

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

METODOS EFICIENTES DE PRODUCCION APLICADOS
EN UNA INDUSTRIA TEXTIL

Luis Eduardo Cabrera Polo
Santiago Xavier Saavedra Yépez

Tesis de grado presentada como requisito para la
Obtención del título de Ingeniero Industrial

Quito

mayo de 2008

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio Politécnico**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**METODOS EFICIENTES DE PRODUCCION APLICADOS
EN UNA INDUSTRIA TEXTIL**

**Luis Eduardo Cabrera Polo
Santiago Xavier Saavedra Yépez**

Jessica Hidalgo, M.S.

Director de la Tesis

Jessica Hidalgo, M.S.

Miembro del Comité

Eduardo Alba, Ph.D.

Miembro del Comité

Ximena Córdova, Ph.D.

Miembro del Comité

Fernando Romo

Decano Colegio Politécnico

Quito, mayo de 2008

© Derechos de autor
Luis Eduardo Cabrera Polo
Santiago Xavier Saavedra Yépez
2008

Dedicatoria,

A nuestros padres: por el constante apoyo que nos han brindado a lo largo de la carrera, por todo su amor y sus enseñanzas a lo largo de todos estos años. Por habernos brindado todo su contingente moral, sabio y económico. Por habernos impulsado día a día para ser profesionales.

A nuestros hermanos, amigos y compañeros.

Agradecimientos,

Queremos dejar grabado nuestro más grato agradecimiento a la empresa Junior Sport, por habernos permitido desarrollar diversos proyectos a lo largo de nuestra carrera Universitaria y en especial por habernos permitido investigar, desarrollar y aplicar este proyecto de Tesis.

De igual forma queremos nuestro grato agradecimiento a Ximena Córdova, nuestra profesora, directora de carrera, tutora y sobre todo amiga, por su constante apoyo, guías, consejos y oportunidades.

Un agradecimiento especial para Jessica Hidalgo, por su guía durante la elaboración del proyecto de Tesis.

RESUMEN

Gracias a las malas políticas gubernamentales que tiene Ecuador, en los últimos años, el sector industrial se ha visto muy golpeado, ya que nos vemos invadidos de productos terminados manufacturados en otros países latinoamericanos o en el Asia. Uno de los sectores que más se ha golpeado es la Industria Textil, ya que gracias al extremado bajo costo de la mano de obra asiática, las prendas de vestir tienen un precio bajo. Por tanto, las pocas Industrias Textiles que sobreviven en el Ecuador solo tienen una opción: volverse competitivos. Junior Sport, es una Industria Textil ecuatoriana, que hoy en día se encuentra amenazado por este fenómeno. Por tanto este proyecto analizará, desarrollara e implementara un modelo matemático de optimización de Recurso Humano, que es el segundo rubro de gastos más alto que presenta la compañía, para obtener un ahorro significativo en el gasto y por tanto bajar los costos de producción, de manera de volverse más competitivos, para no perder participación en el mercado. Como complemento del estudio, se distribuirá el diseño de la fabrica y se rediseñara los puestos de trabajo, para bajar los tiempos de producción.

ABSTRACT

Due to the bad governmental policies that Ecuador has, in the last years, the industrial sector has been very struck, since we are invaded of products finished manufactured in other Latin American countries or Asia. One of the sectors that has been struck more is the Textile Industry, Therefore, the few Textile Industries that survive in Ecuador have an option: to become competitive. Sport Junior, is an Ecuadorian Textile Industry that nowadays is threatened by this phenomenon. Therefore this project will analyze, developed and implemented a mathematical model by optimization of Human Resource, that is the second heading of expenses higher than it presents/displays the company, to obtain a saving significant in the cost and therefore to lower the production costs, of way to become more competitive, not to lose participation in the market. As complement of the study, will distribute the design of makes it and it redesigned the jobs, to lower the times of production.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo General	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	7
4.1. Datos Generales	7
4.1.1. Misión de la Empresa	8
4.1.2. Visión de la Empresa	8
4.1.3. Factores Críticos de Éxito	8
4.1.4. Estructura Organizacional	9
4.2. Identificación de los Procesos Actuales	11
4.2.1. Nivel Cero de los Procesos	11
4.2.2. Nivel Uno de los Procesos	12
4.2.3. Nivel Dos de los Procesos	13
4.2.4. Nivel Tres de los Procesos Productivos	14
5. ANALISIS DE LA PRODUCCION	18
5.1. Demanda Actual y Pronóstico de la Demanda	18
5.1.1. Ventas Históricas de la Empresa	18
5.1.2. Pronóstico de Ventas	25
5.1.2.1. Descripción del Método a Utilizar	25
5.1.2.2. Proyección de los Datos	27
5.1.2.3. Resultados de la Proyección	32
5.2. Tiempos de Producción	38
5.2.1. Identificación de las Actividades	38
5.2.1.1. Corte	39
5.2.1.2. Confección Camisetas	40
5.2.1.3. Confección Buzos	41
5.2.1.4. Confección Pantalones	42
5.2.1.5. Acabado	42
5.2.2. Descripción del Método para Toma de Tiempos	43

