

**Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la
Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Autor:

Brenda Lucero Torres Hortua

Jeisson Daniel Patiño Hernández

Jairo Andres Másmela Gutiérrez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Facultad de Ingeniería Industrial

Año 2017

ABSTRACT

This article includes the study of different heuristic models with which it seeks to detect strategies to solve the problems of a company producing and marketing shirts for men, in the areas of: production, finance, quality and logistics, to adequately respond to changes generated in the environment, both internally and externally, the profitability of the production companies depends on the correct administration of the resources of the same, among which are people, technology, time, infrastructure, among others. The best way to improve the results of companies is through the optimization of production processes, and the automation of them, if this is carried out, will be achieved to increase the efficiency and effectiveness of the company at the lowest possible cost. which represents a percentage of growth. The optimization of processes generates greater competitiveness, better customer service and higher quality in them.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción
y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
ANTECEDENTES.....	2
CONTEXTO ESPECÍFICO.....	3
PLANTEAMIENTO.....	3
PREGUNTA PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACION	4
OBJETIVOS.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
HIPÓTESIS.....	6
MARCO CONCEPTUAL	7
RESEÑA HISTÓRICA.....	7
MISIÓN.....	8
VISIÓN.....	8
VALORES CORPORATIVOS	8
FLUJOGRAMA DE PROCESO.....	9
MARCO TEORICO	10
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
BASES TEÓRICAS.....	11
<i>Sistemas Flexibles de Manufactura.....</i>	<i>11</i>
<i>Planeación de los Recursos.....</i>	<i>11</i>
MARCO METODOLOGICO	17
MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
MODELO DE INVESTIGACIÓN.....	18
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	20
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA ESTACIONAL Y CÁLCULO DE LA CAPACIDAD.....	20
MODELO EOQ.....	24
LAYOUT ORIENTADO AL PROCESO	25

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción
y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

LAYOUT POR OFICINAS	27
COSTOS	31
MODELO FLOW SHOP	35
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO	41
ANALISIS DE RESULTADOS.....	43
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA ESTACIONAL	43
MODELO EOQ Y CAPACIDAD	44
LAYOUT ORIENTADO AL PROCESO	44
COSTOS	45
PRUEBAS DE HIPÓTESIS	45
<i>Prueba de hipótesis de punto de equilibrio</i>	45
<i>Prueba de hipótesis del pronostico</i>	46
<i>Prueba de hipótesis de capacidad</i>	47
CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
LISTA DE REFERENCIAS	51

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de proceso para las referencias de camisa filete y cerradora	9
Ilustración 2. Relación de la demanda versus tiempo entre los años 2011 al 2015	21
Ilustración 3. Layout orientado al proceso en la distribución de planta	26
Ilustración 4. Proceso de maquina filete	27
Ilustración 5. Organigrama organizacional.....	28
Ilustración 6. Diagrama de Fuerzas	28
Ilustración 7. Diagrama de afinidad.....	29
Ilustración 8. Layout Propuesto	30
Ilustración 9. Costos para el del año2016	35
Ilustración 10. Modelo Flow Shop aplicado al plan de trabajo	41
Ilustración 11 Capacidad vs Demanda vs Punto de equilibrio	42
Ilustración 12, Tiempo para cada proceso	42

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Relación de parámetros relacionados al modelo EOQ	15
Tabla 2. Histórico de la demanda entre los años 2011 al 2015.....	21
Tabla 3. I.P.E Calculado en base al histórico de la demanda	22
Tabla 4 Pronostico para el año 2016.....	22
Tabla 5 Relación de Términos respecto al cálculo de Capacidad.....	23
Tabla 6 Relación de unidades defectuosas para el año 2016	24
Tabla 7. Cuadro resumen de afinidad entre las áreas de la organización	30
Tabla 8. Relación de crecimiento respecto a la producción.....	43
Tabla 9. Análisis respecto al margen de error.....	44
Tabla 10. Porcentaje de producto perdido	44
Tabla 11. PE para el año 2016	45

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción
y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Tabla 12. Valor hipotético con respecto a la región de aceptación	46
Tabla 13 Demanda para el año 2016.....	46
Tabla 14. Análisis de varianza	46
Tabla 15. Nivel de capacidad respecto a producción.....	47
Tabla 16. Valor hipotético con respecto a la capacidad.....	47
Tabla 17. Referencia de capacidad y pronostico respecto al punto de equilibrio.....	48
Tabla 18. Resumen respecto al análisis de varianza	48

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto comenzó con un diagnóstico general, en el cual se realizó un profundo análisis fundamentado en las observaciones a los diferentes procesos de la fábrica y entrevistas con los operarios y el gerente. El análisis buscaba identificar los problemas más relevantes de la fábrica y sus impactos en el proceso productivo. Para implementar el análisis de una manera eficiente, se manejaron cuatro categorías (Producción, finanzas, calidad y logística). El estudio determinó que los problemas de la fábrica están fundamentados en la planeación ineficiente de la producción, el desconocimiento de la capacidad y una mala distribución en planta. Con base a los análisis realizados se definieron los modelos apropiados para resolver los problemas de la empresa relacionados con la capacidad y la planeación; se utilizó el pronóstico de la demanda estacional combinado con el plan de ampliación de capacidades para verificar el nivel de actividad e identificar los impactos en los recursos. Además, se utilizó el EOQ para calcular la cantidad mínima de producción mensual y verificar las existencias de seguridad. En cuanto a los problemas de distribución, fue necesario optimizar el flujo del trabajo por medio de un diagrama de cuerdas y proponer un layout de oficinas que mejorará el flujo de información y redujera los retrasos con el fin de generar un porcentaje de crecimiento.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Antecedentes

En Colombia, uno de los sectores más representativos y lucrativos ha sido el sector textil, pues cuenta con más de 100 años de historia en el país. Gracias a esta industria, el país ha crecido económicamente debido a la inversión, la generación de empleos y el gran aporte que ha tenido al PIB nacional.

Sin embargo, durante los últimos años, se ha presentado una crisis que ha afectado a la industria textil del país, generando detrimentos en su patrimonio y una pérdida significativa de la competitividad frente a compañías textiles extranjeras.

La problemática por la cual están pasando las empresas del sector textil en Colombia se debe tanto a factores internos como externos, por este motivo es de vital importancia identificar las variables que influyen en la crisis y plantear acciones de mejora.

Según Garay (2004) la competitividad de una empresa se puede definir como la capacidad de una industria o empresa para producir bienes con patrones de calidad específicos, utilizando más eficientemente recursos que empresas o industrias semejantes en el resto del mundo durante un cierto período de tiempo. Para que una empresa pueda subsistir, debe ser competitiva, pues esto la hace mucho más productiva que el promedio de la competencia (Cuervo, 2001, p.88).

Entre los factores internos que están afectando a las empresas colombianas del sector textil están: La obsolescencia de la maquinaria, el alza en los costos y la informalidad de los procesos.

Por otro lado, también hay factores externos que afectan la productividad de las empresas, los factores más representativos son: El contrabando, La falta de apoyo económico de parte del gobierno, los precios bajos que ofrece la competencia, la revaluación y la falta de apoyo del sistema financiero

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Contexto Específico.

Según el DANE, el sector textil presentó un declive del 20%, mientras que el sector de confecciones presentó un declive del 13% con respecto al año pasado.

En los últimos años se ha hecho un esfuerzo por modernizar la maquinaria y los procesos de las industrias del sector textil, sin embargo, el esfuerzo no ha sido el suficiente.

Las empresas colombianas presentan un buen desempeño cuando se trata de mejorar el diseño de los productos, así como darles un valor agregado, esto se ha hecho evidente en la participación de empresas colombianas como Colombiamoda y ColombiaTex.

A pesar de todo, la crisis de las empresas se mantiene, ya que existen otros factores que afectan el desempeño de las empresas como la optimización de la cadena de valor, el aprovechamiento de las redes productivas, redes de negocios, y las alianzas entre empresas del sector.

Planteamiento

Se desconoce qué modelos heurísticos se pueden utilizar para resolver las problemáticas en las áreas de producción, finanzas, calidad y logística. Teniendo en cuenta que no se conoce la capacidad de la fábrica, no se lleva control de unidades defectuosas, la distribución en planta genera tiempos inútiles, se desconoce la rentabilidad de la empresa y ganancia real por camisa, no se conoce si la fábrica es capaz de suplir una demanda demasiado alta.

Pregunta Problema

¿Por medio de qué modelos matemáticos podemos optimizar y mejorar la actividad en la que se especializa la empresa de acuerdo con los problemas identificados anteriormente aumentando el porcentaje de rentabilidad de los recursos?

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

JUSTIFICACION

La rentabilidad de las empresas de producción depende de la correcta administración de los recursos de la misma, entre los cuales se encuentran las personas, la tecnología, el tiempo, la infraestructura, entre otros.

La mejor manera de optimizar los resultados de las empresas es mediante la optimización de los procesos productivos, y la automatización de los mismos, si esto se logra llevar a cabo, se logrará aumentar la eficiencia y la efectividad de la compañía con el menor costo posible.

