

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA  
PRODUCCIÓN PARA LA PLANTA DE MANUFACTURA DE “FLOW SPORT  
S.A.S”

AUTORES  
ANDRÉS FELIPE DÍAZ ROJAS  
HÉCTOR SILVA ÁVILA

UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, D.C.  
2013

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA  
PRODUCCIÓN PARA LA PLANTA DE MANUFACTURA DE “FLOW SPORT  
S.A.S”

AUTORES

HÉCTOR SILVA ÁVILA Cód. 062052023  
ANDRÉS FELIPE DÍAZ ROJAS Cód. 062052065

DIRECTOR

ING. ÓSCAR MAYORGA TORRES

UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, D.C.  
2013

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “sistema de planeación, programación y control de la producción para la planta de manufactura de FLOW SPORT S.A.S”, realizado por los estudiantes Andrés Felipe Díaz Rojas y Héctor Silva Ávila con códigos 62052065 y 62052023 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de ingeniero industrial.

---

Firma del Director

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado 2

Bogotá D.C. Septiembre de 2013.

## DEDICATORIA

A mis padres y abuelos, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlos cada día más.

Andrés Felipe Díaz Rojas

A mi madre y mi hermana Nohora, pilares fundamentales de mi vida. Quienes me han brindado su amor y comprensión. Las dos personas que me animaron para para ingresar a la universidad les dedico este trabajo de grado y les estaré agradecido por toda mi vida.

Héctor Silva Ávila

## AGRADEDECIMIENTOS

A los colaboradores de Flow Sport S.A.S. a su gerente la señora Nohora Ávila, a Edwin Garzón y Jeimi Muñoz por su gran ayuda y por darnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo.

Agradecemos la colaboración y apoyo que recibimos por parte del ingeniero Oscar Mayorga Torres, por guiarnos en este proceso educativo y desarrollo de este trabajo, llegando a la culminación del mismo. A la Universidad Libre, por brindarnos el privilegio de crecer como personas y futuros profesionales.

A nuestros docentes por la sabiduría que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional en especial al ingeniero Ever Fuentes, a nuestros compañeros y amigos por enseñarnos como afrontar las dificultades y celebrar nuestras victorias.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el transcurso de este proyecto.

¡GRACIAS!

Los autores

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la optimización de la producción en la empresa maquiladora Flow sport S.A.S. a través de la elaboración de un sistema de planeación, programación y control de la producción, con el fin de minimizar los costos operativos de manufactura.

En el capítulo uno, se encontrarán las generalidades de la investigación, la metodología con la que se realizó y la descripción general de la empresa. En el capítulo dos, los autores identificaron y plantearon el sistema de producción actual, describiendo las características de la materia prima y producto terminado, detallando el tipo de maquinaria utilizada en la planta de producción y el recurso humano, el espacio de trabajo y la descripción del proceso de maquila. En este mismo capítulo se realizó el sistema de producción propuesto en Flow sport identificando los problemas, dando soluciones a estos por medio de estudios de ingeniería de métodos, pronósticos, planeación de la capacidad, nueva distribución de los puestos de trabajo, logrando disminuir los tiempos de operación y así minimizar los costos.

Para evaluar este sistema de producción propuesto, anexo a este trabajo, se encontrara un archivo en Excel, validando la información estudiada en el capítulo dos y así cumplir cabalmente con el objetivo propuesto en este trabajo.

En el capítulo tres se encontrara la descripción de la simulación realizada en el programa Excel, en la cual al ingresar las órdenes de producción, dará como resultado los requerimientos de mano de obra, costos de la producción y tiempos para su producción.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema, producción, maquila, capacidad, requerimientos.

## ABSTRACT

This project aims at optimizing the production at the company SAS sport Flow through the development of a system of planning, scheduling and production control, in order to minimize the operating costs of manufacturing.

In chapter one, you will find an overview of the research, the methodology that was performed and the general description of the company. In chapter two, the authors identified and raised the current production system, describing the characteristics of the raw material and finished product, detailing the type of machinery used in the production plant and the human resource, the workspace and the description machine process. In this chapter was proposed production system in sport Flow identifying problems, providing solutions to these studies through engineering methods, forecasting, capacity planning, distribution of new jobs, decreasing the time and minimize operating costs.

To evaluate the proposed production system, attached to this job, find an Excel file, validate the information studied in chapter two and thus fully meet the objective proposed in this paper.

In chapter three will find the description of the simulation done in Excel, in which the production order entry will result in the labor requirements, costs of production and time to produce.

**KEYWORDS:** System, production, assembly, capacity requirements.

## CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	19
1.1.	PROBLEMA	19
1.1.1.	Descripción	19
1.1.2.	Formulación	20
1.2.	OBJETIVOS	20
1.2.2.	Específicos	20
1.3.	DELIMITACIÓN	21
1.4.	MARCO METODOLÓGICO	21
1.4.1.	Tipo de investigación	22
1.4.2.	Proceso metodológico	23
1.4.3.	Método de investigación	23
1.5.	MARCO LEGAL Y NORMATIVO	25
1.6.	MARCO REFERENCIAL	25
1.6.1.	Marco teórico	25
1.6.2.	Marco conceptual	33
2.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE MANUFACTURA FLOWSPORT S.A.S	37
2.1.	Planeación	37
2.1.1.	Materia prima	37
2.1.2.	Características del producto	39
2.1.3.	Líneas de producción	40
2.1.4.	Maquinaria y equipo	44
2.1.5.	Recurso humano	49
2.1.6.	Distribución de planta	50
2.1.7.	Distribución de puestos de trabajo	55
2.1.8.	Distribución por producto	57
2.1.9.	Diagrama de recorridos	57
2.1.10.	Descripción del proceso	61
2.1.11.	ESTUDIO DE TIEMPOS.	71
2.1.12.	Diagrama de procesos	75
2.1.13.	Costo por operación	77
2.2.	PROGRAMACIÓN Y CONTROL	79
2.2.1.	Costo de producción	80

2.2.2.	Punto de equilibrio	81
2.3.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO EN FLOW SPORT.	82
2.3.1.	Estudio de ingeniera de métodos	84
2.3.2.	Planeación	86
2.3.3.	Pronósticos	86
2.3.4.	Planeación de la capacidad	100
2.3.5.	Cambios realizados en la distribución de puestos de trabajo	105
2.3.6.	Nuevo diagrama de recorridos	109
2.3.7.	Nuevos tiempos	112
2.3.8.	Nuevo diagrama de procesos	114
2.3.9.	Nuevos costos de operación	119
2.4.	Simulación	121
2.4.2.	Simulación después del proyecto	124
	Conclusiones	128
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA	130
	CIBERGRAFÍA	132

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Salario	50
Tabla 2.	División de la bodega	50
Tabla 3.	Estudio de tiempos Flow Sport	71
Tabla 4.	Diagrama de procesos	75
Tabla 5.	Resumen diagrama de procesos	77
Tabla 6.	Costo por operación	78
Tabla 7.	Producción año 2012	79
Tabla 8.	Producción agosto de 2012	80
Tabla 9.	Gastos fijos mensuales	81
Tabla 10.	Costo total de la producción agosto 2012	81
Tabla 11.	Producción año 2012	86
Tabla 12.	Promedio simple	88
Tabla 13.	Promedio móvil	89
Tabla 14.	Promedio móvil ponderado	90
Tabla 15.	Promedio móvil con tendencia lineal	91
Tabla 16.	Suavizado exponencial simple	92
Tabla 17.	Suavizado exponencial simple con tendencia lineal	93
Tabla 18.	Suavizado exponencial doble	94
Tabla 19.	Suavizado exponencial doble con tendencia lineal	95
Tabla 20.	Suavizado exponencial adaptado	96
Tabla 21.	Tabla Algoritmo suma Holt-Winters	97
Tabla 22.	Algoritmo multiplicativo Holt-Winters	98
Tabla 23.	Nuevos tiempos	112
Tabla 24.	Nuevo diagrama de procesos	114
Tabla 25.	Resumen nuevo diagrama de procesos	116
Tabla 26.	Comparativo diagrama de proceso	117
Tabla 27.	Nuevos costos de operación.	119
Tabla 28.	Tiempo inicial simulación	122
Tabla 29.	Costos por operación para la simulación.	123
Tabla 30.	Datos a ingresar	124
Tabla 31.	Nuevo estudio de tiempos simulación.	125
Tabla 32.	Nuevos costos de operación simulación.	126
Tabla 33.	Datos a ingresar	127
Tabla 34.	Comparación de resultados simulación.	127

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Producción Flow Sport	19
Figura 2.	Ubicación Flow Sport, Bogotá	21
Figura 3.	Flujograma	23
Figura 4.	Método de investigación	24
Figura 5.	Tipos de producción	27
Figura 6.	Cortes	38
Figura 7.	Mesa de corte	38
Figura 8.	Rollos de tela	39
Figura 9.	Almacenamiento corte	39
Figura 10.	Producto terminado	40
Figura 11.	Producto embalado	40
Figura 12.	Vista delantera pantalón clásico	41
Figura 13.	Vista trasera pantalón clásico	41
Figura 14.	Ficha técnica pantalón clásico	42
Figura 15.	Código de piezas	44
Figura 16.	Máquina cerradora	44
Figura 17.	Máquina fileteadora	45
Figura 18.	Máquina plana	45
Figura 19.	Máquina dos agujas	46
Figura 20.	Máquina recubridora	46
Figura 21.	Máquina empretinadora	47
Figura 22.	Máquina presilladora	47
Figura 23.	Máquina tachadora	48
Figura 24.	Organigrama	49
Figura 25.	Turnos de trabajo	49
Figura 26.	Plano general de la planta	51
Figura 27.	Área oficina	52
Figura 28.	Área insumos	52
Figura 29.	Área terminación	53
Figura 30.	Área de almacenaje	53
Figura 31.	Área de producción	53
Figura 32.	Iluminación en la planta	54
Figura 33.	Edificio Flow sport	55
Figura 34.	Posición actual operario	55
Figura 35.	Primera disposición puesto de trabajo	56
Figura 36.	Segunda disposición puesto de trabajo	56
Figura 37.	Disposición puesto de trabajo mesa de terminado	57
Figura 38.	Descripción diagrama de recorrido	58
Figura 39.	Plano diagrama de recorrido actual	59
Figura 40.	Diagrama de flujo pantalón clásico	61
Figura 41.	Descripción diagrama de flujo	65
Figura 42.	Diagrama de operaciones de proceso	68
Figura 43.	Toma de tiempos 1	73
Figura 44.	Toma de tiempos 2	73
Figura 45.	Toma de tiempos 3	73

Figura 46. Toma de tiempos 4	74
Figura 47. Diagrama de causa y efecto	83
Figura 48. Comparación métodos pronósticos	99
Figura 49. Resumen pronóstico	100
Figura 50. Capacidad de la planta Flow sport	100
Figura 51. Molestias más frecuentes en operarios de costura	105
Figura 52. Tejado flow sport	107
Figura 53. Soportes de caucho	107
Figura 54. Iluminación en la planta flow sport	108
Figura 55. Iluminación lámpara led flow sport	108
Figura 56. Empleados con audífonos	109
Figura 57. Plano nuevo diagrama de recorrido	110
Figura 58. MRP, BOM	120
Figura 59. Presentación simulación	124
Figura 60. Nueva presentación simulación	127

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Punto de equilibrio	82
Gráfica 2.	Promedio Simple	88
Gráfica 3.	Promedio Móvil	89
Gráfica 4.	Promedio móvil ponderado	90
Gráfica 5.	Promedio móvil con tendencia lineal	91
Gráfica 6.	Suavizado exponencial simple	92
Gráfica 7.	Suavizado exponencial simple con tendencia lineal	93
Gráfica 8.	Suavizado exponencial doble	94
Gráfica 9.	Suavizado exponencial doble con tendencia lineal	95
Gráfica 10.	Suavizado exponencial adaptado	96
Gráfica 11.	Algoritmo suma Holt-Winters	97
Gráfica 12.	Algoritmo multiplicativo Holt-Winters	98

## LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Punto de equilibrio	82
Fórmula 2. Determinación del número de máquinas	101

## ANEXOS

Anexo 1. Planos planta Flow Sport

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene como propósito la elaboración de un sistema de planeación, programación y control de la producción en la empresa maquiladora Flow sport S.A.S. mediante técnicas y estrategias de producción que minimicen los costos operativos de manufactura.

En la primera fase del proyecto se realizó un diagnóstico, para determinar la situación actual del sistema productivo de la empresa, por medio de observación, toma de datos y entrevistas, recopilando información adecuada para generar una caracterización. Obteniendo como resultado que la empresa Flow sport S.A.S. no contaba con una estructura determinada en sus procesos productivos, ya que no se manejan estándares que determinen tiempos de producción, entrega ni calidad de los productos.

En la segunda fase teniendo claras las capacidades y características de los recursos, se creó un sistema propuesto el cual se busca se implante en la empresa, utilizando teorías de planeación, programación y control de la producción.

En la tercera fase, luego de haber planteado las mejoras del sistema se procedió a crear una herramienta computacional por medio del programa Excel, la cual le da a la administración de la empresa la opción de planear la producción, simplemente con digitar la cantidad de pedido y el plazo de entrega el programa le arrojará el número de empleados requeridos para cumplir con la demanda y el costo al cual incurrirá.

## JUSTIFICACIÓN

En este proyecto se utilizarán diferentes herramientas que ofrece la Ingeniería Industrial, con el fin de identificar una mejora en la productividad y competitividad de la empresa Flow Sport. Debido a que esta carece de una planeación, programación y control de la producción. El sistema de manufactura que maneja actualmente la empresa le genera altos niveles de re-procesos, desperdicios, tiempos improductivos y altos inventarios, entre otros.

Debido a los problemas mencionados los autores de este proyecto propondrán a la empresa Flow Sport un sistema de planeación, programación y control de la producción que ayudarán a mejorar la productividad y competitividad de la organización.

La realización de este trabajo también hará que la empresa crezca profesionalmente, porque en el transcurso de la investigación e implementación del proceso productivo se cumplirán con los requisitos de nuevos clientes llegando incluso a licitar. Contribuyendo con aportes propios y empíricos de las personas que laboran en este sector. Con reserva de cifras que corresponden a la empresa, esta investigación se podrá tomar como modelo para otras pymes del sector.

Para explicar la importancia de realizar la planeación, programación y control de la producción se tomaran apartes del libro la Ingeniería del lean manufacturing.<sup>1</sup>

En el mundo, la segmentación de mercados ha incrementado la complejidad en la operación de una fábrica manufacturera. Ya no se habla de una producción masiva de productos y abajo costo y alta eficiencia; hoy existe la necesidad de proveer mayor número de artículos distintos en menor tiempo y pequeñas cantidades, lo que hace que las estrategias de producción basadas en grandes inventarios de trabajo y tiempo en proceso elevado no sean tolerables y, en caso de serlo, se genera incumplimiento y pérdida del mercado.

Por lo anterior se ha hecho imperioso contar con un sistema de producción efectivo que responda a las necesidades de calidad, cantidad, tiempo de aprovisionamiento y flexibilidad cuando hay un cambio constante de estilos y referencias.

Por otro lado, el uso de tecnología de punta ha permitido que en pocos minutos se pueda desarrollar nuevos productos en la industria de la confección, realizar los patrones, escalado, extendido de tela y realizar el corte. No obstante, en el país no se maneja la misma velocidad en el área de costura pues sus sistemas de producción son en gran mayoría de baja flexibilidad y velocidad como lo es el sistema de bulto progresivo, o convencional.

---

<sup>1</sup> OLAYA, Mauricio, LEÓN, Mario. La ingeniería del lean manufacturing, Colombia, 2012, Uniminuto. Pág. 9.

Con el uso extendido de los sistemas de telecomunicaciones como el EDI (Por sus iniciales en inglés, intercambio electrónico de datos) el vendedor mayorista puede realizar sus pedidos con mayor frecuencia y en menor volumen, reduciendo el riesgo inherente a la baja predictibilidad de los mercados. Sin un sistema de manufactura flexible esta automatización de los pedidos lejos de ser una oportunidad para dar respuesta a las necesidades del mercado, se volvería inoperante para la industria.

La escasez de operarios calificados es una realidad. El ideal para reducir la rotación y ausentismo es contar con un sistema de producción que, además de ser efectivo, satisfaga las necesidades del trabajador, haciéndolo sentir como un ser humano importante y no explotado con fuertes horarios extendidos de trabajo y poco desarrollo personal.

En el mundo se han adelantado sistemas de respuesta rápida en diferentes sectores y con buenos resultados. Aunque se ha tratado de adaptar en la industria del sector confección, se ha tenido dificultades. No existen metodologías específicas, fáciles de implementar y con resultados positivos, para desarrollar el sistema en países en vía de desarrollo. Queda claro que para las empresas que quieren aumentar su flexibilidad y al mismo tiempo reducir sus niveles de stock resulta fundamental reducir al mínimo los tiempos tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones.

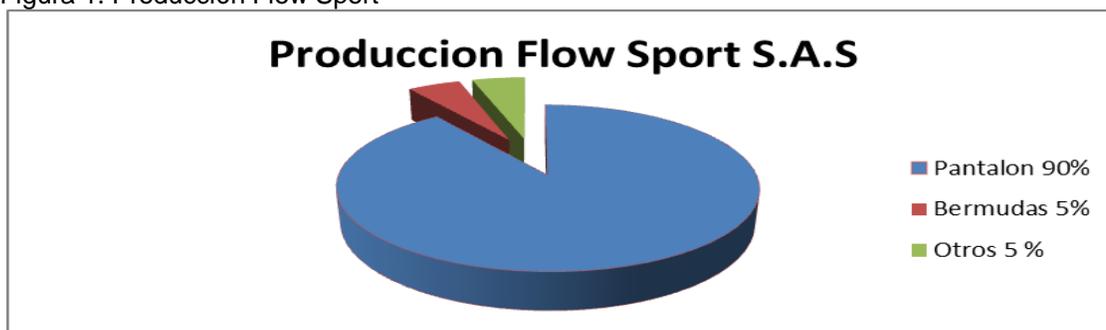
## 1. GENERALIDADES

### 1.1. PROBLEMA

1.1.1. Descripción. FLOW SPORT es una microempresa dedicada a la maquila, diseño y fabricación de prendas de vestir de uso externo para hombre, dama y niño, que busca ofrecer de una manera integral la prestación del servicio que sus clientes requieren en dos modalidades, uno de maquila y el otro venta de paquete completo que consta de diseño y fabricación de las prendas.

El sector de la confección se rige por los cambios en la moda y la temporada que para el caso de Colombia está muy definida, la empresa se especializa en producción de pantalón en un 90%, bermudas 5%, y el restante 5% en otros productos. Como lo muestra el gráfico 1.

Figura 1. Producción Flow Sport



Fuente: Los autores, 2012.

En los 14 meses de funcionamiento, la empresa FLOW SPORT no cuenta con una estructura determinada en sus procesos productivos, ya que no se manejan estándares que determinen tiempos de producción, entrega ni calidad de los productos. Esto los lleva a una variación en la producción mes a mes con gran diferencia entre estos mismos. Se presenta a la vez perdida de insumos y mano de obra calificada, así como demoras en la facturación y el cobro de la misma. La falta de información cierta sobre costos, tiempos, capacidad de producción y procesos hace difícil e imprecisa la planeación, el control y el costeo de trabajo. En consecuencia ha dejado de generar las utilidades que una empresa organizada y con un buen sistema de producción puede llegar a percibir.

Según la ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), la importancia del mejoramiento se basa en que la industria Textil-Confecciones colombiana genera aproximadamente 130 mil empleos directos y 750 mil empleos indirectos, lo que representa aproximadamente el 21% de la fuerza laboral generada por la industria manufacturera. Hay cerca de 450 fabricantes de textiles y 10.000 de confecciones. La mayoría son pequeñas fábricas, el 50% tiene entre 20 y 60 máquinas de coser. Las principales ciudades donde se ubican son Medellín, Bogotá, Cali, Pereira, Manizales, Barranquilla, Ibagué y Bucaramanga.

El sector representa el 8% del PIB manufacturero y el 3% del PIB nacional. Además constituye más del 5% del total de exportaciones del país, lo que lo convierte en el sector de exportaciones no tradicionales más importante. La industria colombiana en textiles y confecciones procesa aproximadamente 200 mil toneladas métricas de fibras frente a 56 millones de toneladas que es la cifra global. Partiendo de esta realidad y adicionalmente, las posibilidades de crecimiento del sector dependen de su habilidad para posicionarse en nichos de mercado especializados.

Para poder conquistar aquellos nichos de mercado en donde la diferenciación más que el precio es el factor fundamental, este sector debe aprender a agregarle mucho valor a la producción y concentrarse en el conocimiento que hoy se posee en el mundo de la moda, factor que ubica a Colombia en ventaja significativa frente a otros países como Perú, Ecuador, México, e inclusive Brasil.

Actualmente, Colombia representa el 0.31% y 0.17% de las exportaciones mundiales de textiles y confecciones respectivamente. Lo que lo hace responsable del 0.25% del mercado mundial de la moda. Se ha convertido en uno de los principales centros de moda en Latinoamérica, caracterizado por la innovación, el diseño, variedad de insumos y la calidad de sus creaciones. La gran acogida de ferias como Colombiatex y Colombia moda, las cuales reúnen a las más prestigiosas compañías textiles del mundo, es una muestra clara de esto, es un país que se conoce que sabe de moda, tal como lo ratifican pasadas apreciaciones de conocedores del tema en Ferias de Milán.<sup>2</sup>

1.1.2. Formulación. ¿Cómo un Sistema de planeación, programación y control de la producción, en la empresa “Flow Sport S.A.S”, mejorará la eficiencia y productividad de las líneas de manufactura?

## 1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General. Desarrollar el sistema de planeación, programación y control de la producción de “Flow Sport S.A.S.” mediante técnicas y estrategias de producción que minimicen los costos operativos de manufactura.

### 1.2.2. Específicos

- Establecer el estado actual de la línea de producción por medio de un diagnóstico, identificando tasas de producción, tiempos de fabricación, tiempos improductivos y cantidad de subproducto de tal forma que se interprete el sistema de manufactura.
- Aplicar las diferentes técnicas de pronósticos identificando la más adecuada a la gestión de la organización en términos de tiempo, cantidad y producto.
- Establecer las capacidades de planta (Mano de obra, maquinaria, equipos e

---

<sup>2</sup> <http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=26&Tipo=2>. Tomado en septiembre de 2012.

- infraestructura) determinado la capacidad disponible y necesaria en cada caso.
- Desarrollar el plan agregado de la producción identificando el empleo de los recursos de manufactura (Materiales, insumos, etc.), tiempo, costo y cantidad.
- Proponer el sistema de planeación, programación y control de la producción a partir de las necesidades establecidas en el plan agregado y de capacidad de manufactura.
- Validar el sistema de planeación, programación y control por medio de una herramienta computacional que integre el sistema de planeación de manufactura.

### 1.3. DELIMITACIÓN

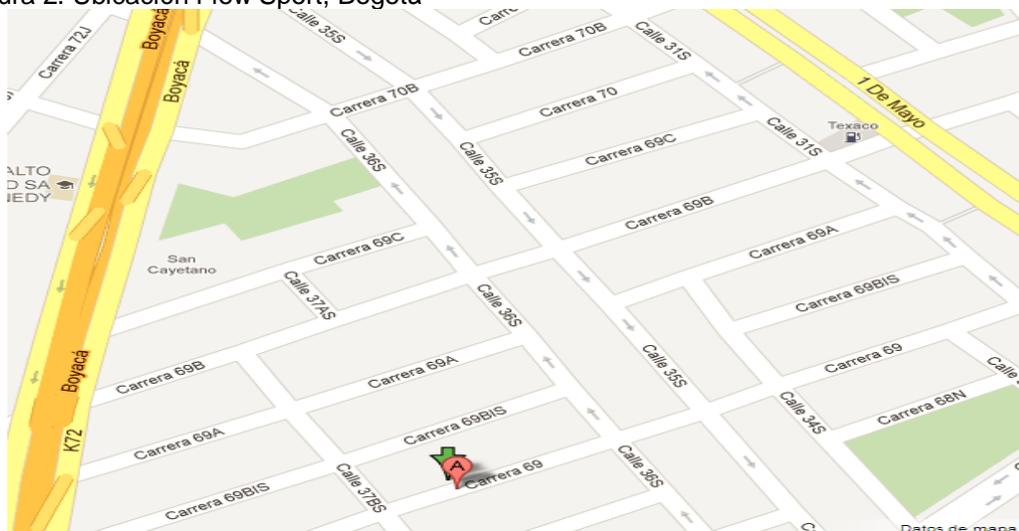
- Temática

Planeación, programación y control de la producción.

- Espacial

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad de Kennedy. Como lo muestra la figura 2.

Figura 2. Ubicación Flow Sport, Bogotá



Fuente: www.googlemaps.com. Tomado en septiembre de 2012.

- Cronológica

La duración del proyecto será de un año.

### 1.4. MARCO METODOLÓGICO

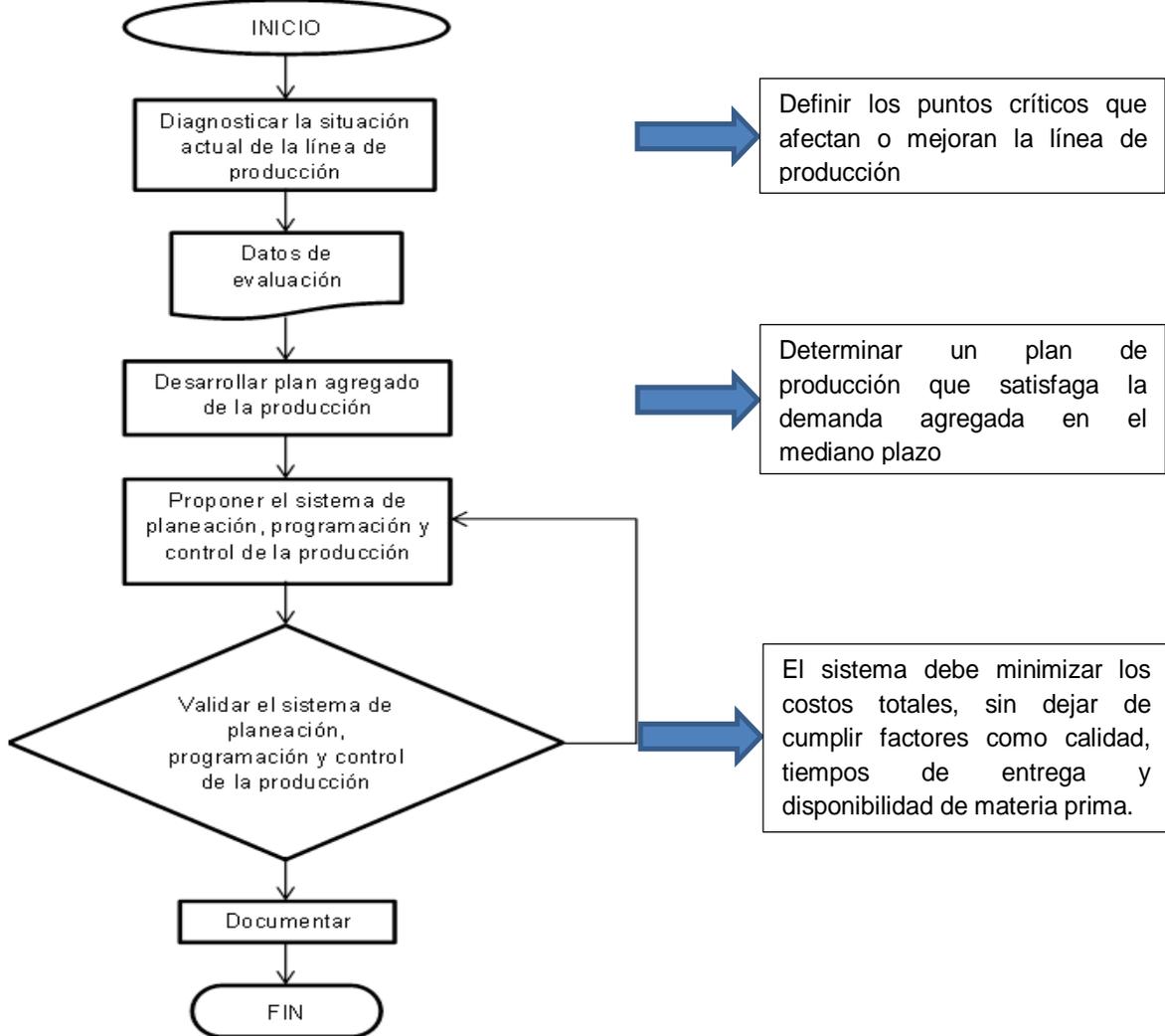
1.4.1. Tipo de investigación. Los tipos de investigación más importantes que se van a utilizar en el proyecto son:

- Cualitativa participativa: Se requiere relacionar la investigación y las acciones de los investigadores con la participación de la empresa ya que se debe depositar la confianza necesaria en los investigadores para aplicar las correcciones para el cumplimiento de los objetivos
- Cuantitativa analítica: Se requiere recoger, procesar y analizar los datos que se han recogido en el proceso de investigación con el fin de dar un dictamen de cómo se encuentra la empresa y reconocer las falencias que tiene para tomar los correctivos necesarios.

Investigación aplicada: Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizará el tipo de investigación aplicada, ya que por medio de la aplicación de teorías se puede optimizar la producción Flow Sport de acuerdo con las necesidades de ésta.

1.4.2. Proceso metodológico. Para mayor claridad de lo que se va a realizar con el proceso metodológico se diseñó el siguiente flujograma. (Ver figura 3)

Figura 3. Flujograma



Fuente: Los autores, 2012.