5.2.3. Resultados.....	44
6. MODELO MATEMATICO DE OPTIMIZACION DE RECURSOS.....	48
6.1. Leyes y estatutos del código laboral	48
6.2. Definición del Problema	49
6.3. Implementación del Modelo	50
6.3.1. Obtención de los Costos.....	50
6.3.1.1. Costo del Personal.....	50
6.3.1.2. Costo de Contratar.....	51
6.3.1.3. Costo de Despedir	51
6.3.1.4. Costo de Horas / Extras	53
6.3.1.5. Costo para Comprar Máquinas	54
6.3.2. Construcción del Modelo	54
6.3.2.1. Identificación de las Variables.....	54
6.3.2.2. Función Objetivo	55
6.3.2.3. Descripción de las Restricciones.	56
6.3.2.4. Planteamiento de las restricciones.....	57
6.3.2.5. Modelo Construido.	59
6.3.2.6. Análisis de los Resultados.	60
7. REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	64
7.1. Distribución de planta actual	64
7.2. Descripción del Método de Rediseño a Utilizar.....	66
7.3. Rediseño de distribución de la planta.....	67
7.3.1. Identificación de los Departamentos.....	67
7.3.2. Dimensiones de los Departamentos.....	69
7.3.3. Análisis de Precedencia	71
7.3.4. Análisis del Flujo Materiales: “From – To Chart”	72
7.3.5. Análisis de la Relación: “Rel Chart”	74
7.3.6. Uso del Software para el Rediseño	76
7.3.6.1. Descripción del Software a Utilizar.....	76
7.3.6.2. Ingreso de los Datos en el Software Vt Layout	77
7.3.7. Resultado del Rediseño.....	77
7.3.8. Aspectos Importantes a Considerar.....	80
7.3.9. Diseño Interno del Espacio	81
8. DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO	83

8.1.	Buenas Prácticas de Ergonomía	83
8.2.	Descripción del Rediseño Ergonómico a Realizar	87
8.2.1.	Descripción del Puesto de Trabajo Actual	88
8.2.2.	Descripción de la Actividades	89
8.2.3.	Análisis RULA de las Actividades	91
8.2.4.	Medidas Antropométricas de los Trabajadores.....	96
8.2.5.	Resultado del Puesto de Trabajo Rediseñado	97
8.3.	Otros Factores a Considerar	98
9.	CONCLUSIONES	99
9.1.	Conclusiones.....	99
10.	MATERIAL DE REFERENCIA.....	102
10.1.	Bibliografía	102
10.2.	Anexos	104
10.2.1.	Anexo 1: Tiempos de las Actividades de Producción	104
10.2.2.	Anexo 2: Leyes y estatutos del código laboral	106
10.2.3.	Anexo 3: Costo de las Máquinas.....	112
10.2.4.	Anexo 4: Ingresar los Datos – Software Vt Layout	115
10.2.4.1.	Ingresar y Modelar las Instalaciones	116
10.2.4.2.	Ingresar los Departamentos	118
10.2.4.3.	Ingres el “From – To Chart”	124
10.2.4.4.	Ingresar el “Rel Chart”	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relación de los Factores Críticos con la Misión y Visión de la Empresa	9
Figura 2: Organigrama de la Empresa	10
Figura 3: Nivel Cero de los Procesos de Junior Sport.....	11
Figura 4: Nivel Uno de los Procesos de Junior Sport	12
Figura 5: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas.....	14
Figura 6: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas.....	16
Figura 7: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas.....	17
Figura 8: Venta de Pantalones Año 2006 y 2007	20
Figura 9: Venta de Buzos año 2006 – 2007	22
Figura 10: Venta de Camisetas año 2006 - 2007	24
Figura 11: Pronóstico de pantalones 2008.....	32
Figura 12: Comparación de Ventas de Pantalones	33
Figura 13: Pronostico de Buzos 2008	34
Figura 14: Comparación venta de buzos.....	35
Figura 15: Pronóstico de camisetas 2008	36
Figura 16: Comparación de ventas de camisetas	37
Figura 17: Layout Actual	65
Figura 18: “Flow Chart” – Proceso de Confección.....	72
Figura 19: Layout Vt Software - Rediseño - Primer Piso	78
Figura 20: Layout Vt Software - Rediseño - Segundo Piso	79
Figura 21: Rediseño de la Planta	82
Figura 22: Posicionamiento correcto de los brazos.....	86
Figura 23: Altura indicada del asiento	87
Figura 24: Puesto de Trabajo Actual (Visto Isométrica)	89
Figura 25: Gráfico Análisis Rula de la actividad 1 (Osmond)	91
Figura 26: Gráfico Análisis Rula de la actividad 2 (Osmond)	92
Figura 27: Gráfico Análisis Rula de la Actividad 3 (Osmond).....	93
Figura 28: Gráfico Análisis Rula de la Actividad 4 (Osmond).....	94
Figura 29: Gráfico de Rula para actividad 6 (Osmond)	95
Figura 30: Puesto de Trabajo Propuesto (Vista Isométrica).....	97

Figura 31: Layout Vt Software - Grid Data	116
Figura 32: Layout Vt Software - Bloqueo de Celdas Primer Piso	117
Figura 33: Layout Vt Software - Bloqueo de Celdas Segundo Piso	118
Figura 34:Layout Vt Software - Department Data.....	119
Figura 35: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Fijos - Primer Piso	120
Figura 36: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Fijos - Segundo Piso	121
Figura 37: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Móviles - Primer Piso.....	122
Figure 38: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Móviles - Segundo Piso..	123
Figura 39: Layout Vt Software – From – To Chart.....	124
Figura 40: Layout Vt Software - Relationship Chart	125

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ventas Histórica de la Empresa Año 2006 - 2007	19
Tabla 2: Suavizamiento Exponencial Pantalones.....	27
Tabla 3: Suavizamiento Exponencial Buzos.....	28
Tabla 4: Suavizamiento Exponencial Camisetas.....	28
Tabla 5: Método de Winter's Pantalones	29
Tabla 6: Método de Winter's Buzos.....	30
Tabla 7: Método de Winter's Camisetas	30
Tabla 8: Pronostico de Ventas 2008	31
Tabla 9: Actividades de Corte	39
Tabla 10: Actividades Confección de Camisetas	40
Tabla 11: Actividades Confección Buzos	41
Tabla 12: Actividades Confección de Buzos	42
Tabla 13: Actividades Acabado	42
Tabla 14: Tiempos Promedios de las Actividades.....	45
Tabla 15: Actividades y Tiempos por Actividad	47
Tabla 16: Costos de Contratación	51
Tabla 17: Costos de Horas Extras.....	53
Tabla 18: Costo de las Máquinas	54
Tabla 19: Resultados del Modelo (1/2).....	62
Tabla 20: Resultados del Modelo (2/2).....	63
Tabla 21: Actividades por Departamento	68
Tabla 22: Dimensiones de los Departamentos en m ²	70
Tabla 23: Cantidad de Tela Promedio por Prenda	73
Tabla 24: From-To Chart.....	73
Tabla 25: Rel Chart - Diagrama de Relación.....	76
Tabla 26: Sub-Actividades de Confección de Prendas	90
Tabla 27: Mediciones Antropométricas de los Trabajadores.....	96
Tabla 28: Promedio de las mediciones antropométricas.....	97
Tabla 29: Toma de tiempos de las Actividades (1/2).....	104
Tabla 30: Toma de tiempos de las Actividades (2/2).....	105