La optimización de los procesos genera una mayor competitividad, un mejor servicio al cliente y una mayor calidad en los procesos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer un sistema de manufactura que le permita a la empresa CREACIONES VICENZA administrar de manera eficaz y eficiente los diferentes recursos, para responder adecuadamente a los cambios generados en el entorno, tanto a nivel interno, como a nivel externo.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar a la empresa, para identificar los diferentes factores que están afectando el rendimiento y la capacidad para responder a los cambios que se generan en el entorno.
- Clasificar y ordenar los diferentes factores encontrados, según el área funcional de la empresa, de esta manera facilitar el proceso de identificar y proponer los modelos matemáticos que den una respuesta efectiva a cada una de las incidencias encontradas.
- Plantear los modelos que darán respuesta a los problemas encontrados en la compañía.
- Hacer un levantamiento de la información necesaria para implementar los modelos matemáticos, dicha información está constituida por datos correspondientes a tiempos y movimientos, maquinaria y equipo, personal, condiciones de operación, entre otros.
- Interpretar la solución de los modelos matemáticos y a partir de dichas conclusiones proponer mejoras que den solución a los problemas diagnosticados.
- Validar los modelos matemáticos planteados a partir de la aplicación de pruebas de hipótesis.
- Calcular el porcentaje de crecimiento a nivel de producción, optimizando los recursos.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Hipótesis

La empresa CREACIONES VICENZA está siendo poco competitiva en el mercado debido a la mala administración de los diferentes recursos y a una planeación empírica de la producción.

MARCO CONCEPTUAL

Reseña Histórica

Inicios

Toda su vida el señor Luis ha trabajado en el sector comercial, desde la venta de telas hasta un punto de venta donde se trabajaba ropa para la familia, lo más cercano a la producción fue la realización de jeans en el año 1999, pero por su gran costo y su trabajo poco remunerado no continuo con ello.

Posteriormente en el 2005, vendió el almacén por cuestiones económicas y tomó en arriendo un pequeño local de camisas sobre la principal de Bosa Piamonte. Viendo la adaptación de este almacén comenzó experimentando con pequeños lotes de camisas, puesto que ellos que no tenían experiencia en la fabricación de este producto.

Año tras año fueron mejorando la calidad pasando del 80% poliéster al dacron algodón y dacron hilo teniendo 40% de poliéster menos.

También mejoraron su calidad tras los años, innovando con nuevos diseños.

Evolución

Desde el 2005 hasta la fecha de hoy la camisería Vicenza se ha mejorado en un 70 % en presentación, calidad en insumos y materia primas, maquinaria y demás propiedades que reúne la camisa.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Misión

Proporcionar prendas de vestir formales e informales para el hombre de estilo joven o tradicional, distinguidas por la calidad, exclusividad y diseño único, en búsqueda de satisfacer y superar las expectativas de nuestros clientes.

Visión

Lograr ser una empresa destacada en el ámbito nacional por el cumplimiento de estándares de calidad internacionales, ampliando su línea de productos exclusivos, los recursos tecnológicos, humanos y productivos.

Valores Corporativos

Nos encontramos ubicados dentro del sector comercial de Bosa Piamonte, teniendo a nuestro alrededor competencia la cual venden camisería, pero dichos puntos de venta ofrecen variedad de productos dentro de sus establecimientos, pero no se concentran en dicha línea como lo es la camisería.

Vicenza ofrece variedad de camisas que llaman la atención de los clientes, satisfaciendo sus necesidades siendo una línea exclusiva, diferente a las de la competencia.

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

Título del proyecto: Medición de la capacidad de la empresa manufacturera para analizar sus procesos desde la falla

en el año 2011 Jorge Iván Pérez y Carmen Elena Patiño en su trabajo de investigación titulado medición de la capacidad de la empresa manufacturera para analizar sus procesos desde las fallas de la facultad de ingeniería de la universidad escuela de ingeniería de Antioquia , llegó a la conclusión de que no hay manera exacta de saber la respuesta de la capacidad de la empresa por medio del evento de la falla, ya que la verdadera respuesta puede variar dependiendo de la visión impuesta y algunos estudios que lo imposibilitan desde el punto de vista práctico , por eso se vio necesario proponer un modelo de base heurística desde el punto de vista de la capacidad, que después de varios análisis puede aportar una respuesta la cual se puede tratar con un método propio de ingeniería, lo que se busca con esto es que las empresas sean capaces de tomar decisiones basadas en datos y hecho , no con base en sentido común, creencias, experiencias.

<http://www.redalyc.org/pdf/1492/149222633005.pdf>

título del proyecto: Diseño de una metodología de programación de producción para la reducción de costos en un Flow shop Híbrido flexible mediante el uso de algoritmos genéticos, aplicados a una industria textil

<http://www.bdigital.unal.edu.co/39632/1/8912006.2014.pdf>

Bases Teóricas

Sistemas Flexibles de Manufactura.

Los sistemas flexibles de manufactura son una tecnología que surge ante la necesidad de mejorar los procesos de planeación y control de la operación de la planta.

El objetivo de establecer un sistema de manufactura flexible en una empresa de producción es tener una planta capaz de responder de manera rápida, y con el menor gasto posible, ante los cambios que se generan a nivel interno y externo del ambiente operativo.

Entre los cambios más frecuentes producidos en el entorno operativo se encuentran el aumento y la disminución de la demanda, la variación en la volumetría de la producción, la falla de maquinaria, la mezcla de productos, entre otros.

Los SFM son muy implementados en los procesos de ensamble. Las tres componentes fundamentales de un sistema flexible de manufactura son el equipo de producción, el equipo de manejo de materiales y la red de comunicaciones y control computarizado.

Planeación de los Recursos

Pronósticos.

Los sistemas de producción actuales son controlados por el mercado, por esta razón los pronósticos han cobrado gran importancia para predecir el comportamiento del mercado y plantear acciones que respondan ante este comportamiento. Sin embargo, un pronóstico puede traer más problemas que soluciones cuando no está bien calculado. Actualmente, con la evolución tecnológica que se ha dado de manera exponencial, la tarea de calcular los pronósticos

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

se ha vuelto más rápida y menos costosa. Sin embargo, se deben tener claros los principios básicos de los pronósticos, pues

los programas informáticos facilitan el cálculo, pero pueden arrojar un resultado erróneo si la persona que realizó la operación no tenía claras las bases fundamentales del tema.

Métodos de series de tiempo.

Los métodos de series de tiempo se usan mucho cuando se quieren establecer pronósticos a corto plazo. Las series de tiempo son una lista cronológica de datos históricos, las cuales son usadas como base para predecir un comportamiento futuro.

Los modelos de series de tiempo pueden variar, incluyen el modelo constante, de tendencia y estacional, la elección del método correcto depende de los datos históricos y de la comprensión del proceso.

Cada modelo de pronóstico requiere de la aplicación de diversos métodos matemáticos y estadísticos, los cuales incluyen los promedios, suavizamiento exponencial, regresiones y combinaciones de todos estos.

A continuación, se usará el modelo estacional y sus diferentes características:

Proceso estacional.

El proceso estacional se usa cuando las ventas cambian con las estaciones, se entiende por estación a un periodo de tiempo determinado dentro de un periodo más amplio, el cual suele ser por lo general de un año.

Muchas organizaciones tienen una demanda estacional de sus productos. Los patrones estacionales están formados por movimientos ascendentes o descendientes de la demanda, estos patrones se repiten con regularidad.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Existen varios métodos para realizar un pronóstico estacional. Aquí se describirá solamente el método estacional multiplicativo, en el cual los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio y así se obtiene un pronóstico estacional. El procedimiento que seguir requiere el uso de promedios simples de la demanda pasada, pero también podrían

usarse otros métodos más complejos para calcular promedios, como los de promedio móvil o suavizamiento exponencial. El procedimiento se describe a continuación:

Para cada patrón estacional calcular la demanda promedio por estación. Para ello se divide la demanda del patrón estacional entre el número de estaciones.

Para cada año se divide la demanda real de cada estación entre la demanda promedio por estación. Así se obtendrá un índice estacional para cada una de las estaciones del año.

Calcular el índice estacional promedio para cada estación. Para ello se suman los índices estacionales para una estación dada y dividirlos entre el número de patrones estacionales dados.

Calcular la demanda promedio por estación del periodo siguiente usando el método empírico, el suavizamiento exponencial o la regresión lineal. Dividir la demanda anual calculada entre el número de estaciones por año. Multiplicar el índice estacional por la demanda promedio por estación

Modelo E.O.Q.

Todas las empresas deben mantener una cantidad mínima de productos terminados o insumos dentro de su inventario. El inventario permite enfrentar las diferentes variaciones que puede presentar el nivel de la demanda, evitar falta de material para responder a los pedidos, da una mayor productividad a la compañía haciéndola más competitiva

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Los costos de inventario

A pesar de que el inventario en bodega nunca se debe agotar, no es recomendable mantener las bodegas llenas de materiales e insumos debido a los costos que esto generaría. Los costos de inventario se clasifican en:

- Costo de Ordenes: El costo que se genera cada vez que se hace un pedido.
- Costo de mantener inventario: Depreciación de productos, pérdidas por daño material, arriendo de las bodegas, seguros, etc.
- Costo de quiebre de Stock: Es el costo que se genera cada vez que se pierde una venta.

Mantener los costos nivelados es una tarea importante, para ello se recomienda establecer un modelo de gestión de inventarios. El modelo EOQ resulta ser sencillo de aplicar y posee una gran efectividad en los resultados obtenidos. Las características de este modelo son las siguientes:

Características del EOQ:

1. Demanda constante y conocida
2. Un solo producto
3. Los productos se producen o compran en lotes
4. Cada lote se recibe en un solo envío
5. El costo fijo de emitir una orden es constante.
6. El lead Time es conocido y constante.
7. No hay quiebre de stock.
8. No existen descuentos por volumen.