Para generar una solución al problema se plantea, realizar un diagnóstico donde se evalúen los aspectos productivos actuales de la producción, con el fin de ver los puntos de relevancia que afectan o mejoran los estados de la misma, para luego proponer un sistema de planeación, programación y control de la producción validándolo con una herramienta computacional que permita tomar decisiones.

1.4.3. Método de investigación. En la figura 4 se mencionan los objetivos del proyecto y el método de investigación que se utilizarán para su desarrollo.

Figura 4. Método de investigación

Objetivo específico	Actividades	Metodología	Técnica
Establecer el estado actual de la línea producción por medio de un diagnóstico identificando tasas de producción, tiempos de fabricación, tiempos improductivos y cantidad de subproducto de tal forma que se interprete el sistema de manufactura.	Establecer el proceso productivo	Creación mapa de procesos	Cuestionarios y entrevistas a los empleados de la empresa.  Documentación Flow Sport.
	Caracterización del proceso productivo	Diagrama de flujo	
	Crear la cadena de valor	Cadena de valor	
Aplicar las diferentes técnicas de pronósticos identificando la más adecuada a la gestión de la organización en términos de tiempo, cantidad y producto.	Método Delphi	Un grupo estructurado de gente conocedora será capaz de llegar a un pronóstico por consenso	Análisis de la información de la empresa Flow Sport y datos tomados.
	Datos históricos		
	Técnica de Grupo Nominal		
Establecer las capacidades de planta (Mano de obra, maquinaria, equipos e infraestructura) determinado la capacidad disponible y necesaria en cada caso.	Diferentes clases de estudios	Producción, logística, costos, mano de obra, etc.	Análisis de la información de la empresa Flow Sport y datos tomados.
Desarrollar el plan agregado de la producción identificando el empleo de los recursos de manufactura (materiales, insumos, etc.), tiempo, costo y cantidad.	Planeación estratégica	Se pronosticará el futuro y desarrollará los procedimientos y operaciones necesarias para alcanzarlos.	Análisis de la información de la empresa Flow Sport y datos tomados.
Proponer el sistema de planeación, programación y control de la producción a partir de las necesidades establecidas en el plan agregado y de capacidad de manufactura.	Según todos los estudios realizados en el proyecto proponer la solución	La recopilación de todas las actividades anteriores darán el sistema de planeación, programación y control óptimo para la producción	Recolección de los datos de la empresa
Validar el sistema de planeación, programación y	Validar que el sistema cumpla con los objetivos propuestos	Se verificará que los objetivos propuestos sean iguales a los	Recolección de los datos de la empresa después del proyecto

control por medio de una herramienta computacional que integre el sistema de planeación de manufactura.		resultados obtenidos	
---	--	----------------------	--

Fuente: Los Autores, 2012.

## 1.5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El presente proyecto de investigación tendrá como marco legal y normativo las siguientes leyes, disposiciones, reglamentos y circulares en cuanto al tema refiere:

- Clasificación de riesgos por las ARP. Clase II: Riesgo bajo. Fábricas de tapetes, tejido, confecciones y labores agrícolas.
- LEY 905 DE 2004 (Agosto 2): Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.<sup>3</sup>
- Cumplir con las condiciones sanitarias descritas por la ley novena de 1979 y demás normas vigentes sobre la materia (Todos los establecimientos).<sup>4</sup>
- Cumplimiento de obligaciones laborales y de seguridad social con sus trabajadores.
- Solicitud de autorización para número de facturación (DIAN).

## 1.6. MARCO REFERENCIAL

1.6.1. Marco teórico. Las empresas manufactureras están en la necesidad de ser más eficientes y productivas para lograr cumplir con las necesidades de los clientes y ser competitivas en el mercado. Por eso la importancia de tener organizado su proceso productivo desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto terminado al cliente, de ahí la importancia de planear, programar y controlar la producción.

La planeación, programación y control de la producción son actividades indispensables para cualquier proceso de fabricación, el objetivo primordial es que la producción cumpla con la demanda establecida, minimizando los costos totales, sin dejar de cumplir factores como calidad, tiempos de entrega y disponibilidad de materia prima.

Planeación: Es la función administrativa que determina anticipadamente cuáles son los objetivos que deberán alcanzarse y qué debe hacerse para lograrlos de la mejor manera posible. La planeación está volcada hacia la continuidad de la

<sup>3</sup> <http://www.superfinanciera.gov.co/Normativa/PrincipalesPublicaciones/boletinej/boletin39.pdf>. Tomado en septiembre de 2012.

<sup>4</sup> <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>. Tomado en septiembre de 2012.

empresa y se centra en el futuro. Su importancia radica en esto: sin la planeación la empresa queda pérdida en el caos. Así, a partir de la elaboración de los objetivos que deberán alcanzarse la planeación determina a priori qué se debe hacer, cuándo, quién debe hacerlo y de qué manera. Así, la planeación se hace con base en planes. Un conjunto de planes forma la planeación.<sup>5</sup>

Programación: La programación de la producción comienza cuando se determina que cantidad ha de fabricarse de cada producto y en qué tiempo se requiere. Programación se basa en cantidad y tiempo. La programación comienza con el pronóstico de ventas.<sup>6</sup>

Control: Es la función administrativa que consiste en medir y corregir el desempeño para asegurar que los planes sean ejecutados de la mejor manera posible. La tarea del control es verificar si todo se hace de conformidad con lo que fue planeado y organizado, de acuerdo con las órdenes dadas, para identificar los errores o desviaciones, con el fin de corregirlos y evitar su repetición.<sup>7</sup>

Muchos son los autores que han tratado de definir la planeación, programación y control de la producción, a continuación se relacionan algunas de las definiciones más conocidas.

La planeación de la producción se ocupa de la toma de decisiones relacionadas con los procesos de producción, de modo que los productos o servicios resultantes se produzcan de acuerdo con las especificaciones, en las cantidades y la distribución requeridas, al costo mínimo.<sup>8</sup>

La planeación de la producción es la disposición de una serie de políticas, estrategias y normas con el fin de cumplir con unos objetivos y proyecciones, utilizando racionalmente los recursos disponibles.<sup>9</sup> La dirección de operaciones o planificación y control de la producción, como se denomina con frecuencia, puede definirse como la administración de los recursos para producir los bienes y servicios que ofrece una organización.<sup>10</sup>

Para mayor claridad de lo que se va a realizar en la empresa Flow Sport se explicarán algunos temas que se implementarán en el proyecto.

---

<sup>5</sup> CHIAVENATO, Idalberto, *Iniciación a la Administración General*, México, D. F. Mc Graw-Hill, 1993. Pág. 83.

<sup>6</sup> GARCIA, Cantú Alfonso. *Productividad y reducción de costos*. México. F. Trillas, 1995. Pág. 125

<sup>7</sup> *Ibíd.* 5.

<sup>8</sup> BUFFA, E., SARIN, R. *Administración de la Producción y las Operaciones*. Limusa. Noriega editores. España. 2001. Pág. 58.

<sup>9</sup> SCHROEDER, R. *Administración de Producción*. McGraw Hill Interamericana. De México, S.A. de C.V. México D.F. 2001. Pág. 116

<sup>10</sup> CHASE, R.B., AQUILANO, N.J. *Dirección y administración de la producción y las operaciones*. Mc Graw Hill, Irwin. México D.F. 2005. Pág. 79.

## Producción

La producción consiste en la transformación de unos determinados elementos con objeto de obtener unos productos terminados o resultados. Dentro de la empresa, la producción tiene por finalidad obtener los artículos o servicios que se transfieren a los clientes proporcionando los ingresos correspondientes al ser vendidos

Algunas funciones de la producción son:

- Determinación del producto, especificando sus características, componentes, partes, etc.
- Fabricación del producto.
- Determinación y adquisición de los medios productivos precisos para fabricar el producto (Maquinaria, medios de transporte, etc.).
- Obtención de las materias y componentes adquiridos a terceros, necesarios para la fabricación.
- Incorporación de los recursos humanos para llevar a cabo las actividades de la producción.

Tipos de producción: A partir de factores predominantes, se pueden identificar los siguientes tipos de producción, como se presenta en la figura 5.

Figura 5. Tipos de producción

Factor predominante	Tipos de producción básicos
Identificación individualizada del cliente, previa a la producción	Contra pedido. Cada pedido de productos o artículos se fabrica con destino a un cliente previamente conocido. Se fabrica si el producto está vendido
	Contra almacén. Se fabrica antes de vender los productos. Los clientes eligen productos ya terminados.
Tiempo de utilización del equipo productivo disponible.	Intermitente. La fabricación de un determinado producto satura la capacidad de producción durante una fabricación relativamente reducida de tiempo.
	Continua. Durante un periodo de tiempo sensiblemente dilatado la capacidad de producción se destina a la obtención de un solo producto

Materias y artículos adquiridos de tercero y formas generales de combinarse y transformarse para obtener el producto final	Industrias o fabricantes de procesos. Los materiales de base son utilizados en cantidades importantes y, en general, son líquidos, granulados, polvorientos, etc. Las transformaciones que sufren son físico químicas.
	Producciones de fabricación y montaje. Los materiales de base son predominantemente derivados de procesos de fabricación previos y sobre ellos se realizan operaciones de mecanizado y posterior montaje de elementos.
Número de plantas productivas	Mono-planta o en planta única. La producción de lleva a cabo en una única planta productiva
	Multi-plantas

Fuente: La producción y su estructura.<sup>11</sup>

1.6.1.1. Planeación de la producción. La planeación de la producción es una de las actividades más importantes en la empresa debido a que lo que se busca es según el número de unidades que se van a producir en un periodo de tiempo, determinar las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, que se requieren para el cumplimiento del plan.

Planear la producción de la empresa tiene algunas ventajas:

- Se define el número de unidades a producir en un período.
- Se pueden calcular, en forma general, las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, con base en lo producido en períodos anteriores.
- Se planea el cumplimiento de los pedidos para las fechas convenidas.
- Se pueden calcular las compras de materia prima teniendo como base las existencias de la materia prima necesaria para la producción estimada.
- Se pueden estimar los recursos económicos para financiar la producción.

La planificación de la producción se divide en:

- La planificación estratégica: La planeación estratégica es el proceso por el cual los dirigentes ordenan sus objetivos y sus acciones en el tiempo. De hecho, el concepto de estrategia y el de planificación están ligados indisolublemente, pues tanto el uno como el otro designan una secuencia de acciones ordenadas

<sup>11</sup>ARJONA, Antonio Ciria, La producción y su estructura, España: ediciones Deusto, (1982). Pág. 20

en el tiempo de manera tal que sea posible alcanzar uno o varios objetivos.<sup>12</sup>

- La planificación agregada: La planeación agregada en la organización manufacturera, genera como resultado que ésta utilice en forma razonable los recursos disponibles. Esta buena disposición en la utilización de los recursos, genera beneficios de nivel económico para la organización empresarial, pues causa una reducción de los costos en el sistema, mejorando su condición financiera y la condición económica y social de su componente humano, lo cual puede trascender como una forma de mejoramiento a otras organizaciones de su sector empresarial.<sup>13</sup>
- Sistema maestro de producción (MSP): El resultado del proceso de planificación agregada nos va a dar un plan de análisis por familias de productos. Las empresas deben trabajar con planes sobre productos específicos. Al resultado de esta desagregación es el plan maestro de la producción (PMP). El plan maestro de producción es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planeación a corto plazo que, por lo general, abarca de unas cuantas semanas a varios meses. El PMP establece el volumen final de cada producto que se va a terminar cada semana del horizonte de producción a corto plazo. Los productos finales son productos terminados o componentes embarcados como productos finales. Los productos finales pueden embarcarse a clientes o ponerse en inventario. Los gerentes de operaciones se reúnen semanalmente para revisar los pronósticos del mercado, los pedidos de cliente, los niveles de inventario, la carga de instalaciones y la información de capacidad, de manera que puedan desarrollarse los programas maestros de producción.<sup>14</sup>
- Planeación de requerimientos de materiales (MRP): La planeación de requerimiento de materiales es un procedimiento de computación que se utiliza para convertir el programa maestro de producción de productos finales en un programa detallado de materias primas y componentes que se usan en los productos finales. El programa detallado indica las cantidades de cada artículo, cuando debe reabastecerse y cuando entregarse para cumplir con el programa maestro. La planeación de requerimientos de capacidad coordinada los recursos de mano de obra y equipo con los requerimientos de materiales.<sup>15</sup>

Algunos factores de la planeación para tener en cuenta:

---

<sup>12</sup> SALLENAVE, Jean Paul. La gerencia integral. Colombia, Editorial Norma, 1994. Pág. 173.

<sup>13</sup> TORRES, Jairo Humberto, Elementos de Producción. Planeación, Programación y Control. Colombia. Edición Universidad Católica de Colombia, 2001.

<sup>14</sup> GAITHER, Norman Fraizier. Administración de producción y operaciones. Editorial Thomson. Octava edición, pp. 62, 63

<sup>15</sup> GROOVER, Mikell. Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. Pearson Prentice hall. México. 1997. Pág. 992.

- a. Localización de la planta: La ubicación de la planta es el resultado directo del producto que se va a fabricar, determina las actividades óptimas de transporte y distribución, dicta las política de inventario, controla el servicio a los clientes, tiene implicaciones importantes para la productividad de la empresa.<sup>16</sup> En general se puede dividir estos factores en:
- Relacionados con la inversión inicial
  - Relacionados con los costos y tiempos de producción
  - Relacionados con la obtención de recursos materiales
  - Relacionados con la obtención de recursos humanos
  - Relacionados con las comunicaciones
- b. Distribución de la planta: El objetivo principal de una distribución de planta efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada, al menor costo. La distribución física es un elemento importante del sistema de producción que comprende instrucciones de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, determinación de rutas y despacho. Todos estos elementos deben integrarse para satisfacer el objetivo establecido.<sup>17</sup>
- c. Manejo de materiales: La importancia de un buen sistema de manejo de materiales se manifiesta en la necesidad de mover materiales y productos en proceso de una operación a la siguiente con el mínimo de demoras y en el momento oportuno para asegurar la continuidad de la producción.<sup>18</sup>
- d. Abastecimiento: El proceso de abastecimiento es el conjunto de operaciones que pone a disposición de la empresa en las mejores condiciones posibles de cantidad, calidad, precio y tiempo todos los materiales y productos necesarios para el funcionamiento de la misma, de acuerdo con los objetivos que la dirección de la empresa ha definido.<sup>19</sup>
- e. Control de inventario: El departamento de compras, en coordinación con el de planeación de la producción, es responsable de mantener los inventarios dentro de los niveles establecidos y consistentes con la programación de la producción.  
Todo cambio de programación o de cantidades requeridas deberá ser aprobado por el departamento solicitante y comunicado al departamento de compras<sup>20</sup>

---

<sup>16</sup> SALVENDY, Gabriel. Manual de ingeniería industrial volumen II. México. Editorial Limusa. 1991. Pág. 321.

<sup>17</sup> NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. México. Alfaomega. 2004. Pág. 110.

<sup>18</sup> GARCIA, Cantú Alfonso. Productividad y reducción de costos. México. Trillas, 1995. Pág. 121.

<sup>19</sup> ESCOBAR Refusta, J. El primer escalón de la logística: el abastecimiento. En revista Zona Logística. Edición 39. Versión Digital. 2007. P.57.

<sup>20</sup> GARCIA, Cantú Alfonso. Productividad y reducción de costos. México. Trillas, 1995. Pág. 228.

- f. Control de calidad: El objetivo básico del control de calidad es asegurar que los productos, servicios o procesos cumplan requisitos específicos y que sean confiables y satisfactorios para los clientes y la empresa. Esencialmente, el control de calidad implica el examen de un producto, servicio o proceso para ciertos niveles mínimos de calidad.

1.6.1.2. Programación de la producción. La programación de la producción ordena la secuencia de los pasos de preparación, ejecución y control de cada proceso. Su realización depende de la naturaleza individual de cada negocio así como del tamaño de su organización.

Es necesario entender algunos objetivos de la programación de la producción los cuales serán explicados a continuación.

- Efectividad y precisión en la programación de las cargas matemáticas de máquinas y estaciones de trabajo.
- Órdenes de producción claras, precisas y completas con la información pertinente a los procesos y operaciones.
- Requerimientos de materias primas y materiales completos y sin errores.
- La información completa a los supervisores de producción sobre la secuencia de los procesos y el equipo que ha de emplearse.
- Programación de acuerdo con las necesidades y requerimientos con el departamento de ventas.
- Información precisa al departamento de ventas para que formule sus requerimientos, para cada producto, en cuanto a posibilidades de tiempo de entrega y de acuerdo a las capacidades medidas en tiempo de proceso.
- Aprovechamiento efectivo de la maquinaria y el equipo, así como de la fluidez efectiva en los procesos.
- Información continua y oportuna de avances o atrasos en los procesos programados, para reprogramar y para que los supervisores de líneas tomen medidas correctivas o cambien sus programas.
- Previsión en el ajuste o arreglo de las máquinas o dispositivos que han de emplearse y programación previa de las rutas y frecuencias de rondas de los inspectores de calidad.

Estos objetivos valen tanto en la manufactura como en las operaciones de los departamentos administrativos.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> GARCIA, Cantú Alfonso. *Ibíd.* 129.

1.6.1.3. Control de la producción. Las actividades de control de producción se refieren a la supervisión de las tareas y al cubrimiento de las mismas a través de un sistema que permita la adquisición de datos en la planta para la obtención de información acerca del estado de las órdenes y los centros de trabajo.<sup>22</sup>

A continuación figuran algunos de los objetivos y resultados de un adecuado control de producción, en relación con las normales funciones de dirección, dirigir, coordinar, controlar e innovar.

a) Dirigir.

- Los esfuerzos se pueden dirigir y canalizar hacia aquellas áreas de producción que más contribuyan a la consecución de un objetivo o tarea dado.
- Los programas se pueden ajustar estrechamente a los deseos y necesidades de la empresa.
- Se reduce el riesgo de que la alta dirección quede absorbida por los pequeños detalles que parecen importantes en el momento, con el consiguiente descuido de los objetivos más amplios y generales del programa fundamental.
- Se acortan los ciclos de producción, lo que reduce los costos debidos a materiales en curso de fabricación y proporciona un servicio mejor a los clientes.
- El trabajo se debe realizar de acuerdo con programas previamente preparados o listas de prioridad; los trabajos fáciles y duros se distribuyen de acuerdo con las necesidades objetivas del programador y no se pueden seleccionar o asignar de otra manera.
- Los mandos se ven obligados a tomar medidas correctivas cuando es necesario.

b) Coordinar.

- Los empleados pueden saber mejor el papel que desempeñan en el negocio o empresa.
- Se puede informar rápidamente a los clientes del estado de sus pedidos.
- Se reducen los gastos generales debido a la sistematización y reducción de la cantidad de papeleo utilizado.
- Se aumenta al máximo la producción por medio de un mejor uso de los medios y equipo de producción y de la mano de obra a través de una buena programación y carga de trabajo.

c) Controlar

- La dirección y los mandos emplean menos tiempo en leer y analizar informes sobre las diversas actividades.
- Se puede suministrar la información necesaria para determinar donde y cuando es necesaria una acción de tipo preventivo o correctivo.

---

<sup>22</sup> BARBOSA, Cardona Octavio. Los indicadores de gestión y su contexto. Escuela superior de administración pública. 2da edición. Bogotá, 2001.

- Proporciona un patrón por medio del cual la dirección puede medir el progreso y la efectividad de las actividades a las que se dedica la empresa.
- La administración de las actividades se apoya más en ciertos hechos que en la voz de la experiencia.
- Los costos de herramientas y materiales se reducen al mínimo, asignando responsabilidades donde corresponde y manteniendo al día registros de todas las actividades en estos aspectos.
- Los informes son más regulares, adecuados y exactos.
- Se hace posible una valoración continua de la efectividad del sistema de planificación y control y de otras funciones.
- Se facilita la presentación gráfica o visual de los datos.

d) Innovar

- Se llega a disponer de tiempo para estudiar ciertos detalles que de otro modo se abandonarían a la improvisación.
- La disposición en el tiempo de todos los elementos de la actividad se convierten en una necesidad. Esto incluye tanto las funciones preparatorias como las de ejecución.
- Se obtiene una mayor flexibilidad para acomodarse a los cambios necesarios que tienen lugar en los programas o pedidos.

1.6.2. Marco conceptual. Para comprender mejor lo que se va a realizar en la empresa Flow Sport se hace necesario definir algunos términos que van a ser usados con frecuencia en el proyecto, algunos son utilizados exclusivamente en el sector textil y otros simplemente son para enfocarlos al contexto del proyecto. Definiciones tomadas de diferentes páginas web.

- Calidad: Está relacionada con la conformidad y especificaciones del producto, incluyendo todo lo que tiene que ver con la producción, el apoyo, ingeniería, investigación y desarrollo, y las actividades de servicio que tiene que tener la conciencia de calidad, además de que tiene por objetivo alcanzar la perfección.
- Capacidad: Hace referencia a la cantidad de producto que se puede obtener por unidad de tiempo en el proceso utilizando al máximo los recursos disponibles.<sup>23</sup>
- Capacidad almacenada: Representa el uso de la capacidad de la empresa para crear un producto con anticipación a la demanda real por el mismo. Esta idea constituye uno de los principales factores que marcan la diferencia entre una empresa dedicada a los servicios y una compañía de manufactura. La empresa de servicios promedio no puede darse el lujo de planificar y utilizar la capacidad con anticipación a la demanda; en lugar de ello se ve forzada a emplear la capacidad solo después de que se genera la demanda.<sup>24</sup>
- Células de manufactura: Combinación e intercambio de habilidades y

<sup>23</sup> [http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion\\_u1/](http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion_u1/). Tomado en octubre 2012.

<sup>24</sup> N. CHAPMAN Stephen. Planificación y control de la producción. Pearson educación, México, 2006. Pág. 100.

conocimientos de un reducido grupo de operadores que integran un equipo confiable y respetado. Supone un alto nivel de polifuncionalidad, entrenamiento en trabajo en equipo, responsabilidad en el aseguramiento efectivo de la calidad, capacidad para comprender las especificaciones del producto, conocimiento de máquinas, materiales y herramientas.<sup>25</sup>

- Confección: Es la unión de piezas de tela para fabricar prendas de vestir, la tela es cortada según un modelo preestablecido por los clientes, luego se realiza la unión de todas las partes según el estilo.
- Control: El control de existencias, de los sobrantes de la producción, el análisis del trabajo empleado en el proceso y el control del transporte. Una vez definidas las políticas principales por la dirección, las funciones de planificación y control de la producción dirigen y coordinan las operaciones productivas. Las funciones de control juegan un papel fundamental que proporciona las principales fuentes de información retroactiva, para asegurar, de este modo, la adopción de las pertinentes medidas correctivas. Los sistemas de comunicación efectivos son un requisito previo, fundamental para un control eficaz.
- Control de las existencias: La importancia de la disponibilidad de las materias en las distintas etapas de la producción requiere un mecanismo de control de existencias y de organización del almacén. Las existencias constituyen una carga financiera sobre la planta, y la gestión de los almacenes puede resultar muy costosa. En ocasiones es una función compleja, puesto que sus métodos no se rigen únicamente por las necesidades y consideraciones internas, sino por los factores externos que determinan la adquisición de materiales, tales como las ofertas y condiciones de los proveedores, las facilidades del mercado, los problemas de transporte y las condiciones de crédito.
- Corte: Es la separación de una tela en piezas las cuales conforman en su conjunto una prenda de vestir.<sup>26</sup>
- Costos: Se define como una medida del uso de los recursos y se expresa en las mismas unidades utilizadas en la organización, es decir, que es una medida interna, y al menos conceptualmente, se puede controlar sus componentes. La reducción de los costos, es una característica clave, para ser competitivos este puede seguir solo una tendencia: hacia abajo. El mejoramiento en costo requerido es de varios órdenes de magnitud, no en pequeños porcentajes. El costo que no tiene insumo se ha convertido en el resultado de las acciones.
- Diagrama de proceso: Es un esquema gráfico que sirve para describir un proceso y la secuencia general de operaciones que se suceden para configurar el producto. Es un diagrama descriptivo que sirve para dar una visión general de cómo transcurre el proceso.<sup>27</sup>
- Diagrama del circuito del proceso: Que representa una descripción más

---

<sup>25</sup><http://www.detextiles.com/files/SISTEMAS%20DE%20PRODUCCION%20EN%20CONFECCION ES.pdf>. Tomado en septiembre de 2012.

<sup>26</sup> <http://wikidiconfeccion.wikispaces.com/>. Tomado en noviembre 2012.

<sup>27</sup> SUÑE Albert., GIL Francisco., ARCUSA Ignacio., "Manual práctico de diseño de sistemas productivos". Ediciones Díaz de santos, S.A. 2004. p. 88.

detallada de las actividades relacionadas con materiales, hombres o maquinas, y que registran la secuencia de operaciones, transportes, verificaciones, retrasos y almacenamientos que se dan en el proceso.

- **Distribución de planta:** La distribución no solo afecta a la asignación de máquinas para la ejecución de unas operaciones dadas, sino que también puede ser un factor importante en la fase de proyecto y en la selección de los procesos de producción. Una distribución demasiado rígida puede constituir un retraso en la integración del equipo adicional en un centro de producción, bien por la falta de espacio, por la limitación de la movilidad del equipo en cuestión. El exceso de rigidez puede originar por ejemplo, largos circuitos de transporte, lo cual incrementa los costos de producción y la cantidad de trabajo a efectuar durante el proceso. La distribución a menudo debe emprenderse según las exigencias de la planeación y control de la producción, a fin de alcanzar un flujo de trabajo satisfactorio.
- **Estudio de tiempos:** Está relacionado con la utilización eficiente de la mano de obra y con los problemas de la programación, puesto que consiste en el análisis de las operaciones y la medición del trabajo. El análisis de las operaciones o estudio del método, consiste en la evaluación, selección y desarrollo de un método eficiente para realizar una tarea determinada; mientras que la medición del trabajo corresponde a la función estimativa del proceso en la planificación de la producción, al implantar tiempos para las distintas de que consta.
- **LAY OUT:** Es básicamente la forma gráfica en la que se organiza por ejemplo una bodega, se distinguen las distintas áreas y secciones etc., es un plano de la organización de un espacio físico.
- **Línea de producción:** Es el conjunto de los diversos subsistemas como son: neumáticos, hidráulicos, mecánicos, electrónicos, software. Los cuales cumplen la finalidad de transformar o integrar materia prima en otros productos.
- **Maquiladora:** Es una empresa tercerizada que tiene como objetivo armar o ensamblar los productos finales, opera con materias primas de otras organizaciones como tela, hilos y botones, después entrega el producto terminado a la empresa por la que fue contratada quien es la encargada de comercializar.
- **Materia prima:** Constituye el inventario que debe adquirirse para utilizarlo en el proceso de producción, y que no tiene un valor añadido por el proceso de producción de la compañía.
- **Orden de producción:** Las actividades de planificación de la producción culminan finalmente con la emisión del pedido de producción. Generalmente, los tratados sobre la planificación y el control de la producción elaboran detalladas descripciones de las hojas y documentos que se supone que constituyen los trámites escritos relacionados con los pedidos de producción, aunque puedan resultar tediosos y complicados. El propósito que tiene el pedido de producción esta, pasar la información a todo el personal relacionado con el producto y sus especificaciones, el producto requerido, la fecha de entrega y el esquema de los tiempos propuestos para las diversas operaciones

relacionadas con la fabricación. Además, autoriza a los distintos departamentos a adoptar acciones adecuadas en los tiempos previamente determinados e iniciar el funcionamiento del sistema de control.

- Pago al destajo: Es pagarle al operario según sus tareas realizadas a diario, las cuales tienen un valor previamente acordado y no por un sueldo fijo.
- Planeación de la producción: Pretende transformar las previsiones de la demanda o consumo establecidas mediante las técnicas de pronóstico y de aseguramiento de la información, en un plan maestro director o base para la programación y ejecución de la gestión productiva, teniendo en cuenta la óptima utilización que se ha de hacer de los recursos disponibles.<sup>28</sup>
- Procesos de producción: Conjunto de acciones o actividades sistematizadas que se realizan o tienen lugar con un fin. Si bien es un término que tiene a remitir a escenarios científicos, técnicos y/o sociales planificados o que forman parte de un esquema determinado, también puede tener relación con situaciones que tienen lugar de forma más o menos natural o espontánea. Al decidir sobre un proceso es necesario examinar factores tales como:
  - Capacidad disponible
  - Habilidad disponible
  - Tipo de producción
  - Distribución de la planta y del equipo
  - Seguridad
  - Necesidades de mantenimiento
  - Costos previstos
- Pronóstico: Es un cálculo que permite establecer un patrón de comportamiento de una actividad futura; los resultados obtenidos, son considerados como las principales fuentes de información sobre aquellas condiciones de incidencia directa en el proceso de planeación.
- Retraso: El retraso de un trabajo, es constante para cualquier programa, al minimizar el tiempo de terminación total, también se minimiza el retraso total. La compensación por adelanto, anula la sanción por tardanza.
- Satélite de confección: Es una fábrica de producción que recibe cortes de telas de una marca específica para terminar la confección de la prenda, es independiente de las grandes marcas pero depende de ellas para subsistir.<sup>29</sup>
- Sistema de producción: se puede considerar a un sistema de producción como la armazón o esqueleto de las actividades dentro del cual puede ocurrir la creación del valor. En un extremo del sistema se encuentran los insumos o entradas. En el otro están los productos o salidas. Conectando las entradas y las salidas existe una serie de operaciones o procesos, almacenamientos o inspecciones.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> VERGARA, Portela Roberto. Avances investigación en ingeniería, docente investigador Universidad Libre, 2006.

