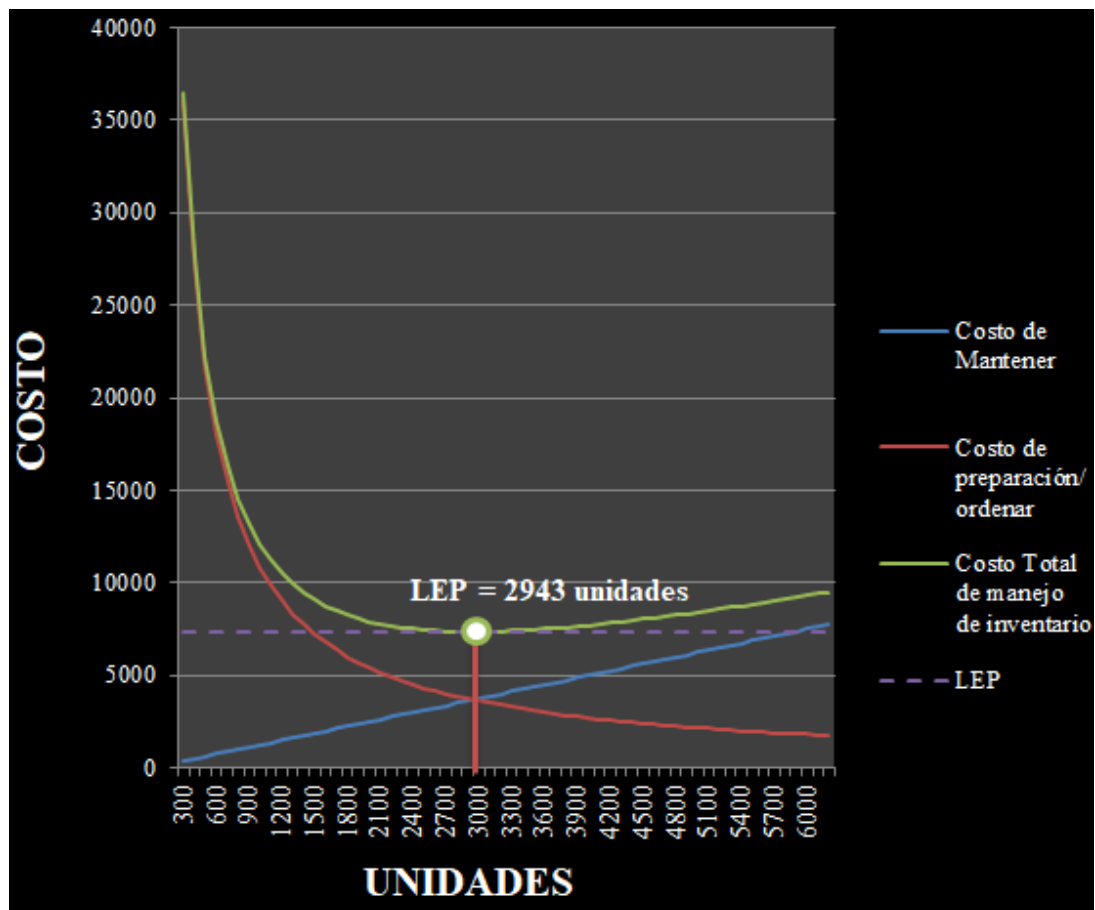
1400	7730.4	1750	9480.4
1500	7215.0	1875	9090.0
1600	6764.1	2000	8764.1
1700	6366.2	2125	8491.2
1800	6012.5	2250	8262.5
1900	5696.1	2375	8071.1
2000	5411.3	2500	7911.3
2100	5153.6	2625	7778.6
2200	4919.3	2750	7669.3
2300	4705.4	2875	7580.4
2400	4509.4	3000	7509.4
2500	4329.0	3125	7454.0
2600	4162.5	3250	7412.5
2700	4008.3	3375	7383.3
2800	3865.2	3500	7365.2
2900	3731.9	3625	7356.9
3000	3607.5	3750	7357.5
3100	3491.1	3875	7366.1
3200	3382.0	4000	7382.0
3300	3279.5	4125	7404.5
3400	3183.1	4250	7433.1
3500	3092.1	4375	7467.1
3600	3006.3	4500	7506.3
3700	2925.0	4625	7550.0
3800	2848.0	4750	7598.0
3900	2775.0	4875	7650.0
4000	2705.6	5000	7705.6
4100	2639.6	5125	7764.6
4200	2576.8	5250	7826.8
4300	2516.9	5375	7891.9
4400	2459.7	5500	7959.7
4500	2405.0	5625	8030.0
4600	2352.7	5750	8102.7
4700	2302.7	5875	8177.7
4800	2254.7	6000	8254.7
4900	2208.7	6125	8333.7
5000	2164.5	6250	8414.5
5100	2122.1	6375	8497.1
5200	2081.3	6500	8581.3
5300	2042.0	6625	8667.0
5400	2004.2	6750	8754.2
5500	1967.7	6875	8842.7
5600	1932.6	7000	8932.6
5700	1898.7	7125	9023.7
5800	1865.9	7250	9115.9

5900	1834.3	7375	9209.3
6000	1803.8	7500	9303.8
6100	1774.2	7625	9399.2
6200	1745.6	7750	9495.6

Fuente: Loa Autores

Con los datos de la tabla anterior se construye el grafico con las variables de estudio y efectivamente se puede observar que en la intersección del costo de ordenar y el costo de mantener corresponde un valor de 2943 unidades del lote económico de pedido.

Ilustración 3.2.: Grafico del lote económico de pedido (LEP)



Fuente: Los Autores

Y un costo anual por manejo de inventario de 7356.12 \$.

Otro dato importante es el número de pedidos al año, que se obtiene a partir de la relación de las unidades demandada al año y el tamaño del lote

utilizado, para el presente caso de estudio corresponde un total de 12.26 pedidos, aproximado es igual a 12 pedidos teóricos por año.

$$\text{Número de pedidos al año} = \frac{36075 \text{ metros cuadrados de tela}}{2943 \text{ unidades por pedido}}$$

Número de pedidos al año = 12.26 equivale a 12 pedidos en el año.

Plan de requerimientos de materiales

El Plan de requerimiento de materiales establece la programación anual de abastecimiento de materiales, sus componentes son: requerimientos brutos, para nuestro caso de estudio son las unidades demandadas por periodo (en semanas), las recepciones programadas, que se definen como el número de unidades que se han pedido con anterioridad a los periodos analizados, en el caso de estudio, no se cuenta con recepciones programadas, los productos disponibles que son las unidades en stock por periodo, los requerimientos netos, que son las unidades requeridas cuando se carece del stock suficiente para un periodo dado, las recepciones planeadas que se determinan a partir del periodo teórico en donde existen requerimientos netos y la colocación de las ordenes planeadas, son las unidades pedidas considerando el tiempo de entrega.

Los datos hasta ahora obtenidos son los siguientes:

Ilustración 3.3.: Datos requeridos para la elaboración del plan de requerimiento de materiales.

Datos		Observaciones
Tiempo de entrega (semanas)	2	
Unidades disponibles	500	
Tamaño del lote teórico (unidades)	2943	LEP*

Tamaño del lote real (unidades)	3000	Tamaño del lote. Aproximación, disponibilidad de proveedores
Costo de almacenar (\$/unidad) H	2.5	
Costo de ordenar (\$/pedido) s	300	
Precio de venta (\$/unidad)	0.98	
Costo de manejar el inventario (\$/año)	8590	
Número de pedidos al año	12	

Fuente: Los Autores.

Es importante señalar que el LEP (2943unidades/pedido), se utiliza como referencia para determinar el tamaño lote de pedido, sin embargo debido a las condiciones del proveedor se aproxima a 3000 unidades por pedido.

Con los datos hasta aquí recolectados se elabora el Plan de requerimiento de materiales, para el caso de estudio, el mismo que detalla en la siguiente tabla:

Ilustración 3.4.: Plan de abastecimiento de materiales, caso de estudio.

Parte 1 (enero-junio)	dic-17	ene-18				feb-18				mar-18				abr-18				may-18				jun-18			
	Semana 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Sem ana 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4
Requerimientos Brutos		2500				2400				5000				5500				6000				2200			
Productos Disponibles	500	1000	1000	1000	1000	1600	1600	1600	1600	2600	2600	2600	2600	100	100	100	100	100	100	100	100	900	900	900	900
Requerimientos Netos		2000				1400				1400				2900				5900				2100			
Recepción de ordenes Planeadas		3000				3000				6000				3000				6000				3000			
Colocación de ordenes planeadas				3000				6000				3000				6000			3000				6000		
Parte 2 (julio-		jul-18				ago-18				sep-18				oct-18				nov-18				dic-18			

diciembre)		Se ma na 1	Se ma na 2	Se m an a 3	Sem ana 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4
Requerimi entos Brutos		450 0				500 0				320 0					250 0			430 0				500 0			
Productos Disponibles		240 0	240 0	24 00	240 0	400	400	400	400	200	200	200	200	200	700	700	700	240 0	240 0	240 0	240 0	400	400	400	40 0
Requerimi entos Netos		360 0				260 0				280 0					230 0			360 0				260 0			
Recepción de ordenes Planeadas		600 0				300 0				300 0					300 0			600 0				300 0			
Colocació n de ordenes planeadas				30 00				300 0					300 0			600 0				300 0					

Fuente: Los Autores.

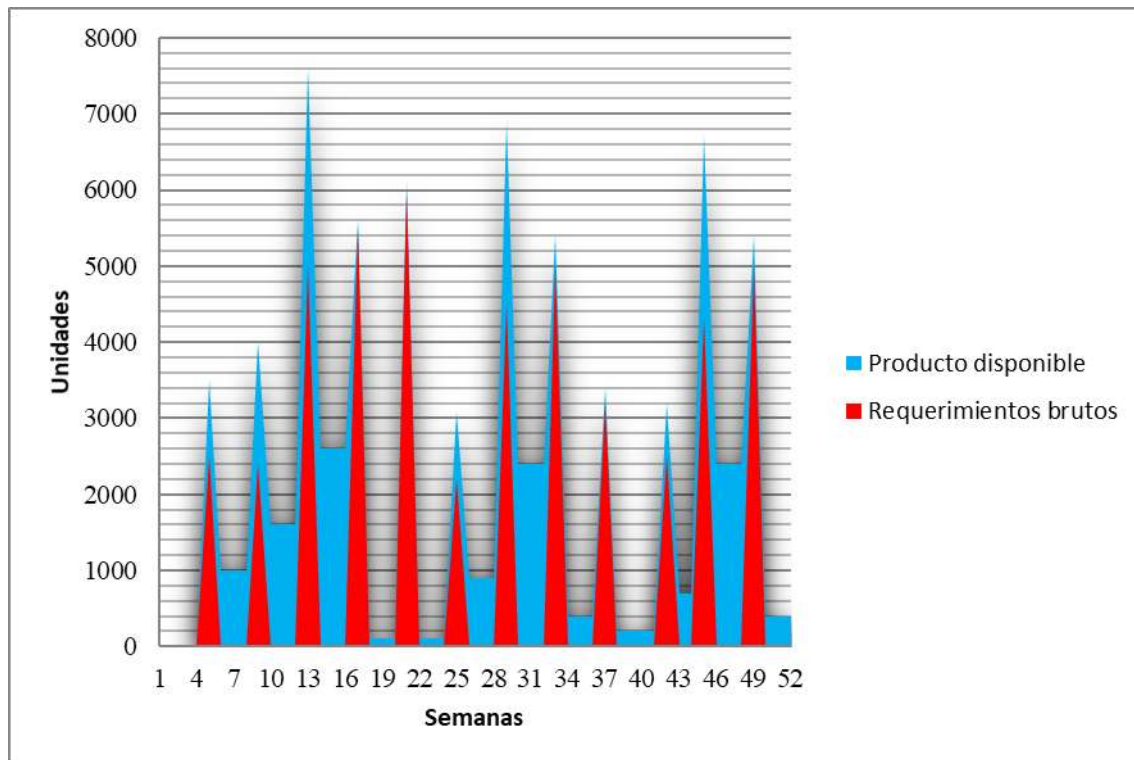
Como se puede observar, se detalla en la tabla anterior varios datos importantes para el abastecimiento de tela, principalmente relacionados sobre el periodo específico de colocar un pedido y el inventario teórico estimado por periodo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

De la realización del plan de requerimiento de materiales se obtiene los siguientes resultados:

- Se debe realizar 12 pedidos al año.
- Se debe considerar las condiciones de venta y distribución de los proveedores de la materia prima, razón por la cual el tamaño de pedido es aproximado a 3000 unidades.
- Al final del año existe un total de 400 unidades.
- Se mantiene una disponibilidad de materia prima del 100%, como se puede observar en el siguiente gráfico:

Ilustración 3.3.: Requerimientos brutos y materia prima disponible, plan de requerimientos de materiales



Fuente: Los Autores

- El costo anual de manejo de inventario, es recalculado, debido a las condiciones del proveedor, como se detalla a continuación:
 - ✓ Pedido (unidades/año) = 8400 (sumatoria de unidades pedidas/año, fila correspondiente “Recepción de ordenes planeadas)
 - ✓ Tamaño de lote = 300 unidades/pedido

Costo total anual por manejo del inventario

$$= \frac{48400 \text{ u/año}}{3000 \text{ u /pedido}} 300\$/pedido + \frac{3000 \text{ u /pedido}}{2} 2.5 \$/ pedido$$

Costo total anual por manejo del inventario = 8590 \$/año (condiciones del proveedor)

- El costo de manejo de inventario anual aumento de 7356.12 dólares por año (calculado con el LEP) a 8590 dólares por año (condiciones

del proveedor). La variación de este cambio es de 8590/7356.12, igual a 1.17, lo que representa el 17% de incremento en el costo anual por manejo de inventario.

Capítulo 4

Estudio inicial de control estadístico de la calidad, caso práctico.



CAPÍTULO 4

ESTUDIO INICIAL DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD, CASO PRÁCTICO.