El modelo EOQ tiene en cuenta los siguientes parámetros:

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

D	Demanda (Cantidad de unidades por año)
S	Costo de emitir una orden
H	Costo asociado a mantener una unidad en inventario en un año
Q	Cantidad por ordenar

Tabla 1. Relación de parámetros relacionados al modelo EOQ

El modelo EOQ determina la cantidad óptima de pedido:

$$Q^* = \sqrt{(2DS/H)}$$

Distribución Física de la Compañía

La distribución en planta es uno de los factores que determina la eficiencia en una empresa, permite planificar el ordenamiento óptimo de los recursos de una compañía, entre ellos: Maquinaria, personal, almacenes, entre otros.

Debido a que su aplicación se puede realizar donde sea que se haga necesaria la disposición de medios físicos su utilidad se da, no solo en los sectores industriales, también en los sectores de servicios.

El fin de la distribución en planta es crear el sistema productivo, el cual es el espacio donde suceden una serie de procesos que transforman una serie de materia prima en productos terminados o servicios. Los sistemas productivos pueden ser:

1. Instalaciones de Fabricación o Talleres
2. Instalaciones de almacenamiento
3. Fábricas de confección textil
4. Oficinas de personal.

La distribución en planta óptima debe poseer una serie de características:

- Seguridad del personal

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

- Longitud óptima de recorridos
- Claridad en el flujo del trabajo
- Condiciones óptimas de trabajo
- Facilidad de la coordinación y el control
- Accesibilidad para el mantenimiento de maquinaria y espacios
- Flexibilidad a largo plazo.

Entre los factores para tener en cuenta dentro de la distribución están los materiales que se necesitan para producir en la planta, la maquinaria con la que se fabrica el producto terminado, el personal

(Roles, Cantidad, etc.), manipulación de los materiales dentro de la planta (Cantidad, movimiento, tiempo, espacio), tiempos de espera, edificio, cambios futuros, entre otros.

Análisis de Flujo de materiales

Es una técnica que analiza la trayectoria que cada uno de los componentes sigue por la planta, además busca reducir las distancias recorridas, minimizar los retrocesos, evitar los cruces de material y reducir el costo de la producción.

Flow Shop

Es un modelo matemático que consiste en encontrar el orden adecuado en que los trabajos deben llevarse a cabo, con el objetivo de minimizar el tiempo total de todos los trabajos

Plan Maestro de producción MPS

Su funcionalidad es fijar la cantidad de artículos que se van a producir, para que al terminar la semana estos puedan ser enviados al cliente o al almacén de producto terminado; con esto se logra programar los artículos para satisfacer al cliente además evita la sobrecarga de las líneas, cargas ligeras y permite utilizar la capacidad de la empresa eficientemente.

MARCO METODOLOGICO

Método de la Investigación

Para desarrollar el proyecto de investigación se empleó un método experimental de investigación, en el cual se generaron diferentes datos y procesos estadísticos a través del establecimiento y tratamiento de variables independientes.

El proceso comienza con la definición de una hipótesis a partir de una serie de observaciones y estudios, seguidamente se plantearon una serie de variables y modelos matemáticos que contribuyen a determinar si la hipótesis planteada es verdadera o errónea. El proceso metodológico implementado es el siguiente:

1. Observación y levantamiento de información: En primer lugar, se hizo un proceso de observación de cada uno de los procesos que implican la elaboración de la camisa. En el transcurso de esta observación se identificaron los problemas que presentaba la fábrica en su proceso productivo.
2. Planteamiento de los problemas: Una vez se realizó el levantamiento de la información necesaria, se realizó una integración de los datos y a partir de este estudio se diagnosticaron los problemas presentados en la empresa en cada una de sus áreas.
3. Definición de la hipótesis de investigación: A partir del estudio previo, se planteó la hipótesis que sirvió de base para el desarrollo de la investigación.

4. Definición de modelos: Una vez se tiene la hipótesis, se procede a plantear cada uno de los modelos matemáticos que se han de implementar para llegar a una conclusión respecto a la hipótesis planteada.
5. Implementación de los modelos matemáticos: Se implementan los modelos planteados, haciendo uso de la información recolectada en el inicio de la investigación, y a partir de los resultados arrojados por cada uno de los modelos se llegan a unos resultados sobre que aprueban o desaprueban la hipótesis.
6. Implementación de pruebas de hipótesis: Se validan los resultados obtenidos en los modelos estadísticos mediante la implementación de una serie de pruebas de hipótesis.

Modelo de Investigación

Para desarrollar la investigación se realizó una categorización de los problemas encontrados en el proceso de diagnóstico, en este proceso se ubicaron los problemas según el área en la que generan mayor afectación y luego se determinó si esta afectación era de carácter cualitativo o cuantitativo.

- Problemas de carácter cualitativo: Los métodos de investigación cualitativa se implementan a partir de la observación de comportamientos naturales, discursos y respuestas abiertas a diferentes situaciones para la posterior interpretación de significados. (Ibáñez Jesús 1992)

Se requiere de una observación constante, analizando cada una de las situaciones en relación con el comportamiento de las personas. La investigación cualitativa se hace necesaria, ya que en diversas situaciones los resultados de los procesos productivos dependen de factores humanos como la experiencia o el conocimiento. Dichos factores en muchas situaciones no son medibles de forma numérica y por tal motivo pueden salirse de control. (Ibáñez Jesús 1992).

En el proceso de análisis se encontraron problemas de carácter cualitativo en el área de calidad, los cuales son descritos a continuación:

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

1. Se debe controlar más la calidad de la camisa cuando llega de satélites, ya que aproximadamente el 2% de las camisas salen defectuosas y esto afecta nuestro inventario y atrasa nuestra producción generando más costos por ello debemos formular controles que mejoren dicha variable.
- Problemas de carácter cuantitativo: Los métodos cuantitativos aportan valores numéricos de encuestas, experimentos, entrevistas con respuestas concretas para realizar estudios estadísticos y ver cómo se comportan sus variables. Muy aplicado en el muestreo. (Ibáñez Jesús 1992)

En el proceso de diagnóstico se determinaron una serie de problemas que requieren la aplicación de modelos cuantitativos, los cuales se describen a continuación:

Área de Producción:

1. La demanda presenta un comportamiento estacional, sin embargo, los recursos implementados en la producción se estandarizan empíricamente para lograr cumplir con la requerida.
2. De la mano con la programación de producción, se controla la producción dentro de la planta, para que no se acumule P.T. o haga falta en almacén.
3. No se conoce si la fábrica es capaz de suplir una necesidad de demanda demasiada alta en un tiempo futuro si aumentan las ventas en el almacén.
4. La fábrica debe aumentar el número de recursos a utilizar en caso de aumentar la demanda.
5. Se desconoce la capacidad necesaria, real e instalada.
6. No se lleva un control de unidades defectuosas.
7. La distribución en planta genera tiempos inútiles.
8. Se desconoce la rentabilidad de la empresa.
9. No se conoce el valor real que genera la producción de la camisa dentro de la fábrica y por ende no se conoce la ganancia real de la empresa.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Área de Finanzas:

1. Se desconoce la rentabilidad de la empresa.
2. No se conoce el valor real que genera la producción de la camisa dentro de la fábrica y por ende no se conoce la ganancia real de la empresa.

Área de Logística:

1. La distribución de la empresa por áreas no está en forma óptima y esto genera un flujo de información malo y baches o retrasos.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Pronóstico de la demanda estacional y cálculo de la capacidad

Dependiendo de la temporada del año en que se encuentre la producción, se estandariza la MP, los recursos y el personal adecuado para cumplir con la demanda de producción que el almacén requiera, La fábrica debe aumentar el número de recursos a utilizar en caso de aumentar la demanda, No se conoce si la fábrica es capaz de suplir una necesidad de demanda demasiado alta en un tiempo futuro si aumenta las ventas en el almacén.