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tendencia en el tiempo t	26
Ecuación 2: Pronóstico en el tiempo t	26
Ecuación 3: Suavizamiento exponencial en t	26
Ecuación 4: Suavizamiento exponencial con factor de alisamiento	26
Ecuación 5: Función Objetivo – Modelo de Programación Lineal	55
Ecuación 6: Cumplimiento de la Demanda (Horas – Hombre).....	57
Ecuación 7: Cumplimiento de Horas Extras	57
Ecuación 8: Empleados Despedidos y Contratados.....	58
Ecuación 9: Número Total de Máquinas	58
Ecuación 10: Cumplimiento de la Demanda (Horas – Máquina).....	58

1. INTRODUCCION

En los últimos años, la industria de la confección ha tenido un desempeño irregular, debido a las políticas de estado, que no han protegido a este sector. Por esta razón, todas las pequeñas y medianas empresas han sufrido disminuciones significativas en su producción, ocasionando así el cierre de algunas empresas por falta de competitividad.

Las empresas asiáticas, americanas e indias que son líderes en este sector, consideran al tema de la competitividad como muy importante. Esto se debe principalmente a que este factor está ligado directamente al éxito de las mismas.

De esta manera, si se aplica el concepto de competitividad a nuestro medio, es necesario realizar un cambio profundo en la estructura de manejo de las empresas, el cual ha sido en la mayoría de ellas de manera desordenada e ineficaz. Por lo cual, es necesario tener una alta productividad, mediante la optimización de los recursos, para sobrevivir en este negocio.

Lo que se pretende en este trabajo es tomar una empresa textil mediana, para construir una distribución de producción eficaz que optimice recursos, y de esta manera alcanzar niveles aceptables de productividad y mayor competitividad.

La empresa seleccionada es Junior Sport Cía. Ltda., ubicada en la ciudad de Quito, en el sector La Floresta. A lo largo de su historia la empresa ha crecido

desorganizadamente conforme a las necesidades del mercado; por lo cual hoy en día, uno de los principales problemas que presenta la fábrica es su sistema de producción, en especial en los siguientes aspectos: la subutilización de los recursos, eventuales retrasos en órdenes de entrega y en general, una posible falta de capacidad de la fábrica.

El presente proyecto pretende alcanzar un sistema de producción eficaz, mediante la aplicación de las herramientas enfocadas a la optimización de la producción y distribución de Ingeniería Industrial, contando con el respaldo total de la empresa, gracias a las políticas de crecimiento que tiene la misma.

Lo que se busca mediante este análisis es implementar un sistema de producción eficiente y efectivo, una distribución de planta apropiada y un rediseño de los puestos de trabajo para Junior Sport. Esto se llevará a cabo mediante la creación de un modelo matemático para la optimización de recursos, un rediseño de planta y un análisis ergonómico que no solamente beneficie a la empresa sino también que permita solucionar los problemas que tiene la fábrica hoy en día, alcanzando así altos niveles de competitividad y participación en el mercado.

El presente proyecto comienza realizando varios análisis para estudiar la situación actual de la fábrica, y en base a eso se realizará diversos estudios para mejorar el sistema productivo y de distribución. De esta manera, se hará hincapié en problemas como: recurso humano existente, asignación de tareas que tiene el

personal, cantidad de personas en el tiempo tomando en cuenta la variabilidad de la demanda y redistribución del espacio desperdiciado.

Por último, se recopilará toda la información antes mencionada, con el propósito de que se convierta en la entrada del modelo matemático, de la redistribución de espacio y del rediseño de los puestos de trabajo. Posteriormente, se procederá a implementar las herramientas apropiadas, las mismas que brindarán soluciones para los problemas antes mencionados. Finalmente, se indicarán las posibilidades de mejora para incrementar el rendimiento de la empresa.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En los últimos años la Industria Textil ecuatoriana ha sufrido una severa caída en su producción. A nivel nacional ha existido una considerable reducción del número de fábricas, las cuales han sido esencialmente afectadas por políticas gubernamentales que no protegen a este sector. Por el contrario, estas políticas han privilegiado la importación de productos provenientes del Asia y Medio Oriente, desfavoreciendo así al producto nacional.

Los argumentos mencionados anteriormente han hecho que en la actualidad el gremio textil se encuentre debilitado. Por esta razón, las empresas existentes se han visto obligadas a someterse a rigurosos estándares de producción, con la finalidad de alcanzar niveles óptimos de competitividad y poder sobrevivir en el mercado nacional.

En consecuencia, Junior Sport Cía. Ltda. se ve obligado a realizar una reestructuración del manejo administrativo. Esto se debe principalmente a que la empresa considera que su punto débil en la actualidad y el campo más afectado, es el de la producción. Así, la empresa podrá posteriormente alcanzar un nivel aceptable de competitividad y poder mantenerse en el mercado.

La importancia de estructurar de forma sistemática el manejo de la planta en sus diferentes áreas es fundamental, para que en el futuro la empresa pueda emprender un camino de crecimiento y expansión. Por lo que, si no se sientan

precedentes en el momento de pensar en un crecimiento, éste se dará de forma desordenada y sin optimización de recursos, lo que concluirá en un desarrollo de una planta improductiva e ineficaz.