<sup>29</sup> <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis188.pdf>. Tomado en enero de 2013

<sup>30</sup> HOPEMAN Richard, J. Biblioteca de administración de la producción, México: CIA. Editorial continental. 1986. Pág. 20

## **2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE MANUFACTURA FLOWSPORT S.A.S**

Flow Sport es una empresa dedicada a la maquila y diseño de prendas de vestir ubicada en la ciudad de Bogotá, utiliza un sistema de producción el cual se puede definir de empuje utilizado en la confección, este consta en recibir la materia prima que es llamada “corte” el cual es el conjunto de piezas que forman la prenda a confeccionar, la persona encargada de la recepción del corte por lo general es el administrador, en ese momento el realiza la planeación de la producción creando un mapa mental de cómo se iniciara el proceso y a que estaciones de trabajo se les entregara primero para iniciar el proceso de transformación. Después de confeccionada la prenda se entrega a la tintorería que cumple un outsourcing contratado directamente por el dueño del corte esta regresara la producción a la planta para la parte final de fabricación de las prendas.

La empresa muestra un alto número de rotación de operarios debido a la inestabilidad que generan los cambios en el volumen de producción, en la actualidad el pago a los empleados es a destajo, esto quiere decir que se le paga al empleado de acuerdo con su rendimiento y especialización. El pago es cada 15 días, algunos de estos precios de operaciones se fijan según el criterio del administrador, los demás están establecidos por el mercado.

Las empresas que entregan sus productos para ser maquilados en la planta de Flow Sport por nuevas tendencias del mercado y estrategias de ventas, están cambiando a un nuevo modelo que se basa en un alto número de referencias con un bajo número de unidades, calidad más rigurosa y tiempos de entrega cada día más cortos lo cual obliga a la empresa a buscar un nuevo sistema de planeación, programación y control de la producción que sea más flexible.

### **2.1. PLANEACIÓN**

La producción consiste en la transformación de determinados elementos con objeto de obtener productos terminados. Dentro de la empresa, la producción tiene por finalidad obtener los artículos que se transfieren a los clientes proporcionando los ingresos correspondientes al ser vendidos.

2.1.1. Materia prima. Para la fabricación de los jeans la tela que se utiliza es el índigo el cual está compuesto por algodón y poliéster este se encuentra en rollos de diferentes largos y anchos según el fabricante, el proceso de fabricación de un jeans se inicia cuando se tiene claro el diseño el cual es elaborado por un diseñador y este lo plasma a papel el cual se conoce como trazo, se coloca encima de la tela previamente tendida en la mesa de corte. Con la cortadora vertical y siguiendo las líneas del trazo se obtiene el denominado “corte”. Este proceso es ejecutado por el cliente el cual lo traslada a la planta de Flow sport junto con una muestra física y la ficha técnica del jeans a fabricar.

En la figura 4 se puede observar el denomina corte, el cual es la materia prima del proceso productivo

Figura 6. Cortes



Fuente: Los autores, 2013.

La figura 7 muestra una mesa de corte en la cual se realiza el tendido de la tela para luego con la maquina cortadora vertical, siguiendo el trazo se obtendrá el corte. Flow sport no cuenta con esta mesa.

Figura 7. Mesa de corte



Fuente: Los autores, 2013.

En la figura 8 se muestra como llega la tela índigo para luego ser tendida y cortada, los rollos vienen con distinto metraje y ancho según el fabricante.

Figura 8. Rollos de tela



Fuente: Los autores, 2013.

En la figura 9 se puede observar que el almacenamiento del corte se realiza en cajas de cartón, los paquetes son entregados por el cliente atados con tiras de tela que se obtienen del desperdicio del corte.

Figura 9. Almacenamiento corte



Fuente: Los autores, 2013.

2.1.2. Características del producto. Flow sport fabrica jeans de hombre, dama y niños en tela índigo, el jean es una de las prendas más representativas de la modernidad, es uno de los elementos más populares y básicos en la vestimenta de cualquier persona sin distinción de nivel socio-económico, estilo, creencia o ideología. (Ver figura 10)

Figura 10. Producto terminado



Fuente: Los autores, 2013.

El figura 11 se muestra el producto empacado en bolsa de polipropileno, etiquetas, código de barras que corresponden a las especificaciones de cada cliente.

Figura 11. Producto embalado



Fuente: Los autores, 2013.

2.1.3. Líneas de producción. Para realizar el proyecto se ha decidido analizar el pantalón de hombre clásico 5 bolsillos debido a que es el pantalón que más se repite en la producción y es el que tiene un promedio en el tiempo de fabricación de los pantalones de hombre, los Jean de mujeres cambian mucho de modelo y estilo y esto hace que se pueda demorar más o menos la producción según la cantidad de operaciones que tenga.

El modelo a analizar es el siguiente: (Ver figuras 12 y 13)

Figura 12. Vista delantera pantalón clásico



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 13. Vista trasera pantalón clásico



Fuente: Los autores, 2013.

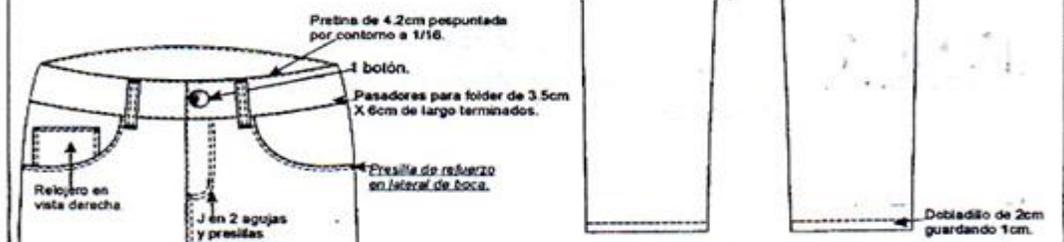
La figura 14 es una ficha técnica en la cual se encuentran todas las especificaciones del proveedor para el a producto a maquilar y se convierte en un documento clave ya que la información que en esta se encuentra sirve para planear la producción y en caso de alguna eventualidad tener la evidencia de que lo que se pidió fue lo que se entregó.

Figura 14. Ficha técnica pantalón clásico

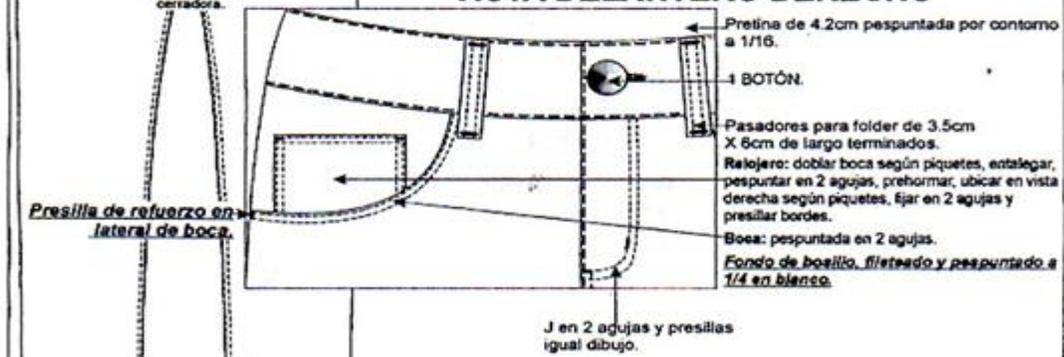
REFERENCIA				
TELA 1	MARTE			
TELA 2	FORRO BOLSILLO	TIPO DE PRENDA:	PANTALÓN DE HOMBRE	
CODIGO DE MOLDE:		FECHA:		
OM		CLIENTE:		
INSUMO	CANTIDAD	REFERENCIA	UBICACIÓN	ACABADO
CREMALLERA 1	1 X PRENDA	BRAGUETA AUTOMÁTICA	BRAGUETA TALLA 70 DE 13CM. 32-34-36 DE 14CM. 38-40 DE 15CM	AZUL <i>Ced</i>
MARQUILLA TALLA	1 X PRENDA	TALLA	EN ALETILLON COGIDA POR LA PRETINA.	BLANCA <i>Cant</i>
<b>PROCESO</b>	<b>ÚNICO PROCESO</b> <b>*IGUAL MUESTRA FÍSICA SEGÚN</b> <b>TENER CUIDADO QUE EL BOLSILLO NO SE MANCHE DE NEGRO.</b>			
<b>TERMINACIÓN</b>	LOS BOTONES ,TACHES, MARQUILLAS, INSTRUCCIONES DE LAVADO Y ETIQUETA LOS ENTREGA <u>INSTRUCCIONES PARA TERMINACIÓN DE PRENDA SE DEFINEN DESPUÉS DE PROCESO.</u>			
HILOS	CALIBRE	NUMERO	TONO	
<b>RÉALCE EN OCRE</b>				
REALCE 1	30	441 DE VENUS	OCRE	
AMARRE	50	323 DE VENUS	AZUL OSCURO	
FILETE	75	323 DE VENUS	AZUL OSCURO	
SEGURIDAD	75	323 DE VENUS	AZUL OSCURO	
PRESILLAS	75	441 DE VENUS	OCRE	
OJALES	75	441 DE VENUS	OCRE	
CANTIDAD CORTADA	CURVA DE TALLAS			CANTIDAD PROGRAMADA TOTAL CORTADO
	T 28 /	T 34 / 438	T 40 / 77	
	T 30 / 154	T 36 / 300	T 42 /	
	T 32 / 377	T 38 / 177	T 44 /	
OBSERVACIONES:	"PREFIJADO"			

# ESPECIFICACIONES DE CONFECCIÓN

## VISTA TRASERO DERECHO



## VISTA DELANTERO DERECHO



RUTA DE PRENDA	DESPIECE	TELA 2 (FORRO)
*CORTE	ALETILLA X1	FBOL1 X2
*CONFECCIÓN	ALETILLON X1	FBOL2 X2
*TINTORERÍA	DELANTERO X2	
*TERMINACIÓN	TRASERO X2	PLANTILLAS
*BODEGA	VISTA X2	PL PARCHÉ
*CLIENTE	RELOJERO X1	PL REL
	PARCHÉ X2	
	COTILLA X2	
	PASADOR X2	
	PRETINA X1	

Fuente: Tomadas de Flow sport, 2013.

En la figura 15 se muestra la codificación interna que se le dio a las diferentes piezas e insumos que conforman el pantalón clásico.

Figura 15. Código de piezas

CÓDIGO	PIEZAS
101	Cotilla x2
102	Traseros x2
103	Bolsillos traseros x2
104	Relojero
105	vistas x2
106	Tela de bolsillo x2
107	Delanteros x2
108	Aletilla
109	Aletillon
110	Cremallera
111	Pretina
112	Pasadores
113	Botones y taches

Fuente: Los autores, 2013.

#### 2.1.4. Maquinaria y equipo

##### 2.1.4.1. Máquina cerradora. (ver figura 16)

Figura 16. Máquina cerradora



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina cerradora de codo, montada sobre mueble, dos agujas, tensión de hilos manual, graduación de largo de puntada manual, elevación del pie guía por pedal, puler de arrastre y montaje pesado, motor eléctrico a 110 voltios, accionamiento por pedal, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.2. Máquina fileteadora. (Ver figura 17)

Figura 17. Máquina fileteadora



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina fileteadora de dos agujas con puntada de seguridad, ajuste pesado, montada en mueble, tención de hilos manual, cuchillas de corte para excedente de tela, graduación de largo de puntadas manual, accionamiento por pedal, motor de  $\frac{1}{2}$  hp, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.3. Máquina plana. (ver figura 18)

Figura 18. Máquina plana



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina plana de una aguja, tensión de hilo manual, graduación del largo de puntada manual, embobinado de hilo manual, posición de remate manual, rodillera para elevación del pie guía, motor eléctrico a 110 voltios, accionamiento por pedal, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.4. Máquina dos agujas. (Ver figura 19)

Figura 19. Máquina dos agujas



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina dos agujas, doble carretel de hilo, tención de hilos manual, embobinado de hilo manual, ajuste pesado, graduación de largo de puntada manual, posición de remate, motor eléctrico a 110 voltios, rodillera para elevación del pie guía, accionamiento por pedal, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.5. Máquina recubridora. (Ver figura 20)

Figura 20. Máquina recubridora



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina recubridora de tres agujas, cinco hilos, tensión de hilos manual, montada en mueble, motor eléctrico a 110 voltios, accionamiento por pedal, elevación del pie guía por rodillera, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.6. Máquina empretinadora. (Ver figura 21)

Figura 21. Máquina empretinadora



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina empretinadora, cuatro agujas, ocho hilos, tensión de hilos manual, largo de las puntadas manual, arrastre por puler, ajuste pesado, guías para posicionamiento de fólderres, accionamiento por pedal, motor eléctrico a 100 voltios, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.7. Máquina presilladora. (Ver figura 22)

Figura 22. Máquina presilladora



Fuente: Los autores, 2013.

Máquina presilladora electrónica, semiautomática, una aguja, número de puntadas y largo de las puntadas programadas por plc, ajuste pesado, motor eléctrico a 110 voltios, embobinado de hilo manual, tensión de hilo manual, accionamiento por pedal de dos posiciones, montado sobre mueble, lubricación por aceite.

#### 2.1.4.8. Máquina tachadora. (Ver figura 23)

Figura 23. Máquina tachadora



Fuente: Los autores, 2013.

Tachadora neumática, cilindro neumático de dos posiciones, accionamiento de válvula de pedal de dos posiciones cuatro vías, trabaja con aire a presión que lo suministra un compresor eléctrico tipo industrial presión máxima 100 psi.

## 2.1.5. Recurso humano

2.1.5.1. Organigrama y características del personal. La división de la empresa Flow Sport se divide como se muestra en la figura 24

Figura 24. Organigrama



Fuente: Los autores, 2013.

Propietaria: Es la dueña de la empresa pero no toma decisiones en la producción todo se lo delega al administrador.

Administrador: Es el encargado de dirigir la empresa, recibe el corte del cliente y se encarga de organizar la producción, a cada máquina le da su trabajo y cuando los operarios acaban con su tarea, lleva el producto al siguiente proceso.

Cargo de confianza: Es el encargado de remplazar al administrador cuando este no se encuentra, pero mientras este se encuentre es un operario más.

Operarios: La cantidad de operarios varía según la producción, la mayoría se encuentra en la capacidad de operar varias máquinas, excepto algunos que utilizan una sola máquina ya que puede requerir mayor especialización.

2.1.5.2. Turnos de trabajo. La empresa tiene un horario de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm con una hora de almuerzo y 15 minutos de descanso en la mañana y en la tarde. Los sábados el horario es de 7:00 am a 2:00 pm con 15 minutos de descanso. (Ver figura 25)

Figura 25. Turnos de trabajo

Turno	Horario	Días
Administrativo y operativo	7:00am – 7:00 pm	Lunes a viernes
Administrativo y operativo	7:00 am – 2.00 pm	Sábados

Fuente: Los autores, 2013.

2.1.5.3. Horas y costos de mano de obra. En flow sport el pago a sus empleados es al destajo, esto quiere decir que se les paga según la producción, para cada operación hay un precio establecido por prenda, esto se debe a que algunas máquinas necesitan mayor especialización del operario. El administrador gana un porcentaje por prenda terminada. Adicional a esto la empresa hace que el empleado ahorre el 4% de su salario y este valor se le paga a final de año, junto a un 3% que la dueña les obsequia por haber permanecido el año completo trabajando. El valor que gana cada empleado no se va a discriminar en el trabajo por disposición de flow sport. Los datos que se van a utilizar son los que el mercado tiene establecidos.

En la tabla 1 se toma como base el salario mínimo más prestaciones y se dividirá para saber el valor por minuto.

Tabla 1. Salario

MINIMO LEGAL + PRESTACIONES	907.830
VALOR DIA	30.261
VALOR HORA	3.782
VALOR MINUTO	63

Fuente: Los autores, 2013.

2.1.6. Distribución de planta. Flow sport cuenta con una planta de producción ubicada en un 4 piso en el sector del Carvajal en la ciudad de Bogotá, la bodega en la que funciona no es propia pero tampoco paga arriendo ya que el edificio donde funciona es propiedad de una empresa cliente de flow sport y esta no le pide ningún valor de arriendo, pero si pide una exclusividad que consiste en que cuando ellos entregan un corte hay que parar lo que se esté haciendo de otros clientes y cumplir con su pedido. La planta de producción de flow sport puede dividirse en algunas áreas principales; el área de producción que es donde se encuentra toda la maquinaria, el área de terminado que es donde se encuentra la mesa de terminado, el área de almacenamiento donde se ubica el producto terminado, el área de materia prima donde se ubican los taches, botones, cremalleras, hilos, y por último el área administrativa donde se encuentra la oficina del administrador. Para mayor claridad ver el anexo 1 y la tabla 2.

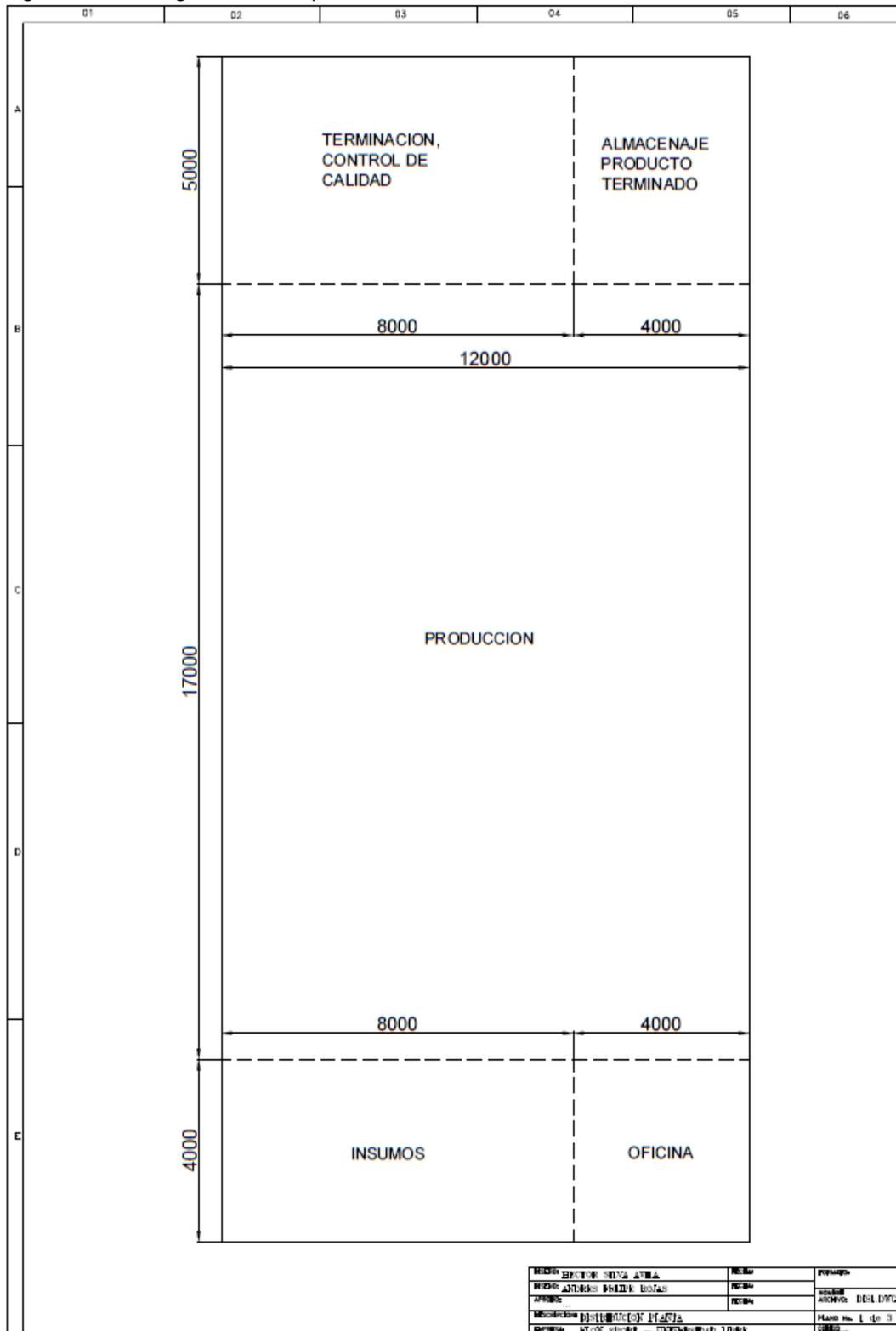
Tabla 2.División de la bodega

ESPACIOS	ÁREA (m2)	PORCENTAJE
Área producción	204	65,4%
Área terminado	40	12,8%
Área almacenamiento	20	6,4%
Área administrativa	16	5,1%
Área insumos	32	10,3%
Total bodega	312	100%

Fuente: Los autores, 2013.

El siguiente plano muestra como está dividida la empresa Flow Sport (Ver figura 26)

Figura 26. Plano general de la planta



Fuente: Los autores, 2013.

Las figuras de la 27 a la 31 son tomadas de cada una de las áreas de la empresa descritas en el plano anterior.

- Oficina

Figura 27. Área oficina



Fuente: Los autores, 2013.

- Insumos

Figura 28. Área insumos



Fuente: Los autores, 2013.

- Terminación

Figura 29. Área terminación



Fuente: Los autores, 2013.

- Almacenaje

Figura 30. Área de almacenaje



Fuente: Los autores, 2013.

- Producción

Figura 31. Área de producción





Fuente: Los autores, 2013.

- a) Iluminación: la planta tiene tejas translucidas que permiten en el día tener iluminación natural, pero esta no es suficiente por lo que utilizan lámparas de neón ya que los operarios necesitan de buena luminosidad para poder desarrollar su operación de manera óptima. (Ver figura 32)

Figura 32. Iluminación en la planta



Fuente: Los autores, 2013.

- b) Ubicación de la planta

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad de Kennedy, barrio Carvajal. Como lo muestra la figura 2.

La figura 33 muestra el edificio donde se encuentra ubicada la planta de producción, es un 4 piso sin ascensor.

Figura 33. Edificio Flow sport



Fuente: Los autores, 2013.

#### c) Servicios

La empresa paga servicios de agua y alcantarillado y energía eléctrica.

2.1.7. Distribución de puestos de trabajo. La maquinaria que se utiliza en la confección hace que la posición del operario sea la misma. (Ver figura 34)

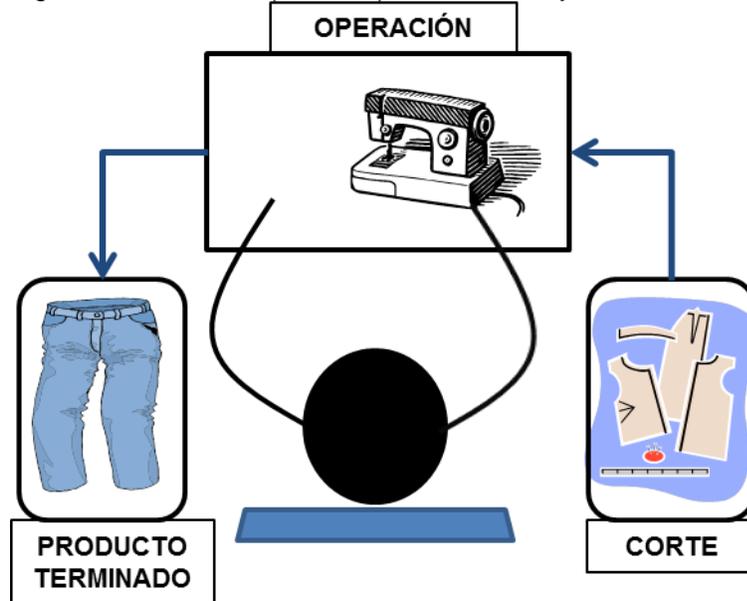
Figura 34. Posición actual operario



Fuente: [http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2003/huaman\\_ow/html/TH.5.html](http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2003/huaman_ow/html/TH.5.html)

Los operarios a mano derecha ponen lo que les llega para hacer, lo pasan a la operación según la máquina que utilicen y a su mano izquierda van poniendo el producto terminado. (Ver figura 35)

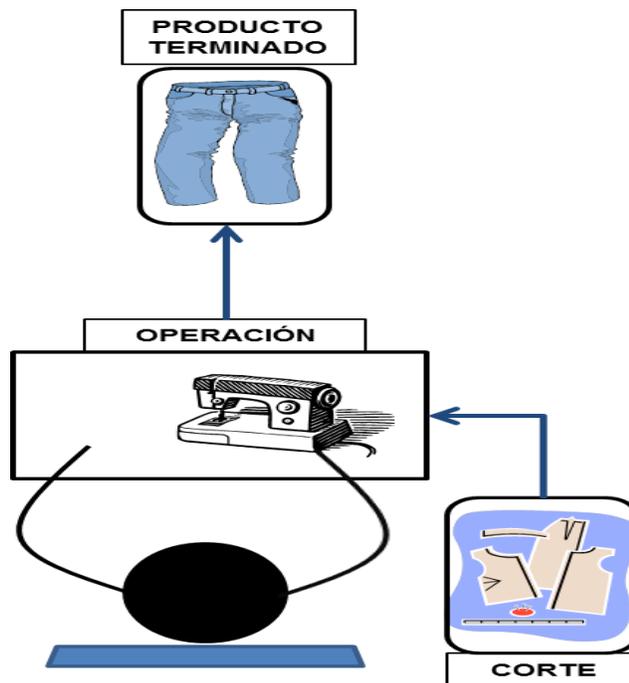
Figura 35. Primera disposición puesto de trabajo



Fuente: Los autores, 2013.

Algunas máquinas reciben el material en la mano derecha, realizan la operación y la entregan hacia al frente debido al tamaño del producto final. (Ver figura 36)

Figura 36. Segunda disposición puesto de trabajo



Fuente: los autores, 2013.

En la única operación que cambia la posición del operario es en la mesa de terminado, donde se encuentran de pie y se encargan de terminar el producto, realizar el control de calidad y embalar. Como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Disposición puesto de trabajo mesa de terminado



Fuente: Los autores, 2013.

2.1.8. Distribución por producto. La producción en línea o cadena es a la que más se asemeja a la que utilizan actualmente, ya que intentan hacer que el producto pase por cada operación pero el inconveniente que existe es que no hay una secuencia lógica en el orden de las máquinas por lo que el material tiene que pasar de un lado a otro de la planta varias veces.

2.1.9. Diagrama de recorridos. En la figura 38 se describe el recorrido que hacen las diferentes piezas que conforman la prenda. El cual se puede observar en el plano que le sigue.

Figura 38. Descripción diagrama de recorrido

Num.	Actividad	Maquina
1	(Encotillar), unir cotillas a trasero izquierdo y derecho.	Cerradora
2	Unir traseros (izquierdo, derecho).	Cerradora
3	Filete boca bolsillo trasero.	Fileteadora
4	Montar bolsillos a traseros según plantilla.	Plana
5	Filetear aletilla y aletillon.	Fileteadora
6	Montar aletilla a delantero izquierdo.	Plana
7	Filetear boca relojero.	Fileteadora
8	Montar relojero avista con pespunte a $\frac{1}{4}$ .	2 Agujas
9	Montar vista a tela de bolsillo x 2.	Recubridora
10	cerrar bolsillo	Fileteadora
11	entalegar bolsillo.	Plana
12	colgar tela bolsillo delantero	plana
13	(Revoqué delantero), montar tela de bolsillo a delantero.	2 Agujas
14	(Cuadros) pespuntar tela de bolsillo a delantero en contorno.	Plana
15	Montar cremallera en delantero izquierdo sobre aletilla.	2 Agujas
16	Hacer dibujo con figura de jota en delantero izquierdo.	2 Agujas
17	(Encajar), sobreponer delantero derecho al aletillon y en medio la	2 Agujas
18	Cerrar entrepierna unir delanteros y traseros.	Cerradora
19	Cerrar de costados.	Fileteadora
20	Pisar lateral.	Plana
21	Empretinar y ubicar pasadores.	Empretinadora
22	Hacer punta empretina.	Plana
23	Hacer botas.	plana
24	(Presillas), delantero, bolsillos traseros, pisar pasadores parte	Presilladora
25	Hacer ojal (ojaladora de lágrima).	Ojaladora
26	Pegar marquillas (según ficha técnica).	Plana
27	Limpiar hilo, control calidad.	O. Manual
28	Tintorería.	Externa
29	Limpiar hilo, control calidad.	O. Manual
30	Pegar botón y taches.	Tachadora
31	Separar por tallas, etiquetar entregar producto terminado a cliente.	O. Manual

Fuente: Los autores, 2013.



Según la figura 39 se puede ver que cuando llega el corte a la bodega, el administrador que cumple también la función de patinador se encarga de llevar cada pieza a la máquina que le corresponde para comenzar el proceso productivo, cuando termina la operación en la máquina se traslada el material hacia la siguiente operación.