Utilizamos el modelo del pronóstico de la demanda estacional para obtener los datos del año 2016, además compararlos con los ya obtenidos hasta el mes de Agosto, teniendo estos datos utilizamos el modelo plan de ampliación de capacidades para verificar el nivel de actividad y así identificar por medio del modelo los impactos en los recursos .Pudimos encontrar que el punto de equilibrio está en un margen de 226 unidades a diferencia de la capacidad de producción está en unas 161 camisas mensualmente en proceso , analizando estos resultados podemos proponer una mejora en el proceso, evaluando nuevamente los niveles de producción y generar nuevas estrategias de desarrollo de capacidad.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

DEMANDA					
	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	2151	2240	2300	2350	2500
Febrero	1501	1800	1845	1945	2000
Marzo	1215	1300	1340	1450	1500
Abril	1215	1300	1340	1450	1500
Mayo	1215	1300	1340	1450	1500
Junio	1215	1300	1340	1450	1500
Julio	1215	1300	1340	1450	1500
Agosto	2595	2625	2700	2850	3000
Septiembre	3895	4000	4150	4250	4500
Octubre	3875	3960	4000	4200	4500
Noviembre	2875	2880	2900	2925	3000
Diciembre	2550	2630	2750	2800	2800
TOTAL	25517	26625	27345	28570	29800
D.P.E	2126	2219	2279	2381	2483

Tabla 2. Histórico de la demanda entre los años 2011 al 2015

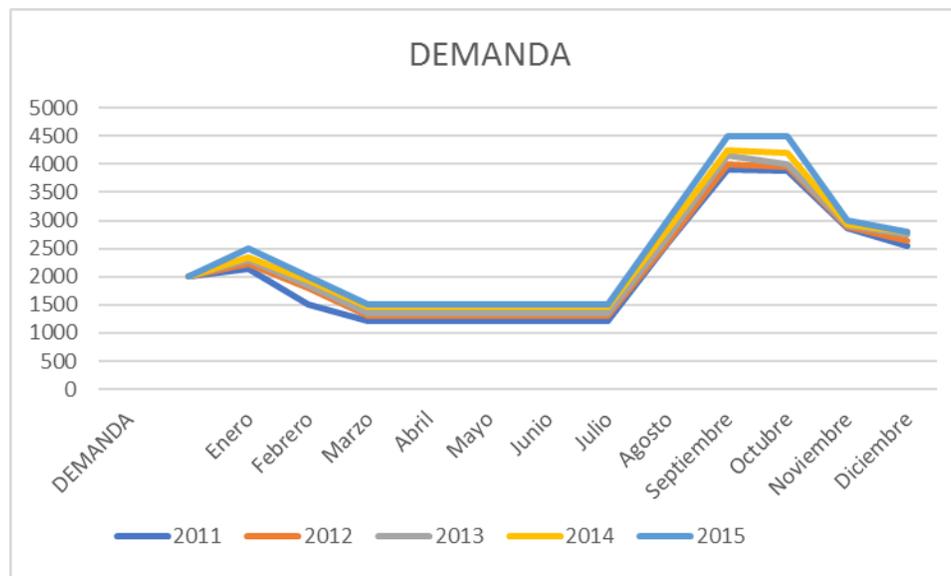


Ilustración 2. Relación de la demanda versus tiempo entre los años 2011 al 2015

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

	2011	2012	2013	2014	2015	I.P.E
Enero	1,00	1,01	1,01	0,99	1,01	1,00
Febrero	0,82	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81
Marzo	0,57	0,59	0,59	0,61	0,60	0,59
Abril	0,57	0,59	0,59	0,61	0,60	0,59
Mayo	0,57	0,59	0,59	0,61	0,60	0,59
Junio	0,57	0,59	0,59	0,61	0,60	0,59
Julio	0,57	0,63	0,59	0,61	0,60	0,60
Agosto	1,21	1,18	1,18	1,20	1,21	1,20
Septiembre	1,81	1,80	1,82	1,79	1,81	1,81
Octubre	1,80	1,78	1,76	1,76	1,81	1,78
Noviembre	1,19	1,19	1,21	1,18	1,21	1,20
Diciembre	1,19	1,19	1,21	1,18	1,13	1,18

Tabla 3. I.P.E Calculado en base al histórico de la demanda

Datos hasta agosto del año 2016		Pronostico para el año 2016
Enero	2715	2559
Febrero	2200	2074
Marzo	1651	1507
Abril	1651	1507
Mayo	1651	1507
Junio	1651	1507
Julio	1651	1528
Agosto	3150	3052
Septiembre	-	4610
Octubre	-	4550
Noviembre	-	3043
Diciembre	-	3002
TOTAL	-	30620
DPE	-	2552

Tabla 4 Pronostico para el año 2016

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Capacidad

La fórmula que utilizaremos para la toma de tiempos será: (1) (2) (3)

$$tiempo\ promedio : \sum \frac{T}{N}(1)$$

DONDE T:

$$\sum \text{ tiempo por proceso en cada maquina}$$

DONDE N:

El número de tomas del tiempo del proceso

$$Tiempo\ normal : TC * \% \text{ capacidad de trabajo del operario en ese momento}(2)$$

DONDE TC:

Es el tiempo de ciclo

$$Tiempo\ estandar : \frac{TN}{1-16\%}(3)$$

La fórmula que usaremos para cuantificar la capacidad en los recursos de maquinaria será: (4)

$$CDIT = \sum_{t=1}^n (DHT)(HT)(NT)(NI) - (G1 + G2 + G3 + G4) (4)$$

DONDE: DHT son los días hábiles

NT	Numero de turnos
HT	Horas turno
NI	Numero de maquinas
G1	Pérdidas de tiempo por mantenimiento programados
G2	Perdidas de tiempos por factores organizacionales
G3	Perdidas de tiempos por ausentismos
G4	Perdidas de tiempos por factores externos

Tabla 5 Relación de Términos respecto al cálculo de Capacidad

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Modelo EOQ

De la mano con la programación de producción, se controla la producción dentro de la planta, para que no se acumule PT o haga falta en almacén.

Se utilizará primero el modelo de pronóstico estacional para tener la demanda futura con estos datos, aplicaremos el modelo E.O.Q Para calcular la cantidad mínima de producción mensual, teniendo en cuenta que se deben tener en bodega 400 camisas según datos suministrados por el dueño de esta, con este dato y el de la demanda sabremos cuánto se debe producir aproximadamente mensualmente.

Pronostico para el año 2016		0,02% Defectuosas
Enero	2559	51,18
Febrero	2074	41,82
Marzo	1507	30,14
Abril	1507	30,14
Mayo	1507	30,14
Junio	1507	30,14
Julio	1528	30,56
Agosto	3052	61,04
Septiembre	4610	92,2
Octubre	4550	91
Noviembre	3043	60,86
Diciembre	3002	60,04
TOTAL	30446	608,92
D	2537	

Tabla 6 Relación de unidades defectuosas para el año 2016

$$L = 1 \text{ semana } 1/52$$

$$I = 0.15$$

$$K = 25.000 \text{ por pedido}$$

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

$$C = 31.413 \text{ por camisa}$$

$$H = IXC$$

$$O = 1151 \text{ camisas}$$

$$T = 2600/25370 = 1,024832 \quad 1,024832479 + 1/52 = 2/52$$

$$U = (T+L)$$

$$2537 + 2/52$$

$$2537$$

$$S = 0.19611 * 1151 = 226$$

$$Q = (2547 + 500 - 226) = 2303$$

$$Q = 2303 - I = 400 \text{ Camisas}$$

$$Q = 2303 - 400 = 1902$$

Existencia de seguridad = $226 * 1,645 =$ Existe 372 camisas por encima de la demanda

No se lleva un control de unidades defectuosas, utilizaremos el método de E.O.Q para identificar las existencias en seguridad según la demanda la fórmula que usaremos es por el modelo de E.O.Q.

Layout orientado al proceso

La distribución en planta genera tiempos inútiles se usó el modelo de layout orientado al proceso; por medio del diagrama de cuerdas se identificó el flujo del trabajo; ya que este nos ayudará a disminuir el exceso de viajes y con esto eliminar los tiempos inútiles.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