Otro aspecto importante es la necesidad de crear un sistema que controle el factor humano, ya que éste es el motor de la empresa debido a su funcionamiento. Cabe recalcar que cada máquina depende de una persona.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Optimizar la producción a través de distintas herramientas de la Ingeniería Industrial, para disminuir los costos de producción y obtener una mayor rentabilidad de la empresa, con la finalidad de alcanzar mayores niveles de competitividad dentro del mercado.

3.2. Objetivos Específicos

- Disminuir los costos de producción y lograr un mejor manejo del recurso humano, mediante la implementación del modelo matemático con la ayuda de herramientas de investigación de operaciones y control de producción.
- Investigar diferentes técnicas de programación lineal y no lineal para el desarrollo de un modelo matemático que cumpla con todos los requerimientos y especificaciones que tiene la planta.
- Controlar y mejorar el funcionamiento de las diferentes áreas de la empresa, mediante la implantación sistemática de un modelo matemático, el mismo que arrojará resultados cuantificables por lo que se podrá tener una medición específica de lo que se debe mejorar.
- Desarrollar una distribución de planta que unifique todas las áreas de la empresa con la finalidad de alcanzar niveles altos de eficiencia.
- Mejorar el desempeño de los operadores mediante el rediseño de los puestos de trabajo.
- Lograr establecer un diseño que unifique la comodidad del operador junto con los requerimientos necesarios para trabajar.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

4.1. Datos Generales

“Junior Sport Cia. Ltda.” es una pequeña industria textil ecuatoriana, fundada en 1983, y afiliada a la cámara de la Pequeña Industria de Pichincha. Su giro de negocio se basa en la confección en tela de punto, con bordado y estampado para el acabado de sus productos. La empresa se especializa en la producción de camisetas, calentadores, buzos, pantalones y pantalones cortos.

Su enfoque estratégico de ventas está basado en tres pilares que son: confección para cadenas nacionales de ropa, confección para instituciones públicas y privadas, y servicio de confección para publicidad. En el aspecto tecnológico, la planta cuenta con software de diseño de modelos y optimización de corte de tela, 3 máquinas bordadoras, 3 planchas estampadoras y 35 máquinas diferentes de confección entre los cuales tenemos: overlocks, recubridoras, rectas, pegadoras de tiras, cortadora de tiras, enlasticadoras y sacadoras de hilos.

En Junior Sport, el proceso de producción está dividido en 4 áreas que son: corte, confección, terminado y empaçado. En el aspecto logístico existen dos áreas que son compras y ventas, y en el aspecto financiero existe el área de contabilidad.

4.1.1. Misión de la Empresa

Satisfacer oportuna y totalmente las necesidades y expectativas de nuestra clientela, ofreciendo el mejor producto en calidad y precio. Para lograrlo propiciamos el trabajo en equipo y la participación individual, creando el ambiente y los medios necesarios para el mejoramiento continuo y sistemático de nuestra gente, nuestra organización, sus procesos, sistemas, tecnología y maquinaria, así como también el de los proveedores asociados con la Empresa.

4.1.2. Visión de la Empresa

Ser y ser reconocida en la industria textil como la primera opción del cliente por la calidad, precio y variedad de productos; llegando a ser líderes en tecnología textil, y proporcionando excelencia en resultados.

4.1.3. Factores Críticos de Éxito

Junior Sport define los siguientes factores de éxito:

- Personal altamente capacitado y comprometido.
- Conocimiento del cliente y del mercado.
- Mejoramiento continuo tecnológico.

La interrelación de la visión, misión, y los factores de éxito se realizan por medio del cumplimiento bidireccional de los elementos antes mencionados, la figura 1 muestra la importancia de impulsar los factores claves de éxito de la empresa, con el propósito de cumplir con los objetivos de misión y visión.

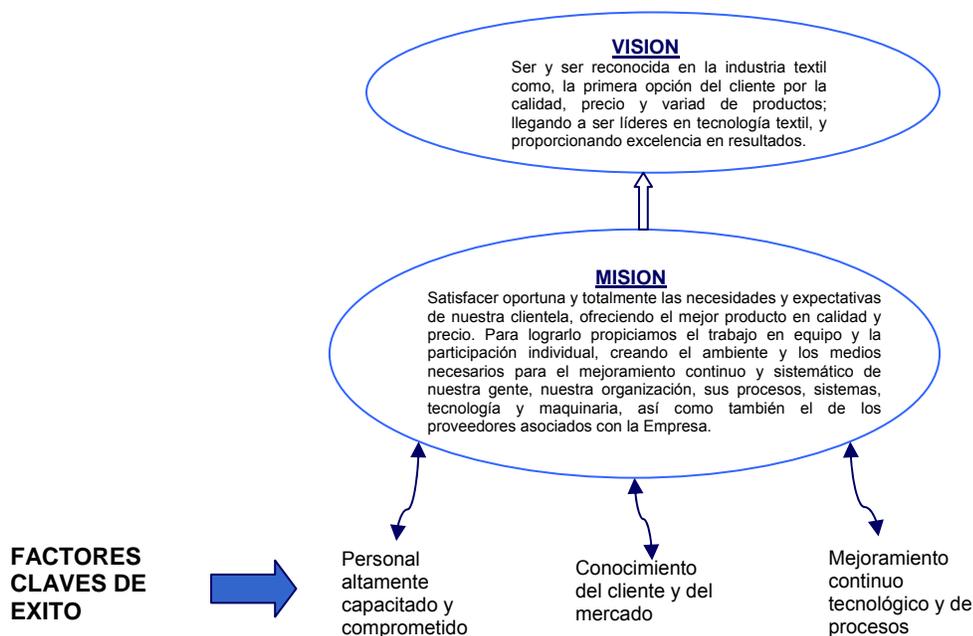


Figura 1: Relación de los Factores Críticos con la Misión y Visión de la Empresa

4.1.4. Estructura Organizacional

La estructura organizacional se encuentra comandada por una Gerencia General, que es la cabeza de la organización y encargada de tomar las medidas trascendentales para la empresa. De esta manera, las decisiones que toma se relacionan con la adquisición de maquinaria, búsqueda y negociación con nuevos clientes y contratación de personal. Por lo tanto, se encarga del direccionamiento de la compañía.