RESUMEN

La meta del Control Estadístico de la Calidad es garantizar que los procesos sean estables, con baja dispersión, desempeño medible en el tiempo y alta capacidad en el cumplimiento de especificaciones (Ortiz, 2014). El objetivo del presente capítulo es elaborar un estudio inicial de control estadístico de procesos del producto “camiseta para dama”, de la empresa en estudio. Se siguió las etapas del análisis cuantitativo para la resolución del caso práctico. Se realizó la construcción de los gráficos de control X barra, y R para variables y las cartas de control P para atributos. La recolección de los datos corresponde a tres días de producción, las variables son: largo y ancho de la prenda y los atributos son el número de defectos por unidades por lote. Al realizar el estudio inicial de calidad, mediante el control estadístico se observa que no existen patrones de variabilidad de los procesos atribuibles a causas especiales. Sin embargo en la construcción de las gráficas de control X barra, se observó en la talla s, variable ancho 1 subgrupo fuera de los límites de control, para la talla m, variables largo y ancho 1 subgrupo fuera de los límites de control respectivamente, de las cartas P para atributos, se observó 1 lote fuera de los límites de control. Se proponen alternativas para mejorar la calidad del producto analizado.

INTRODUCCIÓN

CEP es la rama de calidad que consiste en la colecta, análisis e interpretación de datos, establecimiento de calidades, comparación de desempeños, verificación de desvíos, todo eso para su utilización en las

actividades de mejoría y control de calidad de productos, servicios y diagnóstico de defectos (Pedrera, 2018).

Las cartas de control X son una de las herramientas de control estadístico de procesos más utilizadas para el mejoramiento de la calidad y la productividad en las compañías (Peñabaena-Niebles, 2014)

Su objetivo de metodologías para mejorar la calidad, es reducir la variabilidad de un proceso a través de la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad (Barrera, 2017).

En la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas (Felizzola, 2014).

La calidad de las prendas de vestir es un factor que incide en la compra y venta del producto, una mala calidad de la prenda puede ocasionar reprocesos y rechazos del cliente, incluso influir en la fidelidad comercial. Razón por la cual en el presente capítulo se detalla el estudio inicial de control estadístico de la calidad de una empresa dedicada a la confección y comercialización de prendas de vestir, pudiendo ser una estrategia beneficiosa a las empresas que deseen adoptar la metodología que se presenta a continuación.

CONCEPTOS BÁSICOS

Mejora de procesos es conjunto de acciones encaminadas a la mejora del proceso (Álvarez, 2015)

Calidad son todas las acciones que conllevan a desarrollar un producto o servicio que satisfaga las necesidades de los consumidores de manera eficiente y que crea un valor agregado a partir de sus características superiores (López, 2015).

Herramientas de calidad, instrumentos previamente elaborados que les permite medir un nivel de calidad y a partir de allí plantear mejoras para disminuir los reproceso (Pérez, 2017).

Las gráficas de control son herramientas estadísticas que se utilizan para monitorear y detectar cambios que afectan procesos de calidad (Camello, 2014)

Graficas de control son técnicas cuantitativas que permiten determinar si la fabricación de un producto se encuentra bajo control; es decir, verificar si la calidad está dentro de los estándares establecidos por el cliente. (Juárez, 2015)

Proceso bajo control estadístico en que los puntos en la carta caen dentro de los límites de control, y fluctúan o varían en forma aleatoria a lo ancho de la carta con tendencia a caer cerca de la línea central (Gutiérrez, 2013).

Calidad, un excelente producto, que cumple o rebasa nuestras expectativas (Besterfield, 2009).

La variación por causas comunes (o por azar) es aquella que permanece día a día, lote a lote; y es aportada de forma natural por las condiciones de las 6 M. La variación por causas especiales (o atribuibles) se debe a situaciones o circunstancias especiales que no están de manera permanente en el proceso (Gutiérrez, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la resolución del presente caso se utilizó el enfoque del análisis cuantitativo, con los siguientes pasos: 1. Definir el problema, 2. Desarrollo

de un modelo, 3. Recolección de datos, 4. Desarrollar un solución, 5. Pruebas de solución, 6. Análisis de los resultados

DEFINIR EL PROBLEMA

La empresa “Confecciones Maricela” desea establecer un modelo que le permita controlar los estándares de calidad del producto camisetitas para dama, se toma como referencia para el estudio las tallas S y M.

DESARROLLO DE UN MODELO

Se eligió la aplicación de modelos correspondientes al control estadístico de procesos para variables, mediante el análisis de los datos estadísticos y la elaboración de graficas x-barra y R y por atributos a través de la elaboración de cartas de control para atributos P, con el fin de analizar la proporción de camisetitas defectos de varios lotes de producción.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Diseño del producto

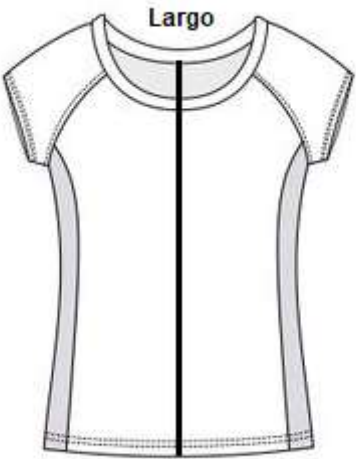
Del departamento de diseño se obtiene las medidas de la longitud de la prenda:

Ilustración 4.1.: Ancho de la prenda.



Fuente: La empresa en estudio.

Ilustración 4.2.: Largo de la prenda.



Fuente: La empresa en estudio.

Tabla 4.1.: Especificaciones del ancho y largo de la prenda, de acuerdo a cada talla.

Talla	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
S	36	55
M	39	59
L	42	61
XL	45	63
XXL	48	65

Fuente: La empresa en estudio.

Límites de control superior e inferior para las tallas S y M.

Tabla 4.2.: Límites de control

Talla	ANCHO		LARGO	
	Valor central	Tolerancia/variación aceptable	Valor central	Tolerancia/variación aceptable

	óptimo		óptimo	
S	36	+1	55	+1.5
M	39	+1.4	59	+1.8

Fuente: La empresa en estudio.

Recolección de muestras

Para la recolección de las muestras de variables se mide en 5 turnos, tres días, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.3.: Recolección de la muestra, producto camiseta para dama, talla s, variables largo y ancho

Muestra/ subgrupo	Mediciones, variable ancho					Mediciones, variable largo				
1	36.0	37.2	35.6	35.8	35.4	52.3	54.9	56.4	58.9	59.3
2	36.1	35.6	35.6	35.4	36.9	50.1	49.6	51.4	54.6	59.5
3	34.4	36.5	35.4	34.8	36.0	54.0	52.3	52.2	50.4	52.8
4	34.5	36.6	36.4	35.2	36.9	58.6	57.6	52.6	57.4	61.0
5	35.5	35.9	35.7	35.7	35.5	50.3	54.5	53.2	51.8	52.2
6	35.8	34.9	35.8	35.9	36.8	57.9	58.3	53.8	52.6	54.2
7	35.5	36.2	35.5	34.8	37.5	56.1	52.2	54.9	52.3	52.2
8	37.3	36.3	36.3	34.9	35.3	52.0	57.9	53.6	56.5	58.6
9	36.9	36.7	34.9	36.9	37.2	53.7	53.3	55.8	55.7	57.3
10	39.0	38.0	36.0	38.0	39.3	57.0	55.5	57.3	60.4	56.0
11	37.4	37.0	36.4	35.5	35.8	54.1	54.2	53.8	58.1	59.6
12	35.9	35.3	35.9	34.1	35.0	53.8	57.0	54.5	57.1	52.6
13	35.7	36.4	36.0	36.3	34.9	55.8	54.7	59.0	59.0	59.4
14	35.2	36.8	36.9	36.7	35.0	55.4	56.3	55.1	54.0	51.5
15	33.0	32.0	34.2	34.2	30.2	56.1	55.2	53.6	52.1	51.0
16	35.9	35.1	36.6	36.5	36.6	55.3	54.0	57.0	52.4	53.9
17	34.8	35.9	37.0	35.4	35.8	51.6	54.9	54.6	57.3	51.4
18	35.3	35.9	35.5	35.4	36.7	51.0	59.0	57.3	55.3	56.8
19	36.5	35.1	35.6	34.7	36.2	55.7	55.8	52.8	53.6	55.4
20	35.3	35.8	36.3	35.3	36.9	53.1	51.5	51.8	52.4	57.9
21	35.7	36.8	37.2	34.8	34.2	54.4	53.2	53.3	56.2	50.3
22	36.2	36.0	34.8	36.4	36.5	59.8	58.5	58.8	58.0	51.7
23	36.3	35.8	36.1	33.3	36.3	57.4	54.2	55.9	53.6	50.5
24	36.4	34.8	35.9	36.6	36.7	50.4	53.0	52.0	52.1	52.0
25	36.7	36.6	36.6	36.1	36.8	56.8	57.6	56.0	54.1	55.3

Fuente: Los Autores

Tabla 9.4.: Recolección de la muestra, producto camiseta para dama, talla M, variables largo y ancho

Muestra /subgrupo	Mediciones, variable ancho					Mediciones, variable largo				
1	38.3	36.7	38.1	40.7	44	63.7	58.1	59.7	58	58.4
2	39.3	38.6	38.4	38.7	39.5	61.5	55.3	57	61.1	59.4
3	34.9	39.7	37.2	43.5	36.6	58.1	58.6	58.2	60.8	55.7
4	37.7	37.4	38	37.3	38.3	55.3	52.5	53	52	54
5	34.5	39.7	38.7	37.4	39.1	58.7	58.9	58.9	60.9	57.3
6	39.5	39.1	40.2	43.1	39.4	62.2	62.9	59.4	58.9	58.9
7	36.8	38.1	40	37.5	35.1	60.9	63.7	60.9	61.2	62.6
8	40.8	41.1	37.7	39.4	38.9	57.1	59.6	59.7	61.1	60.2
9	36.6	43.2	38.5	44.5	40.2	59.9	59.1	61	60.9	62.2
10	41.8	39.5	34.2	40.4	41.5	60.8	57.1	59.5	60.9	59.3
11	43.9	35.2	39.4	40.3	36.5	63.7	57.6	63	53.2	59.2
12	41.4	40.9	38.3	42.7	41.9	59.6	61.9	62.5	59.5	59.4
13	40.9	37.6	38.4	36.7	35.3	53.9	56.4	55.3	57.6	59.6
14	39.1	42.8	38.8	42.7	38.4	62.6	59.4	59.7	60.5	58.4
15	37.9	38.6	37.8	40	37.5	58.9	59.2	62.3	60.4	54.6
16	38.7	38.1	38.9	37.4	36	57.7	62.3	60	59	60
17	37.3	39.5	41	36.8	37.3	51.7	61	58.5	60.1	63.9
18	36.7	36.7	38.6	38.6	38.6	58.1	59.5	56.1	63.8	64.3
19	38.5	39.7	33.6	39.4	39.5	61.4	60.9	59.6	59.9	62.3
20	37.8	40.1	37.6	38.6	39.8	61.3	61.3	59.5	59.4	57.3
21	36	39.2	39.5	36.8	39.8	58.1	58.2	60.1	58.5	57.5
22	37	39.5	38.5	36.3	41.3	59.6	59	61.5	57	56.2
23	41.1	35.2	38.1	41	39.6	60.6	58.4	59.4	59.9	57.3
24	34	35.6	32.4	36.4	34	62.3	62.9	58.1	60.9	61.3
25	42.9	39.5	40.3	38.6	36.4	63.9	60.2	61	56.8	60.2

Fuente: Los Autores

Para determinar el muestreo por atributos consideró los siguientes criterios observados en las unidades de 30 lotes de producción: 1. bordes sucios, 2. costuras abiertas, 3. costura zafada, 4. defectos de puntada, 5. Hilos sobresalientes, 6. dobles, pliegues, 7. arrugas, 8. partes de la prenda quemada, 9. salida de costura, 10. Botones descocidos, principalmente, independientemente de la talla de la prenda, los resultados del levantamiento de datos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.5.: Recolección de la muestra, número de unidades defectuosas por lotes de producción.

No. día	Subgrupo	Unidades por lote	No. de unidades con defectos
Día 1	1	528	41
	2	614	45
	3	517	13
	4	528	12
	5	528	31
	6	606	27
	7	550	35
	8	559	30
	9	574	40
	10	503	24
Día 2	11	512	22
	12	478	23
	13	557	26
	14	568	25
	15	529	27
	16	550	22
	17	472	36
	18	552	41
	19	514	36
	20	498	35
Día 3	21	542	36
	22	605	27
	23	486	32
	24	518	23
	25	556	20
	26	559	33
	27	509	21
	28	539	20
	29	472	23
	30	559	25

Fuente: Los Autores

DESARROLLAR UNA SOLUCIÓN

Se escoge como estrategia de solución a la construcción de graficas de control estadísticos de procesos X barra, R y P, con el fin de observar el comportamiento de las variables de calidad del producto a través del tiempo.

Construcción de la gráfica de control estadístico X barra

La grafica de control estadístico X barra está diseñada para monitorear y detectar cambios en la tendencia central del proceso de la variable de interés en el tiempo, para variables continuas.

Para el caso de estudio se describe paso a paso la construcción de la gráfica de control estadístico x barra, de la variable ancho, del producto camiseta para dama, talla s.

La gráfica de control de Shewhart no considera la correlación que usualmente existe entre las variables (Marroquín, 2007).

Como primer paso para la construcción de esta grafica de control se calculó la media de las medias y el rango promedio, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.6: Cálculo de las medias y rangos por cada subgrupo, producto camiseta, talla s, variable ancho.