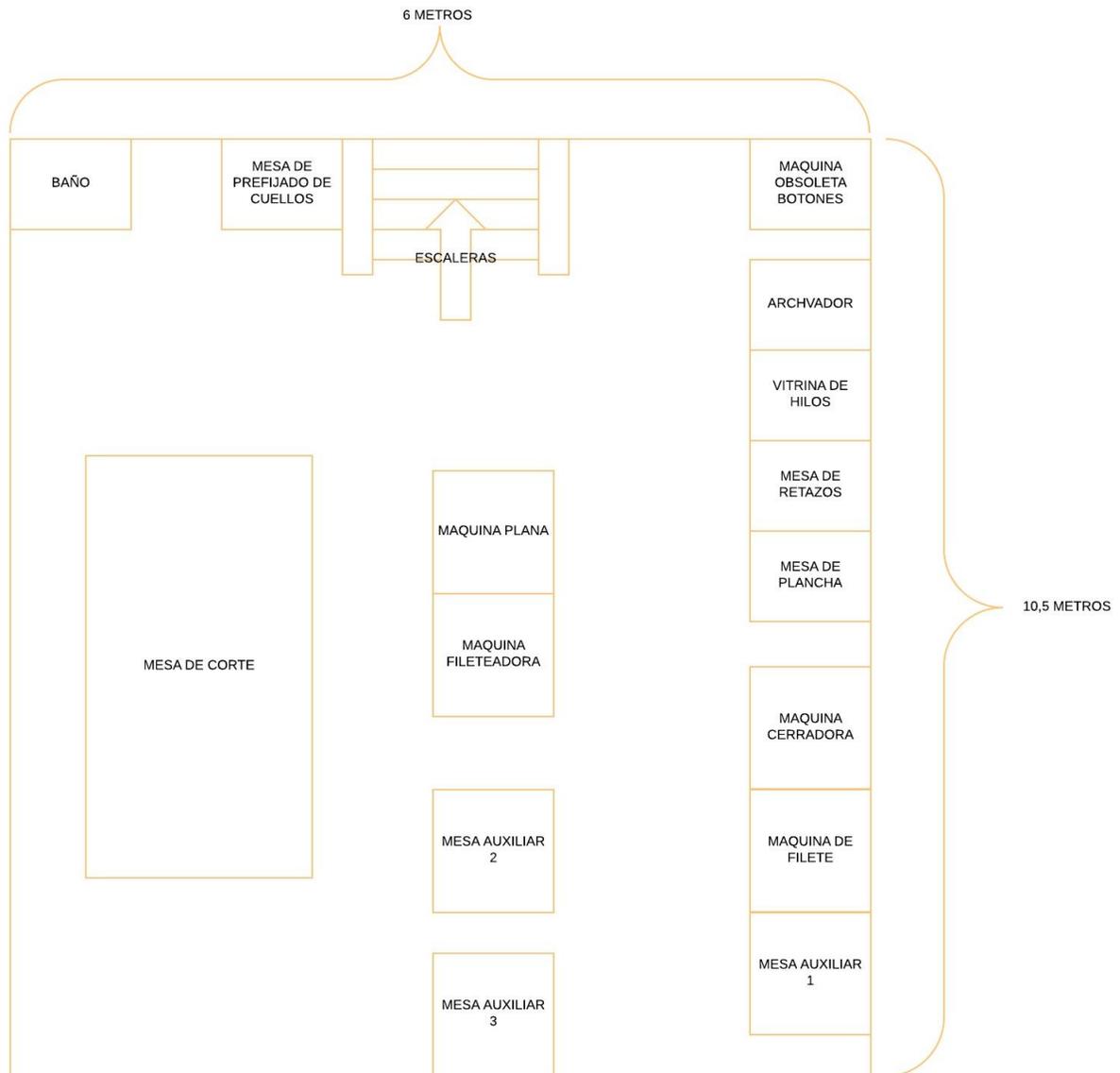


Ilustración 3. Distribución de planta



Ilustración 4. Proceso de maquina filete

Layout por oficinas

La distribución de la empresa por áreas no está en forma óptima y esto genera un flujo de información malo y baches o retrasos; se utilizó el modelo de layout por oficinas para determinar la relación de departamentos, a partir de esto se creará un diagrama de relación de actividad, una hoja de relación para poder obtener un diagrama adimensional de bloques.

Por medio del diagrama de fuerzas (de las comunicaciones) determinamos la importancia de relación entre cada departamento, con esta información realizamos un diagrama de relación de actividades; a partir de esta una hoja de relación de actividades para determinar la importancia de comunicación entre cada departamento y así se realizará un diagrama adimensional de bloques con esto tendremos una ubicación correcta que creará un flujo de información y eliminará baches o retrasos.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

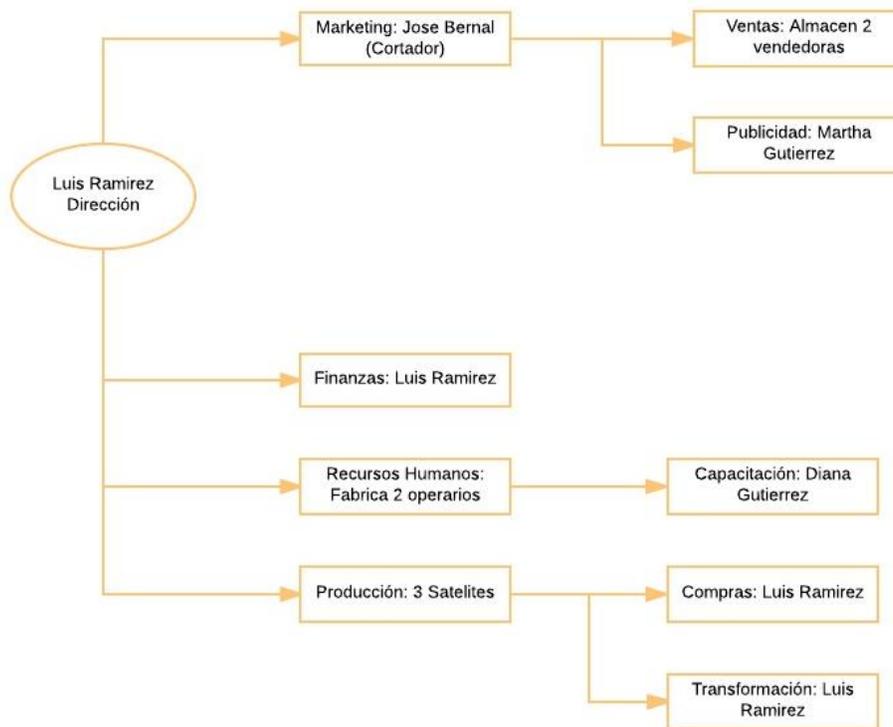


Ilustración 5. Organigrama organizacional

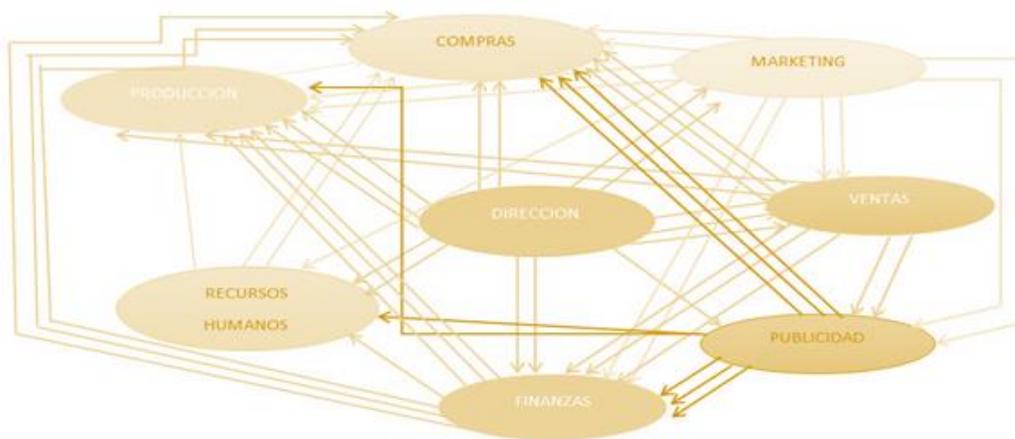


Ilustración 6. Diagrama de Fuerzas

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Como podemos verlo en el diagrama de fuerzas, todas las áreas de la empresa están relacionadas entre sí, unas con una mayor comunicación que otras, pero debemos tener en cuenta que:

Hay 1 área de suma importancia que está relacionada con todas, el director debe tener una excelente comunicación con todas las áreas de la empresa puesto que de este se entrelazan las diferentes relaciones con las demás teniendo en cuenta:

- 3 líneas representan una excelente comunicación esta las áreas relacionadas
- 2 líneas representan que hablan normalmente estas dos áreas
- 1 línea representa que la comunicación es baja entre áreas
- 0 línea representa que no se comunican entre las áreas

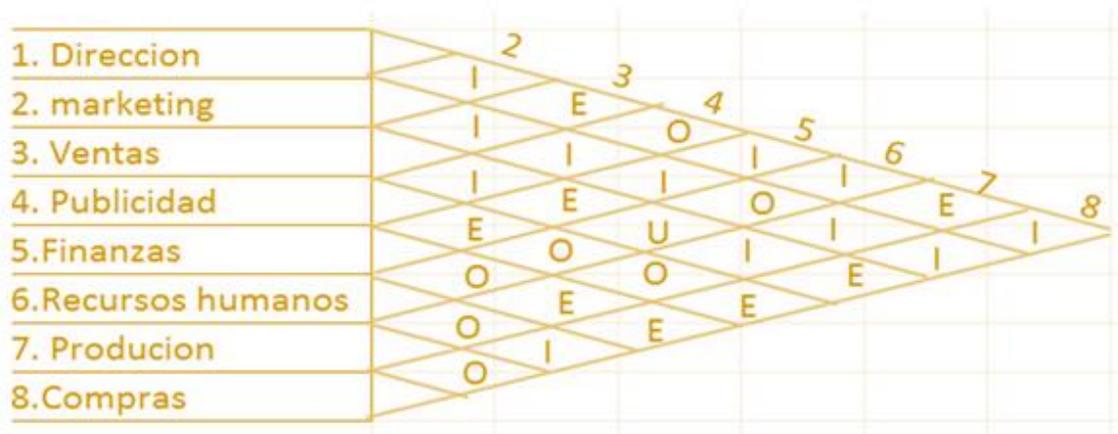


Ilustración 7. Diagrama de afinidad

Ya con el código de razón se muestra más claro las relaciones que se presenta entre las diferentes áreas y las diferentes iteraciones que tienen entre cada una.

Como lo podemos ver, esta empresa no presenta una comunicación absolutamente importante (A), y el común entre las áreas es una comunicación importante.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

	A	E	I	O	U
1. Dirección	0	3,7	2,5,6,8	4	0
2. Marketing	0	0	2,3,4,5,7,8	6	0
3. Ventas	0	3,5,8	2,5,7	0	6
4. Publicidad	0	5,8	2,3	4,6,7	0
5. Finanzas	0	2,3,7,8	4,5	6	0
6. Recursos Humanos	0	0	6,8	2,3,5,7	4
7. Producción	0	3,7,8	5,6	2,4	0
8. Compras	0	4,5,6	3,7,8	2	0

Tabla 7. Cuadro resumen de afinidad entre las áreas de la organización

Llegando al cuadro de actividades podemos analizar las diferentes posiciones que adoptan las áreas al momento de aplicarles Layout.

Finalmente, el diagrama adimensional por bloques nos indica la mejor distribución que se podría implementar dentro de las áreas de la empresa Vicenza de comenzar por ventas y terminar en el área de producción teniendo como centro la dirección la cual está en comunicación constante con todas.

Es importante que el área en la cual se necesita más información que es la dirección este en el centro.