Debajo de la gerencia general se encuentran tres departamentos: logística, producción y financiero. El primero es el encargado de la logística tanto de compras y ventas en la fábrica. Asimismo, se encarga de manejar la cadena de suministros, evalúa proveedores y compra la materia prima que se necesita para la producción mensual de la empresa.

El segundo departamento es el de producción, el mismo que está encargado de planificar la producción mensual del taller de confección, además alimenta al departamento logístico sobre qué y cuánto se necesita para producción. De la misma forma, maneja estándares y tiempos de producción, y garantiza la calidad del producto.

Por último, el financiero, que es el encargado de las finanzas de la empresa, cobranzas, pagos, rol de pagos, manejo de pago de impuestos, entre otros. Debajo de estos departamentos están los colaboradores de la empresa (ver figura 2), que es la gente que sirve de apoyo a los departamentos y ayuda a desempeñar los roles antes mencionados.

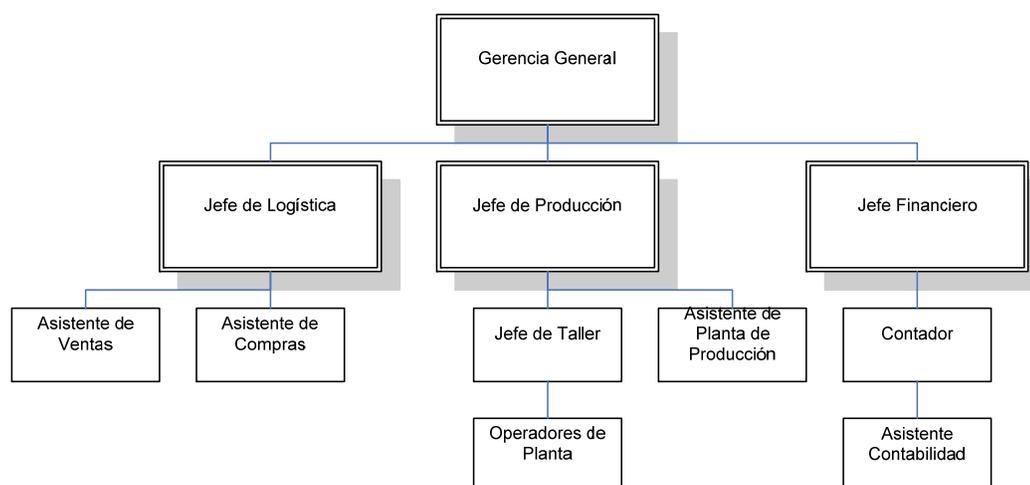


Figura 2: Organigrama de la Empresa

4.2. Identificación de los Procesos Actuales

Para poder optimizar a Junior Sport, es necesario empezar por entender los procesos productivos, que son los más importantes de la empresa ya que estos son los que generan valor agregado. Nuestro estudio se basa en conocer al detalle el proceso de producción, debido a que en esta área se harán todos los análisis de optimización de recursos.

4.2.1. Nivel Cero de los Procesos

El nivel cero define cuales son las entradas, las salidas, los controles y mecanismos que tiene la organización para su desarrollo diario. El nivel cero de los procesos de la compañía se encuentra detallado en la siguiente figura. Ver *Figura 3*.

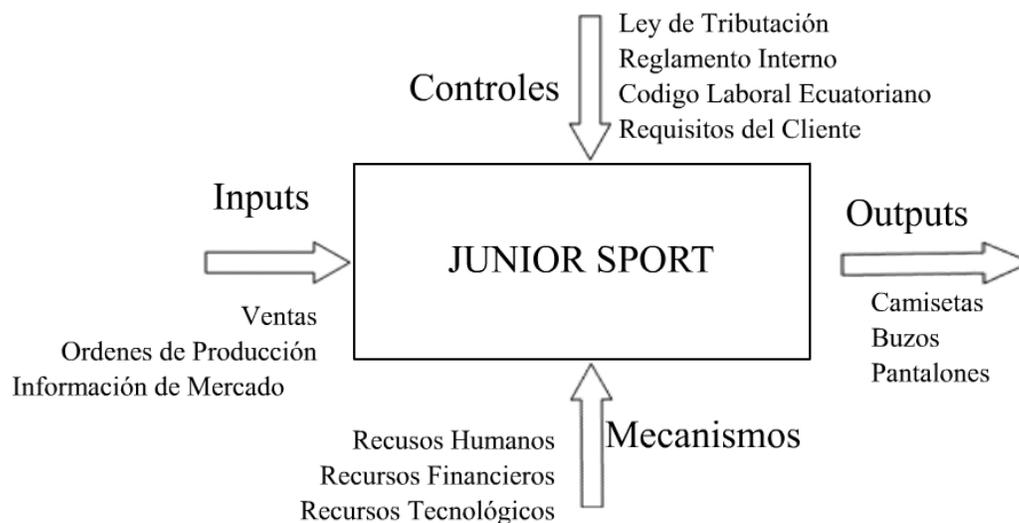


Figura 3: Nivel Cero de los Procesos de Junior Sport

4.2.2. Nivel Uno de los Procesos

El nivel uno de los procesos define los procesos estratégicos, productivos y habilitantes de la empresa, y define a su vez los respectivos controles y mecanismos que afectan a cada uno de estos macro-procesos; como muestra la siguiente figura. Ver Figura 4.