Muestra/subgrupo	Mediciones, variable ancho					Media		Rango	
1	36	37.2	35.6	35.8	35.4	$(36+37.2+35.6+35.8+35.4)/5 =$	36	$37.2-35.4 =$	1.8
2	36.1	35.6	35.6	35.4	36.9	$(36.1+35.6+35.6+35.4+36.9)/5 =$	35.92	$36.9-35.4 =$	1.5
3	34.4	36.5	35.4	34.8	36	$(34.4+36.5+35.4+34.8+36)/5 =$	35.42	$36.5-34.4 =$	2.1
4	34.5	36.6	36.4	35.2	36.9	$(34.5+36.6+36.4+35.2+36.9)/5 =$	35.92	$36.9-34.5 =$	2.4

5	35.5	35.9	35.7	35.7	35.5	$(35.5+35.9+35.7+35.7+35.5)/5 =$	35.66	$35.9-35.5 =$	0.4
6	35.8	34.9	35.8	35.9	36.8	$(35.8+34.9+35.8+35.9+36.8)/5 =$	35.84	$36.8-34.9 =$	1.9
7	35.5	36.2	35.5	34.8	37.5	$(35.5+36.2+35.5+34.8+37.5)/5 =$	35.9	$37.5-34.8 =$	2.7
8	37.3	36.3	36.3	34.9	35.3	$(37.3+36.3+36.3+34.9+35.3)/5 =$	36.02	$37.3-34.9 =$	2.4
9	36.9	36.7	34.9	36.9	37.2	$(36.9+36.7+34.9+36.9+37.2)/5 =$	36.52	$37.2-34.9 =$	2.3
10	39	38	36	38	39.3	$(39+38+36+38+39.3)/5 =$	38.06	$39.3-36 =$	3.3
11	37.4	37	36.4	35.5	35.8	$(37.4+37+36.4+35.5+35.8)/5 =$	36.42	$37.4-35.5 =$	1.9
12	35.9	35.3	35.9	34.1	35	$(35.9+35.3+35.9+34.1+35)/5 =$	35.24	$35.9-34.1 =$	1.8
13	35.7	36.4	36	36.3	34.9	$(35.7+36.4+36+36.3+34.9)/5 =$	35.86	$36.4-34.9 =$	1.5
14	35.2	36.8	36.9	36.7	35	$(35.2+36.8+36.9+36.7+35)/5 =$	36.12	$36.9-35 =$	1.9
15	33	32	34.2	34.2	30.2	$(33+32+34.2+34.2+30.2)/5 =$	32.72	$34.2-30.2 =$	4.0
16	35.9	35.1	36.6	36.5	36.6	$(35.9+35.1+36.6+36.5+36.6)/5 =$	36.14	$36.6-35.1 =$	1.5
17	34.8	35.9	37	35.4	35.8	$(34.8+35.9+37+35.4+35.8)/5 =$	35.78	$37-34.8 =$	2.2

18	35.3	35.9	35.5	35.4	36.7	$(35.3+35.9+35.5+35.4+36.7)/5 =$	35.76	$36.7-35.3 =$	1.4
19	36.5	35.1	35.6	34.7	36.2	$(36.5+35.1+35.6+34.7+36.2)/5 =$	35.62	$36.5-34.7 =$	1.8
20	35.3	35.8	36.3	35.3	36.9	$(35.3+35.8+36.3+35.3+36.9)/5 =$	35.92	$36.9-35.3 =$	1.6
21	35.7	36.8	37.2	34.8	34.2	$(35.7+36.8+37.2+34.8+34.2)/5 =$	35.74	$37.2-34.2 =$	3.0
22	36.2	36	34.8	36.4	36.5	$(36.2+36+34.8+36.4+36.5)/5 =$	35.98	$36.5-34.8 =$	1.7
23	36.3	35.8	36.1	33.3	36.3	$(36.3+35.8+36.1+33.3+36.3)/5 =$	35.56	$36.3-33.3 =$	3.0
24	36.4	34.8	35.9	36.6	36.7	$(36.4+34.8+35.9+36.6+36.7)/5 =$	36.08	$36.7-34.8 =$	1.9
25	36.7	36.6	36.6	36.1	36.8	$(36.7+36.6+36.6+36.1+36.8)/5 =$	36.56	$36.8-36.1 =$	0.7
						Media de las medias , $\bar{\bar{x}}$	35.9	Rango promedio, \bar{R}	2.0

Fuente: Los Autores

Los detalles de cálculo del reto de variables, se detallan en el Anexo No. 1, del presente capítulo.

Posteriormente se calculan los límites de control, superior e inferior, para estudios iniciales de control estadístico de procesos se utilizó la siguiente formula:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + \bar{R}A_2$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{x}}$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - \bar{R}A_2$$

Donde

LCS = Limite de control superior

LC = Línea central

LCI = Limite de control inferior

$\bar{\bar{x}}$ = Media de las medias de los subgrupos

\bar{R} = promedio de los rangos de los subgrupos

A_2 = constante

Fuente: (Gutiérrez, 2013).

En nuestro ejemplo, para encontrar la constante A_2 utilizamos la tabla del Anexo No. 2 del presente capítulo, corresponde un valor de 0,577, remplazando en las formulas obtenemos:

$$LCS = 35.9 + 2 (0,577) = 37$$

$$\text{Línea central} = 35.9$$

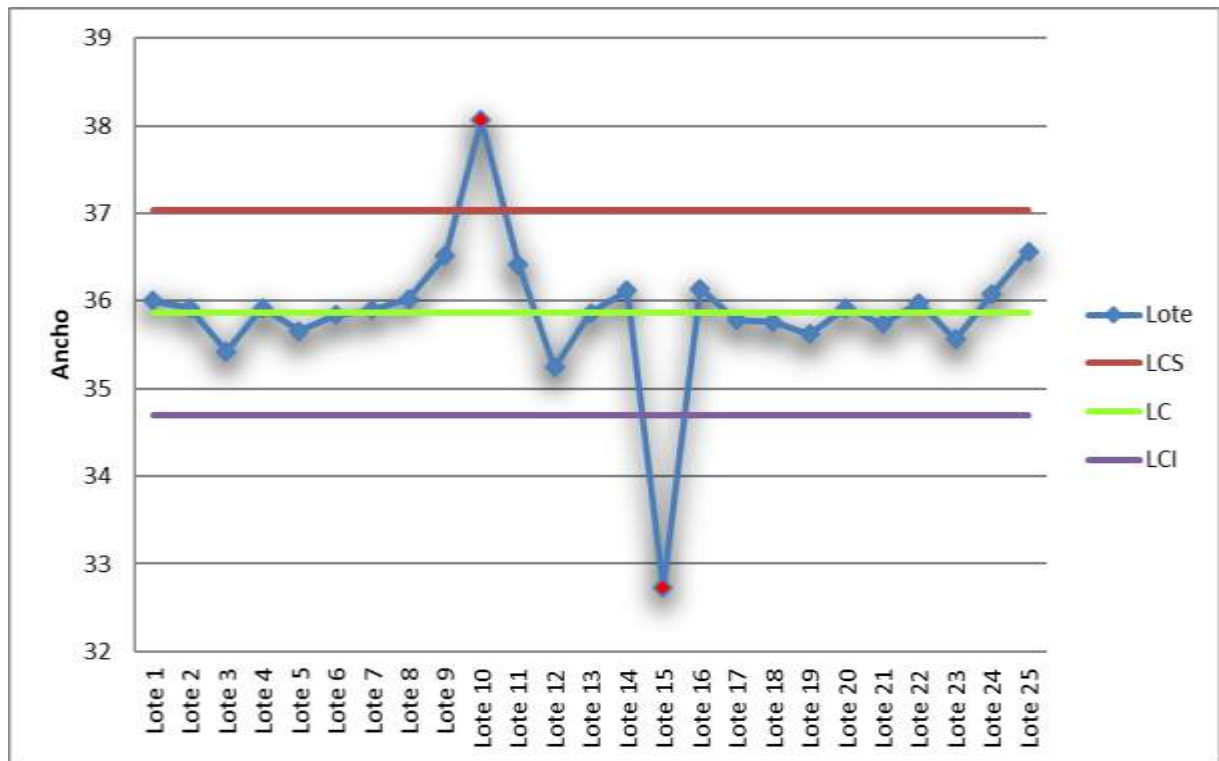
$$LCI = 35.9 - 2 (0,577) = 34,7$$

Gráfico, carta x barra

Con los datos obtenidos, se procedió a la construcción de la gráfica de control estadístico de procesos x barra, donde los límites de control superior, inferior y la línea central son constantes y se ubica

consecutivamente la media calculada de cada subgrupo, a continuación se muestra el resultado:

Ilustración 4.3.: Grafica de control X Barra, producto camiseta, talla s, variable ancho.



Fuente: Los Autores.

Un rápido análisis se observa que los subgrupos 10 y 15 se encuentran fuera de los límites de control, lo que indica que la longitud del ancho de la prenda no es el del diseño establecido. Para el caso del subgrupo 10 la longitud del ancho de la prenda es mayor a lo establecido, mientras que para el subgrupo 15 sucede lo contrario, la longitud del ancho de la prenda es menor a lo requerido en el diseño del producto.

Construcción de la gráfica de control estadístico R

La carta de control R, está diseñada para monitorear y detectar cambios de amplitud a o la magnitud de la variación del proceso, para variables continuas.

Para la construcción de la carta de control estadístico R, es necesario calcular los límites de control superior, inferior y la línea central, utilizamos la siguiente formula

$$LCS = \bar{R}D_4$$

$$Línea\ central = \bar{R}$$

$$LCI = \bar{R}D_3$$

Donde

LCS = Limite de control superior

LC = Línea central

LCI = Limite de control inferior

\bar{R} = promedio de los rangos de los subgrupos

D_3 = constante

D_4 = constante

Fuente: (Gutiérrez, 2013).

Para encontrar las constantes D_3 y D_4 utilizamos la tabla del Anexo No. 2, para el caso de estudio, corresponde un valor de 0,00 y 2,115 respectivamente, remplazando en las formulas obtenemos:

$$LCS = 2(2,115) = 4,23$$

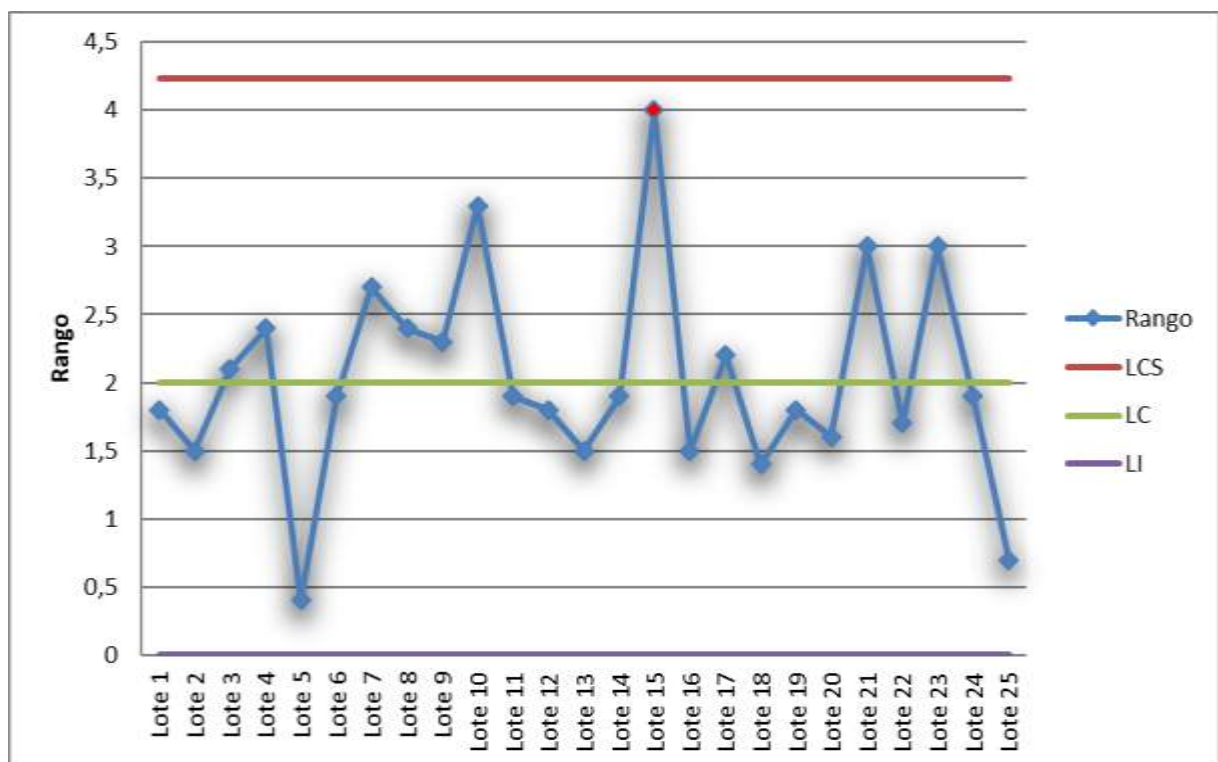
$$Línea\ central = 2$$

$$LCI = 2(0) = 0$$

Gráfico, carta R

Utilizando los valores de la tabla 4.6, columna rango, se procedió a la construcción del gráfico, el procedimiento es similar a la gráfica x barra, donde los límites de control superior, inferior y la línea central son constantes y se ubica consecutivamente los rangos de cada subgrupo, a continuación se muestra el resultado:

Ilustración 8: Grafica de control R, producto camiseta, talla s, variable ancho.



Fuente: Los Autores.

Los rangos de todos los subgrupos se encuentran dentro, de los límites de control, a partir de un análisis rápido de la gráfica R, se puede concluir que la variación real del proceso se encuentra dentro de los límites de la variación real esperada por límites de control. Si este comportamiento se mantiene, quiere decir que el proceso no ha sufrido ninguna variación significativa.

Construcción de la gráfica de control P.

La grafica de control estadístico P está diseñada para monitorear la proporción de productos defectuosos de un lote, con el fin de detectar oportunamente causas especiales de variación, se aplica a atributos de producto.

Para el caso de estudio, como primer paso se debe calcular la proporción de defectos por lote, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.7.: Calculo de la proporción por defectos por lote, producto camiseta, talla s, variable ancho.

No. día	Subgrupo	Unidades por lote	No. unidades de defectos con	Proporción de defectos	
Día 1	1	528	41	41/528=	0.078
	2	614	45	45/614=	0.073
	3	517	13	13/517=	0.025
	4	528	12	12/528=	0.023
	5	528	31	31/528=	0.059
	6	606	27	27/606=	0.045
	7	550	35	35/550=	0.064
	8	559	30	30/559=	0.054
	9	574	40	40/574=	0.07
	10	503	24	24/503=	0.048
Día 2	11	512	22	22/512=	0.043
	12	478	23	23/478=	0.048
	13	557	26	26/557=	0.047
	14	568	25	25/568=	0.044
	15	529	27	27/529=	0.051
	16	550	22	22/550=	0.04
	17	472	36	36/472=	0.076
	18	552	41	41/552=	0.074
	19	514	36	36/514=	0.07
	20	498	35	35/498=	0.07
Día 3	21	542	36	36/542=	0.066
	22	605	27	27/605=	0.045
	23	486	32	32/486=	0.066
	24	518	23	23/518=	0.044
	25	556	20	20/556=	0.036
	26	559	33	33/559=	0.059

	27	509	21	21/509=	0.041
	28	539	20	20/539=	0.037
	29	472	23	23/472=	0.049
	30	559	25	25/559=	0.045
	Total	16082	851		

Fuente: Los Autores

El siguiente paso es calcular los límites de control y la línea central, utilizando la siguiente formula:

$$LCS = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{\bar{n}}}$$

$$LC = \bar{P}$$

$$LCI = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{\bar{n}}}$$

Donde

LCS = Limite de control superior

LC = Limite central

LCI = Limite de control inferior

\bar{n} = Tamaño de subgrupo promedio

\bar{P} = Proporción de unidades defectuosas

Fuente: (Gutiérrez, 2013).