Ilustración 8. Layout Propuesto

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Costos

No se conoce el valor real que genera la producción de la camisa dentro de la fábrica y por ende no se conoce la ganancia real de la empresa Usamos el modelo de costos para determinar el costo de producción unitario de la camisa, y a partir del costo se establecerá un precio de venta basado en una rentabilidad del 40%. Después determinaremos el punto de equilibrio y haremos una comparación con el nivel de capacidad productiva.

Para implementar el modelo de costos, en primera instancia usaremos la hoja de costeo para determinar los costos directos de producción, los cuales se constituyen de materia prima, mano de obra directa y empaques.

Para determinar el costo de la mano de obra directa, se debe saber cuánto tiempo requiere la producción de cada camisa, este tiempo se multiplica por el costo de la hora por empleado:

$$\text{Costo hora ordinaria} = (\text{Salario mensual} + \text{prestaciones}) \text{ N.º de horas trabajadas en el mes}$$

$$\text{Mano de obra directa} = \text{Tiempo de producción} * \text{Costo hora ordinaria}$$

Para hallar el costo indirecto unitario, hallamos el monto constituido de los costos indirectos y gastos administrativos y lo dividimos entre el TRT (tiempo real trabajado), para saber cuánto se gasta por cada unidad producida por concepto de costos indirectos.

$$\text{CHE} = \text{Total CI y gastos administrativos TRT}$$

$$\text{TRT} = \# \text{ días del mes} * \# \text{ horas al día} * \# \text{ de operarios}$$

$$\text{CIU} = \text{CHE} * \text{tx} \text{ (tx = tiempo de producción en horas para X producto)}$$

El costo total unitario se constituye del CIU y el CDU, el precio de venta se determina según la rentabilidad.

$$\text{CTU} = \text{CI Unitario} + \text{CD Unitario}$$

$$\text{Precio de venta} = \text{CTU} * (1 + \text{porcentaje de rentabilidad})$$

EL punto de equilibrio en unidades se halló a partir de los costos con la siguiente fórmula:

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

P.E. = Costos fijos totales (precio de venta unitario - costo variable unitario)

<i>Costos variables Enero</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	864
Costo Hora ordinaria	\$ 1.974
Mano de obra directa filete	\$ 2.152
Mano de obra cerradora	\$ 2.606
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	2559
Costo directo unitario filete	\$ 12.037
Costo directo unitario cerradora	\$ 20.379

ENERO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 16.208
X	191
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 3.088.697
INGRESO TOTAL	\$ 6.088.697
PUNTO DE EQUILIBRIO	762

<i>Costos directos Febrero</i>	
# de empleados	3
Salario mensual + prestaciones	\$ 2.558.352
Horas trabajadas en el mes	900
Costo Hora ordinaria	\$ 2.843
Mano de obra directa filete	\$ 3.098
Mano de obra cerradora	\$ 3.752
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	2074
Costo directo unitario filete	\$ 12.983
Costo directo unitario cerradora	\$ 21.525

FEBRERO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 17.254
X	204
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 3.522.338
INGRESO TOTAL	\$ 6.522.338
PUNTO DE EQUILIBRIO	817

<i>Costos directos Marzo</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	450
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	1507
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

MARZO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

<i>Costos directos Abril</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	468
Costo Hora ordinaria	\$ 3.644
Mano de obra directa filete	\$ 3.972
Mano de obra cerradora	\$ 4.811
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	1507
Costo directo unitario filete	\$ 13.857
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.584

ABRIL	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.220
X	219
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 3.981.304
INGRESO TOTAL	\$ 6.981.304
PUNTO DE EQUILIBRIO	874

<i>Costos directos Mayo</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	450
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	1507
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

MAYO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

<i>Costos directos Junio</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	450
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	1507
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

JUNIO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

<i>Costos directos Julio</i>	
# de empleados	2
Salario mensual + prestaciones	\$ 1.705.568
Horas trabajadas en el mes	450
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	1528
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

JULIO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

<i>Costos directos Agosto</i>	
# de empleados	4
Salario mensual + prestaciones	\$ 3.411.136
Horas trabajadas en el mes	900
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	3052
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

AGOSTO	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

<i>Costos directos Septiembre</i>	
# de empleados	5
Salario mensual + prestaciones	\$ 4.263.920
Horas trabajadas en el mes	1170
Costo Hora ordinaria	\$ 3.644
Mano de obra directa filete	\$ 3.972
Mano de obra cerradora	\$ 4.811
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	4610
Costo directo unitario filete	\$ 13.857
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.584

SEPTIEMBRE	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.220
X	219
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 3.981.304
INGRESO TOTAL	\$ 6.981.304
PUNTO DE EQUILIBRIO	874

<i>Costos directos Octubre</i>	
# de empleados	5
Salario mensual + prestaciones	\$ 4.263.920
Horas trabajadas en el mes	1125
Costo Hora ordinaria	\$ 3.790
Mano de obra directa filete	\$ 4.131
Mano de obra cerradora	\$ 5.003
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	4550
Costo directo unitario filete	\$ 14.016
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.776

OCTUBRE	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.396
X	221
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.071.782
INGRESO TOTAL	\$ 7.071.782
PUNTO DE EQUILIBRIO	885

<i>Costos directos Noviembre</i>	
# de empleados	4
Salario mensual + prestaciones	\$ 3.411.136
Horas trabajadas en el mes	864
Costo Hora ordinaria	\$ 3.948
Mano de obra directa filete	\$ 4.303
Mano de obra cerradora	\$ 5.211
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	3043
Costo directo unitario filete	\$ 14.188
Costo directo unitario cerradora	\$ 22.984

NOVIEMBRE	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 18.586
X	224
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.172.484
INGRESO TOTAL	\$ 7.172.484
PUNTO DE EQUILIBRIO	898

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

<i>Costos directos Diciembre</i>	
# de empleados	4
Salario mensual + prestaciones	\$ 3.411.136
Horas trabajadas en el mes	684
Costo Hora ordinaria	\$ 4.987
Mano de obra directa filete	\$ 5.436
Mano de obra cerradora	\$ 6.583
Empaques	\$ 600
Pronostico demanda	3002
Costo directo unitario filete	\$ 15.321
Costo directo unitario cerradora	\$ 24.356

DICIEMBRE	
COSTO FIJO	\$ 3.000.000
PRECIO DE VENTA UNITARIO	\$ 31.950
COSTO VARIABLE UNITARIO	\$ 19.838
X	248
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 4.913.890
INGRESO TOTAL	\$ 7.913.890
PUNTO DE EQUILIBRIO	991

Ilustración 9. Costos para el del año2016

Modelo Flow Shop

En la implementación del modelo Flow shop se llevó a cabo una toma de tiempos, en la cual se determinaron los tiempos de operación de cada una de las máquinas que integran el proceso:

- Máquina de Corte
- Máquina de fusionado manual
- Maquina Cerradora
- Máquina ojaladora
- Marcadora de Botones
- Abotonador
- Plancha industrial
- Plancha de Cuello
- Proceso de empackado
- Acabados

Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

1. Tiempo de procesamiento
2. Tiempo de liberación
3. Tiempo de Flujo

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

4. Retraso del trabajo

Una vez que se realizaron las respectivas mediciones de tiempos por cada uno de los eslabones del proceso se elaboró un plan de trabajo según el mes del año, cabe aclarar que se tuvo en cuenta el pronóstico previamente realizado y los días laborales de cada mes.

A continuación, se relaciona el proceso llevado a cabo para uno de los meses durante la investigación. En este caso se tiene en cuenta el mes de diciembre, el cual es uno de los meses de la temporada.

PRONOSTICO	3002
MES	Diciembre
DIAS LABORALES	19

CORTE						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,00116667	0	0,333333	0,33449967	0,33449967	0,00116667

TTF (tiempo total de flujo) 0,33449967
 Utilización 0%
 Retraso del t 0,00116667 adelanto

PLAN DE TRABAJO	
DIAS NECESARIOS	1004,2
HORAS NECESARIAS	24100
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	1268,4

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

FUCIONADO MANUAL						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,00016667	0	0,333333	0,00016667	0,00016667	-0,33316633

TTF (tiempo total de flujo) 0,00016667

Utilización 100%

Retraso del t -0,33316633

PLAN DE TRABAJO	
-----------------	--

DIAS NECESARIOS	0,5
HORAS NECESARIAS	12
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,6

CERRADORA						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO

CAMISA	0,00116667	0	0,333333	0,00116667	0,00116667	-0,33216633
--------	------------	---	----------	------------	------------	-------------

TTF (tiempo total de flujo) 0,00116667

Utilización 100%

Retraso del t -0,33216633 adelanto

PLAN DE TRABAJO	
-----------------	--

DIAS NECESARIOS	3,5
HORAS NECESARIAS	84
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	4,4

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

OJALADORA						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,0005	0	0,333333	0,0005	0,0005	-0,332833

TTF (tiempo total de flujo) 0,0005
 Utilización 100%
 Retraso del t -0,332833 adelanto

PLAN DE TRABAJO

DIAS NECESARIOS	1,5
HORAS NECESARIAS	36
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	1,9

MARCADO DE BOTON

	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,00066667	0	0,333333	0,00066667	0,00066667	-0,33266633

TTF (tiempo total de flujo) 0,00066667
 Utilización 100%
 Retraso del t -0,33266633 adelanto

PLAN DE TRABAJO

DIAS NECESARIOS	2,0
HORAS NECESARIAS	48
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	2,5