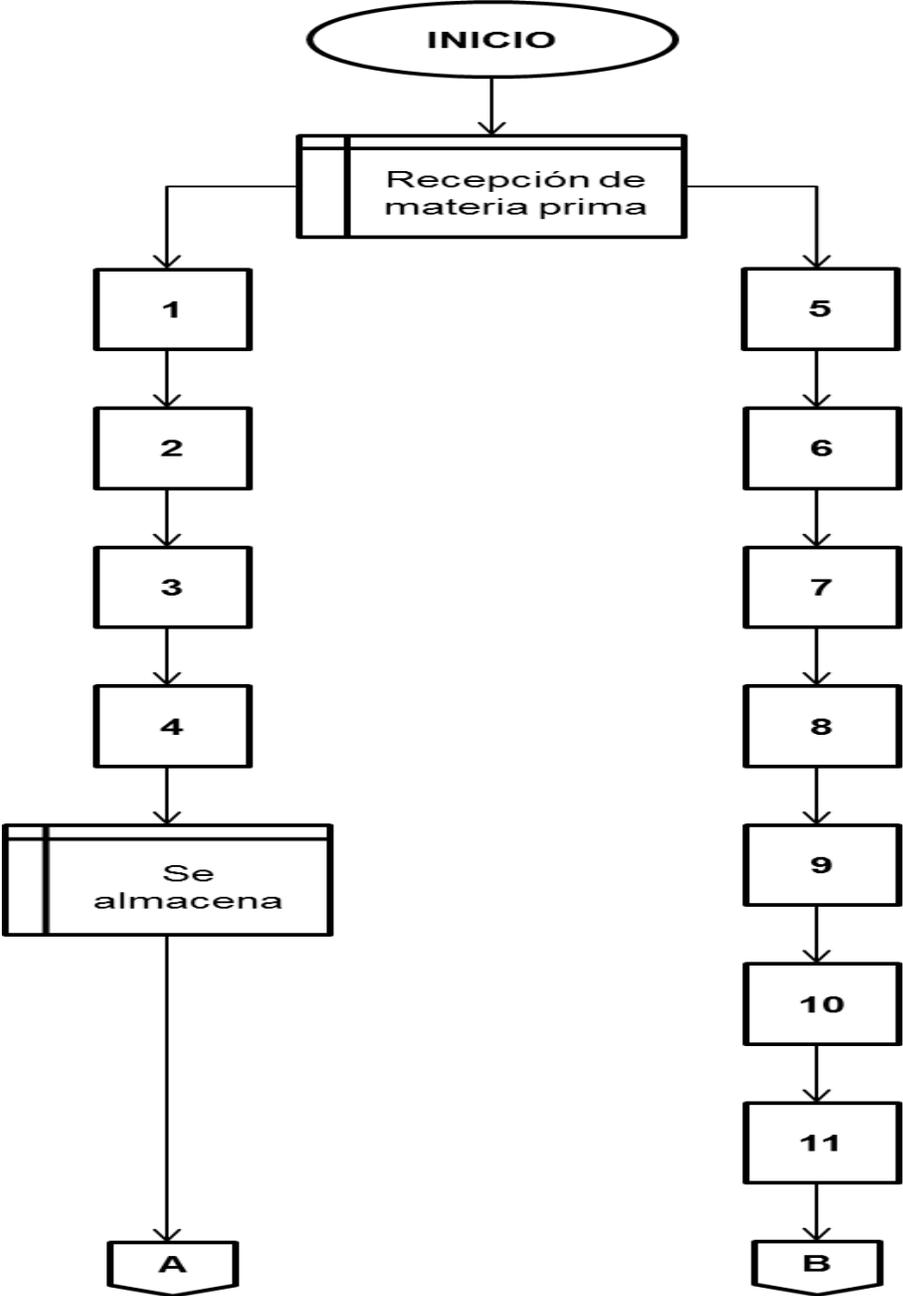
En la operación 28 el pantalón es llevado a tintorería que queda ubicada en el primer piso del edificio por medio de un ascensor, esta operación es un outsourcing contratado por el dueño del corte y es totalmente ajeno a la Flow sport, cuando tintorería devuelve el pantalón se lleva a un control de calidad y así poder continuar con el final del proceso.

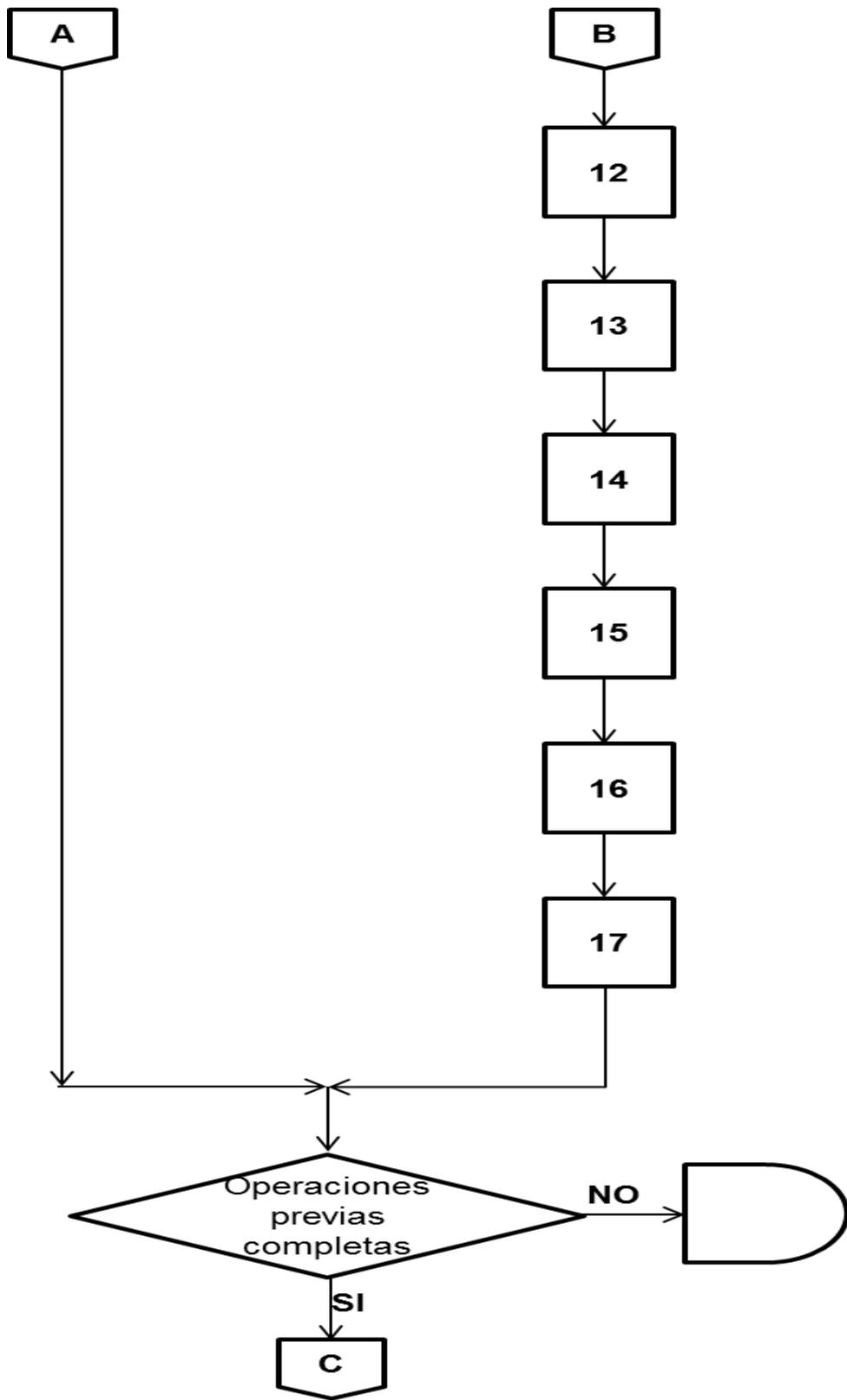
Cuando el producto terminado se encuentra embalado se baja por las escaleras del 4 al 1 piso ya que el ascensor no se utiliza para esta actividad.

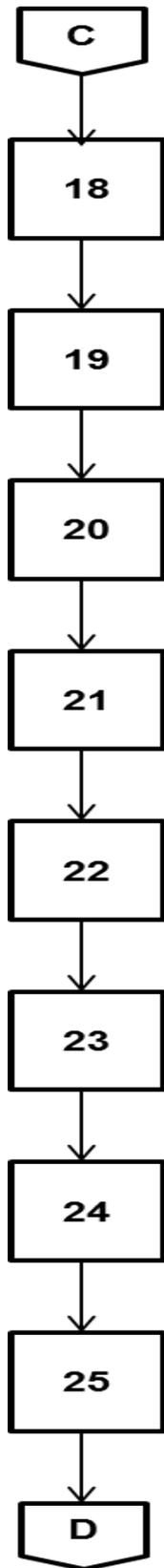
2.1.10. Descripción del proceso

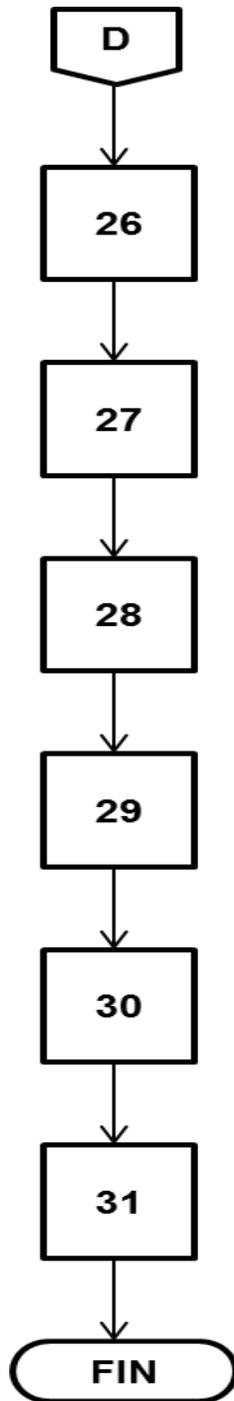
2.1.10.1. Diagrama de flujo. En la figura 40 se describe el proceso de manera grafica, los números que se encuentran en los cuadros representan el orden de las operaciones que luego serán descritas en la figura 41

Figura 40. Diagrama de flujo pantalón clásico









Fuente: Los autores, 2013.

Figura 41. Descripción diagrama de flujo

Diagrama de flujo				
N°	Actividad	Maquina	Descripción	Observación
1	Encotillar	Cerradora	El operario toma las cotillas y las une al trasero del pantalón, (Izquierdas y derechas por separado), esto lo realiza con ayuda de un folder, previamente debe confirmar el tono de hilo o características según ficha técnica o muestra física	El operario realiza estas dos operaciones pues debe ser especializado en cerradora por la dificultad de la operación
2	Unir trasero	Cerradora	El mismo operario toma los paquetes ya encotillados y une trasero izquierdo con derecho con ayuda del folder revisa ficha técnica o muestra física.	
3	Filetear boca bolsillo trasero	Fileteadora	El operario toma por paquetes de bolsillo trasero (Izquierdo y derecho) realiza un refile según especificaciones de la ficha técnica o muestra física.	
4	Montar bolsillos a traseros según plantilla.	Plana	El operario sobrepone bolsillos traseros a parte trasera del pantalón lado (Izquierdo y derecho) esta se realiza en dos pasos por bolsillo para formar la costura característica según ficha técnica o muestra física.	
5	Filetear aletilla y aletillón.	Fileteadora	El operario realiza un refile a estas piezas según ficha técnica o muestra física.	
6	Montar aletilla a delantero izquierdo.	Plana	Con una sola costura el operario monta la aletilla al delantero en pre alistamiento para luego poner la cremallera.	
7	Filetear boca relojero.	Fileteadora	El operario realiza un refile a la pieza como pre alistamiento.	
8	Montar relojero a vista con respunte	Dos agujas	El operario toma la pieza llamada relojero y le realiza un dobles para darle la forma que necesita, luego la sobrepone a la vista con respunte en la maquina dos agujas	Operario calificado para operar la maquina por su dificultad
9	Montar vista a tela de bolsillo x 2.	Recubridora	El operario monta la vista a la tela de bolsillo (Izquierdo y derecho) teniendo en cuenta la ubicación y forma del bolsillo	se requiere entrenamiento para esta operación
10	Cerrar bolsillo	Plana	Con una sola costura se da forma al bolsillo delantero (Izquierdo y derecho)	
11	Pisar bolsillo.	Plana	Con una sola costura y ayuda del folder se repisa la parte inferior del bolsillo.	
12	Colgar tela bolsillo delantero	Plana	Con una sola costura se une el bolsillo al delantero (Izquierdo y derecho).	

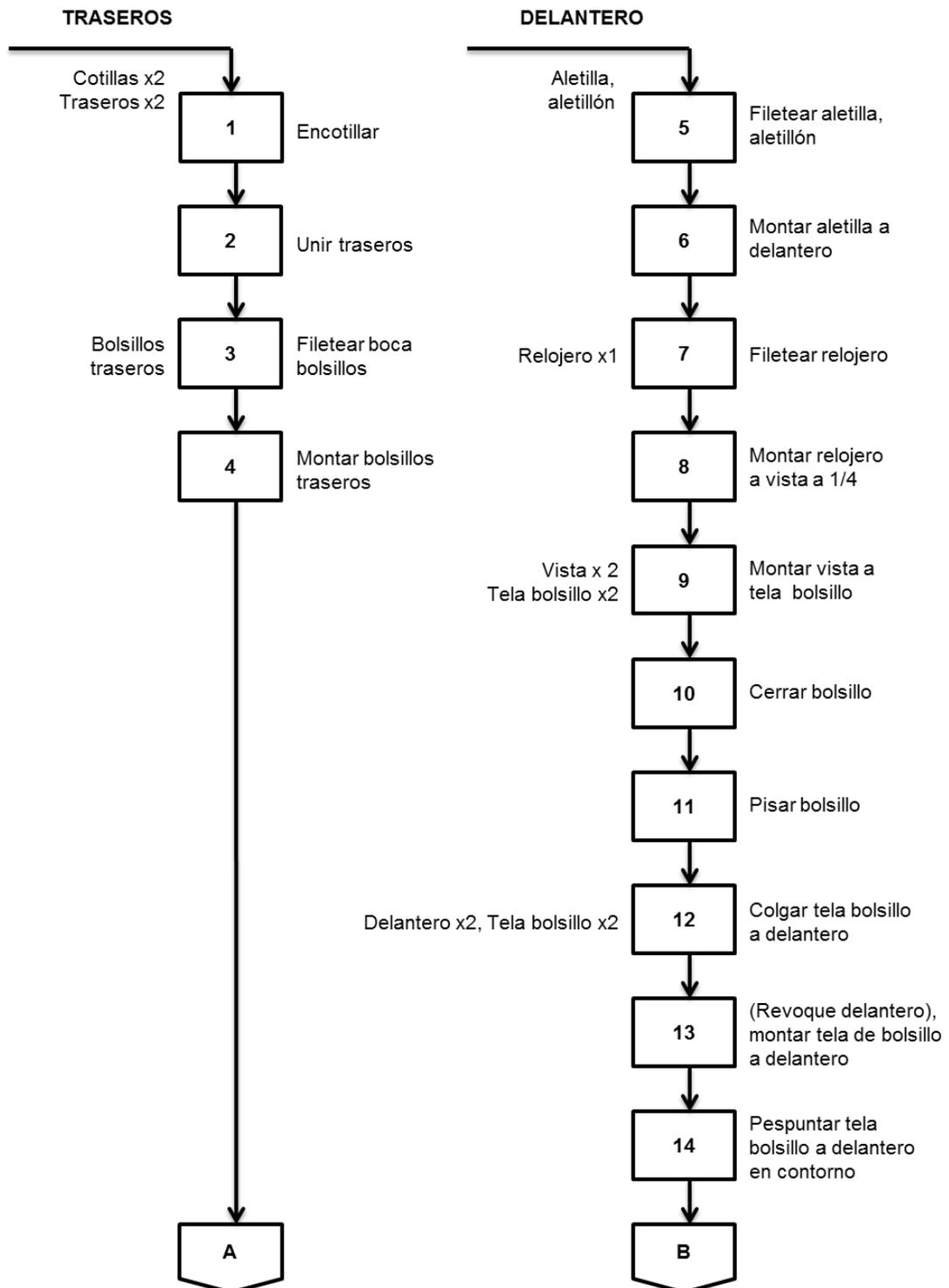
13	(Revoque delantero), montar tela de bolsillo a delantero.	Dos agujas	El operario alista la tela para luego pasarla por la máquina y fijar la forma superior del bolsillo delantero (Izquierdo y derecho) un lado a la vez.	Se requiere entrenamiento para esta operación
14	(Cuadres) respuntar tela de bolsillo a delantero en contorno.	Plana	Con una sola costura fija las diferentes capas de tela en pre alistamiento para otra operación.	
15	Montar cremallera en delantero izquierdo sobre aletilla.	Dos agujas	El operario monta y fija la cremallera a la aletilla, debe confirmar ficha técnica para confrontar las diferentes medidas de cremallera con la talla del pantalón.	
16	Hacer dibujo con forma de jota en delantero izquierdo.	Dos agujas	El operario debe organizar las diferentes piezas para luego pasarla por la máquina y fijarlas para darle la forma requerida.	Se requiere entrenamiento para esta operación
17	Encajar.	Dos agujas	El operario sobrepone delantero derecho al aletillón, en medio la cremallera y une delanteros por tiros.	Se requiere cierto entrenamiento para esta operación
18	Cerrar entropierna unir delanteros y traseros.	Cerradora	El operario con ayuda del folder une las piezas por la entropierna de la prenda iniciando en un extremo hasta el otro, teniendo especial cuidado cuando llega al centro de la prenda (Tiro).	Se requiere entrenamiento para esta operación
19	Cerrar costados.	Fileteadora	El operario cerrara la prenda en dos pasos; uno iniciando de la pretina hacia la bota, y la otra de la bota hacia la pretina sin importar por cual lado inicio izquierdo o derecho	Si no se sigue este procedimiento se corre el riesgo de dañar la prenda.
20	Pisar lateral.	Plana	El operario realiza una sola costura en el lado izquierdo y derecho según la longitud descrita en la ficha técnica o muestra física.	
21	Empretinar y ubicar pasadores.	Empretinadora	El operario acomodara las piezas necesarias según ficha técnica con ayuda del folder.	Se requiere cierto entrenamiento para esta operación

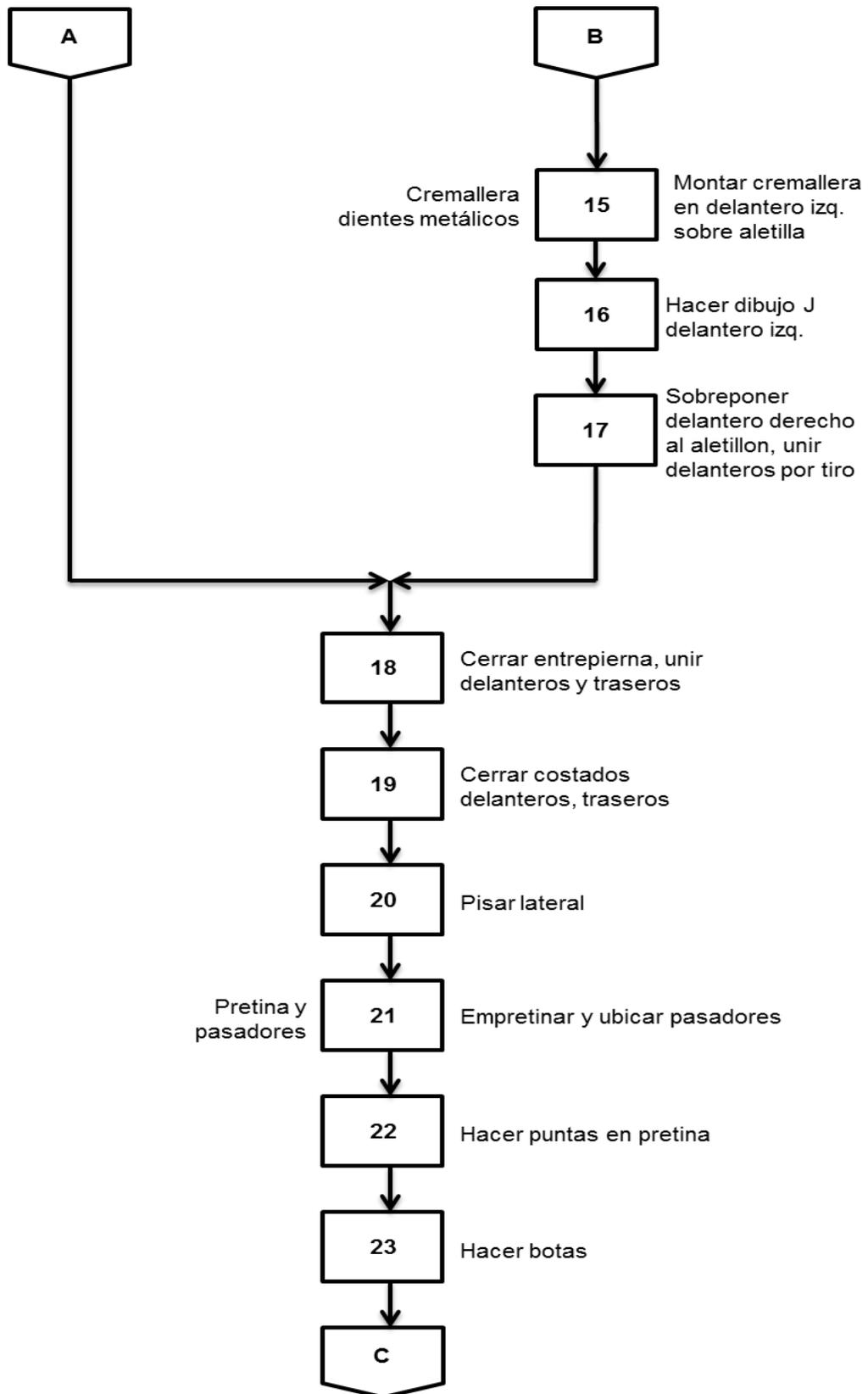
22	Hacer punta en pretina.	Plana	El operario acomoda las piezas y da la forma deseada, debe cerciorarse de que con la costura de la maquina plana pise la costura que se hizo en la empretinadora.	Al pisar la costura de la empretinadora se corre menos riesgo de que la prenda sufra daños en tintorería
23	Hacer botas.	Plana	El operario acomodara la tela según la distancia requerida en la ficha técnica	Se requiere entrenamiento para esta operación
24	Presillas	presilladora electrónica	El operario debe confirmar ficha técnica o muestra física para darle la graduación especial a la maquina según las puntadas y largo de las presillas y con firmar ubicación de cada una. (Delantero, bolsillos traseros, pisar pasadores parte superior e inferior, costura laterales)	Previo entrenamiento en funcionamiento de la máquina.
25	Hacer ojal.	Ojaladora (Ojaladora de lágrima)	El operario debe confirmar ficha técnica o muestra física.	
26	Pegar marquillas	Plana	Se debe confirmar ficha técnica o muestra física.	
27	Limpiar hilo, control calidad.	Pulidor	Esta operación se realiza manualmente.	Es el primer control de calidad
28	Tintorería.	Lo realiza una empresa externa a flow sport, según previo acuerdo con el cliente.		
29	Limpiar hilo, control calidad.	Pulidor	Esta operación se realiza manualmente.	Es un segundo control de calidad más detallado
30	Pegar botón y taches.	Tachadora neumática	El operario debe confirmar ficha técnica o muestra física para ubicar las diferentes piezas metálicas, las cuales se colocaran con ayuda de un troquel específico para cada una.	
31	Separar por tallas, etiquetar y entregar producto terminado al cliente.	Revisadora	Se realiza manualmente.	Para esta operación se asigna una persona en la cual recae la responsabilidad de control de calidad y un pre inventario.

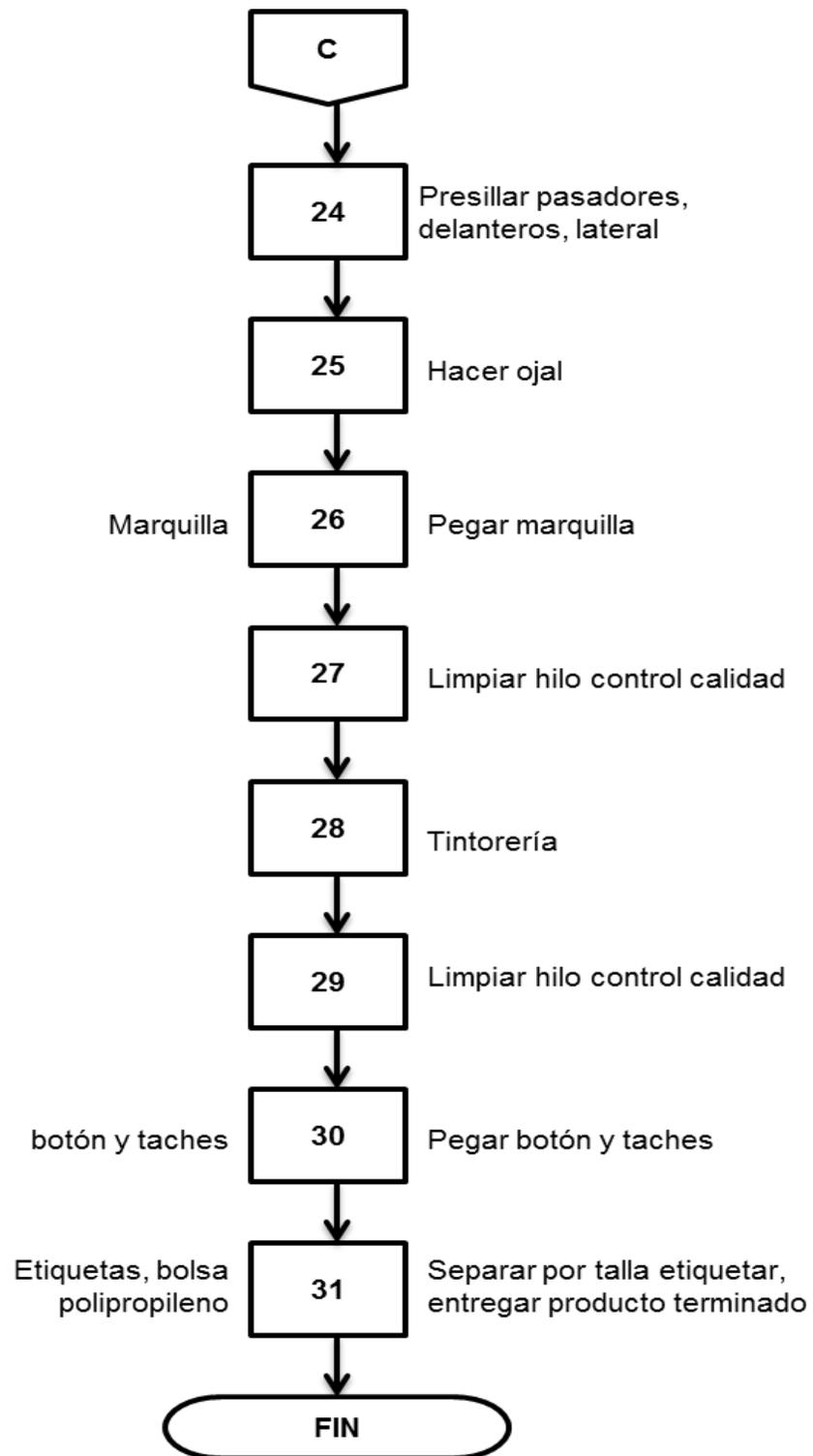
Fuente: Los autores, 2013.

2.1.10.2. Diagrama de operaciones de proceso. En la figura 42 se describe el proceso y los insumos que intervienen en cada operación.

Figura 42. Diagrama de operaciones de proceso







Fuente: Los autores, 2013.

2.1.11. ESTUDIO DE TIEMPOS. En la tabla 3 se encuentra los resultados del estudio de tiempos el cual se realizó en las horas de la tarde, se efectuaron siete tomas de tiempos debido a que la producción limitó el estudio.