De los datos obtenidos de la tabla 4.7., se obtiene un total de 16082 unidades inspeccionadas, de los cuales se han determinado como productos defectuosos 851 unidades, de lo que se obtiene:

$$\bar{P} = \frac{\text{Unidades defectudas totales}}{\text{Unidades totales inspeccionadas}}$$

$$\bar{P} = \frac{851}{16082} = 0.053$$

Posteriormente calculamos el tamaño de subgrupo promedio:

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de unidades inspeccionadas}}{\text{Total de subgrupos}}$$

$$\bar{n} = \frac{16082}{30} = 536.06, \text{aproximando nos queda } 536$$

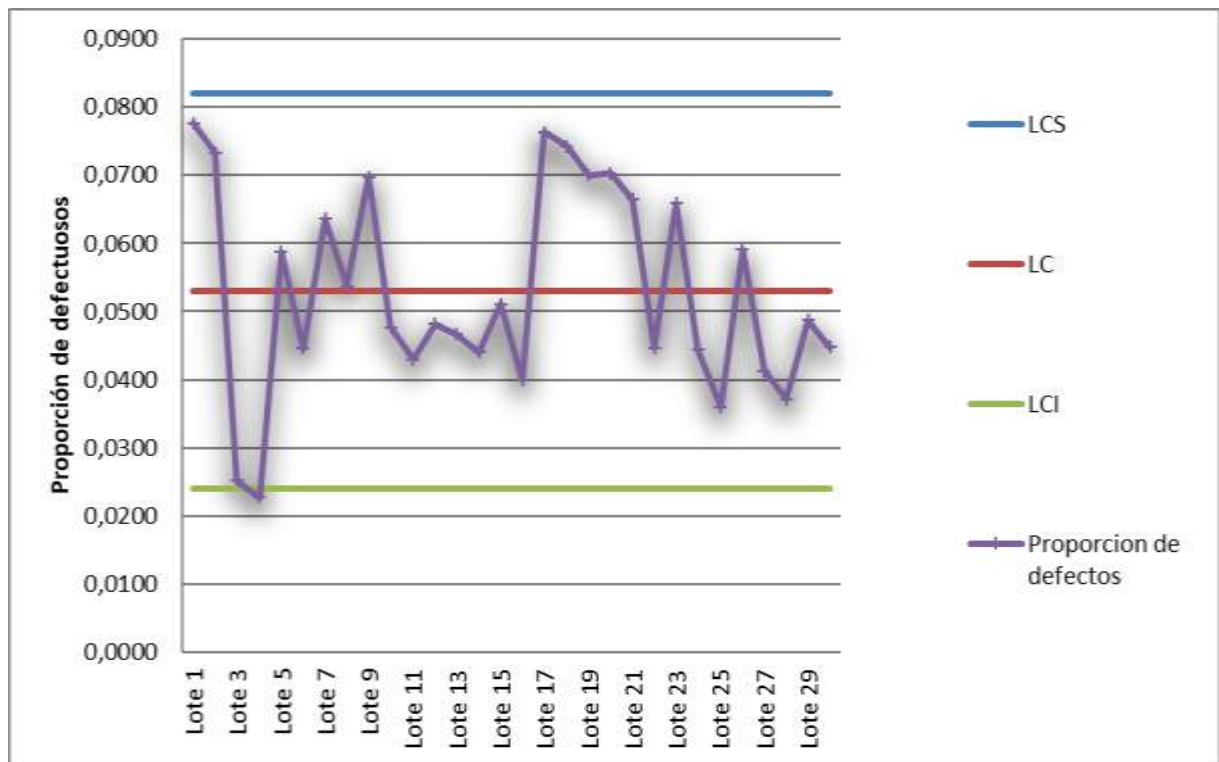
$$LCS = 0.053 + 3 \sqrt{\frac{0.053(1 - 0.053)}{536}} = 0.082$$

$$LCS = 0.053 - 3 \sqrt{\frac{0.053(1 - 0.053)}{536}} = 0.0240$$

Gráfico, carta P

Con los datos obtenidos hasta ahora graficamos la carta de control P, con los límites de control superior, inferior y la línea central constantes, y se coloca la proporción de defectos (ver tabla 47.) para cada lote producido, como se observa en el siguiente gráfico:

Ilustración 4.5.: Grafica de control P, producto camiseta



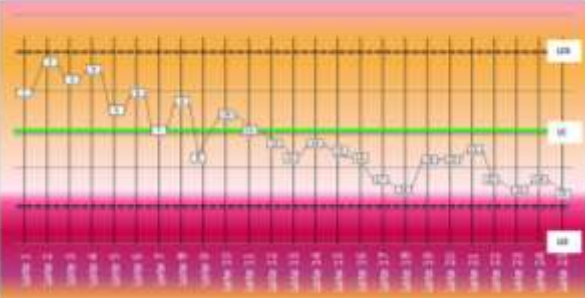
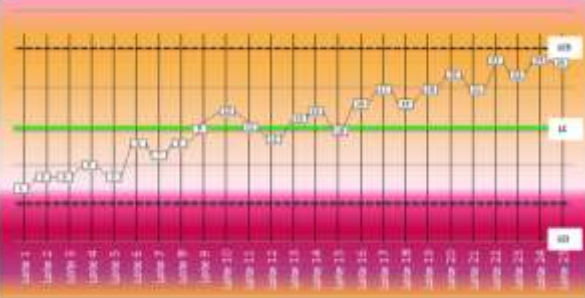
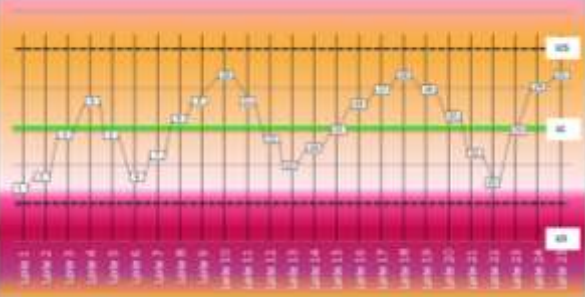
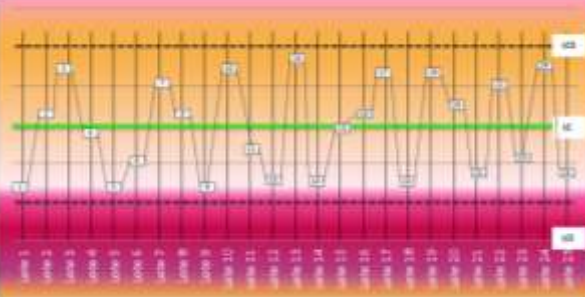
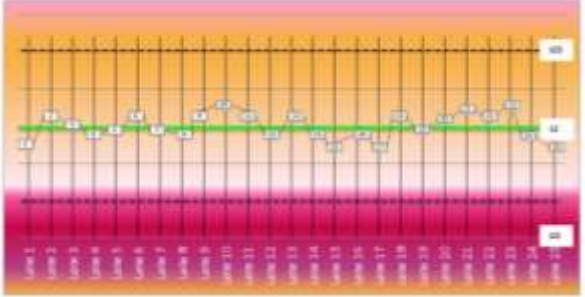
Fuente Los Autores

Se observa que para el 17 la proporción de unidades defectuosas se acercan al límite de control superior, sin embargo esta dentro del límite de control establecido.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se utilizó los criterios de interpretación de cartas de control de la siguiente tabla:

Tabla 4.7.: Criterios de interpretación de cartas de control

<p>Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso</p> <p>Causas posibles</p> <p>La introducción de nuevos trabajadores, máquinas, materiales o métodos.</p> <p>Cambios en los métodos de inspección.</p> <p>Una mayor o menor atención de los trabajadores.</p> <p>Porque el proceso ha mejorado (o empeorado).</p>	
<p>Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso</p> <p>Causas posibles</p> <p>Deterioro o de ajuste gradual del equipo de producción.</p> <p>Desgaste de las herramientas de corte.</p> <p>Acumulación de productos de desperdicios en las tuberías.</p> <p>Calentamiento de máquinas.</p> <p>Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente.</p>	
<p>Patrón 3. Ciclos recurrentes (periodicidad).</p> <p>Causas posibles</p> <p>Cambios periódicos en el ambiente.</p> <p>Diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden.</p> <p>Rotación regular de máquinas u operarios.</p> <p>Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente</p>	
<p>Patrón 4. Mucha variabilidad.</p> <p>Causas posibles</p> <p>Sobrecontrol o ajustes innecesarios en el proceso.</p> <p>Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba.</p> <p>Control de dos o más procesos o estratos con diferentes promedios en la misma carta</p>	
<p>Patrón 5. Falta de variabilidad (estatificación).</p> <p>Causas posibles</p> <p>Equivocación en el cálculo de los límites de control.</p> <p>Agrupamiento en una misma muestra a datos provenientes de universos con medias bastante diferentes, que al combinarse se compensan unos con otros.</p> <p>“Cuchareo” de los resultados.</p> <p>Carta de control inapropiada para el estadístico graficado.</p>	

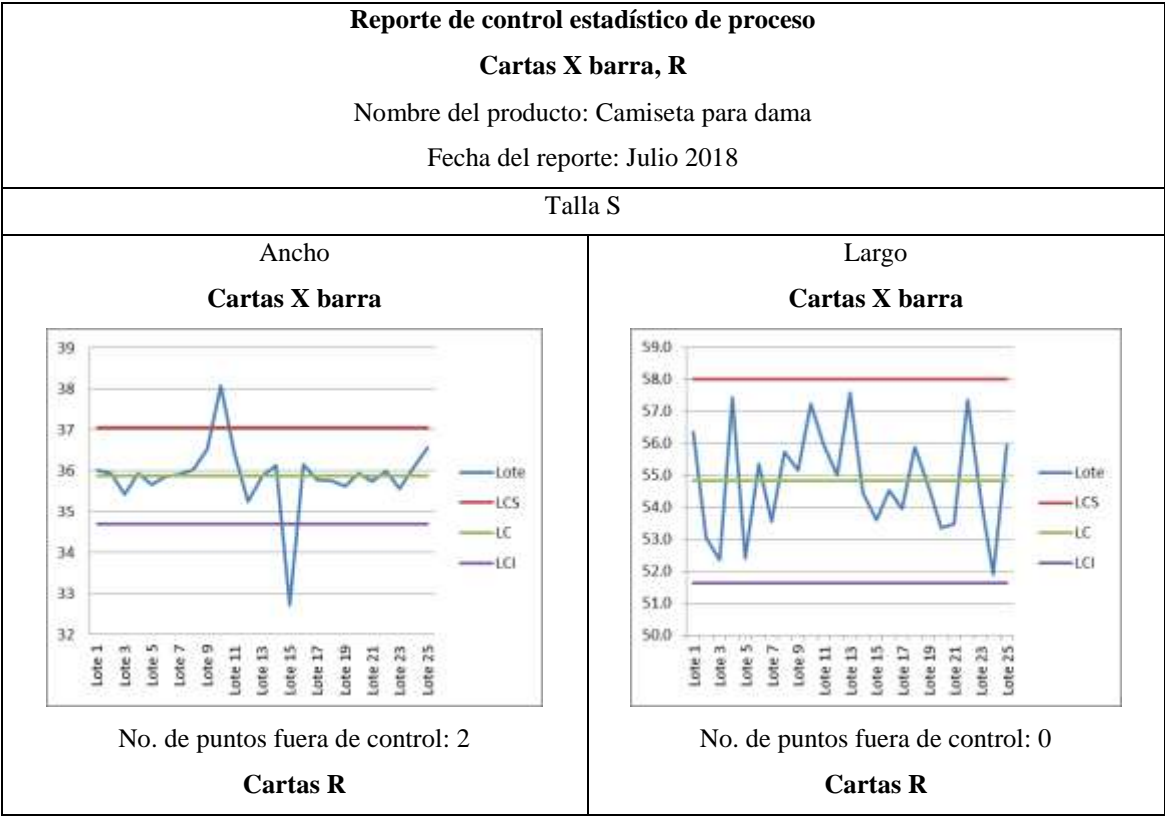
Fuente: (Gutiérrez, 2013).

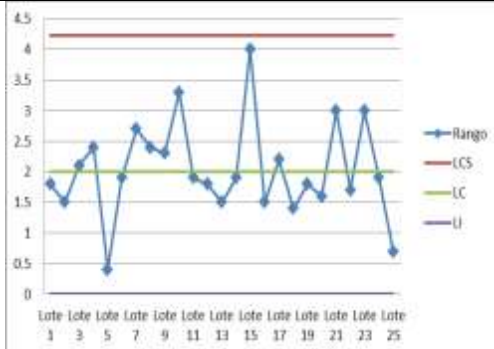
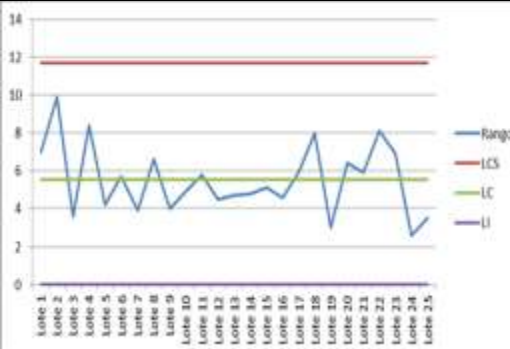
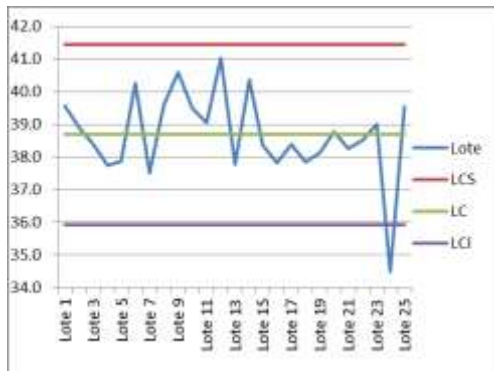
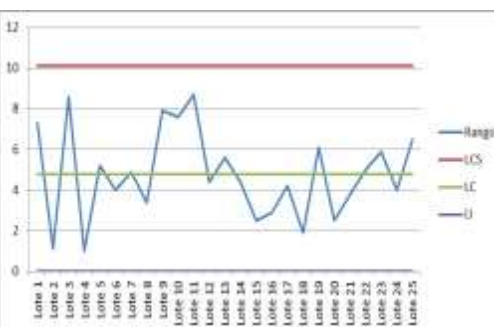
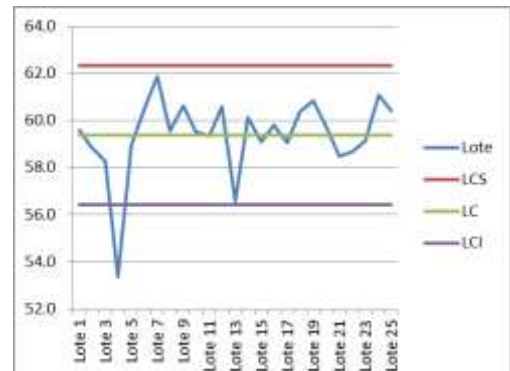
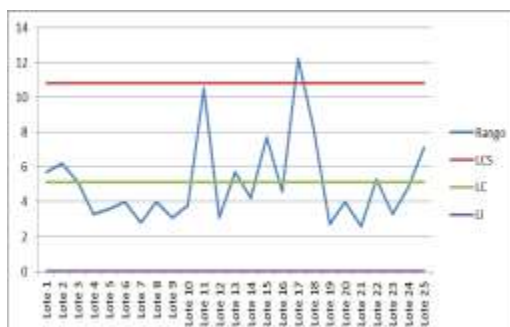
Además se considera que existe causas especiales de variación en un proceso cuando algún punto de una carta cae fuera de los límites de control y los puntos graficados tienen un comportamiento no aleatorio, ejemplo: tendencia. Y un proceso es estable cuando los puntos graficados caen dentro de los límites de control.