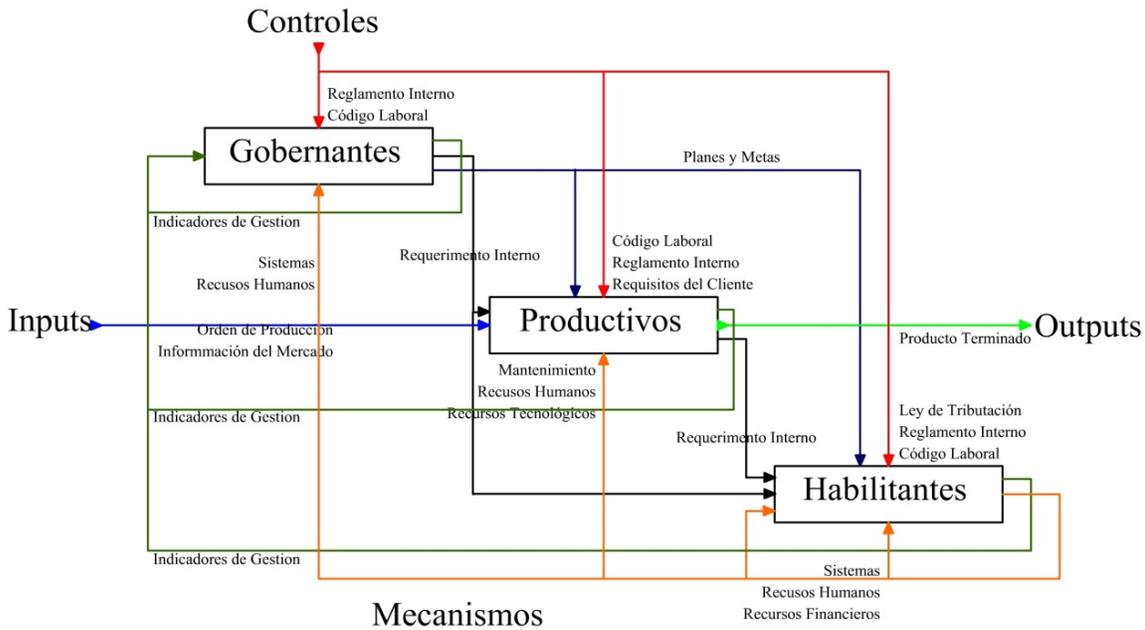


Figura 4: Nivel Uno de los Procesos de Junior Sport

4.2.3. Nivel Dos de los Procesos

Los procesos que se encuentran contenidos dentro de los macro-procesos son:

PROCESOS ESTRATEGICOS

- ☞ Proceso de planificación de negocio
- ☞ Proceso de planificación de recursos
- ☞ Proceso de planificación estratégica
- ☞ Proceso de planificación financiera

PROCESOS PRODUCTIVOS

- ☞ Proceso de Confección
 - ☞ Subproceso de Confección de Camisetas
 - ☞ Subproceso de Confección de Buzos
 - ☞ Subproceso de Confección de Pantalones
- ☞ Proceso de Terminado
 - ☞ Subproceso de Bordado
 - ☞ Subproceso de Estampado
- ☞ Proceso de Distribución

PROCESOS HABILITANTES

- ☞ Proceso de Recursos Humanos
- ☞ Procesos de mantenimiento: preventivo y correctivo.
- ☞ Proceso de adquisiciones
- ☞ Procesos de contabilidad

4.2.4. Nivel Tres de los Procesos Productivos

Diagrama de Flujo del Subproceso de Confección de Camisetas.

El proceso de confección de camisetas, detallado en el flujograma (ver figura5), muestra toda la ruta que sigue la confección de una camiseta. En el mismo se toma en cuenta el proceso de paso de la prenda por cada una de las máquinas de confección. De esta manera, el proceso de fabricación de camisetas empieza con desdoblar la tela hasta llegar al corte. A continuación, se pasa a la máquina Recta, la misma que elabora la vincha y corta los hilos. Enseguida, pasa a la máquina overlock que arma y une los hombros, mangas y cuello. El cuarto paso es recubrir las mangas y cerrar fillos y bajos. Finalmente, se realiza el acabado de la camiseta, el mismo que consiste en planchar, doblar y empaclar.