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

ABOTONADORA						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,00066667	0	0,333333	0,00066667	0,00066667	-0,33266633

TTF (tiempo total de flujo 0,00066667

Utilización 100%

Retraso del t -0,33266633 adelanto

PLAN DE TRABAJO

DIAS NECESARIOS	2,0
HORAS NECESARIAS	48
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	2,5

PLANCHA INDUSTRIAL

	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,0005	0	0,333333	0,0005	0,0005	-0,332833

TTF (tiempo total de flujo 0,0005

Utilización 100%

Retraso del t -0,332833

PLAN DE TRABAJO

DIAS NECESARIOS	1,5
HORAS NECESARIAS	36
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	1,9

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

PLANCHA CUELLO						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
CAMISA	0,00016667	0	0,333333	0,00016667	0,00016667	-0,33316633

TTF (tiempo total de flujo 0,00016667

Utilización 100%

Retraso del t -0,33316633 adelanto

PLAN DE TRABAJO	
-----------------	--

DIAS NECESARIOS	0,5
HORAS NECESARIAS	12
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,6

EMPACADO						
	P	R	D	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO

CAMISA	0,002	0	0,333333	0,002	0,002	-0,331333
--------	-------	---	----------	-------	-------	-----------

TTF (tiempo total de flujo 0,002

Utilización 100%

Retraso del t -0,331333 adelanto

PLAN DE TRABAJO	
-----------------	--

DIAS NECESARIOS	6,0
HORAS NECESARIAS	144
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	7,6

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

ACABADOS

TAREA	MÁQUINA 1	MÁQUINA 2	MÁQUINA 3	MAQUINA 4	MAQUINA 5	MAQUINA 6	TOTAL	FECHA ENTREGA
CAMISA	0,00116667	0,00116667	0,0005	0,00066667	0,0005	0,00016667	0,00416667	0,333333

Cmax	0,00116667	500,333333			
Retraso MQ :	-0,33216633		Retraso MQ4	-0,33266633	
Retraso MQ :	-0,33216633		Retraso MQ5	-0,332833	
Retraso MQ :	-0,332833		Retraso MQ6	-0,33316633	

PLAN DE TRABAJO

DIAS NECESARIOS	0,6
HORAS NECESARIAS	14
DIAS TRABAJADOS	19
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,7

Ilustración 10. Modelo Flow Shop aplicado al plan de trabajo

Una vez que se ha realizado el análisis por cada una de las máquinas, es posible determinar cuántos días y Horas se requieren para llevar a cabo la producción.

Porcentaje de Crecimiento

De acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo de capacidad de producción que tiene la empresa versus la demanda y el punto de equilibrio se evidencia que en los meses con mayor demanda la capacidad es inferior por lo tanto se debe contar con un inventario de seguridad de 372 camisas mensuales las cuales fueron calculadas con el modelo EOQ y 1903 camisas en bodega para surtir el punto de venta.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

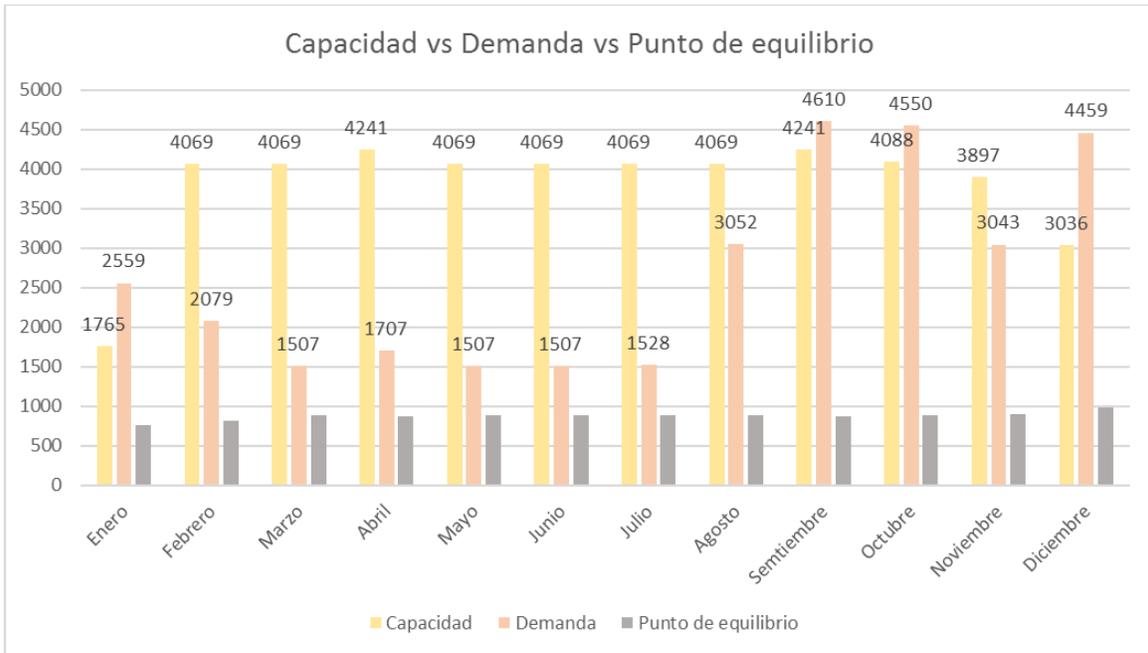


Ilustración 11 Capacidad vs Demanda vs Punto de equilibrio

De acuerdo con la toma de tiempos se determinó que el tiempo total para elaborar una camisa es de 0.77 horas o 46.2 minutos teniendo en cuenta que el proceso que requiere de más tiempo son los satélites.

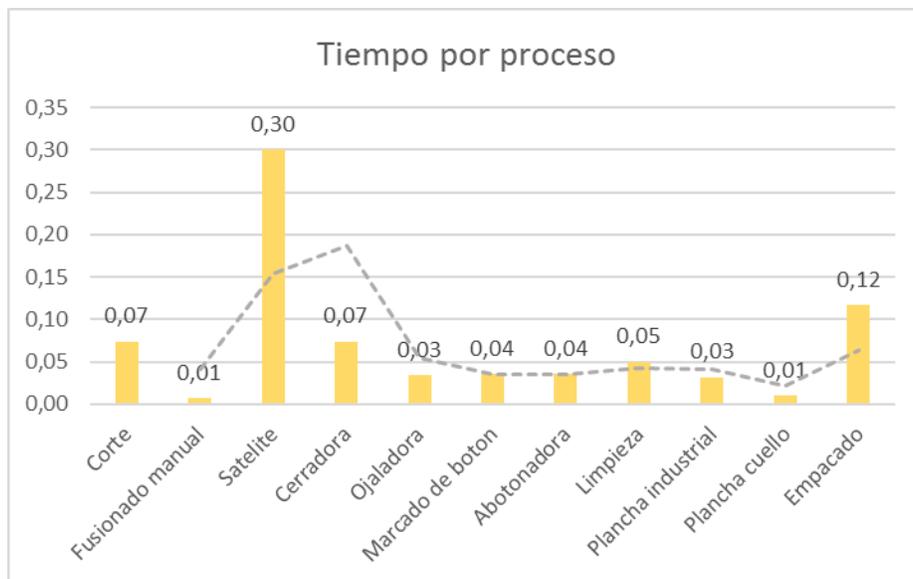


Ilustración 12, Tiempo para cada proceso

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Se debe estandarizar el proceso y establecer un plan organizado de trabajo bajo el mismo orden ya que este se ajusta el menor número de pérdidas de tiempo, creando módulos de ensamble óptimos basados en el proceso continuo que se desarrolla en el sistema.

El porcentaje de crecimiento se obtuvo mediante la diferencia entre la capacidad inicial y la estimada según el estudio aplicado como se puede observar en la relación de unidades con respecto a cada periodo de tiempo.

Mes	Capacidad inicial	Capacidad final	% de crecimiento
Enero	1587	1765	1%
Febrero	3964	4069	2%
Marzo	3964	4069	2%
Abril	4196	4241	1%
Mayo	3964	4069	2%
Junio	3964	4069	2%
Julio	3964	4069	2%
Agosto	3964	4069	2%
Septiembre	4196	4241	1%
Octubre	3998	4088	2%
Noviembre	3796	3897	2%
Diciembre	2974	3036	2%
TOTAL CRECIMIENTO	44531	45682	2%

Tabla 8. Relación de crecimiento respecto a la producción

Con esto se concluye que el porcentaje total de crecimiento es del 2%, el cual puede variar según la época del año. Esto permite aumentar el volumen de producción y disminuir las pérdidas de tiempo debido a factores externos.

ANALISIS DE RESULTADOS

Pronóstico de la demanda Estacional

De acuerdo con el modelo de la demanda se presenta un margen de error del 6% entre los datos reales y los pronosticados; Pudimos encontrar que el punto de equilibrio está en un margen de

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

226 unidades a diferencia de la capacidad de producción está en unas 161 camisas mensualmente en proceso, analizando estos resultados podemos proponer una mejora en el proceso, evaluando nuevamente los niveles de producción y generando nuevas estrategias de desarrollo de capacidad, teniendo en cuenta que de acuerdo con el modelo de la demanda se presenta un margen de error del 6% entre los datos reales y los pronosticados pero se verá representada la producción un una capacidad del 100 % posible y de esta manera nos ayudará a crear un proceso de planeación frente a los recursos, programarlos y controlarlos.