Análisis cartas X barra y R

A continuación se presenta un reporte final del estudio inicial de control estadístico de calidad para variables continuas:

Tabla 4.8.: reporte final del estudio inicial de control estadístico de calidad para variables continuas, producto camisetas para dama.



 <p>No. de puntos fuera de control: 0</p>	 <p>No. de puntos fuera de control: 0</p>
Talla M	
<p>Ancho</p> <p>Cartas X barra</p>  <p>No. de puntos fuera de control: 1</p> <p>Cartas R</p>  <p>No. de puntos fuera de control: 0</p>	<p>Largo</p> <p>Cartas X barra</p>  <p>No. de puntos fuera de control: 1</p> <p>Cartas R</p>  <p>No. de puntos fuera de control: 1</p>
<p>Recomendaciones:</p> <p>En 4 subgrupos existen cambios en la tendencia y variacion de la amplitud del proceso (puntos fuera de los limites de control), lo que significa que las unidades que forman parte de este subgrupo no cumplen con las especificaciones de la longitud del largo y ancho del diseño preestablecido, existe la posibilidad de que sean rechazadas por el cliente, es necesario analizar el procedimiento ejecutado en la elaboracion del producto, y realizar las correcciones necesarias para evitar la produccion de camisetas no conformes con el diseño.</p> <p>Seguir el monitoreo del producto.</p> <p>Fuente: Los Autores</p>	

Capítulo 5

Análisis de los desperdicios en la producción de prendas de vestir, mediante la modelación y simulación asistida por computadora, caso práctico.



CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS EN LA PRODUCCION DE PRENDAS DE VESTIR, MEDIANTE LA MODELACIÓN Y SIMULACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADORA, CASO PRÁCTICO.

Resumen

La investigación se realizó en una empresa dedicada a la producción y venta de prendas de vestir en la ciudad de Antonio Ante. Con el objetivo de analizar el costo de los desperdicios originados por el inventario en proceso, sobreproducción, transporte de inventario, unidades con falla, unidades re-procesadas y tiempo de espera, en la línea de confección, con respecto al costo de producción. La disponibilidad de todos los datos requeridos es fue el mayor inconveniente para estimar los costos de los desperdicios, razón por la cual se utilizó la modelación y simulación de proceso asistido por computadora, para recrear el comportamiento de la línea de producción y obtener los datos faltantes. La investigación facilitó a la dirección los resultados de la medición y análisis de los costos en dólares originados por los desperdicios identificados, esta información facilitará el proceso de la toma de decisiones para el mejoramiento de la línea de producción.

INTRODUCCIÓN

En la línea de confección de prendas de vestir de la empresa en estudio, en varias visitas, se ha identificado a través de la observación varios problemas recurrentes, entre ellos:

- Acumulación de inventario al pie de cada módulo de producción
- Unidades que se han producido sin requerimiento o pedido alguno

- Flujo de inventario en proceso y transporte del mismo entre módulos de producción
- Unidades producidas que por varias razones no cumplen con la calidad, varias de estas serán clasificadas como “clase B” y serán vendidas a un precio menor de lo planificado, otra parte de estas unidades serán desechadas y el resto tendrán que pasar por procesos adicionales para llegar a la calidad esperada.
- Estaciones de trabajo sin abastecimiento de materiales, las mismas que por esta razón no producen al ritmo programado.

A todos estos problemas identificados en la línea de producción se los caracterizó como desperdicios: inventario en proceso, sobreproducción, transporte de inventario en proceso, unidades con falla, unidades re-procesadas y tiempo de espera, son actividades que no generan valor alguno en el producto terminado, pero que sin embargo consumen en parte del costo de producción.

¿Es necesario reducir el o los desperdicios identificados en la producción de prendas de vestir?, ¿Hasta qué valor es rentable invertir económicamente en la reducción de los desperdicios?, ¿Cuál es el valor económico invertido en la producción de prendas de vestir en actividades que no generan valor?, ¿Qué valor y que porcentaje del total del costo de producción, es atribuible a los costos de los desperdicios?, ¿Cuál de los desperdicios existentes representa el mayor porcentaje del costo de producción?, son las preguntas que se plantearon en la investigación, considerando la necesidad de tomar la decisión acertada de implementar o no, medidas y estrategias que permitan reducir los costos de los desperdicios de la empresa en estudio.

En la actualidad existe una variedad de herramientas enfocadas a mejorar la productividad y/o disminuir los desperdicios, en varios estudios se ha demostrado la efectividad de las mismas, sin embargo en la empresa en estudio, se desconoce el costo medido en unidades monetarias de los desperdicios existentes en la línea de confección de prendas de vestir y si este valor económico, puede justificar la inversión de la implementación de una o varias herramientas de reducción de los costos de los desperdicios.

Los beneficiarios directos serán clientes internos y propietarios de la empresa, ya que la presente investigación reveló los datos económicos relevantes de los costos en dólares originados por los desperdicios clasificados en actividades que generan valor y actividades que no generan valor, además muestra el análisis porcentual de cada desperdicio identificado con respecto al costo total de producción, información considerada como criterio principal para el análisis y la acertada aplicación de una o varias herramientas enfocadas al mejoramiento de la línea de confección de prendas de vestir a través de la reducción del desperdicio, con el fin de la rentabilidad de la empresa.

CONCEPTOS BÁSICOS

Según (Wilches, 2013) los desperdicios son cualquier actividad humana que absorbe o consume recursos pero que sin embargo no agregan valor y los relaciona con la mala utilización de los recursos disponibles o utilizados dentro de la empresa. Los desperdicios son aquellos procesos o actividades usan más recursos de los estrictamente necesarios, además argumenta que es fácil identificar a los desperdicios en la empresa: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimientos innecesarios, no conformidades, etc. Según (Gisbert, 2015). Según (Hernández, 2013) existen varias técnicas eficaces enfocadas a la

reducción de los desperdicios, entre ellas: 5s, SMED, Estandarización, TPM, Control visual, Jidoka, técnicas de calidad, sistema de participación del personal, heijunka y kanban,. Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso, sin embargo afirma que su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo. Según (Villanueva, 2008) la simulación se aplica a un amplio abanico de problemas y sectores, destacando el diseño de industrias de fabricación o modificación de plantas/líneas de producción. Según (Banks, 1999), la simulación puede ser empleada para representar y analizar distintas alternativas de un sistema productivo y finalmente ayudarnos a decidir cuál es la mejor de las distintas alternativas. Según (García, 2008) el costo de producción es costo que se genera en el proceso de transformar las materias primas en productos terminados, define a tres elementos esenciales que integran el costo de producción, materia prima, mano de obra y gastos indirectos de fabricación, no se incluyen los gastos de operación. Según (Niebel, 2009) los costos son la base de las acciones dentro de una organización. Cuando los costos de procesar escalan demasiado en comparación con los métodos de producción competitiva se debe considerar la realización de un cambio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis del costo de los desperdicios: inventario, sobreproducción, transporte, unidades con falla, unidades reprocesadas y tiempo de espera, se utilizó la modelación y simulación del proceso de elaboración de prendas de vestir de la empresa en estudio, con el fin de obtener todos los datos requeridos, siguiendo tres etapas: 1. Formulación del problema y objetivos de la simulación, 2. Modelado, construcción del escenario de simulación y 3. Validación y simulación del proceso, se utilizó el software

FLEXSIM (Versión de prueba). Posteriormente se calculó los costos de los desperdicios y se presenta su análisis.

En la primera etapa se definió la necesidad de real de realizar la modelación simulación del proceso de confección de prendas de vestir, considerando ciertos beneficios y no beneficios de la utilización de esta herramienta, se incluye el planteamiento de los objetivos medibles del proyecto. En la etapa de modelación y simulación se conceptualiza el modelo a través de la descripción y elaboración del diagrama de flujo del proceso, se recolectó los datos requeridos utilizando los datos históricos de la empresa, estudio de tiempos y mediciones puntuales, a partir de la información obtenida en esta instancia, se construyó el modelo en el software de simulación utilizado y finalmente se validó el mismo, a través de la comparación de los resultados obtenidos mediante la corrida del modelo y datos históricos reales de la línea de confección. Finalmente se analizó e interpretó los resultados obtenidos a través de gráficos y tablas estadísticas de los costos de los desperdicios de forma individual y colectiva, con respecto al costo de producción.

SIMULACIÓN DE LA LÍNEA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

EL problema se definió a partir de la necesidad existente en la empresa en estudio de adoptar estrategias de mejora que le permita aumentar la rentabilidad a través de la reducción sistemática de los desperdicios identificados y de mayor influencia sobre el costo de producción. Es importante señalar que se carece de los datos históricos y necesarios para poder medir todos los desperdicios, razón por la cual la modelación, construcción y corrida de un escenario de simulación asistido por

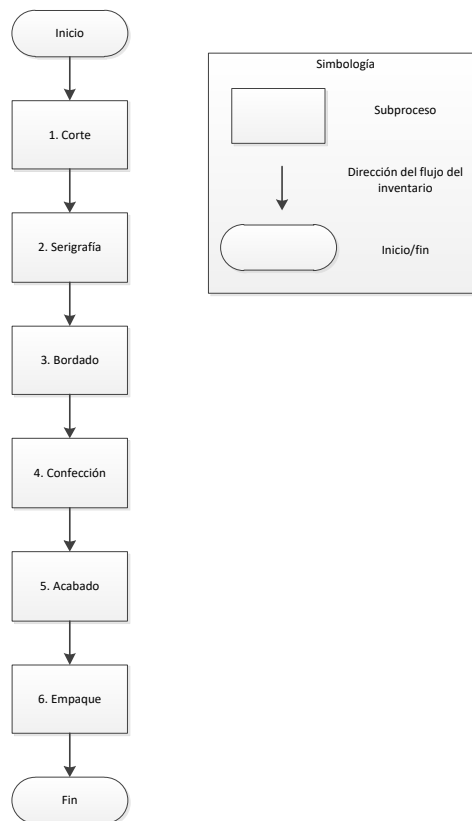
computadora, de la línea de confección de prendas de vestir son viables, para poder generar los datos faltantes.

Los objetivos planteados son los siguientes: determinar a través de la modelación y simulación del procesos de confección de prendas de vestir, la cantidad de unidades producidas, la cantidad de unidades consideradas como inventario en proceso, la cantidad de unidades consideradas como sobreproducción, la distancia recorrida de las unidades en proceso media en metros, la cantidad de unidades con falla, la cantidad de unidades reprocesadas, y el tiempo de espera o tiempo ocioso del sistema de producción.

MODELADO Y CONSTRUCCIÓN

El proceso de confección de prendas de vestir se desarrolla en la línea de producción de la empresa, se compone de seis subprocesos: 1. Corte, 2. Serigrafía, 3. Bordado, 4. Confección, 5. Acabado y 6. Empaque., su alcance esta definición desde el corte de tela hasta el almacenamiento del producto terminado, listo para su distribución, el tipo de proceso es lineal, considerando el desplazamiento del producto semielaborado a través de cada uno de los sub-procesos, el flujo de material es continuo, existen niveles de inventarios en cada subproceso, cuenta con un control de calidad al final de los subprocesos No. 4 y No. 6, se observan productos defectuosos y varios re-procesos, el enfoque de producción es por empuje, se representa la línea de confección de prendas de vestir en ilustración 5.1..

Ilustración 5.1.: Representación de la línea de confección.



Elaborado por: Los Autores

Para la modelación y construcción del escenario de simulación se necesitó información relevante: proporción de unidades con fallas, proporción de unidades defectuosas, tiempos estándar de producción de cada subproceso y la distancia entre sub-procesos o áreas.

Mediante la revisión de los datos históricos de los últimos dos años del área de producción se pudo determinar el porcentaje promedio de unidades defectuosas y el porcentaje promedio de unidades reprocesadas. En la siguiente tabla se muestran los datos históricos de las unidades producidas en el año 2016 y 2017, el registro del número de unidades reprocesadas, el número de unidades con falla y el cálculo del porcentaje de las unidades con falla y el cálculo del porcentaje de unidades reprocesadas.

Tabla 5.1. : Representación porcentual de las unidades con falla y unidades reprocesadas.

Fecha	unidades producidas	Número de Unidades con falla	Número de unidades reprocesadas	Proporción de unidades con falla	Proporción de unidades reprocesadas
ene-16	5900	826	649	0.14	0.11
feb-16	5600	728	504	0.13	0.09
mar-16	4150	498	415	0.12	0.10
abr-16	4012	481	441	0.12	0.11
may-16	4569	640	503	0.14	0.11
jun-16	4215	548	506	0.13	0.12
jul-16	4980	647	498	0.13	0.10
ago-16	4951	693	545	0.14	0.11
sep-16	4941	544	445	0.11	0.09
oct-16	4950	693	545	0.14	0.11
nov-16	4975	547	547	0.11	0.11
dic-16	4238	551	424	0.13	0.10
ene-17	4135	455	496	0.11	0.12
feb-17	4460	535	446	0.12	0.10
mar-17	4605	645	461	0.14	0.10
abr-17	4515	542	497	0.12	0.11
may-17	4016	442	402	0.11	0.10
jun-17	4400	484	440	0.11	0.10
jul-17	6015	842	602	0.14	0.10
ago-17	5045	706	505	0.14	0.10
sep-17	6558	721	656	0.11	0.10
oct-17	5538	665	554	0.12	0.10
nov-17	4593	551	551	0.12	0.12
dic-17	4272	470	427	0.11	0.10
Promedio				0.12	0.10

Fuente: La empresa en estudio

Se determinó que la proporción de las unidades con falla y de las unidades reprocesadas es 0,12 y 0,10 respectivamente.