Tabla 3. Estudio de tiempos Flow Sport

Formato hoja de tiempos Flow Sport S.A.S												
Proceso: Producción pantalón hombre clásico 5 bolsillos.				Fecha:		marzo de 2013						
				Elaborado por:		Héctor Silva, Andrés Felipe Díaz						
				Método:		vuelta a cero						
				Unidad:		Minutos. Paquetes de 80 unidades						
NUM.	ACTIVIDAD	MAQUINA	PIEZA	OBSERVACIONES							PROM.	S.A.M.
1	Encotillar	Cerradora	101	22.8	23.4	22.9	23.5	22.9	23.3	22.9	23.10	25.41
2	Unir traseros	Cerradora	101 - 102	25.4	24.6	27.3	24.1	24.7	25.7	24.7	25.21	27.74
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	103	11.3	14.5	14.4	11.6	11.3	12.0	11.8	12.41	13.66
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	102 - 103	150.0	154.6	151.5	147.6	149.1	149.8	149.6	150.31	165.35
5	Filetear aletilla y aletillón	Fileteadora	108 - 109	16.3	16.2	16.5	15.8	15.6	16.3	17.5	16.31	17.95
6	Montar aletilla a delantero	Plana	107 - 108	52.8	53.5	51.4	52.1	51.8	51.9	51.7	52.17	57.39
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	104	8.3	8.2	8.5	7.6	7.4	7.9	8.9	8.12	8.93
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	104 - 105	43.4	42.6	45.2	45.9	46.3	46.1	44.9	44.91	49.41
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	105 - 106	32.8	32.6	32.9	33.5	32.8	34.2	33.1	33.13	36.44
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	106	25.4	25.1	24.5	23.1	23.8	24.0	23.9	24.26	26.68
11	pisar bolsillo	Plana	106	28.6	29.2	28.1	27.6	27.5	27.8	27.9	28.09	30.90
12	colgar tela de bolsillo	plana	106-107	35.9	35.7	35.5	37.2	36.6	36.1	35.8	36.11	39.73
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	106 - 107	38.8	39.6	37.9	37.5	37.6	37.3	37.8	38.07	41.88
14	Cuadros	Plana	107 - 107	64.9	64.7	63.9	65.6	65.3	65.8	65.2	65.06	71.56
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	107 - 108	21.4	21.3	20.6	20.8	21.5	21.2	20.3	21.01	23.12
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	107	24.8	26.3	25.8	25.1	24.6	24.8	24.4	25.11	27.63
17	Encajar delanteros	2 Agujas	107	74.6	78.7	76.2	75.3	74.8	74.1	73.6	75.33	82.86
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	107 - 102	88.2	84.7	84.8	84.3	85.5	83.8	84.6	85.13	93.64

19	Cerrar costados	Fileteadora	107 - 102	94.2	93.7	96.9	93.2	93.6	94.5	93.3	94.20	103.62
20	Pisar lateral	Plana	107 - 102	56.2	58.4	56.3	55.2	53.6	56.8	56.3	56.11	61.73
21	Empretinar	Empretinadora	111 - 112	88.3	93.2	90.4	88.9	86.5	89.3	91.5	89.73	98.70
22	Hacer puntas en pretina	Plana	111	71.7	73.7	74.7	72.1	70.9	70.8	71.4	72.19	79.40
23	Hacer botas	plana		70.3	68.6	73.8	71.3	69.2	69.8	69.1	70.30	77.33
24	Presillar	Presilladora		92.0	94.2	93.6	92.3	91.3	91.6	90.6	92.23	101.45
25	Hacer ojal	Ojaladora		20.8	20.9	20.4	21.2	22.1	21.5	20.4	21.04	23.15
26	pegar marquilla	Plana		65.9	64.3	62.8	65.8	69.1	66.9	67.9	66.10	72.71
27	Limpiar hilo - control calidad			164.5	169.3	170.3	165.2	163.8	162.9	163.1	165.59	182.14
28	Tintorería			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
29	Limpiar hilo - control calidad			110.4	111.4	110.2	107.6	108.3	110.3	113.6	110.26	121.28
30	Pegar botón y taches	Tachadora	113	66.0	69.1	67.3	65.9	65.2	64.9	66.9	66.47	73.12
31	Alistamiento			109.0	111.3	109.3	108.3	106.6	109.2	109.9	109.08	119.99
Tiempo total de operación en minutos											1777.16	1954.88
Observaciones:												
El tiempo promedio para un pantalón es de <b>24.4</b> minutos												

Fuente: Los autores, 2013.

La toma de tiempos en Flow Sport se realizó con el método de vuelta a cero las siguientes son algunas imágenes del trabajo de campo. (Figura 43 a 46)

Figura 43. Toma de tiempos 1



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 44. Toma de tiempos 2



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 45. Toma de tiempos 3



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 46. Toma de tiempos 4



Fuente: Los autores, 2013.

2.1.12. Diagrama de procesos. En la tabla 4 se muestra el recorrido de la prenda con las distancias existentes entre operaciones y sus respectivos tiempos.

Tabla 4. Diagrama de procesos

Diagrama de procesos							
Distancia en metros	Tiempo en minutos	○	⇒	□	D	▽	Descripción del proceso
5.8	0.07						Transportar material de corte a maquina cerradora
	25.41						Encotillar
	27.74						Unir traseros
8.5	0.09						Transportar material de corte a maquina fileteadora
	13.66						Filetear boca bolsillo
4.7	0.05						Transportar material a maquina plana
	165.35						Montar bolsillos a traseros
9.2	0.1						almacenamiento
8.5	0.09						Transportar material de corte a maquina fileteadora
	17.95						Filetear aletilla y aletillon
3.6	0.04						Transportar material a maquina plana
	57.39						Montar aletilla a delantero
8.5	0.09						Transportar material de corte a maquina fileteadora
	8.93						Filetear boca relojero
2.7	0.03						Transportar material a maquina 2 agujas
	49.41						Montar relojero a vista
10.4	0.12						Transportar material a maquina recubridora
	36.44						Montar vistas a tela de bolsillo
4.8	0.05						Transportar material a maquina fileteadora
	26.68						Cerrar bolsillo
2.3	0.03						Transportar material a maquina plana
	30.90						pisar bolsillo

1.2	0.02				transportar material a maquina plana
	39.73				colgar tela de bolsillo
3.5	0.04				Transportar material a maquina 2 agujas
	41.88				Montar tela de bolsillo a delantero
7.8	0.08				Transportar material a maquina plana
	71.56				cuadres
7.8	0.08				Transportar material a maquina 2 agujas
	23.12				Montar cremallera en aletilla
	27.63				Hacer dibujo J
	82.86				Encajar delanteros
3.5	0.04				Transportar material a cerradora
	93.64				Cerrar entrepierna
4.7	0.05				Transportar material a maquina fileteadora
	103.62				Cerrar costados
10.6	0.12				Transportar material a maquina plana
	61.73				Pisar lateral
13.1	0.15				Transportar material a maquina empretinadora
	98.70				Empretinar
3.6	0.04				Transportar material a maquina plana
	79.40				Hacer puntas en pretina
7.4	0.08				transportar a maquina plana
	77.33				Hacer botas
4.9	0.06				Transportar material a maquina presilladora
	101.45				presillar
2.3	0.03				Transportar material a maquina ojaladora
	23.15				Hacer ojal
12.4	0.13				Transportar material a maquina plana
	72.71				pegar marquilla
3.5	0.04				Transportar material a mesa de terminado
	182.14				Limpiar hilo - control calidad
					Transportar material a tintorería
	0.00				Tintorería
					Transportar material a mesa de terminado
	121.28				Limpiar hilo - control calidad
5.1	0.06				Transportar material a maquina tachadora
	73.12				Pegar botón y taches
5.1	0.06				Transportar material a mesa de terminado
	119.99				Alistamiento
165.5	1956.72	TOTAL			

Fuente: Los autores, 2013.

Tabla 5. Resumen diagrama de procesos

Resumen		
Actividad	Símbolo	Total
Operación		28
Transporte		28
Inspección		2
Demora		1
Almacenamiento		1
Distancia (mts)		165.5
tiempo (min)		1956.72

Fuente: Los autores, 2013.

En Flow Sport S.A.S. la producción es bajo pedido ya que la planeación se hace cuando el cliente entrega el corte y la ficha técnica, proporcionando los datos de cantidad y fecha de entrega

Según la tabla 4 y 5 se puede observar que el proceso de maquila de pantalón clásico tiene 28 operaciones, el tiempo total para su fabricación es 32,6 minutos recorriendo una distancia de 165,5 metros.

2.1.13. Costo por operación. En la planeación se busca conocer los recursos tanto de maquinaria, y mano de obra, incluyendo los costos en los que se incurrirá para una próxima producción. Esto con el fin de estar preparados y reducir retrasos y sobrecostos.

Para flow sport se ha diseñado la siguiente tabla (Tabla 6) donde el administrador ingresando algunos datos, y tomando como base el sueldo legal mínimo puede tomar mejores decisiones, conocer el valor del minuto instalado y hacer una mejor planeación de la producción.

Tabla 6. Costo por operación

PLANEACION AGREGADA							
Horas trabajadas	10						
Minutos turno	600	EFICIENCIA					100%
No. De personas	7	TIEMPO DE ENTREGA					22
Minutos instalados	4200	MINIMO LEGAL + PRESTACIONES					907830
Produccion mes	3900	VALOR DIA					30261
Unidades dia	177	VALOR HORA					3782.6
Cantidad / hora	18	VALOR MINUTO					63.0
NUM.	OPERACIÓN	MAQUINA	SAM	EFICIENCIA	F	C-OPE	TOTAL
1	Encotillar	Cerradora	0.3	100%	0.54	20.0	78094.7
2	Unir traseros	Cerradora	0.3			21.9	85242.5
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	1.2			73.8	287796.0
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	0.2	100%	0.63	10.8	41969.2
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	0.2			14.1	55154.0
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	0.1			7.0	27451.5
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	0.3			21.0	82006.6
19	Cerrar costados	Fileteadora	1.3			81.7	318463.9
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	2.1	100%	2.42	130.3	508170.7
6	Montar aletilla a delantero	Plana	0.7			45.2	176377.0
11	Pizar bolsillo	Plana	0.4			24.4	94974.1
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	0.5			31.3	122092.3
14	Cuadros	Plana	0.9			56.4	219940.1
20	Pisar lateral	Plana	0.8			48.6	189706.7
22	Hacer puntas en pretina	Plana	1.0			62.6	244039.8
23	Hacer botas	Plana	1.0			60.9	237664.7
26	Pegar marquilla	Plana	0.9	57.3	223465.7		
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	0.6	100%	0.83	38.9	151842.7
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	0.5			33.0	128708.9
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	0.3			18.2	71043.4
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	0.3			21.8	84904.4
17	Encajar delanteros	2 Agujas	1.0			65.3	254664.9
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	0.5	100%	0.13	28.7	111998.5
21	Empretinar	Empretinadora	1.2	100%	0.36	77.8	303347.3
24	Presillar	Presilladora	1.3	100%	0.37	79.9	311799.1
25	Hacer ojal	Ojaladora	0.3	100%	0.09	18.2	71140.0
27	Limpiar hilo - control calidad	0	2.3	100%	1.56	143.5	559799.1
29	Limpiar hilo - control calidad	0	1.5			95.6	372748.6
31	Alistamiento	0	1.5			94.6	368764.2
30	Pegar boton y taches	Tachadora	0.9	100%	0.27	57.6	224721.4
		Total	24.4		7.00		6,008,092

Fuente: Los autores, 2013.

## 2.2. PROGRAMACIÓN Y CONTROL

Flow sport carece de una programación de la producción, por lo tanto se tomaron los datos de la empresa y se realizó una programación que cumpla con los requerimientos necesarios.

La producción de la empresa depende de las necesidades de los clientes en unidades de producto y de la disponibilidad de la fábrica. Para obtener los costos y tiempo de entrega de los pedidos, el administrador en base a su experiencia los determina para cada referencia de producto.

La tabla 7 muestra la producción del año 2012

Tabla 7. Producción año 2012

<b>Producción Flow sport 2012 (Unidades)</b>					
Mes\Clientes	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Total
Enero	2588	0	0	0	2588
Febrero	3828	140	500	0	4468
Marzo	1273	280	0	2607	4160
Abril	549	572	0	4024	5145
Mayo	1941	660	0	2400	5001
Junio	492	0	0	2475	2967
Julio	2009	0	0	2860	4869
Agosto	4010	0	0	3060	7070
Septiembre	0	0	0	4725	4725
Octubre	3337	0	0	3522	6859
Noviembre	4406	0	674	1144	6224
Diciembre	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>24433</b>	<b>1652</b>	<b>1174</b>	<b>26817</b>	<b>54076</b>

Fuente: Los autores, 2013.

En el mes de diciembre la producción es 0 debido a que para la temporada de navidad los clientes mandan a hacer la producción desde noviembre para tenerla lista a comienzos de mes y poder tener mayores ventas.

Para poder explicar la programación de la empresa se tomó la producción del mes de agosto del año 2012.

Tabla 8. Producción agosto de 2012

Producción agosto 2012					
Semana	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Total
1	4010				4010
2					0
3				3060	3060
4					0
				Total	7070

Fuente: Los autores, 2013.

La empresa Flow sport tiene 4 clientes los cuales no son constantes en la entrega de corte, por lo que puede haber meses en los que no envíen producción. (Ver tabla 8)

Para negociar el costo de la prenda, el cliente envía las piezas para realizar 1 pantalón o también llamado muestra física, luego de realizar la muestra en base a la ficha técnica, el cliente evalúa la calidad de la confección y negocia con la empresa el costo de la prenda y se acuerda la fecha de entrega del pedido completo.

Después de que el corte llega a la planta de producción, el administrador inicia el proceso de programación. Lo primero que hace es confirmar que toda la materia prima sea entregada por el cliente comparándola con la ficha técnica, el paso siguiente es asignar tareas a cada operario para empezar el proceso anteriormente descrito en la figura 41.

Después de terminada una producción se entrega al cliente con remisión y factura, el número de prendas debe ser igual a la cantidad que se encuentra en las órdenes de producción. Es muy común que el cliente realice un nuevo control de calidad a la producción pero en sus respectivas bodegas de almacenaje, si se encuentran imperfectos, se devolverán a la planta de Flow Sport para un reproceso. Luego de que se corrijan los imperfectos del producto se le entrega nuevamente al cliente, el cual decidirá si lo acepta o cobra el producto. Si el cliente no acepta la prenda por lo general se le cobra el valor de la prenda al operario que cometió el error descontándolo de su quincena y se le entrega para que disponga de ella.

2.2.1. Costo de producción. Por disposición de Flow Sport no se publicarán algunos valores exactos de operación y producto terminado, en ese caso se darán los valores que da el mercado.

En el sector confección, el mercado es el encargado de acordar los precios de producción por unidad, el administrador según su experiencia asigna un valor a cada operación basándose en la dificultad y el tiempo que se demora. De este modo Flow Sport da el valor a sus operaciones. También se tiene en cuenta que hay unos gastos fijos mensuales que la empresa debe cubrir los cuales se

mencionaran a continuación. (Ver tabla 9)

### Gastos fijos mensuales

Tabla 9. Gastos fijos mensuales

Gastos fijos mensuales	
Arriendo	\$ 800,000
Acueducto y alcantarillado	\$ 150,000
Energía eléctrica	\$ 500,000
teléfono	\$ 50,000
Alarma	\$ 120,000
Gastos varios	\$ 500,000
Honorarios contables	\$ 800,000
Honorarios de mantenimiento	\$ 700,000
<b>Total gastos fijos</b>	<b>\$ 3,620,000</b>

Fuente: Los autores, información suministrada por Flow Sport. 2013

Para hallar el costo de producción se mostrarán en la tabla 10, la administración de Flow Sport no permite la publicación de algunos costos de producción por lo cual se tomarán valores del mercado los cuales son muy parecidos a los reales.

Tabla 10. Costo total de la producción agosto 2012

Costo total producción agosto 2012	
Precio de venta unidad	\$3,500
Venta total	\$24,745,000
Mano de obra directa	\$14,847,000
Gastos fijos	\$3,620,000
Insumos	\$2,121,000
<b>Costo total de la producción</b>	<b>\$20,588,000</b>
<b>Ganancia del periodo</b>	<b>\$4,157,000</b>

Fuente: Los autores, información suministrada por Flow Sport. 2013

2.2.2. Punto de equilibrio. La empresa Flow Sport desconoce cuál es su punto de equilibrio, por lo tanto con los datos obtenidos anteriormente se determinará con la fórmula 1.

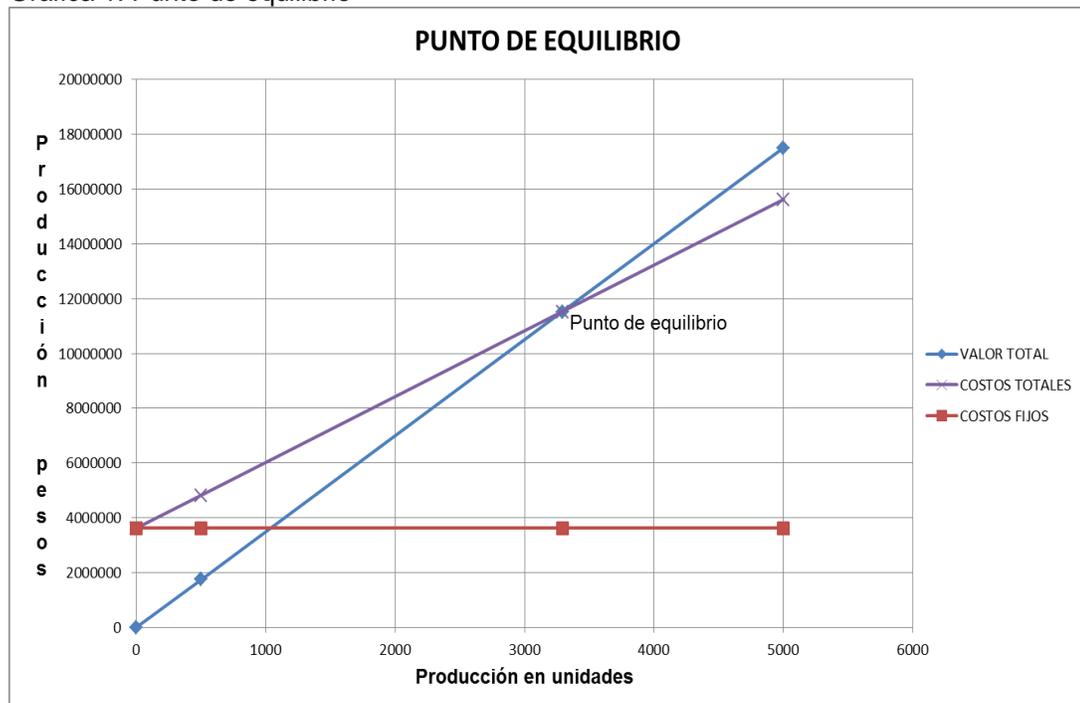
El punto de equilibrio le ayudara a la empresa a determinar qué cantidad mínima de producción debe realizar mensualmente y a qué precio de venta para no incurrir en pérdidas. (Ver grafica 1)

Fórmula 1. Punto de equilibrio

$$\left[ \text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{gastos fijos}}{\text{precio de venta} - \text{costos variables}} = \frac{3,620,000}{3500 - 2400} = \frac{3620000}{1100} = 3290.9 \right]$$

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 1. Punto de equilibrio



Fuente: Los autores, 2013.

El punto de equilibrio para Flow sport es de 3291 unidades mensuales con un precio unitario mínimo de \$3.500, la empresa está capacitada para superar la producción de 3291 unidades mensuales.

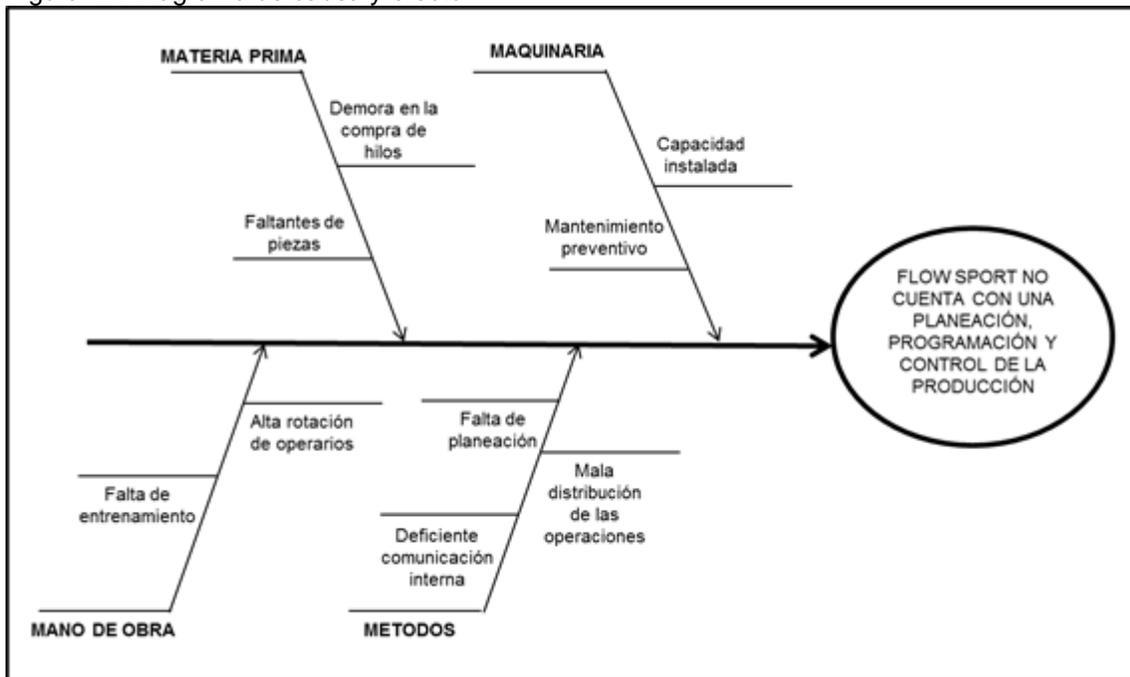
### 2.3. SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO EN FLOW SPORT.

En flow sport la planeación y programación de la producción, está sujeta a las negociaciones realizadas con sus clientes los cuales proveen la materia prima y con ella la orden de producir. Es por esto que el sistema de planeación, programación y control de la producción está dado por las necesidades del cliente.

Para poder ser eficientes y reducir al máximo el tiempo de la producción en la planta, se debe estar preparado. Así que el objetivo de este capítulo, es generar un orden y proponer algunas mejoras para que la planta en el momento de recibir

la materia prima no pierda tiempo y todos los operarios tengan claras las tareas que deben realizar. En la figura 47 se evalúan diferentes causas que aumentan el tiempo de una producción en planta.

Figura 47. Diagrama de causa y efecto



Fuente: Los autores, 2013.

Se identifican cuatro factores que intervienen en la demora de la producción, el primero es la materia prima. El problema radica que el cliente en ocasiones entrega incompletas las piezas del corte bien sea que no las corto o en el momento de transporte se olvidaron causando retrasos, al llegar la materia prima con la ficha de confección se conoce el color de hilo, la planta dispondrá de una persona para ir a buscar y comprar el hilo requerido por el cliente para la empresa no es conveniente tener un inventario de hilo ya que este varía según la moda.

La planta no cuenta con un mecánico de tiempo completo, esto genera un problema porque al dañarse una máquina se tiene que esperar al mecánico para que este la revise y pueda dar un diagnóstico, en caso que se requiera comprar un repuesto el tiempo de espera aumenta, todo esto es debida a que no se realiza mantenimiento preventivo.

La mano de obra en este modelo de empresa es muy inestable por una cultura creada en el mismo medio de la confección, los operarios más expertos y mejor calificados prefieren estar en un lugar donde los precios por operación sean más elevados y los niveles de producción se mantengan constantes para no perder tiempo y dinero, es por esto que los precios no se publicarán en este trabajo por disposición del dueño. Los operarios menos expertos son más estables pero su rendimiento no es el mejor.

En el método todo se restringe a las condiciones que imponga el dueño o el administrador, en algunas ocasiones entre ellos se presentan desacuerdos o falta de comunicación generando desorden, y mala toma de decisiones, estos son los factores más relevantes en la demora de la producción en la planta de Flow Sport.

2.3.1. Estudio de ingeniería de métodos. Para realizar el estudio de métodos en la planta de Flow Sport, se dividirá en 2 enfoques el estudio, métodos grandes y métodos pequeños. Como lo describe el libro “la ingeniería del lean manufacturing<sup>31</sup>”. Es fundamental para la empresa reducir los tiempos en las operaciones y las tareas.

Los métodos grandes: Se refieren a maquinaria, accesorios, las ayudas de trabajo, modificaciones en los muebles de la máquina, etc.

Métodos pequeños: Se refiere a como el operario realiza la operación o tarea asignada, la forma como controla la máquina, la forma como dispone de la pieza, etc. En la mayoría de los casos la forma en que el operario manipula la prenda o como realiza la operación representa un 80% del tiempo de la operación por lo tanto al examinar esto reduciremos los tiempos y podemos aumentar significativamente la producción.

2.3.1.1. Los métodos grandes. En este método no se necesita dar mayores detalles, pues en el mercado se encuentra maquinaria de última generación las cuales pueden duplicar la producción, se hará énfasis en analizar si Flow sport tiene las máquinas que realmente necesita y el estado en que estas se encuentran. Para esto se realizará una serie de preguntas para diagnosticar en qué estado está la empresa.

- ¿Flow sport cuenta con máquinas automáticas y nuevas?

En la planta se encuentran dos máquinas automáticas las cuales son la ojaladora y presilladora. También se encuentran algunas máquinas planas convencionales y otras posicionadoras las cuales son semiautomáticas. En general toda las máquinas de la planta fueron compradas de almacén y tienen en promedio pocos años de uso, la administración se ha preocupado por anualmente cambiar algunas de sus máquinas y no tener maquinaria muy vieja o deteriorada.

- ¿Flow sport cuenta con dispositivos de alimentación?

La planta no cuenta con ninguno de estos dispositivos mecánicos de alimentación por su costo y se sustituyen por otros métodos como cajas de cartón, canastillas plásticas, pequeñas mesas, etc.

- ¿Flow sport cuenta con ayudas de trabajo?

En planta se encuentran gran variedad de folders para las diferentes operaciones

---

<sup>31</sup> OLAYA Dávila, Mauricio. La ingeniería del lean manufacturing. Corporación industrial minuto de Dios, Colombia, 2012. Pág.139.

y máquinas, estas piezas mecánicas facilitan al operario el trabajo y son de uso cotidiano.

- ¿Flow sport realiza mantenimientos preventivos?

No, esta política no se aplica en planta. el mecánico es llamado en el momento en que alguna maquina sufre un daño, es común que los operarios al advertir la presencia del mecánico aprovechen y den a conocer algún inconformismo con el mecanismo de la máquina y así aprovechar al máximo la visita del mecánico.

2.3.1.2. Los métodos pequeños. Estos métodos se pueden definir como todo lo que hace el operario, la forma en que maneja la pieza, la posiciona, los movimientos que realiza, la velocidad con que maneja la máquina, el número de paradas, etc. Para identificar mejor los métodos pequeños se dividirán en diferentes grupos básicos.

- Altura correcta de la silla: En la planta de Flow Sport, no todas las sillas son iguales por lo tanto cada operario fabrica cojines para su comodidad y no sentir tanto cansancio. En general no se sigue ninguna regla en la postura de sentado.
- Altura correcta del mueble de la máquina: Esta se acomoda si el operario lo solicita de lo contrario no.
- Postura del operario en el momento de las operaciones: No se sigue ninguna regla, cada operario se acomoda como mejor le parezca.
- Ambos pies en el pedal: Ninguno de los empleados sigue esta regla.

Los movimientos del operario deben ser:

- Simultáneos.
- Simétricos.
- Naturales.
- Rítmicos.
- Habituales.

En la planta de Flow Sport los operarios no tienen ningún entrenamiento sobre los movimientos, cada operario los realiza como se sienta más cómodo o como le enseñaron a trabajar. Es muy común que los operarios debido a su falta de entrenamiento en las buenas prácticas de manufactura realicen los siguientes movimientos:

- Pasen ligeramente la mano sobre la pieza al terminar para inspeccionarla.
- Algunos operarios se paran más de lo necesario mientras realizan su tarea.
- Que el operario recoja, disponga de ella y vuelva a tomar la misma pieza.
- Que el operario retome la pieza o se la pase de mano a mano.
- Que el operario ordene tela que no va a coser.

Estos métodos pequeños puede que no afecten la operación pero son el tipo de

cosas que pueden hacer que un operario logre o no alcanzar una cuota determinada de tarea.

Los beneficios que se obtendrán con el mejoramiento de los métodos son.

- Ahorros en el pago por destajo: Método grande.
- Ganancias del operario: Métodos pequeños.
- Aumento de producción: Métodos pequeños y grandes.
- Reducción de la fatiga del operario: Métodos pequeños y grandes.

2.3.2. Planeación. La planeación de la producción depende de la administración de la empresa, esta se realizará con tiempo anticipado, determinando los requerimientos de maquinaria y mano de obra, se basará en los pronósticos de ventas de sus diferentes clientes y la temporada del año. La ventaja que se obtendrá es estar preparados para el momento que sus clientes lo requieran, minimizar el tiempo de entrega de producción y lograr la satisfacción del cliente el cual responderá entregando más ordenes de producción a la empresa.

Para obtener este pronóstico, se utilizarán los valores de la producción del año 2012. Con esto se preverá la producción del año 2013 y así lograr que la empresa esté preparada en cuanto a operarios, maquinaria y demás, para afrontar la producción venidera

### 2.3.3. Pronósticos

La tabla 11 muestra la producción del año 2012

Tabla 11. Producción año 2012

<b>Producción Flow sport 2012 (Unidades)</b>					
Mes\Clientes	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Total
Enero	2588	0	0	0	2588
Febrero	3828	140	500	0	4468
Marzo	1273	280	0	2607	4160
Abril	549	572	0	4024	5145
Mayo	1941	660	0	2400	5001
Junio	492	0	0	2475	2967
Julio	2009	0	0	2860	4869
Agosto	4010	0	0	3060	7070
Septiembre	0	0	0	4725	4725
Octubre	3337	0	0	3522	6859
Noviembre	4406	0	674	1144	6224
Diciembre	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>24433</b>	<b>1652</b>	<b>1174</b>	<b>26817</b>	<b>54076</b>

Fuente: Los autores, basados en información de flow sport. 2013

Para realizar los pronósticos se utilizó el programa Winqsb, se utilizaron 12 períodos que representan los meses del año 2012. Luego de analizar todos los métodos que brinda el programa se decidirá cuál es el indicado y se tomarán los valores que den como resultado el pronóstico del año 2013.