Diferencia	93,3884804
Margen de error	6,61151961

Tabla 9. Análisis respecto al margen de error

Modelo EOQ y capacidad

Se pronostica para el año 2016 una cantidad de camisas defectuosas de 1218 unidades, teniendo en cuenta que según la fórmula de existencia de seguridad se sabe que hay 372 camisas por encima de la demanda, estaríamos presentando un problema de 69% de camisas las cuales no se tienen en línea de producción; se debe pedir más camisas cuando se tenga la cantidad de 1903.

Camisas defectuosas	1218	
Cantidad perdida	846	69%

Tabla 10. Porcentaje de producto perdido

Layout orientado al proceso

Se evidencia que el análisis sin ajuste genera una eficiencia del 50%, con el ajuste se genera una eficiencia del 100%.

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Costos

De acuerdo con el modelo de costos, el costo total unitario por camisa es de \$22,500. Si se desea una rentabilidad del 40% por camisa, el precio de venta debería ser igual a \$31,500.

El punto de equilibrio de la empresa, basado en el precio de venta anterior, es en promedio de 226 unidades por referencia. La capacidad productiva de la empresa es muy alta en comparación al punto de equilibrio, lo cual indica que la empresa posee los recursos necesarios en producción para generar una rentabilidad muy buena.

Pruebas de hipótesis

Prueba de hipótesis de punto de equilibrio

Ho: Se acepta el punto de equilibrio dado que permite generación de utilidades

H1: Se rechaza el punto de equilibrio dado que permite generación de unidades

De acuerdo con la evidencia muestral sugiere que H_0 es verdadera puesto que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$ nos expresa que el límite inferior de la región de aceptación es 843,62 y el límite superior de la región de aceptación que 910,72, entonces el valor hipotético que es 877 estaría en el rango de aceptación.

Mes	PE
Enero	762
Febrero	817
Marzo	885
Abril	874
Mayo	885
Junio	885
Julio	885
Agosto	885
Septiembre	874
Octubre	885
Noviembre	898
Diciembre	991

Tabla 11. PE para el año 2016

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Valor hipotetico	877
limite inferior de la region de aceptacion	843,620555
Limite superior de la region de aceptacion	910,712779

Tabla 12. Valor hipotético con respecto a la región de aceptación

Prueba de hipótesis del pronostico

Ho: se acepta la hipótesis dado que los datos corresponden estadístico histórico

H1: se rechaza la hipótesis dado a que los datos corresponden a un estadístico histórico

De acuerdo con la evidencia muestral sugiere que Ho es verdadera ya que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, expresa que valor critico de F = 0,000665602 es menor que el Valor de F=219,850181.

Mes	Demanda
Enero	2559
Febrero	2074
Marzo	1507
Abril	1507
Mayo	1507
Junio	1507
Julio	1528
Agosto	3052
Septiembre	4610
Octubre	4550
Noviembre	3043
Diciembre	3002

Tabla 13 Demanda para el año 2016

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9,86538041	9,86538041	219,850181	0,000665602
Residuos	3	0,13461959	0,044873197		
Total	4	10			

Tabla 14. Análisis de varianza

Prueba de hipótesis de capacidad

Ho: se acepta si las unidades promediadas en los límites de aceptación son superiores a la capacidad

H1: se rechaza si las unidades promediadas dentro del límite de aceptación son menores a la capacidad

De acuerdo con evidencia muestral sugiere que Ho es verdadera ya que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, expresa que el valor hipotético que es 3807 está en el rango del límite inferior de aceptación es 4262 y el límite superior de aceptación 3352.

Meses	Capacidad
Enero	1765
Febrero	4069
Marzo	4069
Abril	4241
Mayo	4069
Junio	4069
Julio	4069
Agosto	4069
Septiembre	4241
Octubre	4088
Noviembre	3897
Diciembre	3036

Tabla 15. Nivel de capacidad respecto a producción

Valor hipotético	3807
límite inferior de la region de aceptación	4261,94993
Límite superior de la region de aceptación	3352,05007

Tabla 16. Valor hipotético con respecto a la capacidad

Modelamiento Heurístico de Sistemas Flexibles de Manufactura Especializada en la Producción y Comercialización de Camisas Ubicada en Bosa Vicenza

Prueba de hipótesis capacidad, pronóstico y punto de equilibrio

Ho: Se aceptaría si la capacidad es mayor que el punto de equilibrio

H1: se rechazaría si la capacidad es mayor que el punto de equilibrio

Teniendo en cuenta la prueba Anova la muestra sugiere que Ho es verdadera ya que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, y teniendo en cuenta que el valor crítico de $F = 3,284$ es superior a $F = 42,23$, puesto que, si la empresa es capaz de producir más unidades por encima del punto de equilibrio, esto nos generaría productividad.

Meses	Capacidad	Pronostico	Punto de equilibrio
Enero	1765	2559	762
Febrero	4069	2074	817
Marzo	4069	1507	885
Abril	4241	1507	874
Mayo	4069	1507	885
Junio	4069	1507	885
Julio	4069	1528	885
Agosto	4069	3052	885
Septiembre	4241	4610	874
Octubre	4088	4550	885
Noviembre	3897	3043	898
Diciembre	3036	3002	991

Tabla 17. Referencia de capacidad y pronóstico respecto al punto de equilibrio

ANÁLISIS DE VARIANZA	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Origen de las variaciones						
Entre grupos	51802468,68	2	25901234,34	42,236294	7,97126E-10	3,284917651
Dentro de los grupos	20237115	33	613245,9089			
Total	72039583,68	35				

Tabla 18. Resumen respecto al análisis de varianza

Conclusiones

- La empresa está generando pérdidas debido a que no está planeando adecuadamente qué cantidad de recursos requiere para la fabricación de producto terminado según la demanda del mercado, la fábrica podría llegar a producir más unidades haciendo uso adecuado de la maquinaria, el tiempo y el personal disponibles.
- La demanda posee un comportamiento similar en todos los meses, sin embargo, la capacidad es menor, por tal motivo se requiere contar con un inventario de seguridad de mínimo 372 unidades, además se deben tener como mínimo 1903 camisas en bodega para surtir adecuadamente el almacén.
- La compañía se encuentra en una situación estable en cierto modo, ya que la cantidad de unidades vendidas mensualmente supera en todos los casos el punto de equilibrio, por tal motivo no hay meses en los que la operación de la fábrica no logre suplir los gastos.
- Los meses en los cuales se puede llegar a producir más producto terminado son septiembre y octubre, logrando producir entre 4010 y 4550 camisas aproximadamente, logrando suplir adecuadamente la demanda. En los meses que se tiene poca demanda se pueden producir unidades que soporten el inventario de seguridad creando un sistema de Just in Time.

Bibliografía

- Medina., Ó. (2017). ¿Está en crisis la industria textil? [online] Razonpublica.com. Available at: <https://www.razonpublica.com/index.php/economia-y-sociedad/10495-est%C3%A1-en-crisis-la-industria-textil.html> [Accessed 6 Nov. 2017].
- Alzate., J. (2015). ¿POR QUÉ ESTÁ PERDIENDO COMPETITIVIDAD EL SECTOR TEXTIL COLOMBIANO? [online] aprendeenlinea.udea.edu.co. Disponible en: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/tgcontaduria/article/viewFile/323610/20780765>
- Chopra, S., Meindl, P., Fernández Molina, A. and Carril Villarreal, M. (2008). Administración de la cadena de suministro. 3rd ed. México: Pearson Educación, pp.185-241.
- Krajewski, L., Ritzman, L. and Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones [recurso electrónico]. 8th ed. México: Pearson Educación, pp.623-670.
- Sipper, D. and Bulfin Jr, R. (2011). Planeación y control de la producción. 1st ed. McGraw-Hill Interamericana, pp.16-20.
- Sipper, D. and Bulfin Jr, R. (2011). Planeación y control de la producción. 1st ed. McGraw-Hill Interamericana, pp.177-178.
- Devore, J. (2016). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 7th ed. México D.F.: Cengage Learning, pp.284-324.
- Chase, R., Jacobs, F. and Aquilano, N. (2009). Administración de operaciones. 12th ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana, pp.120-328.
- Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales 3 ed.; Meyers 2006 Pearson
- Dirección de la producción y de Operaciones 8 ed.; Heiser; DE; 2007; Pearson
- Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales 3edi Meyers.
- Dirección de la Producción y de Operaciones 8Edi Heizer D.E.
- Principios de Administración De Operaciones 7ma Heizer

Lista de referencias

Andrews, S. Fastqc, (2010). A quality control tool for high throughput sequence data.

Augen, J. (2004). Bioinformatics in the post-genomic era: Genome, transcriptome, proteome, and information-based medicine. Addison-Wesley Professional.

Blankenberg, D., Kuster, G. V., Coraor, N., Ananda, G., Lazarus, R., Mangan, M., ... & Taylor, J. (2010). Galaxy: a web-based genome analysis tool for experimentalists. *Current protocols in molecular biology*, 19-10.

Bolger, A., & Giorgi, F. Trimmomatic: A Flexible Read Trimming Tool for Illumina NGS Data. URL <http://www.usadellab.org/cms/index.php>.

Giardine, B., Riemer, C., Hardison, R. C., Burhans, R., Elnitski, L., Shah, P., ... & Nekrutenko, A. (2005). Galaxy: a platform for interactive large-scale genome analysis. *Genome research*, 15(10), 1451-1455.