Para estimar el tiempo requerido para producir una unidad por cada subproceso, se realizó el estudio de tiempos de la línea de confección, mediante el muestreo y cálculo del tiempo estándar de producción. En la tabla 5.2 se detallan el tiempo requerido para procesar una unidad y la desviación estándar medido en minutos para cada subproceso.

Tabla 5.10.: Tiempo estándar de producción por subproceso.

	Subproceso	Corte	Serigrafía	Bordado	Confección	Acabado	Empaque
Tiempo estándar,	Media (μ)	2,10	2,84	2,98	3,84	4,00	1,43
expresado en minutos	Desviación estándar (σ)	0.334	0.506	0.203	0.480	0.706	0.270

Elaborado por: Los Autores

Mediante la medición puntual se determinó la distancia entre sub-procesos de producción medida en metros como se muestra en la siguiente.

Tabla 5.11.: Distancia entre sub procesos medida en metros

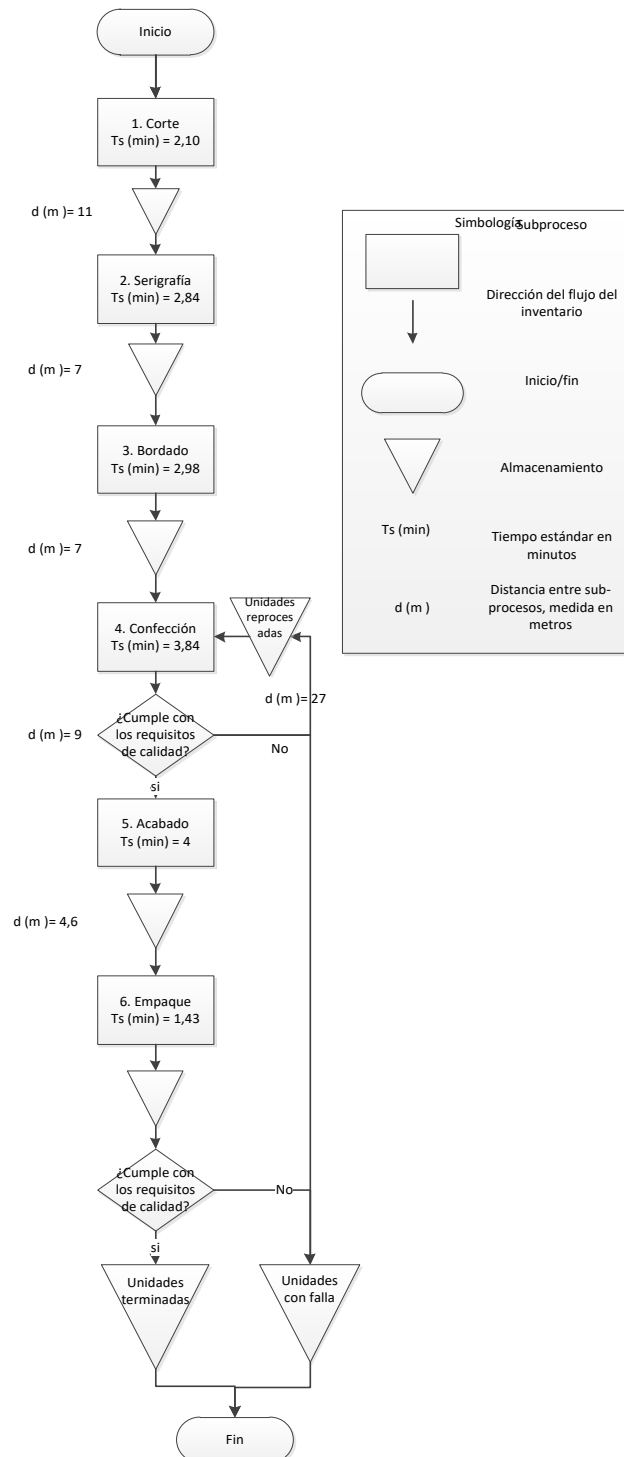
Sub procesos	Corte	Serigrafía	Bordado	Confección	Acabado	Empaque
Corte		11				
Serigrafía			7			
Bordado				7	27 (reproceso)	
Confección					9	
Acabado						4,6
Empaque						

Elaborado por: Los Autores

A partir de la descripción del proceso de confección de prendas de vestir, la identificación de los sub procesos y la recolección de los datos se desarrolla

gráficamente el modelo de la línea de producción en la siguiente ilustración:

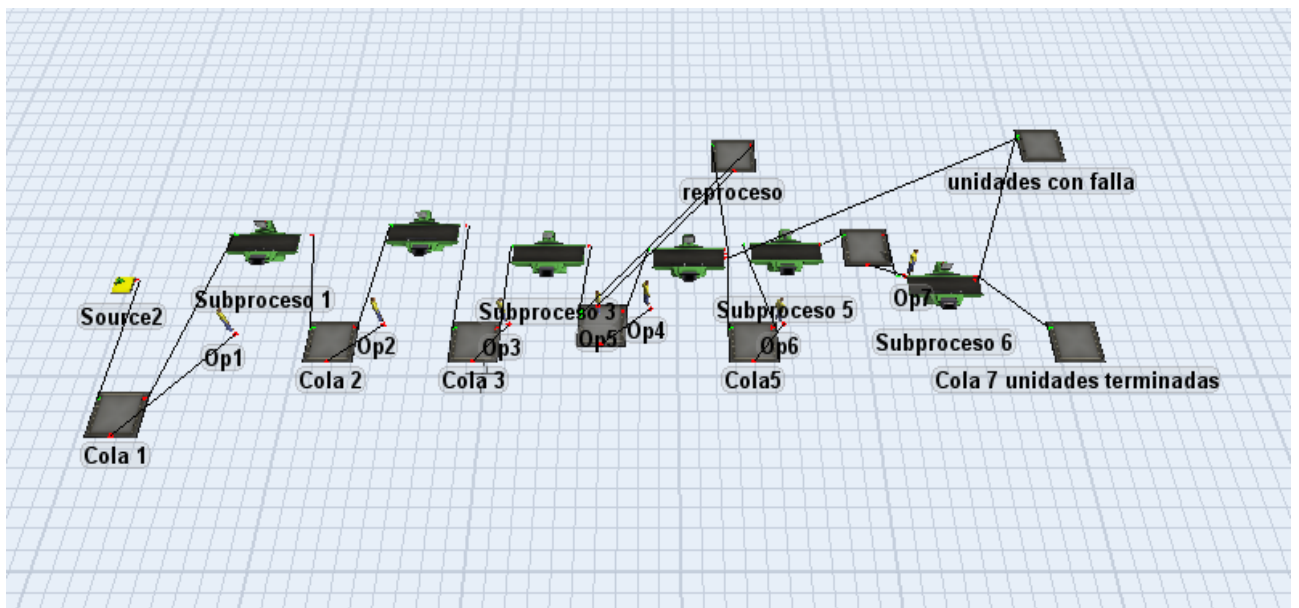
Ilustración 5.2. : Representación gráfica del modelo de la línea de confección de prendas de vestir.



Elaborado por: Los Autores

A partir del modelo obtenido se procede a la construcción del escenario de simulación asistido por computadora en el software seleccionado, el escenario de simulación en resumen cuenta con recursos fijos, entre ellos ocho colas o almacenamientos de inventario, seis sub-procesos y recursos fijos como son 6 operadores (los operadores se utilizan para estimar la distancia recorrida del inventario en proceso). En la siguiente ilustración se puede observar la construcción del escenario de simulación.

Ilustración 5.3: Escenario de simulación construido a partir del modelo planteado.

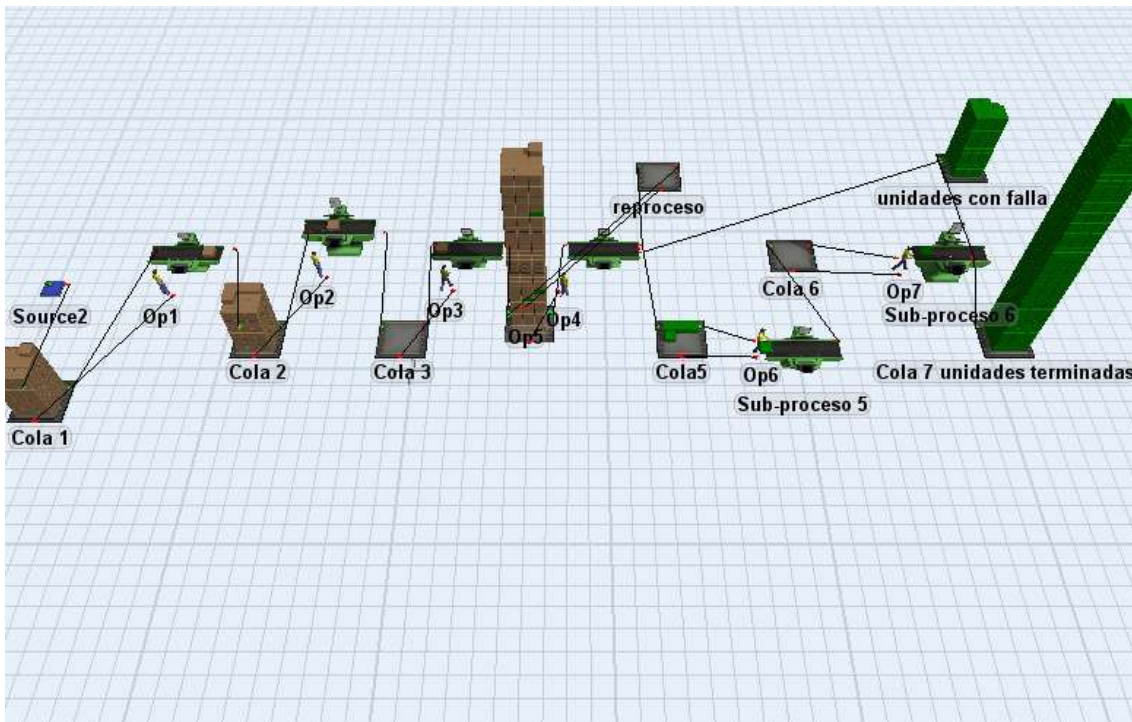


Elaborado por: Los Autores, FLEXSIM software (Versión de prueba)

VALIDACIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROCESO

Una vez construido el escenario de simulación asistido por computadora, en base al modelo de la línea de confección de prendas de vestir se realizó la corrida de simulación, el tiempo programado de simulación es de 2280 minutos, correspondientes a una semana de producción. El software utilizado para realizar la simulación cuenta con una interfaz gráfica bastante amigable al usuario, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración 5.4.: Captura de pantalla de la corrida del escenario de simulación.



Elaborado por: Los Autores, FLEXSIM software (Versión de prueba)

La validación del modelo de simulación se lo realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos de varias corridas del escenario de simulación y la producción real de prendas de vestir, se utilizó para ello la prueba estadística t, para comparación de medias independientes, este proceso se lo detalla en el anexo 1.

La información generada por la simulación fue relevante para el estudio y se detalla a continuación.

En la línea de producción de confección de prendas de vestir, existió un total de 312 unidades consideradas como almacenamiento de inventario en proceso, en la tabla 4 se muestra la cantidad de unidades calculadas como inventario en proceso, en cada una de las estaciones de almacenamiento de cada sub-proceso de la línea de confección:

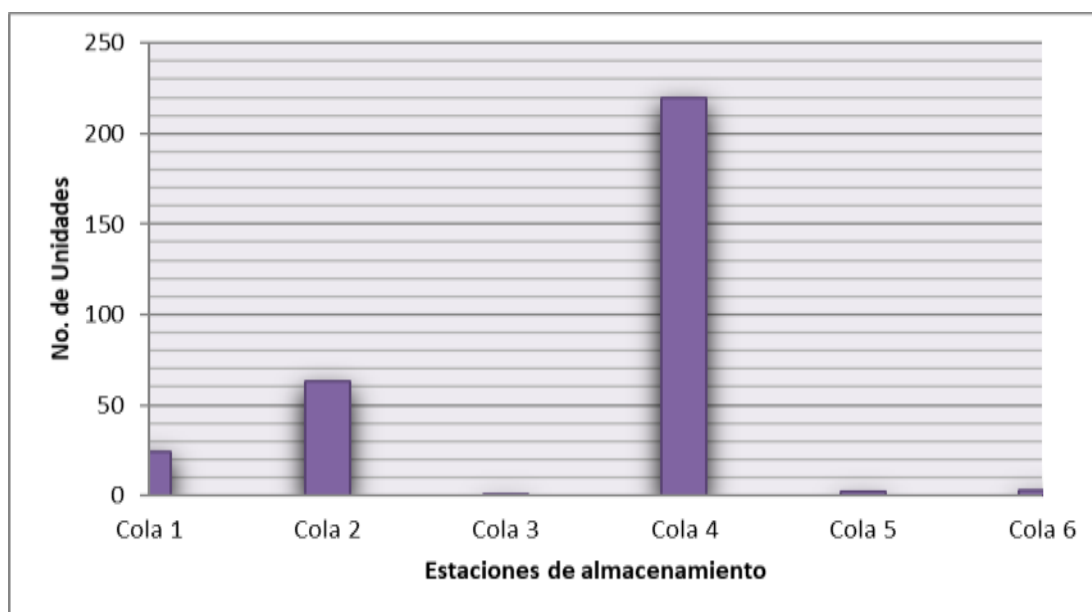
Tabla 5.4: Inventario en proceso, unidades correspondiente a cada estación de almacenamiento temporal.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6	Suma n
Inventario en proceso (No. de Unidades)	24	63	0	220	2	3	312

Elaborado por: Los Autores.

Existe una acumulación considerable de unidades en el sub-proceso de acabado, siendo esta la estación de trabajo que marca el ritmo de producción y el cuello de botella.

Ilustración 5.5.: Niveles de inventario en proceso



Elaborado por: Los Autores.

Se determinó que las unidades consideradas como sobre producción son igual a 100 unidades en una semana de producción.