A continuación se presentarán los resultados que dan los diferentes métodos del programa Winqsb:

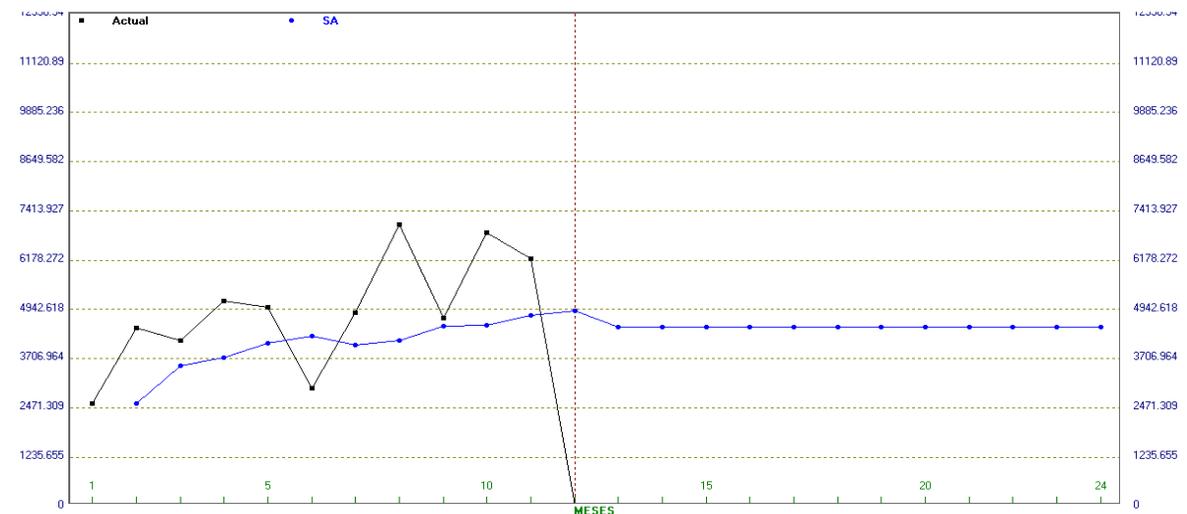
2.3.3.1. Promedio simple. En este promedio se puede observar que la producción máxima no está cercana a los valores reales que se manejan en la empresa.

Tabla 12. Promedio simple

07-16-2013 MESES	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3528.0000	632.0000	2512.0000	1256.0000	1966912.0000	28.6346	2.0000	
4	5145.0000	3738.6670	1406.3330	3918.3330	1306.1110	1970532.0000	28.2011	3.0000	
5	5001.0000	4090.2500	910.7500	4829.0830	1207.2710	1685266.0000	25.7037	4.0000	
6	2967.0000	4272.4000	-1305.4000	3523.6830	1226.8970	1689026.0000	29.3624	2.8720	
7	4869.0000	4054.8330	814.1667	4337.8500	1158.1080	1518000.0000	27.2556	3.7456	
8	7070.0000	4171.1430	2898.8570	7236.7070	1406.7870	2501625.0000	29.2194	5.1441	
9	4725.0000	4533.5000	191.5000	7428.2070	1254.8760	2193505.0000	26.0736	5.9195	
10	6859.0000	4554.7780	2304.2220	9732.4290	1371.4700	2539720.0000	26.9092	7.0963	
11	6224.0000	4785.2000	1438.8000	11171.2300	1378.2030	2492763.0000	26.5300	8.1056	
12	0	4916.0000	-4916.0000	6255.2290	1699.8210	4463153.0000	26.5300	3.6799	0.2051
13		4506.3340							
14		4506.3340							
15		4506.3340							
16		4506.3340							
17		4506.3340							
18		4506.3340							
19		4506.3340							
20		4506.3340							
21		4506.3340							
22		4506.3340							
23		4506.3340							
24		4506.3340							
CFE		6255.2290							
MAD		1699.8210							
MSE		4463153.0000							
MAPE		26.5300							
Trk. Signal		3.6799							
R-square		0.2051							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 2. Promedio Simple



Fuente los autores, 2013.

2.3.3.2. Promedio móvil. En este se puede observar que la producción es muy parecida a la actual sin sufrir mayores cambios.

Tabla 13. Promedio móvil

07-16-2013 MESES	Actual Data	Forecast by 1-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	4468.0000	-308.0000	1572.0000	1094.0000	1814632.0000	24.7404	1.4369	
4	5145.0000	4160.0000	985.0000	2557.0000	1057.6670	1533163.0000	22.8752	2.4176	
5	5001.0000	5145.0000	-144.0000	2413.0000	829.2500	1155056.0000	17.8763	2.9099	
6	2967.0000	5001.0000	-2034.0000	379.0000	1070.2000	1751476.0000	28.0118	0.3541	
7	4869.0000	2967.0000	1902.0000	2281.0000	1208.8330	2062498.0000	29.8538	1.8869	
8	7070.0000	4869.0000	2201.0000	4482.0000	1350.5710	2459912.0000	30.0363	3.3186	0.9829
9	4725.0000	7070.0000	-2345.0000	2137.0000	1474.8750	2839802.0000	32.4855	1.4489	
10	6859.0000	4725.0000	2134.0000	4271.0000	1548.1110	3030263.0000	32.3329	2.7588	
11	6224.0000	6859.0000	-635.0000	3636.0000	1456.8000	2767559.0000	30.1199	2.4959	
12	0	6224.0000	-6224.0000	-2588.0000	1890.1820	6037616.0000	30.1199	-1.3692	0.5429
13		0							
14		0							
15		0							
16		0							
17		0							
18		0							
19		0							
20		0							
21		0							
22		0							
23		0							
24		0							
CFE		-2588.0000							
MAD		1890.1820							
MSE		6037616.0000							
MAPE		30.1199							
Trk.Signal		-1.3692							
R-square		0.5429							
		m=1							

Fuente los autores, 2013.

Gráfica 3. Promedio Móvil



Fuente: Los autores, 2013.

2.3.3.3. Promedio móvil ponderado. En este el pronóstico la producción es igual a la tabla 13

Tabla 14. Promedio móvil ponderado

07-16-2013 MESES	Actual Data	Forecast by 1-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	4468.0000	-308.0000	1572.0000	1094.0000	1814632.0000	24.7404	1.4369	
4	5145.0000	4160.0000	985.0000	2557.0000	1057.6670	1533163.0000	22.8752	2.4176	
5	5001.0000	5145.0000	-144.0000	2413.0000	829.2500	1155056.0000	17.8763	2.9099	
6	2967.0000	5001.0000	-2034.0000	379.0000	1070.2000	1751476.0000	28.0118	0.3541	
7	4869.0000	2967.0000	1902.0000	2281.0000	1208.8330	2062498.0000	29.8538	1.8869	
8	7070.0000	4869.0000	2201.0000	4482.0000	1350.5710	2459912.0000	30.0363	3.3186	0.9829
9	4725.0000	7070.0000	-2345.0000	2137.0000	1474.8750	2839802.0000	32.4855	1.4489	
10	6859.0000	4725.0000	2134.0000	4271.0000	1548.1110	3030263.0000	32.3329	2.7588	
11	6224.0000	6859.0000	-635.0000	3636.0000	1456.8000	2767559.0000	30.1199	2.4959	
12	0	6224.0000	-6224.0000	-2588.0000	1890.1820	6037616.0000	30.1199	-1.3692	0.5429
13		0							
14		0							
15		0							
16		0							
17		0							
18		0							
19		0							
20		0							
21		0							
22		0							
23		0							
24		0							
CFE		-2588.0000							
MAD		1890.1820							
MSE		6037616.0000							
MAPE		30.1199							
Trk. Signal		-1.3692							
R-square		0.5429							
		m=1							

Fuente los autores, 2013.

Gráfica 4. Promedio móvil ponderado



Fuente los autores, 2013.

2.3.3.4. Promedio móvil con tendencia lineal. En este el pronóstico la producción es igual a la tabla 14

Tabla 15. Promedio móvil con tendencia lineal

07-16-2013 MESES	Actual Data	Forecast by 1-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	4468.0000	-308.0000	1572.0000	1094.0000	1814632.0000	24.7404	1.4369	
4	5145.0000	4160.0000	985.0000	2557.0000	1057.6670	1533163.0000	22.8752	2.4176	
5	5001.0000	5145.0000	-144.0000	2413.0000	829.2500	1155056.0000	17.8763	2.9099	
6	2967.0000	5001.0000	-2034.0000	379.0000	1070.2000	1751476.0000	28.0118	0.3541	
7	4869.0000	2967.0000	1902.0000	2281.0000	1208.8330	2062498.0000	29.8538	1.8869	
8	7070.0000	4869.0000	2201.0000	4482.0000	1350.5710	2459912.0000	30.0363	3.3186	0.9829
9	4725.0000	7070.0000	-2345.0000	2137.0000	1474.8750	2839802.0000	32.4855	1.4489	
10	6859.0000	4725.0000	2134.0000	4271.0000	1548.1110	3030263.0000	32.3329	2.7588	
11	6224.0000	6859.0000	-635.0000	3636.0000	1456.8000	2767559.0000	30.1199	2.4959	
12	0	6224.0000	-6224.0000	-2588.0000	1890.1820	6037616.0000	30.1199	-1.3692	0.5429
13		0	0						
14		0	0						
15		0	0						
16		0	0						
17		0	0						
18		0	0						
19		0	0						
20		0	0						
21		0	0						
22		0	0						
23		0	0						
24		0	0						
CFE		-2588.0000							
MAD		1890.1820							
MSE		6037616.0000							
MAPE		30.1199							
Trk.Signal		-1.3692							
R-square		0.5429							
		m=1							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 5. Promedio móvil con tendencia lineal



Fuente: Los autores, 2013.

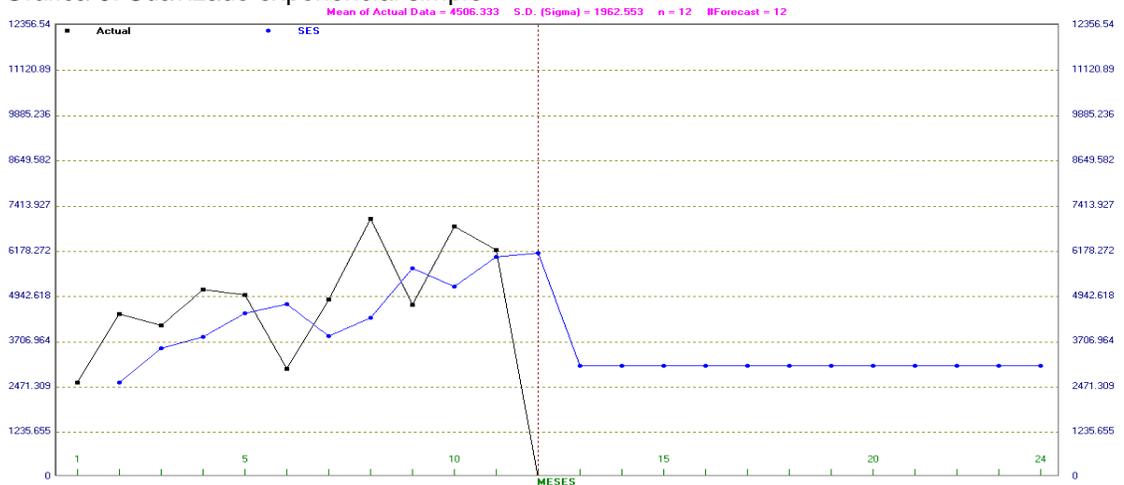
2.3.3.5. Suavizado exponencial simple. Este es el pronóstico que se acomoda mejor a las necesidades de la empresa puesto que en los meses de baja producción cumple con los requerimientos.

Tabla 16. Suavizado exponencial simple

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3528.0000	632.0000	2512.0000	1256.0000	1966912.0000	28.6346	2.0000	
4	5145.0000	3844.0000	1301.0000	3813.0000	1271.0000	1875475.0000	27.5187	3.0000	
5	5001.0000	4494.5000	506.5000	4319.5000	1079.8750	1470742.0000	23.1710	4.0000	
6	2967.0000	4747.7500	-1780.7500	2538.7500	1220.0500	1810808.0000	30.5405	2.0809	
7	4869.0000	3857.3750	1011.6250	3550.3750	1185.3130	1679571.0000	28.9132	2.9953	
8	7070.0000	4363.1880	2706.8130	6257.1880	1402.6700	2486323.0000	30.2522	4.4609	0.9507
9	4725.0000	5716.5940	-991.5938	5265.5940	1351.2850	2298440.0000	29.0939	3.8967	
10	6859.0000	5220.7970	1638.2030	6903.7970	1383.1650	2341247.0000	28.5150	4.9913	0.9493
11	6224.0000	6039.8980	184.1016	7087.8980	1263.2590	2110512.0000	25.9593	5.6108	
12	0	6131.9490	-6131.9490	955.9492	1705.8670	5336902.0000	25.9593	0.5604	0.3271
13		3065.9750							
14		3065.9750							
15		3065.9750							
16		3065.9750							
17		3065.9750							
18		3065.9750							
19		3065.9750							
20		3065.9750							
21		3065.9750							
22		3065.9750							
23		3065.9750							
24		3065.9750							
CFE		955.9492							
MAD		1705.8670							
MSE		5336902.0000							
MAPE		25.9593							
Trk. Signal		0.5604							
R-square		0.3271							
		Alpha=0.5							
		F(0)=2588							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 6. Suavizado exponencial simple



Fuente: Los autores, 2013.

2.3.3.6. Suavizado exponencial simple con tendencia lineal. En este los niveles de producción no son los deseados en meses que el mercado aumenta su producción.

Tabla 17. Suavizado exponencial simple con tendencia lineal

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3998.0000	162.0000	2042.0000	1021.0000	1780322.0000	22.9856	2.0000	
4	5145.0000	4589.5000	555.5000	2597.5000	865.8333	1289741.0000	18.9227	3.0000	
5	5001.0000	5516.6250	-515.6250	2081.8750	778.2813	1033773.0000	16.7696	2.6750	
6	2967.0000	5779.2810	-2812.2810	-730.4063	1185.0810	2408804.0000	32.3728	-0.6163	
7	4869.0000	4190.5390	678.4609	-51.9453	1100.6450	2084055.0000	29.2997	-0.0472	
8	7070.0000	4516.7830	2553.2170	2501.2720	1308.1550	2717606.0000	30.2731	1.9121	0.8222
9	4725.0000	6418.7100	-1693.7100	807.5620	1356.3490	2736487.0000	30.9697	0.5954	
10	6859.0000	5773.7450	1085.2550	1892.8170	1326.2280	2563297.0000	29.2866	1.4272	0.8843
11	6224.0000	6789.5770	-565.5767	1327.2400	1250.1630	2338955.0000	27.2667	1.0617	
12	0	6838.5990	-6838.5990	-5511.3580	1758.2020	6377817.0000	27.2667	-3.1347	0.5305
13		2041.4600							
14		663.6201							
15		-714.2195							
16		-2092.0590							
17		-3469.8990							
18		-4847.7380							
19		-6225.5780							
20		-7603.4180							
21		-8981.2580							
22		-10359.1000							
23		-11736.9400							
24		-13114.7800							
CFE		-5511.3580							
MAD		1758.2020							
MSE		6377817.0000							
MAPE		27.2667							
Trk.Signal		-3.1347							
R-square		0.5305							
		Alpha=0.5							
		Beta=0.5							
		F(0)=2588							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 7. Suavizado exponencial simple con tendencia lineal



Fuente: Los autores, 2013.

2.3.3.7. Suavizado exponencial doble. En este los niveles se mantienen en niveles muy estables.

Tabla 18. Suavizado exponencial doble

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3058.0000	1102.0000	2982.0000	1491.0000	2374402.0000	34.2837	2.0000	
4	5145.0000	3451.0000	1694.0000	4676.0000	1558.6670	2539480.0000	33.8308	3.0000	
5	5001.0000	3972.7500	1028.2500	5704.2500	1426.0630	2168935.0000	30.5134	4.0000	
6	2967.0000	4360.2500	-1393.2500	4311.0000	1419.5000	2123377.0000	33.8023	3.0370	
7	4869.0000	4108.8130	760.1875	5071.1880	1309.6150	1865795.0000	30.7707	3.8723	
8	7070.0000	4236.0000	2834.0000	7905.1880	1527.3840	2746618.0000	32.1013	5.1756	
9	4725.0000	4976.2970	-251.2969	7653.8910	1367.8730	2411184.0000	28.7535	5.5955	
10	6859.0000	5098.5470	1760.4530	9414.3440	1411.4930	2487630.0000	28.4105	6.6698	
11	6224.0000	5569.2230	654.7773	10069.1200	1335.8220	2281740.0000	26.6214	7.5378	
12	0	5850.5860	-5850.5860	4218.5350	1746.2550	5186069.0000	26.6214	2.4158	0.3148
13		4458.2800							
14		4458.2800							
15		4458.2800							
16		4458.2800							
17		4458.2800							
18		4458.2800							
19		4458.2800							
20		4458.2800							
21		4458.2800							
22		4458.2800							
23		4458.2800							
24		4458.2800							
CFE		4218.5350							
MAD		1746.2550							
MSE		5186069.0000							
MAPE		26.6214							
Trk. Signal		2.4158							
R-square		0.3148							
		Alpha=0.5							
		F(0)=2588							
		F'(0)=2588							

Fuente: los autores, 2013.

Gráfica 8. Suavizado exponencial doble



Fuente: Los autores, 2013.

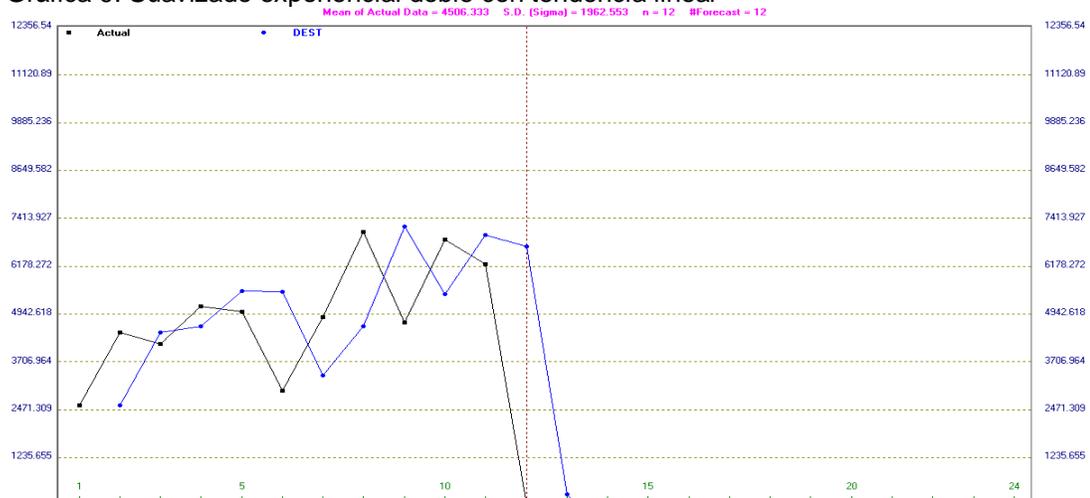
2.3.3.8. Suavizado exponencial doble con tendencia lineal. En este los niveles se mantienen con poca variación.

Tabla 19. Suavizado exponencial doble con tendencia lineal

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	4468.0000	-308.0000	1572.0000	1094.0000	1814632.0000	24.7404	1.4369	
4	5145.0000	4630.0000	515.0000	2087.0000	901.0000	1298163.0000	19.8302	2.3163	
5	5001.0000	5538.0000	-537.0000	1550.0000	810.0000	1045715.0000	17.5571	1.9136	
6	2967.0000	5522.7500	-2555.7500	-1005.7500	1159.1500	2142943.0000	31.2735	-0.8677	
7	4869.0000	3354.5000	1514.5000	508.7500	1218.3750	2168071.0000	31.2454	0.4176	
8	7070.0000	4617.5630	2452.4380	2961.1880	1394.6700	2717554.0000	31.7372	2.1232	0.9013
9	4725.0000	7197.1880	-2472.1880	489.0000	1529.3590	3141824.0000	34.3102	0.3197	
10	6859.0000	5465.2970	1393.7030	1882.7030	1514.2870	3008555.0000	32.7557	1.2433	
11	6224.0000	6981.2500	-757.2500	1125.4530	1438.5830	2765042.0000	30.6968	0.7823	
12	0	6694.6760	-6694.6760	-5569.2230	1916.4090	6588101.0000	30.6968	-2.9061	0.6240
13		281.3633							
14		-1110.9420							
15		-2503.2480							
16		-3895.5540							
17		-5287.8590							
18		-6680.1650							
19		-8072.4710							
20		-9464.7760							
21		-10857.0800							
22		-12249.3900							
23		-13641.6900							
24		-15034.0000							
CFE		-5569.2230							
MAD		1916.4090							
MSE		6588101.0000							
MAPE		30.6968							
Trk.Signal		-2.9061							
R-square		0.6240							
		Alpha=0.5							
		F(0)=2588							
		F'(0)=2588							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 9. Suavizado exponencial doble con tendencia lineal



Fuente: Los autores, 2013.

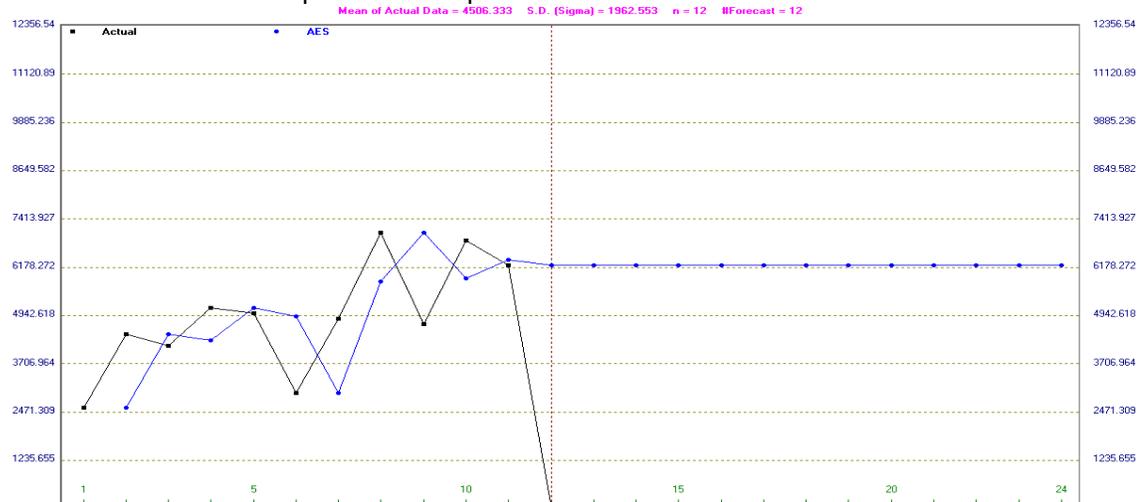
2.3.3.9. Suavizado exponencial adaptado. En este la demanda no se comporta con lo esperado.

Tabla 20. Suavizado exponencial adaptado

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by AES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	4468.0000	-308.0000	1572.0000	1094.0000	1814632.0000	24.7404	1.4369	
4	5145.0000	4314.0000	831.0000	2403.0000	1006.3330	1439942.0000	21.8775	2.3879	
5	5001.0000	5145.0000	-144.0000	2259.0000	790.7500	1085140.0000	17.1280	2.8568	
6	2967.0000	4929.0000	-1962.0000	297.0000	1025.0000	1638001.0000	26.9279	0.2898	
7	4869.0000	2967.0000	1902.0000	2199.0000	1171.1670	1967935.0000	28.9505	1.8776	
8	7070.0000	5820.0000	1250.0000	3449.0000	1182.4290	1910016.0000	27.3404	2.9169	
9	4725.0000	7070.0000	-2345.0000	1104.0000	1327.7500	2358642.0000	30.1266	0.8315	
10	6859.0000	5897.5000	961.5000	2065.5000	1287.0560	2199291.0000	28.3368	1.6048	
11	6224.0000	6378.2500	-154.2500	1911.2500	1173.7750	1981741.0000	25.7509	1.6283	
12	0	6224.0000	-6224.0000	-4312.7500	1632.8860	5323235.0000	25.7509	-2.6412	0.5612
13		6224.0000							
14		6224.0000							
15		6224.0000							
16		6224.0000							
17		6224.0000							
18		6224.0000							
19		6224.0000							
20		6224.0000							
21		6224.0000							
22		6224.0000							
23		6224.0000							
24		6224.0000							
CFE		-4312.7500							
MAD		1632.8860							
MSE		5323235.0000							
MAPE		25.7509							
Trk. Signal		-2.6412							
R-square		0.5612							
		Alpha=0.5							
		Beta=0.5							
		F(0)=2588							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 10. Suavizado exponencial adaptado



Fuente: los autores, 2013.

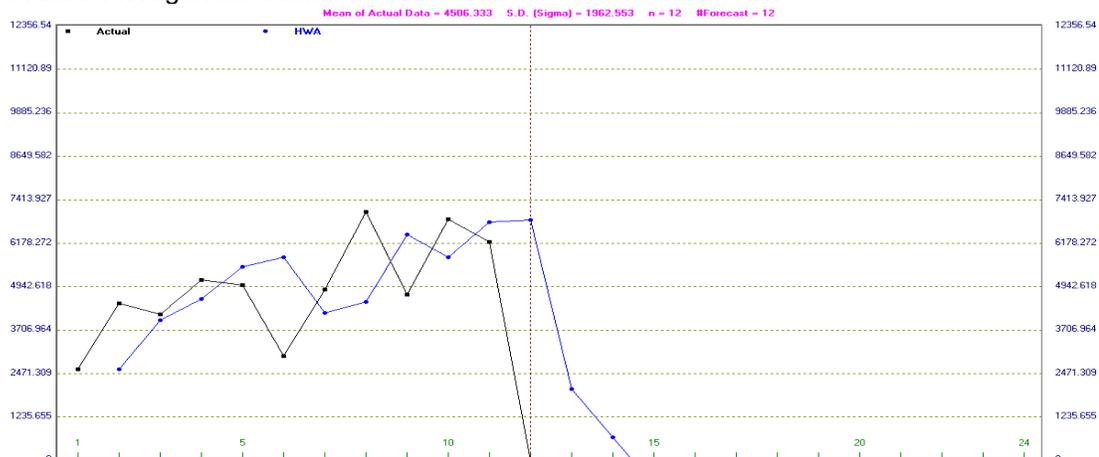
2.3.3.10. Algoritmo suma Holt-Winters. En este la producción los valores que presenta en algunos meses no corresponde a la realidad.

Tabla 21. Tabla Algoritmo suma Holt-Winters

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by HWA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3998.0000	162.0000	2042.0000	1021.0000	1780322.0000	22.9856	2.0000	
4	5145.0000	4589.5000	555.5000	2597.5000	865.8333	1289741.0000	18.9227	3.0000	
5	5001.0000	5516.6250	-515.6250	2081.8750	778.2813	1033773.0000	16.7696	2.6750	
6	2967.0000	5779.2810	-2812.2810	-730.4063	1185.0810	2408804.0000	32.3728	-0.6163	
7	4869.0000	4190.5390	678.4609	-51.9453	1100.6450	2084055.0000	29.2997	-0.0472	
8	7070.0000	4516.7830	2553.2170	2501.2720	1308.1550	2717606.0000	30.2731	1.9121	0.8222
9	4725.0000	6418.7100	-1693.7100	807.5620	1356.3490	2736487.0000	30.9697	0.5954	
10	6859.0000	5773.7450	1085.2550	1892.8170	1326.2280	2563297.0000	29.2866	1.4272	0.8843
11	6224.0000	6789.5770	-565.5767	1327.2400	1250.1630	2338955.0000	27.2667	1.0617	
12	0	6838.5990	-6838.5990	-5511.3580	1758.2020	6377817.0000	27.2667	-3.1347	0.5305
13		2041.4600							
14		663.6201							
15		-714.2195							
16		-2092.0590							
17		-3469.8990							
18		-4847.7380							
19		-6225.5780							
20		-7603.4180							
21		-8981.2570							
22		-10359.1000							
23		-11736.9400							
24		-13114.7800							
CFE		-5511.3580							
MAD		1758.2020							
MSE		6377817.0000							
MAPE		27.2667							
Trk. Signal		-3.1347							
R-square		0.5305							
		c=1							
		Alpha=0.5							
		Beta=0.5							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 11. Algoritmo suma Holt-Winters



Fuente: Los autores, 2013.

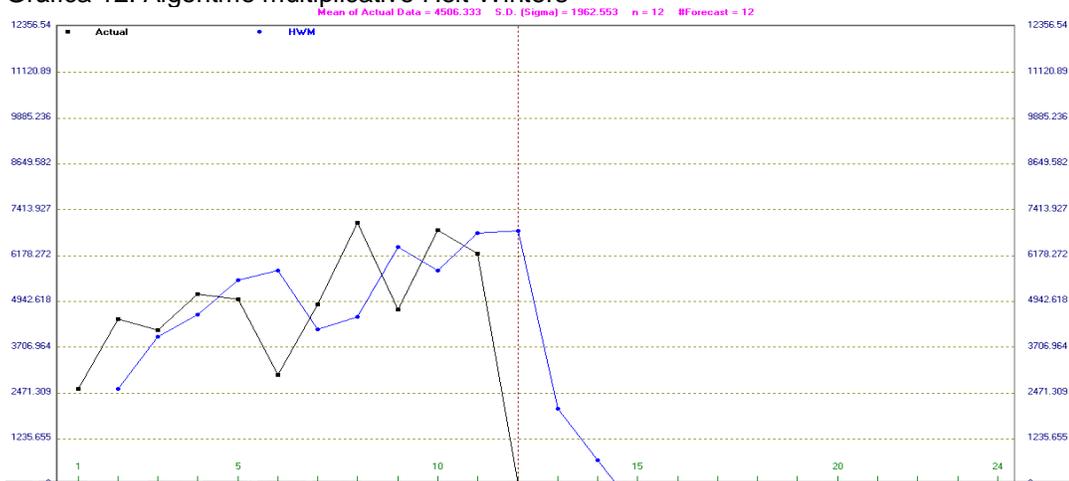
2.3.3.11. Algoritmo multiplicativo Holt-Winters. En este la producción no se ajusta a la realidad del mercado.