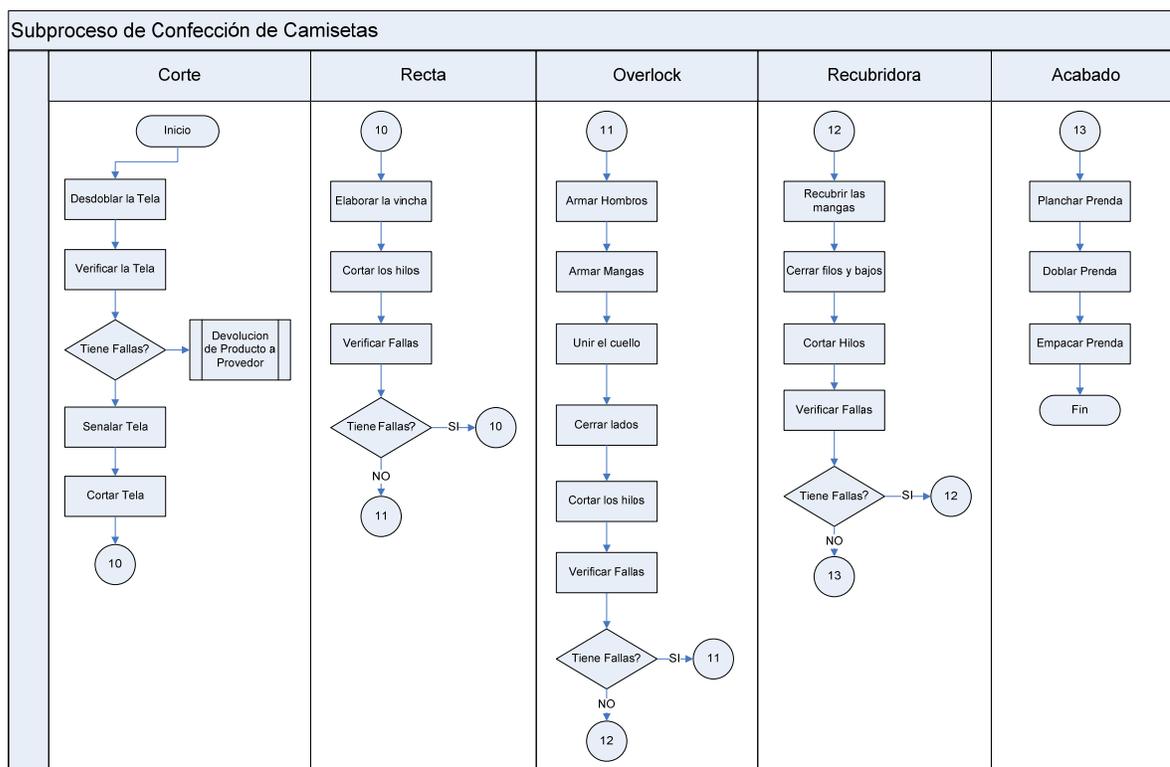


Figura 5: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas

Diagrama de Flujo del Subproceso de Confección de Buzos

El proceso de confección de buzos, detallado en el flujograma (ver figura 6), muestra toda la ruta que sigue la confección de un buzo. En el mismo se toma en cuenta el proceso de paso de la prenda por cada una de las máquinas de confección. De esta manera, el proceso de fabricación de buzos empieza con desdoblar la tela hasta llegar al corte. A continuación, se pasa a la máquina Recta, la misma que elabora el bolsillo y corta los hilos. Enseguida, pasa a la máquina overlock que arma y une los hombros, mangas y cuello. Asimismo, esta máquina coloca puños, pretina y cierra lados. El cuarto paso es la recubridora, en donde se despunta la seguridad de hombros y de mangas, y se despunta el cuello. Finalmente, se realiza el acabado del buzo, el mismo que consiste en planchar, doblar y empacar.

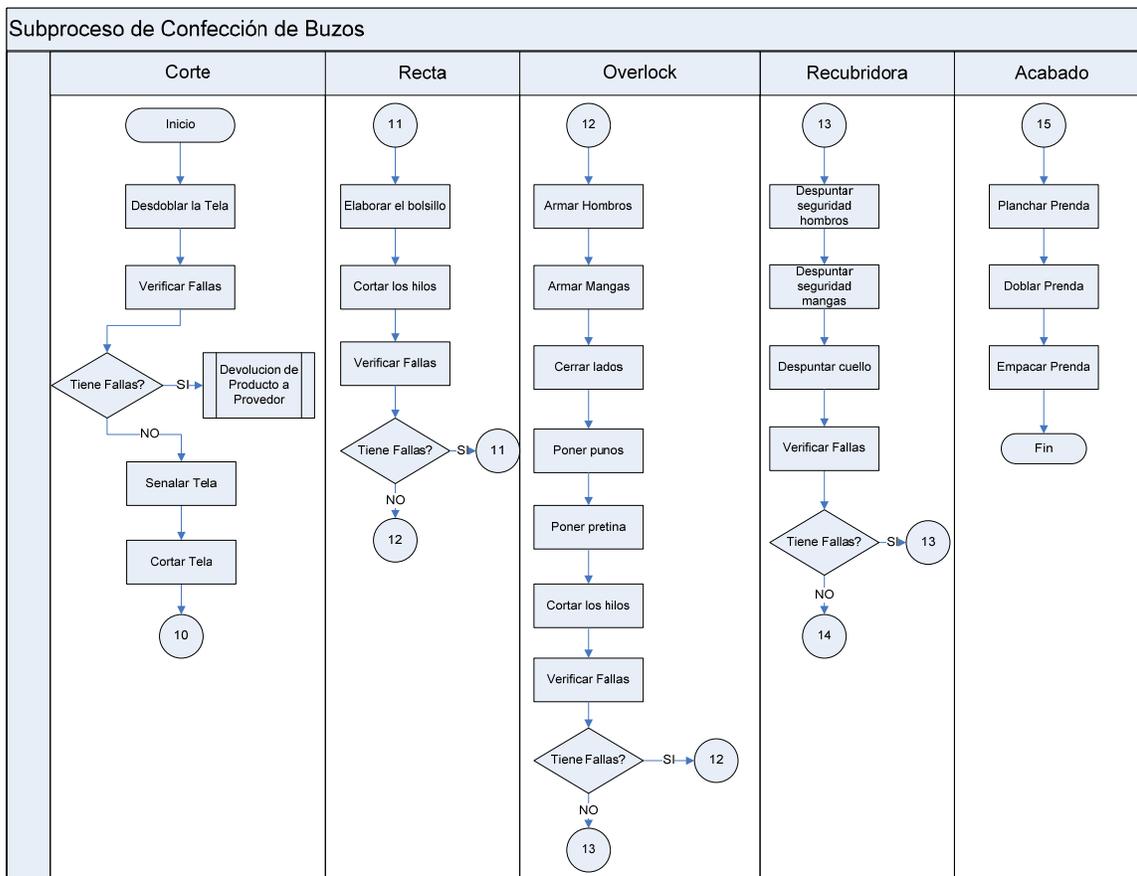


Figura 6: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas

Diagrama de Flujo del Subproceso de Confección de Pantalones

El proceso de confección de pantalones, detallado en el flujograma (ver figura 7), muestra toda la ruta que sigue la confección de un pantalón. En el mismo se toma en cuenta el proceso de paso de la prenda por cada una de las máquinas de confección. De esta manera, el proceso de fabricación de pantalones empieza con desdoblar la tela hasta llegar al corte de la misma. A continuación, se pasa a la máquina Overlock, la misma que cierra tiras las del pantalón y cierra la parte interna. El tercer paso es en la máquina Recta, la misma que elabora el bolsillo y corta los hilos. Enseguida, pasa a la máquina Recubridora, la misma que elabora el doblado de la parte baja y corta los hilos. El quinto paso es la máquina que elástica la cintura del pantalón y corta los hilos. Finalmente, se realiza el acabado del pantalón, el mismo que consiste en planchar, doblar y empacar.