Además se calculó una distancia aproximada de 444151 metros, acumulados por transporte de inventario en proceso a lo largo de la corrida de producción. En la siguiente tabla se muestra la distancia medida en

metros por transporte de inventario, correspondiente a cada subproceso y la suma total de los mismos.

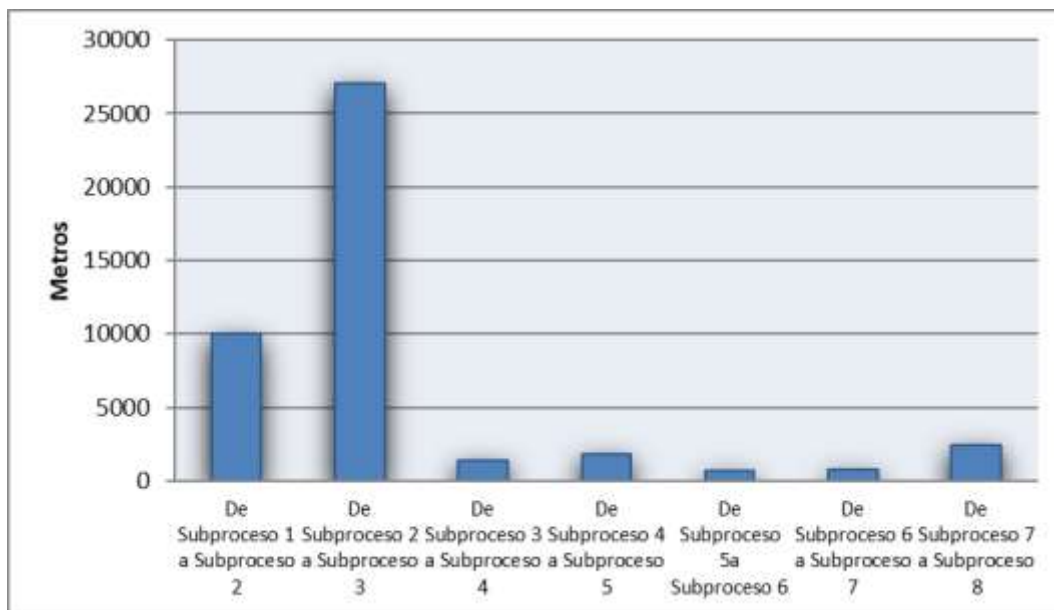
Tabla 5.5.: Distancia aproximada, recorrida en metros por el inventario en proceso.

	De Subproc eso 1 a Subproc eso 2	De Subproc eso 2 a Subproc eso 3	De Subproc eso 3 a Subproc eso 4	De Subproc eso 4 a Subproc eso 5	De Subproc eso 5a Subproc eso 6	De Subproc eso 6 a Subproc eso 7	De Subproc eso 7 a Subproc eso 8	Tota l
Escenar io de simulaci ón No. 1	10000	27003	1388	1825	720	809	2405	441 51

Elaborado por: Los Autores.

La distancia recorrida en metros del inventario en proceso tiene una acumulación mayor en el trayecto No. 2, es decir, por el transporte de inventarios desde el sub-proceso 2 al subproceso 3.

Ilustración 5. 6.: Representación gráfica de la distancia recorrida en metros por el inventario en proceso.



Elaborado por: Los Autores.

Las unidades consideradas como unidades con falla son igual a 155 unidades, las unidades consideradas como reprocesadas son igual a 100 unidades.

El total de tiempo de espera o tiempo inactivo en todo el sistema de producción de 2075,5 minutos. La tabla 5.6. muestra el tiempo de espera medido en minutos correspondientes a cada sub-proceso.

Tabla 5.6.: Distancia aproximada, recorrida en metros por el inventario en proceso.

	Corte	Serigrafía	Bordado	Confección	Acabado	Empaque	Suma
Escenario de simulación No. 1	130.358 8	58.3424	228.3558	29.627	130.358 8	1498.442 5	2075.485 3

Elaborado por: Los Autores

El tiempo de espera del sistema de producción representa un 15,1% del tiempo total del tiempo disponible para la producción, el detalle se muestra en la tabla 5.7.

Tabla 5.7.: Distancia aproximada, recorrida en metros por el inventario en proceso.

	Tiempo disponible en el sistema	Tiempo de espera en minutos	% de tiempo de espera del sistema
Escenario de simulación No. 1	13680	2075.5	$0.152 \times 100 \% = 15,1\%$

Elaborado por: Los Autores

ANÁLISIS DEL COSTO DE LOS DESPERDICIOS

Una vez cuantificados los desperdicios: inventario en proceso, unidades sobre producidas, el transporte de inventario en proceso, cantidad de unidades con falla, cantidad de unidades reprocesadas y el tiempo de espera, en la producción de prendas de vestir, se procedió a transformar estos valores en términos monetarios. Para el cálculo del costo de los desperdicios en unidades monetarias se utilizó el método de costeo de la producción por procesos (Díaz, 2013), de lo cual se determinó que el costo total producción, en una semana corresponde a un valor de 29731 dólares, de este 4089 dólares se consumen en actividades que no generan valor (desperdicios).

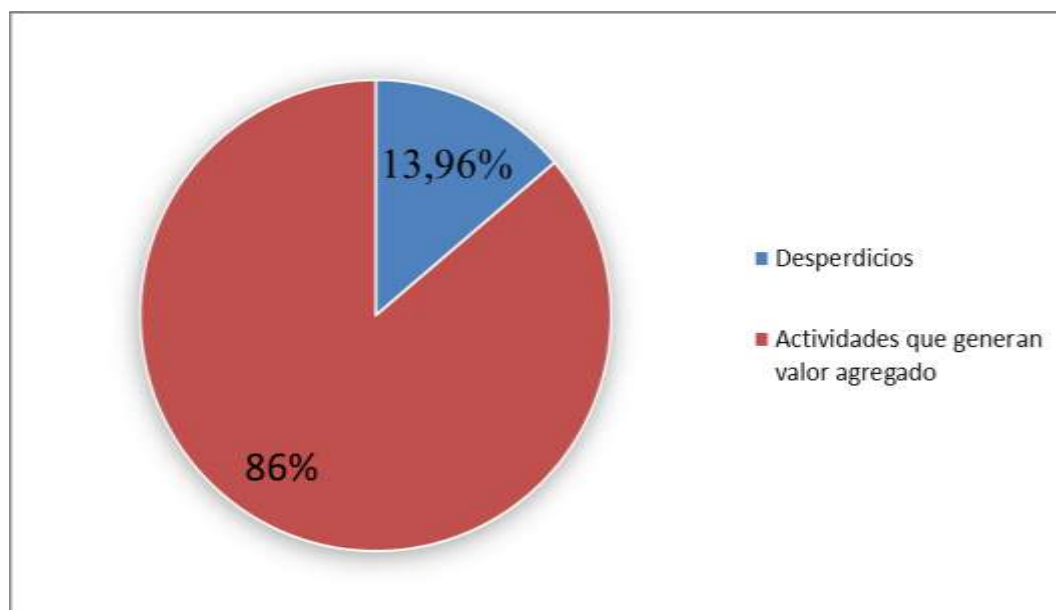
Tabla 5.8.: Costo de los desperdicios, actividades que generan valor en la producción de prendas de vestir y costo de producción.

Desperdicios	Actividades que generan valor agregado	Costo de producción
4089	25641.5	29731

Elaborado por: Los Autores

De forma general, el costo de los desperdicios en la producción de prendas de vestir representa el 13,96% aproximado del total del costo de producción.

Ilustración 5.7.: Representación gráfica y porcentual del costo de los desperdicios y de las actividades que generan valor en la producción de prendas de vestir, con respecto al costo de producción.



Elaborado por: Los Autores

En la siguiente tabla se muestra la distribución del costo total de los desperdicios de acuerdo a elemento correspondiente, ordenado de mayor a menor de acuerdo a su valor económico y el porcentaje que este representa.

Tabla 5.9.: Clasificación de los desperdicios, costo y representación porcentual.

Desperdicios	Costo (\$)	Porcentaje
Tiempo de espera	1914.866	6.44%
Unidades con falla	1218.212	4.10%
Sobre producción	500.000	1.68%
Transporte	275.573	0.93%
Unidades reprocesadas	180.813	0.61%
Inventario en proceso	60.000	0.20%

Costo total de los desperdicios	4089.463	13,86%
---------------------------------	----------	--------

Elaborado por: Los Autores

Se puede observar que el mayor costo corresponde al desperdicio de tiempo de espera, o tiempo ocioso con un porcentaje correspondiente del 6,44% del total del costo de producción, seguido de las unidades con falla con un 4,10% del total del costo de producción.

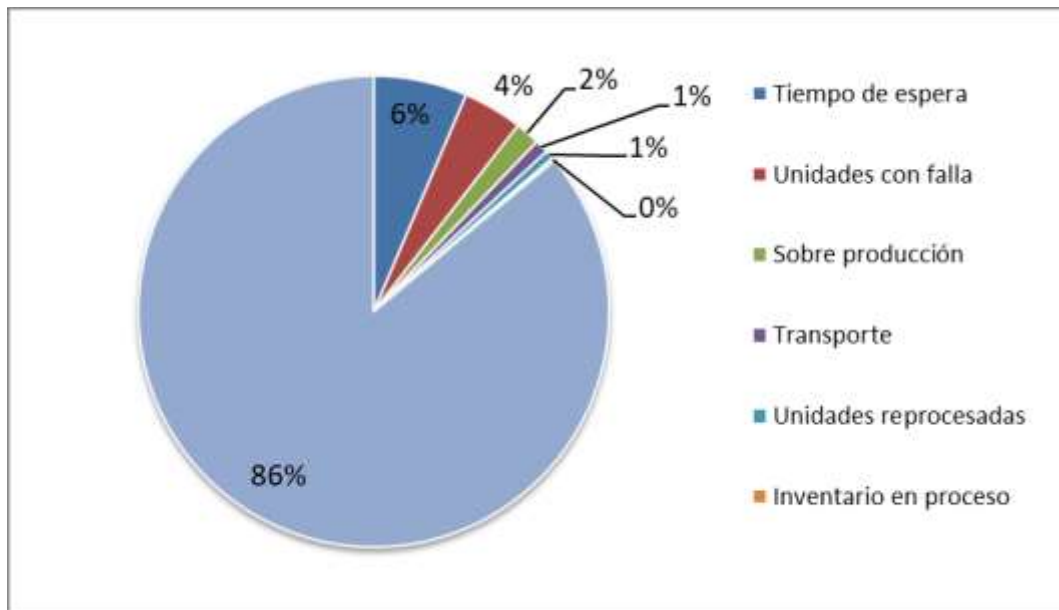
Desde el punto de vista del análisis del análisis del costo de los desperdicios se podemos observar en la tabla 10 que el costo de producción es igual a la suma del costo de los desperdicios y el costo de las actividades que generan valor en la producción de prendas de vestir.

Tabla 5.10.: Costo de producción, desde el punto de vista del análisis del costo de los desperdicios.

Componentes del costo del producción, desde el punto de vista del análisis del costo de los desperdicios	Costo (\$)	Porcentaje
Tiempo de espera	1914.866	6.44%
Unidades con falla	1218.212	4.10%
Sobre producción	500.000	1.68%
Transporte	275.573	0.93%
Unidades reprocesadas	180.813	0.61%
Inventario en proceso	60.000	0.20%
Actividades que generan valor agregado	25641.537	86.04%
Costo de producción (sumatoria)	29791	100%

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 5.8.: Representación gráfica y porcentual del costo de producción, desde el punto de vista del análisis del costo de los desperdicios y los costos de los desperdidos.



Elaborado por: Los Autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del análisis de datos históricos, estudio de tiempos y mediciones puntuales se realizó la modelación y simulación de la línea de producción de prendas de vestir para una semana de producción.

Se estimó la cantidad de desperdicios: unidades de inventario en proceso, unidades de sobreproducción, distancia en metros del transporte de inventario en proceso, número de unidades con falla, número de unidades re-procesadas y tiempo de espera o inactivo de cada sub proceso, de la línea de confección de prendas de vestir.

Las actividades que no agregan valor al producto terminado en la empresa de estudio, durante la confección de prendas de vestir pueden llegar a representar hasta el 13,86% del total del costo de producción, mientras que las actividades que generan valor representan el 86,04%.

El desperdicio que representa mayor costo en relación al costo total de producción es el tiempo de espera con un 6,44%, seguido del desperdicio unidades con falla con un 4,10% y unidades sobre-producidas con un 2%.

Los desperdicios: transporte de inventario en proceso, unidades reprocesadas, e inventario en proceso representan menos del 1% del total del costo de producción.

La información del análisis de los costos de los desperdicios felicitará la toma de decisiones mejorar de la rentabilidad del proceso de confección de camisetas de la empresa en estudio a través de la reducción del costo de los desperdicios.

Si los directivos de la empresa en estudio, consideran que el costo de los desperdicios deben ser disminuidos, se recomienda implementar herramientas enfocadas a disminuir los costos de los desperdicios más relevantes: tiempo de espera y unidades con falla, como por ejemplo:

Balanceo de la línea de producción.

Técnicas para mejorar la calidad.

El costo de los desperdicios podría ser una alternativa viable como indicador referencial para la administración de la de la línea de producción de prendas de vestir.

ANEXOS

Anexo 1: Validación del escenario de simulación, prueba t para muestras independientes, número de unidades producidas en una semana de producción Vs. número de unidades producidas mediante la simulación.

Muestra aleatorio de datos históricos de producción, 24 semanas de producción.

Número de unidades producidas en una semana
411
407
402
414
407
405
410
412
407
407
416
413
407
408
415
415
410
414
405
412
410

400
410
418

Fuente: La empresa de estudio

Número de unidades producidas para 24 corridas de simulación

Número de unidades mediante la simulación
396
416
401
407
412
406
419
414
407
410
401
407
394
401
405
404
404
400
414
416
411
408

410
406

Fuente: Los Autores, FLEXSIM software (Versión de prueba)

Nivel de confianza = 95%

Planteamiento de hipótesis.

Hipótesis nula, Ho: No existe diferencias significativas entre el número de unidades producidas en la empresa de estudio producción y número de unidades producidas mediante la simulación.

Hipótesis alternativa, H1: Existe diferencias significativas entre el número de unidades producidas en la empresa de estudio producción y número de unidades producidas mediante la simulación.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Prueba t	Se asumen varianzas iguales	2,137	,151	1,729	46	,091	2,75000	1,59080	-,45212 5,95212

Fuente: Los Autores, SPSS Software.