Tabla 22. Algoritmo multiplicativo Holt-Winters

08-25-2013 MESES	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2588.0000								
2	4468.0000	2588.0000	1880.0000	1880.0000	1880.0000	3534400.0000	42.0770	1.0000	
3	4160.0000	3998.0000	162.0000	2042.0000	1021.0000	1780322.0000	22.9856	2.0000	
4	5145.0000	4589.5000	555.5000	2597.5000	865.8333	1289741.0000	18.9227	3.0000	
5	5001.0000	5516.6250	-515.6250	2081.8750	778.2813	1033773.0000	16.7696	2.6750	
6	2967.0000	5779.2810	-2812.2810	-730.4063	1185.0810	2408804.0000	32.3728	-0.6163	
7	4869.0000	4190.5390	678.4609	-51.9453	1100.6450	2084055.0000	29.2997	-0.0472	
8	7070.0000	4516.7830	2553.2170	2501.2720	1308.1550	2717606.0000	30.2731	1.9121	0.8222
9	4725.0000	6418.7100	-1693.7100	807.5620	1356.3490	2736487.0000	30.9697	0.5954	
10	6859.0000	5773.7450	1085.2550	1892.8170	1326.2280	2563297.0000	29.2866	1.4272	0.8843
11	6224.0000	6789.5770	-565.5767	1327.2400	1250.1630	2338955.0000	27.2667	1.0617	
12	0	6838.5990	-6838.5990	-5511.3580	1758.2020	6377817.0000	27.2667	-3.1347	0.5305
13		2041.4600							
14		663.6201							
15		-714.2195							
16		-2092.0590							
17		-3469.8990							
18		-4847.7380							
19		-6225.5780							
20		-7603.4180							
21		-8981.2570							
22		-10359.1000							
23		-11736.9400							
24		-13114.7800							
CFE		-5511.3580							
MAD		1758.2020							
MSE		6377817.0000							
MAPE		27.2667							
Trk. Signal		-3.1347							
R-square		0.5305							
		c=1							
		Alpha=0.5							
		Beta=0.5							

Fuente: Los autores, 2013.

Gráfica 12. Algoritmo multiplicativo Holt-Winters



Fuente: Los autores, 2013.

En la figura 48 se muestran los datos que arrojaron todos los pronósticos

Figura 48. Comparación métodos pronósticos

Cuadro comparativo métodos de pronósticos													
Metodo\Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Producción real	2588	4468	4160	5145	5001	2967	4869	7070	4725	6859	6224	0	54076
Promedio simple	2588	3528	3739	4090	4272	4055	4171	4533	4555	4785	4916	4506	49738
Promedio movil	2588	4468	4160	5145	5001	2967	4869	7070	4725	6859	6224	0	54076
Promedio movil ponderado	2588	4468	4160	5145	5001	2967	4869	7070	4725	6859	6224	0	54076
Promedio movil con tendencia lineal	2588	4468	4160	5145	5001	2967	4869	7070	4725	6859	6224	0	54076
Suavizado exponencial simple	2588	3528	3844	4494	4748	3857	4363	5717	5220	6040	6132	3066	53597
Suavizado exponencial simple con tendencia lineal	2588	3998	4589	5517	5779	4191	4517	6419	5774	6790	6839	2041	59042
Suavizado exponencial doble	2588	3058	3451	3973	4360	4109	4236	4976	5099	5569	5851	4458	51728
Suavizado exponencial doble con tendencia lineal	2588	4468	4630	5538	5523	3355	4618	7197	5465	6981	6695	281	57339
Suavizado exponencial adaptado	2588	4468	4314	5145	4929	2967	5820	7070	5897	6378	6224	6224	62024
Tabla algoritmo suma Holt-Winters	2588	3998	4589	5517	5779	4191	4517	6419	5774	6790	6839	2041	59042
Algoritmo multiplicativo Holt-Winters	2588	3998	4589	5517	5779	4191	4517	6419	5774	6790	6839	2041	59042

Fuente: Los autores, 2013.

El método más conveniente para la empresa Flow Sport es el de suavizado exponencial simple ya que es de los que arroja menor error y se acomoda más a la producción de la empresa. (Ver figura 49)

Figura 49. Resumen pronóstico

Pronóstico método suavizado exponencial simple	
Mes	Pronóstico
1	2,588
2	3,528
3	3,844
4	4,495
5	4,748
6	3,857
7	4,363
8	5,717
9	5,221
10	6,040
11	6,132
12	3,066

Fuente: los autores, 2013

2.3.4. Planeación de la capacidad. Para hacer la planeación de la capacidad en la planta de Flow Sport, se tomara el tiempo estándar que se requiere para producir una unidad de producto y con este se realizara los cálculos. (Ver figura 50)

Figura 50. Capacidad de la planta Flow sport

Capacidad planta Flow sport		
Tiempo de preparación	0	
Jornada laboral	10	Horas
Días hábiles	5.5	Días
Horas maquina	57.75	Horas/semana
Capacidad teórica	300	Unidades
nivel de confianza	90%	
Capacidad real	270	Unidades

Fuente: los autores 2013

El nivel de confianza de la maquinaria es el 90% ya que esta no está exenta de que se pueda presentar algún daño en su mecanismo.

Para determinar el número de máquinas requeridas para la producción se utilizará la siguiente fórmula

Fórmula 2. Determinación del número de máquinas

$$TPR_{ij} = \sum_{i=1}^n (P_j)(TS_{ij}) \quad [a]$$

$$F = \frac{TRP_{ij}}{(JL)(DH)(E)(R)} \quad [b]$$

*JL: Jornada laboral*

*DH: Días hábiles en el periodo laboral*

*TPR: Tiempo requerido de producción o capacidad requerida*

*TS: Tiempo estándar requerida del producto*

*E: El desempeño real*

*R: Confiabilidad de la máquina*

*F: Numero de máquinas requeridas*

Fuente: Planeación y programación de la producción<sup>32</sup>

Utilizando la fórmula anteriormente descrita, se determinará el número de máquinas que se necesita para cumplir con la producción requerida. Para el cálculo de la fórmula se tomó la producción del mes de agosto de 2012 por haber sido el mes con mayor producción, 7070 unidades.

- Número de máquinas planas requeridas.

$$\left[ TPR \text{ plana} = (7070 \text{ unidades}) \left( 8,20 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 57974 \text{ min} \right]$$

[2.a.1]

$$\left[ F = \frac{57974 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 4,87 \right]$$

[2.b.1]

El número de máquinas planas requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 5 máquinas.

<sup>32</sup> CASTRO, Hernando. Planeación y programación de la producción: Unidad 2. 1. Bogotá 2009. pág. 60.

- Número de máquinas fileteadoras requeridas.

$$\left[ TPR \text{ fileteadora} = (7070 \text{ unidades}) \left( 2,135 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 15097,1 \text{ min} \right]$$

[2.a.2]

$$\left[ F = \frac{15097,1 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 1,27 \right]$$

[2.b.2]

El número de máquinas fileteadoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 2 máquinas, si se dejara solo una maquina fileteadora se nos crearía un cuello de botella causando retrasos en las demás operaciones.

- Número de máquinas cerradoras requeridas

$$\left[ TPR \text{ cerradora} = (7070 \text{ unidades}) \left( 1,834 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 12966,3 \text{ min} \right]$$

[2.a.3]

$$\left[ F = \frac{12966,3 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 1,09 \right]$$

[2.b.3]

El número de máquinas cerradoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina, para cumplir con la totalidad de la producción se deben hacer horas extras ya que no se justifica comprar otra máquina por tan poco 0,09.

- Número de presilladoras requeridas.

$$\left[ TPR_{\text{presilladora}} = (7070 \text{ unidades}) \left( 1,268 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 8964,7 \text{ min} \right]$$

[2.a.4]

$$\left[ F = \frac{8964,7 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 0,75 \right]$$

[2.b.4]

El número de máquinas planas presilladoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina.

- Número de empretinadoras requeridas.

$$\left[ TPR_{\text{empretinadora}} = (7070 \text{ unidades}) \left( 1,234 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 8724,3 \text{ min} \right]$$

[2.a.5]

$$\left[ F = \frac{8724,3 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 0,73 \right]$$

[2.b.5]

El número de máquinas empretinadoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina.

- Número de recubridoras requeridas.

$$\left[ TPR_{\text{recubridora}} = (7070 \text{ unidades}) \left( 0,455 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \right) = 3216,8 \text{ min} \right]$$

[2.a.6]

$$\left[ F = \frac{3216,8 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 0,27 \right]$$

[2.b.6]

El número de máquinas recubridoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina.

- Número de máquinas 2 agujas requeridas

$$\left[ TPR \text{ 2 agujas} = (7070 \text{ unidades})(2,815 \frac{\text{min}}{\text{unid}}) = 19902,05 \text{ min} \right]$$

[2.a.7]

$$\left[ F = \frac{19902,05 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 1,67 \right]$$

[2.b.7]

El número de máquinas 2 agujas requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 2 máquinas.

- Número de máquinas tachadoras requeridas.

$$\left[ TPR \text{ tachadora} = (7070 \text{ unidades})(0,914 \frac{\text{min}}{\text{unid}}) = 6161,9 \text{ min} \right]$$

[2.a.8]

$$\left[ F = \frac{6161,9 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 0,54 \right]$$

[2.b.8]

El número de máquinas tachadoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina.

- Número de máquinas ojaladoras requeridas.

$$\left[ TPR_{\text{ojaladora}} = (7070 \text{ unidades})(0,289 \frac{\text{min}}{\text{unid}}) = 2043,23 \text{ min} \right]$$

[2.a.9]

$$\left[ F = \frac{2043,23 \text{ min}}{(10 \text{ horas})(22 \text{ dias})(60 \text{ min})(1)(0,9)} = 0,17 \right]$$

[2.b.9]

El número de máquinas ojaladoras requeridas para cumplir la producción de 7070 unidades en un tiempo de 22 días y con un turno de 10 horas es de 1 máquina.

2.3.5. Cambios realizados en la distribución de puestos de trabajo. En la planta de Flow Sport los puestos de trabajo no son diseñados bajo alguna normatividad, por lo tanto se aconseja a la administración prestar mayor atención en este tema, se enumeraran varios inconvenientes que se presentan en la planta.

2.3.5.1. Ergonomía. En la industria de la confección hay que sujetar, alzar, recoger, amontonar tela cortada para luego pasarla por la máquina y hacer la operación de costura, esto implica movimientos inapropiados de brazos cuello y tronco. Los culés pueden producir lesiones y enfermedades ocupacionales. Las molestias más frecuentes son: (Ver figura 51)

Figura 51. Molestias más frecuentes en operarios de costura

Molestias más frecuentes en operarios de costura	
Dolor de cabeza	14%
Dolor de cuerpo y hombros	24%
Dolor de espalda	57%
Dolor en las nalgas	16%
Dolor en los muslos	19%
Dolor en rodillas y piernas	29%

Fuente: Salud ocupacional, departamento del trabajo de los EE.UU. 2012

2.3.5.2. Factores del riesgo de trabajo. Algunas características propias del trabajo se han asociado con lesiones, las podemos clasificar en físicas de la tarea y ambientales.

Características físicas de la tarea.

- Posturas
- Fuerza

- Repeticiones
- Duración
- Tiempo de recuperación

Postura: Se recomienda a la administración corregir a los empleados para tomar una mejor postura en las sillas para evitar posiciones incómodas del hombro, el codo y la muñeca mientras que cose debido a la altura y posición incorrecta de la silla, no girar demasiado la espalda al tomar o dejar material.

Fuerza: Los paquetes deben estar cerca al operario sobre una mesa auxiliar la cual disminuya la distancia y de más comodidad al tomarlos, en el momento de trasladarlos a lo largo de la planta llevarlos de una forma correcta y procurar que no sean demasiados pesados.

- Repeticiones: Acercar lo máximo los paquetes a la máquina con ayuda de las mesas auxiliares, para que estas repeticiones sean más cortas y menos aburridas.
- Duración: Los movimientos deben ser cortos y rítmicos con paradas pausadas.
- Tiempo de recuperación: Son tiempos de máximo 5 segundos donde el empleado realiza un estiramiento de brazos y movimiento simultáneo del cuello repetirlo cada 20 minutos y procurar caminar unos pasos al menos cada hora.

Características ambientales.

- Estrés por el calor o frío
- Vibración hacia el cuerpo
- Iluminación
- Ruido

2.3.5.3. Condiciones y medio ambiente de trabajo. Las condiciones de trabajo son muy importantes para el rendimiento del trabajador, si no se cumple con la protección correspondiente que necesita cada actividad se pueden generar daños psicológicos o físicos, aumento de la fatiga, aumento de los accidentes de trabajo, disminución del rendimiento, aumento de las piezas defectuosas, disminución de la producción, insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

Algunos de los factores más importantes que afectan el desempeño del operario son los siguientes:

- Temperatura: La planta de Flow Sport se encuentra ubicada en un 4 piso, está cubierta por teja de eternit, termo acústicas y también teja plástica translúcida esta combinación en un día caluroso aumenta la temperatura en el interior de la planta produciendo incomodidad en los trabajadores. (Ver figura 52)

Figura 52. Tejado flow sport



Fuente: Los autores, 2013.

- Vibración hacia el cuerpo: Todas las maquinas producen vibración, pero para contrarrestarlo disponen de unos soportes de caucho en la parte inferior del cabezote, también se deben estar ajustando los muebles constante mente y un caso muy común de vibración es en el cajón auxiliar que trae la máquina. (Ver figura 53)

Figura 53. Soportes de caucho



Fuente: Los autores, 2013.

- Iluminación: En la plata de Flow se encuentran lámparas fluorescentes con una longitud de dos metros, ventanales amplios y las tejas translucidas y como ayuda pequeñas lámparas led con base imantadas las cuales mejoran la iluminación de una forma más directa. (Ver figura 54 y 55)

Figura 54. Iluminación en la planta flow sport



Fuente: Los autores, 2013.

Figura 55. Iluminación lámpara led flow sport



Fuente: Los autores, 2013.

- Ruido: En la planta de Flow el ruido es constante por el mismo funcionamiento de las máquinas y sus motores eléctricos, por disposición de la administración los empleados escuchan música en un pequeño equipo de sonido pero se apaga durante algunas horas del día para disminuir los niveles de ruido excesivo, es muy común que los empleados utilicen audífonos presentándose pérdida de tiempo por parte del operario buscando una nueva emisora, graduando el sonido y acomodándolos repetidamente y se debe mencionar la falta de comunicación que se genera. (Ver figura 56)

Figura 56. Empleados con audífonos



Fuente: Los autores, 2013.

2.3.6. Nuevo diagrama de recorridos. Se realizó una nueva distribución de planta disminuyendo recorridos y tiempos entre operaciones. (Ver figura 57)



eso se logra que los operarios puedan pasar con más comodidad y mayor rapidez y así disminuir los tiempos de recorridos. Otra mejora que se logro es aumentar la comunicación de los empleados, ya que ahora con la nueva disposición de las maquinas se pueden ver y comunicar sin necesidad de levantarse de su puesto y así perder tiempo.

2.3.7. Nuevos tiempos. Después de haber realizados cambios en planta se redujo el tiempo promedio por prenda. (Ver tabla 23)

Tabla 23. Nuevos tiempos

FORMATO HOJA DE TIEMPOS FLOW SPORT S.A.S												
Proceso: Producción pantalón hombre clásico 5 bolsillos.				Fecha:		Junio de 2013						
				Elaborado por:		Héctor Silva, Andrés Felipe Díaz						
				Método:		Vuelta a cero						
				Unidad:		Minutos. Paquetes de 80 unidades						
NUM.	ACTIVIDAD	MÁQUINA	PIEZA	OBSERVACIONES							PROM.	S.A.M.
1	Encotillar	Cerradora	101	21.6	22.8	21.3	24.2	21.3	21.6	22.7	22.21	24.44
2	Unir traseros	Cerradora	101 - 102	24.9	23.6	25.4	23.8	23.6	23.9	23.4	24.09	26.49
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	103	10.4	12.5	12.9	12.6	10.5	10.4	10.9	11.46	12.60
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	102 - 103	132.7	133.4	130.7	131.8	132.8	134.3	133.7	132.77	146.05
5	Filetear aletilla y aletillón	Fileteadora	108 - 109	15.6	14.9	15.4	15.3	15.2	15.7	15.8	15.41	16.96
6	Montar aletilla a delantero	Plana	107 - 108	47.5	48.4	48.3	47.9	47.5	48.5	47.2	47.90	52.69
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	104	8.7	7.8	7.9	7.2	7.6	7.2	7.1	7.64	8.41
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	104 - 105	38.7	38.5	37.5	38.6	38.4	38.7	39.4	38.54	42.40
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	105 - 106	29.4	28.4	29.5	29.4	28.6	29.5	28.5	29.04	31.95
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	106	21.8	20.6	22.4	21.5	21.9	22.7	21.7	21.80	23.98
11	Pisar bolsillo	Plana	106	22.7	23.4	23.9	22.6	22.6	23.7	23.6	23.21	25.54
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	106-107	27.5	28.5	28.6	27.9	28.6	28.4	29.2	28.39	31.22
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	106 - 107	30.7	32.4	32.7	31.7	33.8	32.1	32.9	32.33	35.56
14	Cuadres	Plana	107 - 107	53.7	54.3	53.6	53.2	53.9	53.6	51.5	53.40	58.74
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	107 - 108	20.6	20.5	21.7	20.8	20.6	20.6	20.8	20.80	22.88
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	107	19.6	20.6	21.4	20.7	21.5	21.5	21.6	20.99	23.08
17	Encajar delanteros	2 Agujas	107	57.3	58.9	57.2	57.6	56.8	57.3	53.9	57.00	62.70
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	107 - 102	80.4	81.3	81.6	82.5	81.9	83.4	82.7	81.97	90.17

19	Cerrar costados	Fileteadora	107 - 102	81.4	82.5	82.7	81.6	81.4	80.7	82.6	81.84	90.03	
20	Pisar lateral	Plana	107 - 102	43.6	44.2	43.8	43.1	43.8	44.6	43.8	43.84	48.23	
21	Empretinar	Empretinadora	111 - 112	72.5	72.9	71.6	72.1	72.6	73.4	72.3	72.49	79.73	
22	Hacer puntas en pretina	Plana	111	68.5	69.2	68.4	68.3	68.9	68.5	67.8	68.51	75.37	
23	Hacer botas	Plana		67.6	66.1	67.5	67.3	64.9	63.7	62.6	65.67	72.24	
24	Presillar	Presilladora		76.5	77.8	76.4	76.8	76.2	76.4	76.8	76.70	84.37	
25	Hacer ojal	Ojaladora		20.6	2.4	20.8	20.6	21.7	20.8	20.8	18.24	20.07	
26	Pegar marquilla	Plana		58.5	58.6	58.6	59.2	58.5	58.4	58.6	58.63	64.49	
27	Limpiar hilo - control calidad			128.6	129.4	130.5	129.4	129.6	129.5	129.7	129.53	142.48	
28	Tintorería			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	
29	Limpiar hilo - control calidad			101.6	102.6	102.7	103.2	102.5	102.8	102.8	102.60	112.86	
30	Pegar botón y taches	Tachadora	113	55.6	57.6	58.4	57.7	54.9	56.7	58.7	57.09	62.79	
31	Alistamiento			99.5	104.4	99.5	99.7	99.3	103.6	99.5	100.79	110.86	
										Tiempo total de operación en minutos		1544.89	1699.37
Observaciones:													
El tiempo promedio para un pantalón es de <b>21.2</b> Minutos													

Fuente: Los autores, 2013.

Gracias a los cambios realizados, mostrados en el diagrama de recorridos y en la distribución de los puestos de trabajo, se logró reducir el tiempo promedio en la fabricación de un pantalón de 24,4 minutos a 21,2 minutos.

También es muy importante mencionar que se han realizado cambios en los métodos de trabajo inculcándoles a los operarios que cambien sus hábitos al momento de coser, mejoren su postura, eliminen movimientos innecesarios, se han ido implementando las pausas activas y el ambiente ha cambiado en general.

La comunicación entre administración y empleados ha mejorado notablemente pues con la nueva distribución el administrador tiene una mejor vista panorámica de la planta y puede controlar mejor las operaciones o puede advertir rápidamente cual maquina está quedando sin tarea para programarle una nueva. Disminuyendo la pérdida de tiempo.

2.3.8. Nuevo diagrama de procesos. Se observa las nuevas distancias y tiempos en planta. (Ver tabla 24)

Tabla 24. Nuevo diagrama de procesos

Nuevo diagrama de procesos							
Distancia en metros	Tiempo en minutos	○	⇒	□	D	▽	Descripción del proceso
9.06	0.1		●				Transportar material de corte a maquina cerradora
	24.44	●					Encotillar
	26.49	●					Unir traseros
2.3	0.03		●				Transportar material de corte a maquina fileteadora
	12.60	●					Filetear boca bolsillo
3.4	0.04		●				Transportar material a maquina plana
	146.05	●					Montar bolsillos a traseros
5.4	0.06					●	almacenamiento
2.3	0.03		●				Transportar material de corte a maquina fileteadora
	16.96	●					Filetear aletilla y aletillon
7.4	0.08		●				Transportar material a maquina plana
	52.69	●					Montar aletilla a delantero
2.3	0.03		●				Transportar material de corte a maquina fileteadora
	8.41	●					Filetear boca relojero
2.2	0.3		●				Transportar material a maquina 2 agujas
	42.40	●					Montar relojero a vista
8.6	0.09		●				Transportar material a maquina recubridora
	31.95	●					Montar vistas a tela de bolsillo
6.2	0.07		●				Transportar material a maquina fileteadora
	23.98	●					Cerrar bolsillo
8.1	0.09		●				Transportar material a maquina plana
	25.54	●					pisar bolsillo
2	0.03		●				Transportar material a maquina plana



5.2	0.06				Transportar material a maquina plana
	64.49				pegar marquilla
2	0.03				Transportar material a mesa de terminado
	142.48				Limpiar hilo - control calidad
0	0				Transportar material a tintorería
	0.00				Tintorería
0	0				Transportar material a mesa de terminado
	112.86				Limpiar hilo - control calidad
1.5	0				Transportar material a maquina tachadora
	62.79				Pegar botón y taches
1.5	0.02				Transportar material a mesa de terminado
	110.86				Alistamiento
115.96	1701.09	TOTAL			

Fuente: Los autores, 2013.

Tabla 25. Resumen nuevo diagrama de procesos

Resumen		
Actividad	Símbolo	Total
Operación	○	28
Transporte	➔	28
Inspección	□	2
Demora	D	1
Almacenamiento	▽	1
Distancia (mts)		115.96
tiempo (min)		1701.09

Fuente: Los autores, 2013.

Gracias a la nueva distribución de planta y a la disminución en los tiempos de producción, se logró reducir la distancia que recorría la materia prima en proceso, pasando de 165,5 metros a 115,96, se dejaron de recorrer 49,54 metros.

Los tiempos también mejoraron ya que pasaron de durar 32,6 minutos a 28,3, la diferencia de tiempos es de 4,3 minutos.

En la tabla se compara en antes y después del proyecto en el diagrama de proceso, evidenciando las mejoras que se lograron.

Tabla 26. Comparativo diagrama de proceso

Cuadro comparativo diagrama de procesos				
Distancia en metros	Tiempo en minutos	Descripción del proceso	Distancia en metros	Tiempo en minutos
Antiguos			Nuevos	
5.8	0.07	Transportar material de corte a maquina cerradora	9.06	0.10
	25.41	Encotillar		24.44
	27.74	Unir traseros		26.49
8.5	0.09	Transportar material de corte a maquina fileteadora	2.30	0.03
	13.66	Filetear boca bolsillo		12.60
4.7	0.05	Transportar material a maquina plana	3.40	0.04
	165.35	Montar bolsillos a traseros		146.05
9.2	0.1	almacenamiento	5.40	0.06
8.5	0.09	Transportar material de corte a maquina fileteadora	2.30	0.03
	17.95	Filetear aletilla y aletillon		16.96
3.6	0.04	Transportar material a maquina plana	7.40	0.08
	57.39	Montar aletilla a delantero		52.69
8.5	0.09	Transportar material de corte a maquina fileteadora	2.30	0.03
	8.93	Filetear boca relojero		8.41
2.7	0.03	Transportar material a maquina 2 agujas	2.20	0.30
	49.41	Montar relojero a vista		42.40
10.4	0.12	Transportar material a maquina recubridora	8.60	0.09
	36.44	Montar vistas a tela de bolsillo		31.95
4.8	0.05	Transportar material a maquina fileteadora	6.20	0.07
	26.68	Cerrar bolsillo		23.98
2.3	0.03	Transportar material a maquina plana	8.10	0.09
	30.90	pisar bolsillo		25.54
1.2	0.02	transportar material a maquina plana	2.00	0.03
	39.73	colgar tela de bolsillo		31.22

3.5	0.04	Transportar material a maquina 2 agujas	8.50	0.09
	41.88	Montar tela de bolsillo a delantero		35.56
7.8	0.08	Transportar material a maquina plana	2.30	0.03
	71.56	cuadres		58.74
7.8	0.08	Transportar material a maquina 2 agujas	2.30	0.03
	23.12	Montar cremallera en aletilla		22.88
	27.63	Hacer dibujo J		23.08
	82.86	Encajar delanteros		62.70
3.5	0.04	Transportar material a cerradora	10.00	0.11
	93.64	Cerrar entrepierna		90.17
4.7	0.05	Transportar material a maquina fileteadora	2.00	0.03
	103.62	Cerrar costados		90.03
10.6	0.12	Transportar material a maquina plana	6.20	0.07
	61.73	Pisar lateral		48.23
13.1	0.15	Transportar material a maquina empretinadora	1.40	0.02
	98.70	Empretinar		79.73
3.6	0.04	Transportar material a maquina plana	3.00	0.04
	79.40	Hacer puntas en pretina		75.37
7.4	0.08	transportar a maquina plana	1.20	0.13
	77.33	Hacer botas		72.24
4.9	0.06	Transportar material a maquina presilladora	7.40	0.08
	101.45	presillar		84.37
2.3	0.03	Transportar material a maquina ojaladora	2.20	0.03
	23.15	Hacer ojal		20.07
12.4	0.13	Transportar material a maquina plana	5.20	0.06
	72.71	pegar marquilla		64.49
3.5	0.04	Transportar material a mesa de terminado	2.00	0.03
	182.14	Limpiar hilo - control calidad		142.48
		Transportar material a tintorería		
	0.00	Tintorería		0.00
		Transportar material a mesa de terminado		
	121.28	Limpiar hilo - control calidad		112.86
5.1	0.06	Transportar material a maquina tachadora	1.50	0.00
	73.12	Pegar botón y taches		62.79
5.1	0.06	Transportar material a mesa de terminado	1.50	0.02
	119.99	Alistamiento		110.86
165.5	1956.72	Total	115.96	1701.09

Fuente: Los autores, 2013.

2.3.9. Nuevos costos de operación. Con la reducción del tiempo en la fabricación de una prenda también hay disminución del costo por que el valor a pagar se establece por el mínimo legal y no por los precios del mercado y se tiene el valor minuto. (Ver tabla 27)

Tabla 27. Nuevos costos de operación.

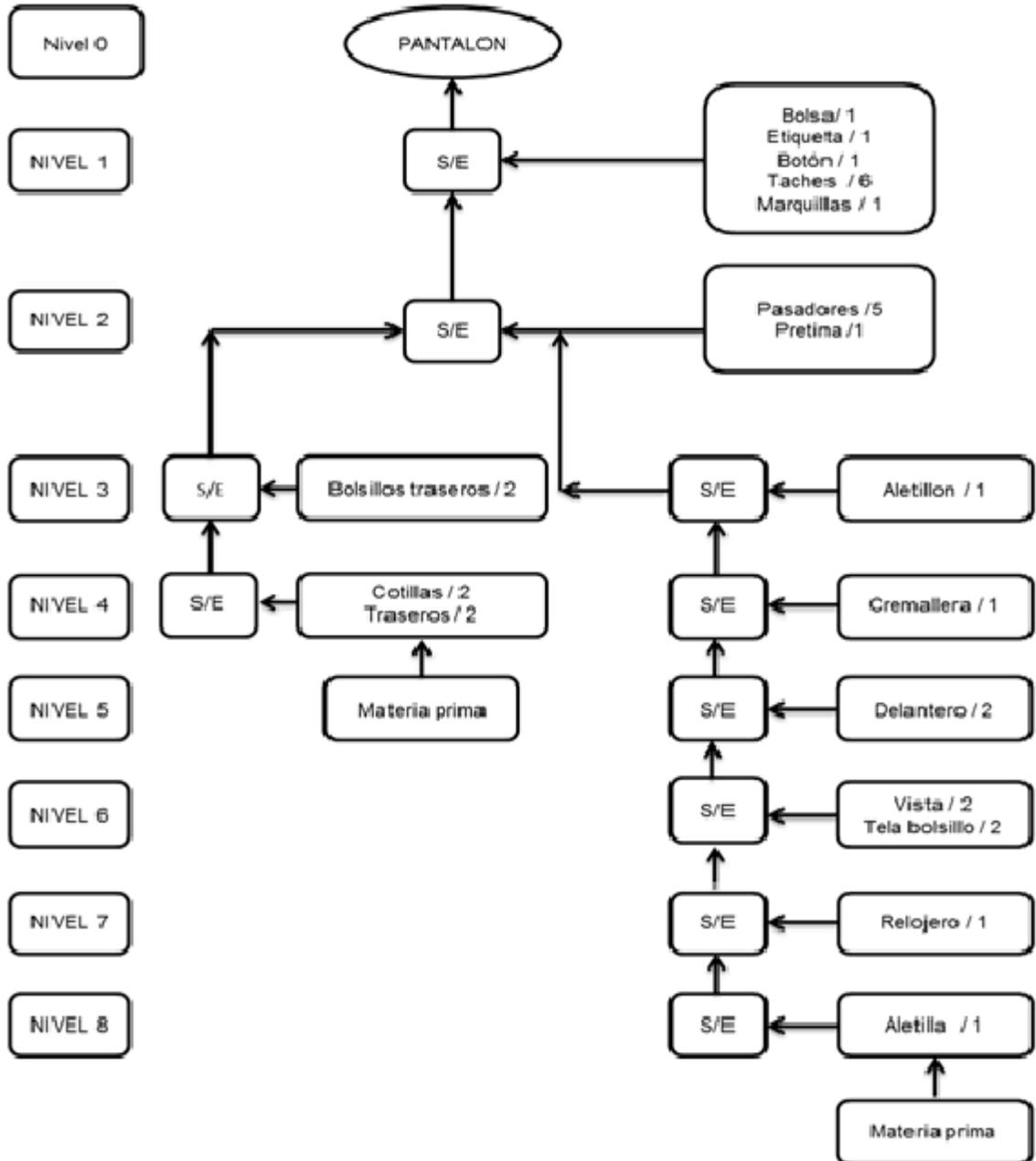
PLANEACION AGREGADA							
Horas trabajadas	10						
Minutos turno	600	EFICIENCIA					100%
No. De personas	6	TIEMPO DE ENTREGA					22
Minutos instalados	3600	MINIMO LEGAL + PRESTACIONES					907830
Produccion mes	3900	VALOR DIA					30261
Unidades dia	177	VALOR HORA					3782.6
Cantidad / hora	18	VALOR MINUTO					63.0
NUM.	OPERACIÓN	MAQUINA	SAM	EFICIENCIA	F	C-OPE	TOTAL
1	Encotillar	Cerradora	0.3	100%	0.52	19.3	75100.3
2	Unir traseros	Cerradora	0.3			20.9	81427.1
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	1.1			71.1	277122.5
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	0.2	100%	0.56	9.9	38733.4
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	0.2			13.4	52111.4
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	0.1			6.6	25838.4
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	0.3			18.9	73699.7
19	Cerrar costados	Fileteadora	1.1			70.9	276687.9
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	1.8	100%	2.12	115.1	448863.2
6	Montar aletilla a delantero	Plana	0.7			41.5	161936.5
11	Pizar bolsillo	Plana	0.3			20.1	78481.0
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	0.4			24.6	95964.2
14	Cuadros	Plana	0.7			46.3	180530.5
20	Pisar lateral	Plana	0.6			38.0	148220.5
22	Hacer puntas en pretina	Plana	0.9			59.4	231627.7
23	Hacer botas	Plana	0.9			56.9	222016.8
26	Pegar marquilla	Plana	0.8	50.8	198206.8		
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	0.5	100%	0.69	33.4	130302.7
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	0.4			28.0	109293.9
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	0.3			18.0	70319.0
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	0.3			18.2	70946.8
17	Encajar delanteros	2 Agujas	0.8			49.4	192701.1
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	0.4	100%	0.12	25.2	98185.8
21	Empretinar	Empretinadora	1.0	100%	0.29	62.8	245054.0
24	Presillar	Presilladora	1.1	100%	0.31	66.5	259301.3
25	Hacer ojal	Ojaladora	0.3	100%	0.07	15.8	61674.0
27	Limpiar hilo - control calidad	0	1.8	100%	1.35	112.3	437900.0
29	Limpiar hilo - control calidad	0	1.4			88.9	346862.0
31	Alistamiento	0	1.4			87.4	340728.4
30	Pegar boton y taches	Tachadora	0.8	100%	0.23	49.5	192990.9
		Total	21.2		6.00		5,222,828

Fuente: Los autores, 2013.

- En la figura 58 se puede observar la explosión de materiales requeridos en la producción.

Explosión de materiales

Figura 58. MRP, BOM



Fuente: Los autores, 2013.

## 2.4. SIMULACIÓN

Para realizar la simulación del proceso productivo se quiso realizar una aplicación que fuera útil para la empresa y más aún para la industria. Por lo que se decidió realizarla en Excel y que tuviera las siguientes características.

Por lo general las empresas tienen el problema que cuando llega una producción a la planta el administrador en base a su experiencia determina cuantos operarios va a necesitar para cumplir el pedido en el tiempo requerido por el cliente y con estos datos poder sacar los costos de producción. Toda esta operación se hace de una manera empírica.

La aplicación realizada por los autores del proyecto va a pedirle al administrador que digite:

- Producción requerida: Es la cantidad de prendas que el cliente necesita.
- Tiempo de entrega: Algunos clientes requieren que la producción se les entregue en un plazo determinado por eso esta opción.
- Eficiencia del operario: La eficiencia en un porcentaje que el administrador debe dar en base a su experiencia, ya que el empleado no trabaja al mismo rendimiento siempre debido a diferentes variables; como el mes en el que se esté, la experiencia que tengan los operarios, la buena capacitación que se les dé en el proceso, la confiabilidad de la maquinaria. Luego de llenar estos campos oprime el botón calcular.

Los resultados que arroja la simulación son los siguientes:

- El número de empleados que necesita para cumplir el pedido en el tiempo requerido
- El tiempo por unidad de producto, esto es importante ya que todos los estilos de pantalón no tienen el mismo tiempo de producción y mucho menos si son de mujer.
- Producción diaria, le va a dar al administrador una referencia de cuantos pantalones debe hacer diarios para cumplir con la producción, cabe recordar que la jornada laboral en la planta es de 10 horas.
- Costo total, le va a dar al administrador el costo de la mano de obra.

2.4.1. Simulación antes del proyecto. Para esto se tomarán los datos que se recolectaron en el estudio de tiempos en la planta de Flow Sport inicialmente, la distribución de planta inicial con la cantidad de 4000 unidades, una eficiencia de los operarios del 90% y tiempo de entrega de 15 días. Se correrán en la simulación diseñada para la empresa dando como resultado.

Tabla de tiempos: En la tabla 28 se encuentra los resultados que se obtuvieron en el estudio inicial de tiempos en la planta de Flow sport. (Ver tabla 28)

Tabla 28. Tiempo inicial simulación

FORMATO HOJA DE TIEMPOS FLOW SPORT S.A.S														
Proceso: produccion pantalon hombre clasico 5 bolsillos.				Fecha:		Junio de 2013								
				Elaborado por:		Hector Silva, Andrés Felipe Díaz								
				Metodo:		vualta a cero								
				Unidad:		minutos. Paquetes de 80 unidades								
NUM.	ACTIVIDAD	MAQUINA	PIEZA	OBSERVACIONES								PROM.	S.A.M.	S.A.M. UND
1	Encotillar	Cerradora	101	22.8	23.4	22.9	23.5	22.9	23.3	22.9	23.10	25.41	0.3	
2	Unir traseros	Cerradora	101 - 102	25.4	24.6	27.3	24.1	24.7	25.7	24.7	25.21	27.74	0.3	
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	103	11.3	14.5	14.4	11.6	11.3	12.0	11.8	12.41	13.66	0.2	
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	102 - 103	150.0	154.6	151.5	147.6	149.1	149.8	149.6	150.31	165.35	2.1	
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	108 - 109	16.3	16.2	16.5	15.8	15.6	16.3	17.5	16.31	17.95	0.2	
6	Montar aletilla a delantero	Plana	107 - 108	52.8	53.5	51.4	52.1	51.8	51.9	51.7	52.17	57.39	0.7	
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	104	8.3	8.2	8.5	7.6	7.4	7.9	8.9	8.12	8.93	0.1	
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	104 -105	43.4	42.6	45.2	45.9	46.3	46.1	44.9	44.91	49.41	0.6	
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	105 - 106	32.8	32.6	32.9	33.5	32.8	34.2	33.1	33.13	36.44	0.5	
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	106	25.4	25.1	24.5	23.1	23.8	24.0	23.9	24.26	26.68	0.3	
11	Pisar bolsillo	Plana	106	28.6	29.2	28.1	27.6	27.5	27.8	27.9	28.09	30.90	0.4	
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	106-107	35.9	35.7	35.5	37.2	36.6	36.1	35.8	36.11	39.73	0.5	
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	106 - 107	38.8	39.6	37.9	37.5	37.6	37.3	37.8	38.07	41.88	0.5	
14	Cuadros	Plana	107 - 107	64.9	64.7	63.9	65.6	65.3	65.8	65.2	65.06	71.56	0.9	
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	107 - 108	21.4	21.3	20.6	20.8	21.5	21.2	20.3	21.01	23.12	0.3	
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	107	24.8	26.3	25.8	25.1	24.6	24.8	24.4	25.11	27.63	0.3	
17	Encajar delanteros	2 Agujas	107	74.6	78.7	76.2	75.3	74.8	74.1	73.6	75.33	82.86	1.0	
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	107 - 102	88.2	84.7	84.8	84.3	85.5	83.8	84.6	85.13	93.64	1.2	
19	Cerrar costados	Fileteadora	107 - 102	94.2	93.7	96.9	93.2	93.6	94.5	93.3	94.20	103.62	1.3	
20	Pisar lateral	Plana	107 - 102	56.2	58.4	56.3	55.2	53.6	56.8	56.3	56.11	61.73	0.8	
21	Empretinar	Empretinadora	111 - 112	88.3	93.2	90.4	88.9	86.5	89.3	91.5	89.73	98.70	1.2	
22	Hacer puntas en pretina	Plana	111	71.7	73.7	74.7	72.1	70.9	70.8	71.4	72.19	79.40	1.0	
23	Hacer botas	Plana		70.3	68.6	73.8	71.3	69.2	69.8	69.1	70.30	77.33	1.0	
24	Presillar	Presilladora		92.0	94.2	93.6	92.3	91.3	91.6	90.6	92.23	101.45	1.3	
25	Hacer ojal	Ojaladora		20.8	20.9	20.4	21.2	22.1	21.5	20.4	21.04	23.15	0.3	
26	Pegar marquilla	Plana		65.9	64.3	62.8	65.8	69.1	66.9	67.9	66.10	72.71	0.9	
27	Limpiar hilo - control calidad			164.5	169.3	170.3	165.2	163.8	162.9	163.1	165.59	182.14	2.3	
28	Tintoreria			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	
29	Limpiar hilo - control calidad			110.4	111.4	110.2	107.6	108.3	110.3	113.6	110.26	121.28	1.5	
30	Pegar boton y taches	Tachadora	113	66.0	69.1	67.3	65.9	65.2	64.9	66.9	66.47	73.12	0.9	
31	Alistamiento			109.0	111.3	109.3	108.3	106.6	109.2	109.9	109.08	119.99	1.5	
				Tiempo total de operación en minutos								1777.16	1954.88	24.4
Observaciones:														
El tiempo promedio para un pantalón es de				24.4	minutos									

Fuente: los autores, 2013

La tabla 29 de costos por operación se diseñó para Flow sport, en la cual los precios de operación se calculan basándose en el valor del sueldo mínimo legal vigente en Colombia con sus parafiscales. (Ver tabla 29)

Tabla 29. Costos por operación para la simulación.

Costos de operación								
Horas trabajadas	10							
Minutos turno	600	EFICIENCIA					90%	
No. De personas	12	TIEMPO DE ENTREGA					15	
Minutos instalados	7200	MINIMO LEGAL + PRESTACIONES					907830	
Produccion mes	4000	VALOR DIA					30261	
Unidades dia	267	VALOR HORA					3782.6	
Cantidad / hora	27	VALOR MINUTO					63.0	
NUM.	OPERACIÓN	MAQUINA	SAM	EFICIENCIA	F	C-OPE	TOTAL	
1	Encotillar	Cerradora	0.3	90%	0.91	20.0	80097.1	
2	Unir traseros	Cerradora	0.3			21.9	87428.2	
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	1.2			73.8	295175.3	
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	0.2	90%	1.05	10.8	43045.4	
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	0.2			14.1	56568.3	
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	0.1			7.0	28155.3	
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	0.3			21.0	84109.4	
19	Cerrar costados	Fileteadora	1.3			81.7	326629.7	
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	2.1	90%	4.05	130.3	521200.7	
6	Montar aletilla a delantero	Plana	0.7			45.2	180899.5	
11	Pizar bolsillo	Plana	0.4			24.4	97409.3	
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	0.5			31.3	125222.9	
14	Cuadres	Plana	0.9			56.4	225579.5	
20	Pisar lateral	Plana	0.8			48.6	194571.0	
22	Hacer puntas en pretina	Plana	1.0			62.6	250297.2	
23	Hacer botas	Plana	1.0			60.9	243758.7	
26	Pegar marquilla	Plana	0.9	57.3	229195.6			
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	0.6	90%	1.39	38.9	155736.1	
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	0.5			33.0	132009.1	
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	0.3			18.2	72865.1	
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	0.3			21.8	87081.4	
17	Encajar delanteros	2 Agujas	1.0			65.3	261194.8	
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	0.5	90%	0.22	28.7	114870.2	
21	Empretinar	Empretinadora	1.2	90%	0.61	77.8	311125.4	
24	Presillar	Presilladora	1.3	90%	0.63	79.9	319793.9	
25	Hacer ojal	Ojaladora	0.3	90%	0.14	18.2	72964.1	
27	Limpiar hilo - control calidad	0	2.3	90%	2.61	143.5	574152.9	
29	Limpiar hilo - control calidad	0	1.5			95.6	382306.3	
31	Alistamiento	0	1.5			94.6	378219.7	
30	Pegar boton y taches	Tachadora	0.9	90%	0.45	57.6	230483.4	
		Total	24.4		12.00		6,162,146	

Fuente: Los autores, 2013.

Resultados simulación: En esta figura se observa los datos ya ingresados y el resultado al correr la simulación. La administración al observar los resultados tiene una herramienta para la toma de decisiones al negociar con el cliente.

Tabla 30. Datos a ingresar

Datos ingresados	
Producción requerida	4000
Eficiencia del operario	90%
Tiempo de entrega (días)	15

Fuente: los autores 2013.

Figura 59. Presentación simulación

**FLOW SPORT**

**REQUERIMIENTOS PRODUCCIÓN**

PRODUCCION REQUERIDA	4,000	No EMPLEADOS	12	COSTO TOTAL	6,162,146
EFICIENCIA DEL OPERARIO	90%	TIEMPO X UNIDAD	24		
TIEMPO DE ENTREGA (DÍAS)	15	PRODUCCIÓN DIARIA	267		

**CALCULE**      **BORRAR**

Fuente: los autores, 2013.

2.4.2. Simulación después del proyecto. Se tomarán los datos que se recolectaron en el estudio de tiempos en la planta de Flow Sport después de haber hecho cambios en la distribución de planta y diseño de puestos de trabajo además haber realizado capacitaciones con los operarios y la administración sobre métodos de trabajo.

Tabla de tiempos: En esta tabla se encuentran los datos del nuevo estudio de tiempos realizado en Flow Sport luego de realizado el proyecto. (Ver tabla 31)

Tabla 31. Nuevo estudio de tiempos simulación.

FORMATO HOJA DE TIEMPOS FLOW SPORT S.A.S													
Proceso: produccion pantalon hombre clasico 5 bolsillos.				Fecha:		Junio de 2013							
				Elaborado por:		Hector Silva, Andrés Felipe Díaz							
				Metodo:		vuelta a cero							
				Unidad:		minutos. Paquetes de 80 unidades							
NUM.	ACTIVIDAD	MAQUINA	PIEZA	OBSERVACIONES							PROM.	S.A.M.	S.A.M. UND
1	Encotillar	Cerradora	101	21.6	22.8	21.3	24.2	21.3	21.6	22.7	22.21	24.44	0.3
2	Unir traseros	Cerradora	101 - 102	24.9	23.6	25.4	23.8	23.6	23.9	23.4	24.09	26.49	0.3
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	103	10.4	12.5	12.9	12.6	10.5	10.4	10.9	11.46	12.60	0.2
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	102 - 103	132.7	133.4	130.7	131.8	132.8	134.3	133.7	132.77	146.05	1.8
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	108 - 109	15.6	14.9	15.4	15.3	15.2	15.7	15.8	15.41	16.96	0.2
6	Montar aletilla a delantero	Plana	107 - 108	47.5	48.4	48.3	47.9	47.5	48.5	47.2	47.90	52.69	0.7
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	104	8.7	7.8	7.9	7.2	7.6	7.2	7.1	7.64	8.41	0.1
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	104 - 105	38.7	38.5	37.5	38.6	38.4	38.7	39.4	38.54	42.40	0.5
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	105 - 106	29.4	28.4	29.5	29.4	28.6	29.5	28.5	29.04	31.95	0.4
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	106	21.8	20.6	22.4	21.5	21.9	22.7	21.7	21.80	23.98	0.3
11	Pizar bolsillo	Plana	106	22.7	23.4	23.9	22.6	22.6	23.7	23.6	23.21	25.54	0.3
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	106-107	27.5	28.5	28.6	27.9	28.6	28.4	29.2	28.39	31.22	0.4
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	106 - 107	30.7	32.4	32.7	31.7	33.8	32.1	32.9	32.33	35.56	0.4
14	Cuadres	Plana	107 - 107	53.7	54.3	53.6	53.2	53.9	53.6	51.5	53.40	58.74	0.7
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	107 - 108	20.6	20.5	21.7	20.8	20.6	20.6	20.8	20.80	22.88	0.3
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	107	19.6	20.6	21.4	20.7	21.5	21.5	21.6	20.99	23.08	0.3
17	Encajar delanteros	2 Agujas	107	57.3	58.9	57.2	57.6	56.8	57.3	53.9	57.00	62.70	0.8
18	Cerrar entrepierna	Cerradora	107 - 102	80.4	81.3	81.6	82.5	81.9	83.4	82.7	81.97	90.17	1.1
19	Cerrar costados	Fileteadora	107 - 102	81.4	82.5	82.7	81.6	81.4	80.7	82.6	81.84	90.03	1.1
20	Pisar lateral	Plana	107 - 102	43.6	44.2	43.8	43.1	43.8	44.6	43.8	43.84	48.23	0.6
21	Empretinar	Empretinadora	111 - 112	72.5	72.9	71.6	72.1	72.6	73.4	72.3	72.49	79.73	1.0
22	Hacer puntas en pretina	Plana	111	68.5	69.2	68.4	68.3	68.9	68.5	67.8	68.51	75.37	0.9
23	Hacer botas	Plana		67.6	66.1	67.5	67.3	64.9	63.7	62.6	65.67	72.24	0.9
24	Presillar	Presilladora		76.5	77.8	76.4	76.8	76.2	76.4	76.8	76.70	84.37	1.1
25	Hacer ojal	Ojaladora		20.6	2.4	20.8	20.6	21.7	20.8	20.8	18.24	20.07	0.3
26	Pegar marquilla	Plana		58.5	58.6	58.6	59.2	58.5	58.4	58.6	58.63	64.49	0.8
27	Limpiar hilo - control calidad			128.6	129.4	130.5	129.4	129.6	129.5	129.7	129.53	142.48	1.8
28	Tintoreria			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0
29	Limpiar hilo - control calidad			101.6	102.6	102.7	103.2	102.5	102.8	102.8	102.60	112.86	1.4
30	Pegar boton y taches	Tachadora	113	55.6	57.6	58.4	57.7	54.9	56.7	58.7	57.09	62.79	0.8
31	Alistamiento			99.5	104.4	99.5	99.7	99.3	103.6	99.5	100.79	110.86	1.4
				Tiempo total de operación en minutos							1544.89	1699.37	21.2
Observaciones:													
El tiempo promedio para un pantalón es de				21.2	minutos								

Fuente: Los autores, 2013.

Tabla de costos por operación: En la tabla se encuentran los precios de operación calculados basándose en el valor del salario mínimo legal vigente en Colombia con sus parafiscales. (Ver tabla 32)

Tabla 32. Nuevos costos de operación simulación.

Costos de operación							
Horas trabajadas	10						
Minutos turno	600			EFICIENCIA	90%		
No. De personas	10			TIEMPO DE ENTREGA	15		
Minutos instalados	6000			MINIMO LEGAL + PRESTACIONES	907830		
Produccion mes	4000			VALOR DIA	30261		
Unidades dia	267			VALOR HORA	3782.6		
Cantidad / hora	27			VALOR MINUTO	63.0		
NUM.	OPERACIÓN	MAQUINA	SAM	EFICIENCIA	F	C-OPE	TOTAL
1	Encotillar	Cerradora	0.3	90%	0.87	19.3	77026.0
2	Unir traseros	Cerradora	0.3			20.9	83515.0
18	Cerrar entropierna	Cerradora	1.1			71.1	284228.2
3	Filetear boca bolsillo	Fileteadora	0.2	90%	0.94	9.9	39726.6
5	Filetear aletilla y aletillon	Fileteadora	0.2			13.4	53447.6
7	Filetear boca relojero	Fileteadora	0.1			6.6	26500.9
10	Cerrar bolsillo	Fileteadora	0.3			18.9	75589.5
19	Cerrar costados	Fileteadora	1.1			70.9	283782.4
4	Montar bolsillos a traseros	Plana	1.8	90%	3.55	115.1	460372.5
6	Montar aletilla a delantero	Plana	0.7			41.5	166088.8
11	Pizar bolsillo	Plana	0.3			20.1	80493.4
12	Colgar tela de bolsillo	Plana	0.4			24.6	98424.8
14	Cuadres	Plana	0.7			46.3	185159.5
20	Pisar lateral	Plana	0.6			38.0	152021.0
22	Hacer puntas en pretina	Plana	0.9			59.4	237566.9
23	Hacer botas	Plana	0.9			56.9	227709.5
26	Pegar marquilla	Plana	0.8	50.8	203289.1		
8	Montar relojero a vista	2 Agujas	0.5	90%	1.15	33.4	133643.7
13	Montar tela de bolsillo a delantero	2 Agujas	0.4			28.0	112096.3
15	Montar cremallera en aletilla	2 Agujas	0.3			18.0	72122.1
16	Hacer dibujo J	2 Agujas	0.3			18.2	72766.0
17	Encajar delanteros	2 Agujas	0.8			49.4	197642.2
9	Montar vistas a tela de bolsillo	Recubridora	0.4	90%	0.20	25.2	100703.4
21	Empretinar	Empretinadora	1.0	90%	0.49	62.8	251337.4
24	Presillar	Presilladora	1.1	90%	0.52	66.5	265950.1
25	Hacer ojal	Ojaladora	0.3	90%	0.12	15.8	63255.4
27	Limpiar hilo - control calidad	0	1.8	90%	2.26	112.3	449128.2
29	Limpiar hilo - control calidad	0	1.4			88.9	355755.9
31	Alistamiento	0	1.4			87.4	349465.0
30	Pegar boton y taches	Tachadora	0.8	90%	0.39	49.5	197939.4
		Total	21.2		10.00		5,356,746

Fuente: Los autores, 2013.

Resultados simulación: En esta figura se observa los datos ya ingresados y el resultado al correr la simulación. La administración al observar los resultados tiene una herramienta para la toma de decisiones al negociar con el cliente. (Ver figura 60)

Tabla 33. Datos a ingresar

Datos ingresados	
Producción requerida	4000
Eficiencia del operario	90%
Tiempo de entrega (días)	15

Fuente: Los autores 2013.

Figura 60. Nueva presentación simulación

Fuente: Los autores, 2013.

2.4.3. Comparación de resultados. Se observa que los resultados cambian siendo los mismos datos que se digitaron, se obtiene una reducción en el número de operarios, disminución del tiempo por producto y disminución del costo de operación, como se muestra en la siguiente tabla. (Ver tabla 34)

Tabla 34. Comparación de resultados simulación.

Resultados antes del proyecto		Resultados después del proyecto		Diferencia
N° empleados	12	N° empleados	10	2 empleados
Tiempo por unidad	24	Tiempo por unidad	21	3 minutos
Producción diaria	267	Producción diaria	267	0
Costo total	6.162.146	Costo total	5.356.746	\$ 805,400

Fuente: Los autores, 2013.

## CONCLUSIONES

El objetivo general de este proyecto es generar el sistema de planeación, programación y control de la producción, en la empresa Flow Sport, utilizando diferentes estrategias para prepararla hacia el futuro, que sea más ágil y flexible en su producción, dando una respuesta más rápida a sus clientes y así asegurar su permanencia en el mercado al cual pertenece.

Al realizar el estudio de tiempos y conocer a fondo el proceso de maquila de pantalones, se evidenciaron varios problemas, entre ellos se encuentran la falta de comunicación entre la administración y los empleados, la cual generaba pérdida de tiempos y operaciones mal realizadas dando como resultado un sobre costo, la empresa nunca se molestó en capacitar a los empleados por lo que los dejaba trabajar como a ellos les pareciera correcto.

La distribución de la planta no era adecuada, se realizó una nueva distribución reduciendo el recorrido de las operaciones de 165.5 metros a 115.9 metros, el tiempo estándar de confección de una prenda se redujo de 24.4 minutos a 21.2 minutos esta reducción es considerable para una empresa como Flow sport y se constituye en un avance fundamental hacia el cambio.

Para la simulación se genera una aplicación de costo de mano de obra directa, basándonos en el sueldo mínimo legal vigente con sus parafiscales y el tiempo por operación, permitiéndole a la administración tener una herramienta más confiable para establecer el valor de cada línea de producto y así determinar sus costos, evaluar el tiempo de producción para cada lote y el número de empleados requeridos. Información fundamental a la hora de negociar con sus clientes.

Lo anterior se puede evidenciar con la simulación de 4000 prendas a confeccionar con un plazo de entrega de 15 días y una eficiencia de operarios del 90% utilizando el modelo de producción anterior, en el cual da como resultado un costo de fabricación de 6'162.146 pesos y con el sistema nuevo un costo de 5'356.746 pesos dando como resultado una reducción de 805.400 pesos.

## RECOMENDACIONES

- El valor de las operaciones no se deben establecer por las condiciones del mercado sino basándose en el salario mínimo legal vigente como se explicó en el proyecto.
- Al contratar un empleado buscar en su perfil que sepa operar varias máquinas.
- Capacitar periódicamente a los empleados en métodos de trabajo y salud ocupacional.
- Hacer cambios en la planta mejorando la seguridad industrial, (Instalaciones eléctricas, iluminación y ventilación).
- Llevar un control más detallado sobre la producción al terminar cada jornada para establecer si se cumplen las metas.
- Si la empresa desea adquirir nueva maquinaria la ubicación de esta, debe ir de acuerdo al proceso productivo.
- Llegar a convenios con sus clientes en los cuales se comprometan a no haber faltantes de materia prima para reducir retrasos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARJONA, Antonio Ciria. La producción y su estructura, España: ediciones Deusto, (1982).
- BARBOSA, Cardona Octavio. Los indicadores de gestión y su contexto. Escuela superior de administración pública. 2da edición. Bogotá, 2001.
- BUFFA, E., SARIN, R. Administración de la Producción y las Operaciones. Limusa. Noriega editores. España. 2001.
- CASTRO, Hernando. Planeación y programación de la producción: Unidad 2. 1. Bogotá 2009.
- CHASE, R.B., AQUILANO, N.J. Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones. McGraw Hill, Irwin. México D.F. 2005.
- CHIAVENATO, Idalberto, Iniciación a la Administración General, México, D. F. McGraw-Hill, 1993.
- ESCOBAR Refusta, J. (2007). El primer escalón de la logística: el abastecimiento. En revista Zona Logística. Edición 39. Versión Digital. 2007.
- GAITHER, Norman Fraizier. Administración de producción y operaciones. Editorial Thomson. Octava edición.
- GARCIA, Cantú Alfonso. Productividad y reducción de costos. México. F. Trillas, 1995.
- GROOVER, Mikell. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. Pearson Prentice hall. México.
- HOPEMAN Richard, J. (1986). Biblioteca de administración de la producción, México: CIA. Editorial continental.
- N. CHAPMAN Stephen. Planificación y control de la producción. Pearson educación, México, 2006.
- NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. México. Alfaomega.
- OLAYA, Mauricio. LEON, Mario, La ingeniería del lean manufacturing, Colombia, 2012, Uniminuto.
- SALLENAVE, Jean Paul. La gerencia integral. Colombia, Editorial Norma, 1994.
- SALVENDY, Gabriel. Manual de ingeniería industrial volumen II. México. Editorial Limusa.
- SCHROEDER, R. Administración de Producción. McGraw Hill Interamericana. De México, S.A. de C.V. México D.F. 2001.

- SUÑE Albert., GIL Francisco., ARCUSA Ignacio., “Manual práctico de diseño de sistemas productivos”. Ediciones Díaz de santos, S.A.2004.
- TORRES, Jairo Humberto, Elementos de Producción. Planeación, Programación y Control. Colombia. Edición Universidad Católica de Colombia.2011.
- VERGARA, pórtela Roberto. Avances investigación en ingeniería, docente investigador Universidad Libre, 2006.

## CIBERGRAFÍA

- <http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?Id=26&Tipo=2>.
- [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com).
- <http://www.superfinanciera.gov.co/Normativa/PrincipalesPublicaciones/boletinej/boletin39.pdf>.
- <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>.
- <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis188.pdf>. Tomado en enero de 2013
- <http://wikidiconfeccion.wikispaces.com/>. Tomado en noviembre 2012.
- [http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion\\_u1/](http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion_u1/). Tomado en octubre 2012.
- <http://www.detextiles.com/files/SISTEMAS%20DE%20PRODUCCION%20EN%20CONFECCIONES.pdf>.