Interpretación

Como se puede observar, el cálculo del valor p, de prueba T para variables independientes es “0,91”, valor $>$ a 0,05, por lo que se acepta la hipótesis Ho, y se concluye que: “No existe diferencias significativas entre el número de unidades producidas en la empresa de estudio producción y número de unidades producidas mediante la simulación”, por la tanto se puede afirmar que la simulación del proceso de confección de prendas de vestir es válido.

Los Autores



Rolando Ismael Yépez Moreira

Ingeniero Industrial
Master en gestión de empresas
basado en métodos cuantitativos



Maricela Fernanda Ormaza Morejón

Ingeniera Industrial
Master en gestión de empresas
basado en métodos cuantitativos



Diego Iván Flores Torres

Ingeniero Textil

Referencias bibliográficas

Acevedo Borrego, Adolfo, Linares Barrantes, Carolina, Cachay Boza, Orestes, Herramienta para superar el dilema gerencial: Toma de decisiones o resolución de problemas. Industrial Data 2010, 13 (Enero-Julio)

Andrade J., Olivares A., Robles M., (2014). "La planeación y control del costo de producción en las pequeñas empresas manufactureras, como herramientas que faciliten el cumplir tiempos de entrega del producto terminado". Unison, pp. 75 - 80.

Apunte-García, R., & Rodríguez-Piña, R. (2016). Diseño y aplicación de sistema de gestión en Inventarios en empresa ecuatoriana. Ciencias Holguín, 22 (3), 1-14.

Aumann, R. J. (1995). Backward induction and common knowledge of rationality. Games and economic Behavior, 8(1), 6-19.

Balás, J. (2017). Profesionales de Administración de Empresas: ¿Cómo pueden contribuir a la situación económica y política del país? INNOVA Research Journal, 261-280.

Banks J., (1999) "Introduction to Simulation". Winter Simulation Conference, P.11-13

Barrera García, A., Cambra Díaz, A., & González González, J. A. (2017). Implementación de la metodología seis sigma en la gestión de las mediciones. Universidad y Sociedad, 9(2), 8-17

Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación, Administración, Economía y Ciencias Sociales. Colombia: Pearson.

Besterfield(2009),Control de la Calidad (pág. 16). Mexico: Pearson Editorial.

Boada, A. J. (2017). Sistema de proyección de la demanda. Caso práctico de predicción automatizada en empresas de venta por catálogo. Artículos originales, 2341.

Bonilla E., (2015). "La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil". Ingeniería Industrial [en línea], pp. 37 - 50.

Bustos, E. (2016). Procesos de toma de decisiones y adaptación al cambio climático. Ambiente & Sociedade, 176-189.

Cadena, J. (2018). La gestión de pronóstico en las decisiones empresariales: un análisis empírico. Espacios, 1-17.

Camacho Rodríguez, Aliosky, & Machado Chaviano, Esther Lidia. (2017). Optimización de los niveles de inventario con enfoque colaborativo en una cadena de suministros de servicios turísticos. Retos de la Dirección, 11(2), 158-176.

Camello, C. (2014). Eficiencia de los gráficos de control bajo supuestos de normalidad. Cuadernos de Estadística Aplicada, 39-59.

Castillo, B. (2016). La calidad como factor clave para el éxito de la industria textil en Guanajuato. Jóvenes en la Ciencia.

Causado Rodríguez, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14 (27), 163-177.

Céspedes, N. (2017). La administración de los inventarios en el marco de la administración financiera a corto plazo. B o l e t í n v i r t u a l, 196-214.

Céspedes, N. (2017). La administración de los inventarios en el marco de la administración financiera a corto plazo. B o l e t í n v i r t u a l, 196-204.

Contreras, J. A. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. Estudios Gerenciales, 387–396.

Corres, G. (2015). Estudio comparativo de modelos de pronóstico de ventas. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, 113-134.

Costa Salas, Yasel José, & Castaño Pérez, Néstor Jaime. (2015). Simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en

operaciones logísticas de abastecimiento-distribución. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(3), 372-382.

D'Alessio, F. A. (2010). *Liderazgo y atributos gerenciales: una visión global y estratégica*: PEARSON.

Dayanna, C. (2015). Competitividad en las pyme de la industria textil en Colombia. *redieluz*, 191-197.

de regresión aplicado a las PYMEs productivas españolas que realizan proyectos de I+D+i.

Delgado, M. (2016). Modelo de simulación para el comportamiento del sistema de transporte masivo “Metrolínea” y de sus usuarios en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga . Repositorio Institucional UPB, 81-99.

Díaz J., (2013).“Método alternativo para determinar el costo de producción en líneas de ensamble *Epistemos*, pp. 59 - 63.

Dyna Management. 4(1). doi:10.6036/MN7926.

Felizzola Jiménez, Heriberto, & Luna Amaya, Carmenza. (2014). Lean Six Sigma in small and medium enterprises: a methodological approach. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277

Fischer, L. (2018). Modelos Estocásticos De Elección De Compra Recurrente Aplicados En Hogares De La Ciudad De MExico. *European Scientific Journal*, 86-104.

García Colín J., (2008). “Contabilidad de Costos” (Tercera edición). McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F.

Garcia, D. (2017). Medidas de riesgo en modelos de inventario:¿determinismo o incertidumbre en la producción sustentable? *Journal of Engineering and Technology*.

Garrido Bayas, Irma Yolanda, Cejas Martínez, Magda, La gestión de inventario como factor estratégico en la administración de empresas. *Negotium [en línea]* 2017, 13 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018]

Gisbert V., (2015). Lean manufacturing. “Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales”. 3C Tecnología. Edición núm. 13. Vol.4 – Nº 1, pp. 42 – 52.

Hernández Matías J., Vizán Idoipe A., (2013). “Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación”. Fundación EOI, Madrid.

Hernández Pedrera, Carlos, & Da Silva Portofilipe, Filipe. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. Tecnología Química, 36(1), 104-116. Recuperado en 23 de mayo de 2018.

Horngren Charles T., (2012). “Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial” (Decimocuarta edición). Pearson, México D.F.

Guerrero Humberto., (2009). Inventarios, manejo y control. Bogotá: Ecoe.

Illescas, Gustavo, Sanchez-Segura, María Isabel, & Canziani, Graciela Ana. (2015). Métodos de Pronóstico por Indicadores dentro de la Gestión del Conocimiento Organizacional. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (spe3), 29-41.

Izar Landeta, Juan Manuel, Ynzunza Cortés, Carmen Berenice, & Zermeno Pérez, Enrique. (2015). Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados. Contaduría y administración, 60(4), 864-873.

Jiauri, B. (2016). Modelos de cadenas de markov en la práctica: una revisión de opciones de software de bajo coste. Universidad Complutense de Madrid, 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid), 1-16.

Juárez, V. (2015). Control estadístico de calidad en la fabricación de sacos de polipropileno. Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad, 50-60.

Lermen, F. (2016). Optimization of times and costs of project of horizontal laminator production using pert/cpm technical. independent journal of management & production (IJM&P), 833-853.

López M., Martínez G., Quirós A., Sosa G., (2011). “Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta”. Revista El Buzón de Pacioli, Número Especial 74.

López, M. (2015). Medición de tiempos y movimientos en una empresa para mejorar sus procesos de calidad. Jovenes en la ciencia, 26-30.

Madrigal Espinoza, Sergio David. (2014). Modelos de regresión para el pronóstico de series temporales con estacionalidad creciente. Computación y Sistemas, 18(4), 821-831

Maldonado, F. (2015). La teoría de colas y su uso en la gestión administrativa. Gaceta sansana, 6-15.

Mejía, C. A. (2016). Planeación por escenarios: un caso de estudio en una empresa de consultoría logística en Colombia. Estudios Gerenciales, 96–107.

Mendoza, M. (2015). Propuesta de fortalecimiento del modelo de reposición de inventarios y programación de rutas de entrega, para la mejora del nivel de servicio del centro de distribución a los puntos de venta de una empresa comercializadora en Bogotá. Revista de Tecnología | Journal of Technology, 97-106.

Moreno, C. (2017). Aporte dela teoría de juegos a las decisiones de la dirección. Gestión y finanzas, 16-19.

Niebel B., (2009). “Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo” (Duodécima edición).McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F.

Novo Betancourt, C.M. (2016). Procedimiento de control interno para el ciclo de inventario. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, 5(4), 32-40.

Ordoñez Castano, A., & Orejuela Cabrera, J., & Bravo, J. (2015). Modelo de gestión de inventarios de carne de cerdo en puntos de venta. Pensamiento & Gestión, (39), 30-51.

Pastor, J. (2017). Modelo de inventario probabilístico con revisión periódica para mejorar la gestión del ciclo logístico de Lenmex Corporation S.A.C. UCV - Scientia, 129-135.

Peña, Omaira, Silva, Rafael, Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones venezolanas. Telos [en línea] 2016, 18 (Mayo-Agosto) : [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2018]

Peñabaena-Niebles, R., & Oviedo-Trespalacios, O., & Cuentas-Hernandez, S., & García-Solano, E. (2014). Metodología para la implementación del diseño económico y/o estadístico de cartas de control x-barra con parámetros variables (VP). Dyna, 81 (184), 150-157

Pérez Gao Montoya, M. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. Industrial Data, 20(2), 95-100.

Pérez R., (2011).” Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo”. Ingeniare. Rev. chil. ing, vol.19, pp. 396 - 408.

Pérez-Molina, AI.; Gisbert Soler, V.; Díaz-García, P. (2016). Aproximación inicial al análisis

Puche Regaliza, Julio César, Costas Gual, José, Arranz Val, Pablo, Simulación como herramienta de ayuda para la toma de decisiones empresariales. Un caso práctico. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa [en línea] 2016, 21

R. González Álvarez. (2015). Evaluación de la calidad del servicio percibida en entidades Bancarias a través de la escala Servqual. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 25 (1), pp. 113 – 135

Rabassa-Olazábal, Glenia, Eduardo-Guerra, Luis, Pérez-Sánchez, Amaury, González-Suárez, Erenio, & Pérez-Martínez, Amaury. (2016). Consideración de la incertidumbre en la propuesta de nuevas oportunidades de negocio en la Empresa Azucarera Ignacio Agramonte, Camagüey. Tecnología Química, 36(2), 120-132.

Ramos, C. (2016). Reducción del tiempo de finalización del proyecto de una planta de conservas de pescado utilizando un modelo de programación lineal. Anuales Científicos, 110-117.

Ramos-Maldonado, Mario, Maness, Thomas, & Salinas-Sandoval, David. (2015). Muti-agent system model for the optimization of softwood

industry supply chain. Maderas. Ciencia y tecnología, 17(3), 613-624.
Epub 73 de junio de 2015

Reyes Zotelo, Y., Mula, J., Díaz-Madroñero, M., & Gutiérrez González, E. (2017). Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos // Master Production Scheduling Based on Integer Linear Programming for a Chemical Company. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 24, Páginas 147 a 168.

Reyes Zotelo (2015), Yunuem et al. Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos // Master Production Scheduling Based on Integer Linear Programming for a Chemical Company. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, [S.l.], v. 24, p. Páginas 147 a 168, dic. 2017. ISSN 1886-516X.

Reyes, J. (2014). Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio para la Pequeña Industria. REVISTA EPN, 1-8.

RUBIO GUERRERO, G. (2017). Perspectiva multivariante de los pronósticos en las pymes industriales de Ibagué (Colombia). Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, XXV (2), 25-40.

Sáez, Patricio, & Herrera, Carlos. (2015). Proposición de un método basado en cadenas de Markov para el pronóstico de fibrilaciones auriculares paroxísticas. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 23(3), 449-457.

Saldarriaga, G. (2016). La formación en los postgrados en administración: Desarrollo de competencias para la investigación. Espacios, E1.

Salmerón Gómez, R., & Rodríguez Martínez, E. (2017). Métodos cuantitativos para un modelo de regresión lineal con multicolinealidad. Aplicación a rendimientos de letras del tesoro // Quantitative Methods for a Linear Regression Model with Multicollinearity. Application to Yields of Treasury Bills. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 24, Páginas 169 a 189.

Sánchez, C. (2014). Diseño de modelos de procesos productivos en ingeniería por simulación. *paideia xxi*, 57-69.

Sánchez, P., Ceballos, F., & Sánchez Torres, G. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: Modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 137-150.

Sánchez, R., & Gavira-Durón, N. (2017). Pronóstico de ingresos por visitantes internacionales a México. *Panorama económico*, 12(23), 26.

Suarez Cervera (2012) *Gestión de Inventarios*. Ediciones de la U: Colombia.

Valencia Cárdenas, M., Osorno Vásquez, V., & Salazar Uribe, J. (2017). Comparativo de modelos de pronóstico: clásicos, bayesianos y técnicas de combinación. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 6(2), 124-140

Valencia, M. (2015). Métodos estadísticos bayesianos clásicos para el pronóstico de la demanda. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 52-67.

Valencia-Cárdenas, M., & Díaz-Serna, F., & Correa-Morales, J. (2015). Planeación de inventarios con demanda dinámica. Una revisión del estado del arte.

Vallejos Torres, Y., Alfonso, P., & Mariño, S. (2017). Teoría de colas. Propuesta de un simulador didáctico. *Revista Publicando*, 4(13 (1)), 5-20.

Vargas J., Muratalla G., Jiménez M., (2016). “Lean Manufacturing ¿Una herramienta de mejora de un sistema de producción? Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias”. vol. V, núm. 17, pp. 153-174.

Vasquez, M. (2016). A multivariate process capability index based on non-conforming probability, an illustration about monitoring the quality of a clarified water loop. *INGENIERÍA UC*, 319-326.

Velásquez Gómez, B., Chacha Armas, H., Chanatasig Toapanta, H., & Oña Sinchiguano, B. (2017). Diseño de un modelo matemático aplicado a la planeación de la producción y distribución de productos de consumo masivo. *Revista Publicando*, 4(12 (2)), 348-364.

Veloz, C. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Revista Ciencia UNEMI*, 29-38.

Villanueva J., (2008). “La simulación de procesos clave en la toma de decisiones”. DYNA, pp. 221-227.

Wilches, M. J., Cabarcas, J. C., Lucuara, J. y Gonzalez, R. (2013). “Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina”. Revista Dimensión Empresarial, vol. 11, Núm. 1, pp. 126-136.

Agradecimientos especiales

www.freepik.es new7ducks (Diseño de portada y contraportada)

<https://pixnio.com/es/> (Varias Imágenes)

Dale Carnegie