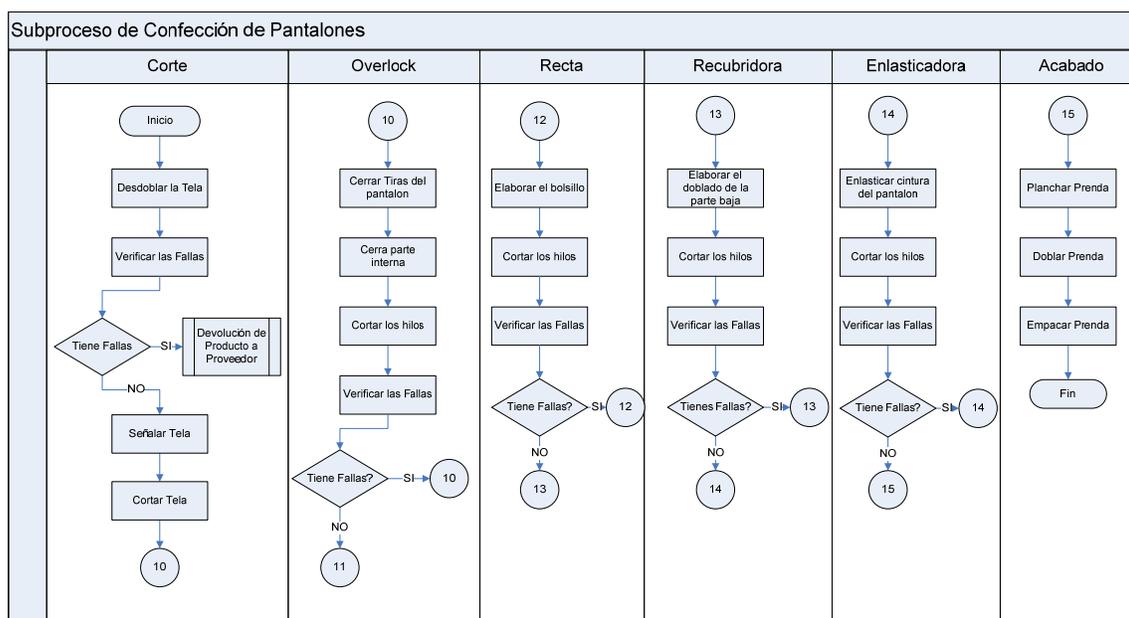


Figura 7: Nivel Tres: Subprocesos de Confección de Camisetas

5. ANALISIS DE LA PRODUCCION.

Este análisis empieza por realizar un estudio del comportamiento de la demanda en los últimos años en la empresa. Y se llevará a cabo por medio de la identificación y medición de cada una de las actividades de producción. De esta manera, se podrá desarrollar los pronósticos de la demanda de los años subsiguientes, los mismos que serán la entrada para la formulación del modelo y los rediseños antes mencionados.

5.1. Demanda Actual y Pronóstico de la Demanda

La demanda actual se obtiene a través de la recopilación de los datos de las ventas, y la identificación de las actividades y toma de los tiempos de producción. Además, la demanda es el punto de partida para la generación de los datos en los pronósticos.

5.1.1. Ventas Históricas de la Empresa

Los valores de las ventas de la empresa para los años 2006 y 2007 (ver tabla 1), son el paso inicial para analizar la capacidad de producción que ha tenido la planta, además de las tendencias de la demanda y el comportamiento de ventas de los productos.

Las ventas se encuentran separadas por el tipo de producto, para los dos años antes mencionados.

Como se puede apreciar en la tabla 1, la demanda para cada uno de los productos no es constante, por el contrario, sufre variaciones por temporada. A través de la experiencia, se puede entender que la demanda se incrementa en la época escolar, debido a la gran producción de uniformes de colegio que confecciona la empresa.

Para poder analizar cada de los productos por separado, estos se graficaron y estudiaron de manera individual.

	VENTAS TOTALES					
	Pantalones		Buzos		Camisetas	
	Año 2006	Año 2007	Año 2006	Año 2007	Año 2006	Año 2007
Enero	511	918	387	459	1309	1911
Febrero	611	672	778	1071	2244	2730
Marzo	1428	1514	1428	2310	3736	3861
Abril	611	694	938	1391	1934	2534
Mayo	425	897	434	1015	1451	1234
Junio	1265	1668	711	1668	2688	2123
Julio	3572	4265	2686	3227	3976	6522
Agosto	6763	7425	5399	7147	6580	8563
Septiembre	3442	4562	2585	4835	3718	6008
Octubre	2531	3249	1895	3427	3276	5348
Noviembre	991	2067	817	1488	2331	3934
Diciembre	732	1534	799	1659	1596	2900

Tabla 1: Ventas Histórica de la Empresa Año 2006 - 2007

Venta de Pantalones:

La venta de pantalones para los dos años analizados es completamente variable (ver Figura 8). Esto se debe principalmente a que ésta sufre un incremento mayor al 300% del promedio de ventas del resto del año, durante el mes de agosto. La razón esencial, como se menciona previamente, es por el incremento de las ventas que se da por la cantidad de uniformes escolares que se realizan en la

temporada. En el primer semestre, se observa cierta uniformidad en la demanda con ligeras fluctuaciones en el mes de mayo y junio. Sin embargo, para el segundo semestre, las ventas de pantalones fueron disminuyendo gradualmente desde el mes de agosto hasta diciembre. En la gráfica también se puede observar que la demanda de pantalones se ha incrementado en el año 2007 en comparación al 2006.

Venta de Pantalones 2006 - 2007

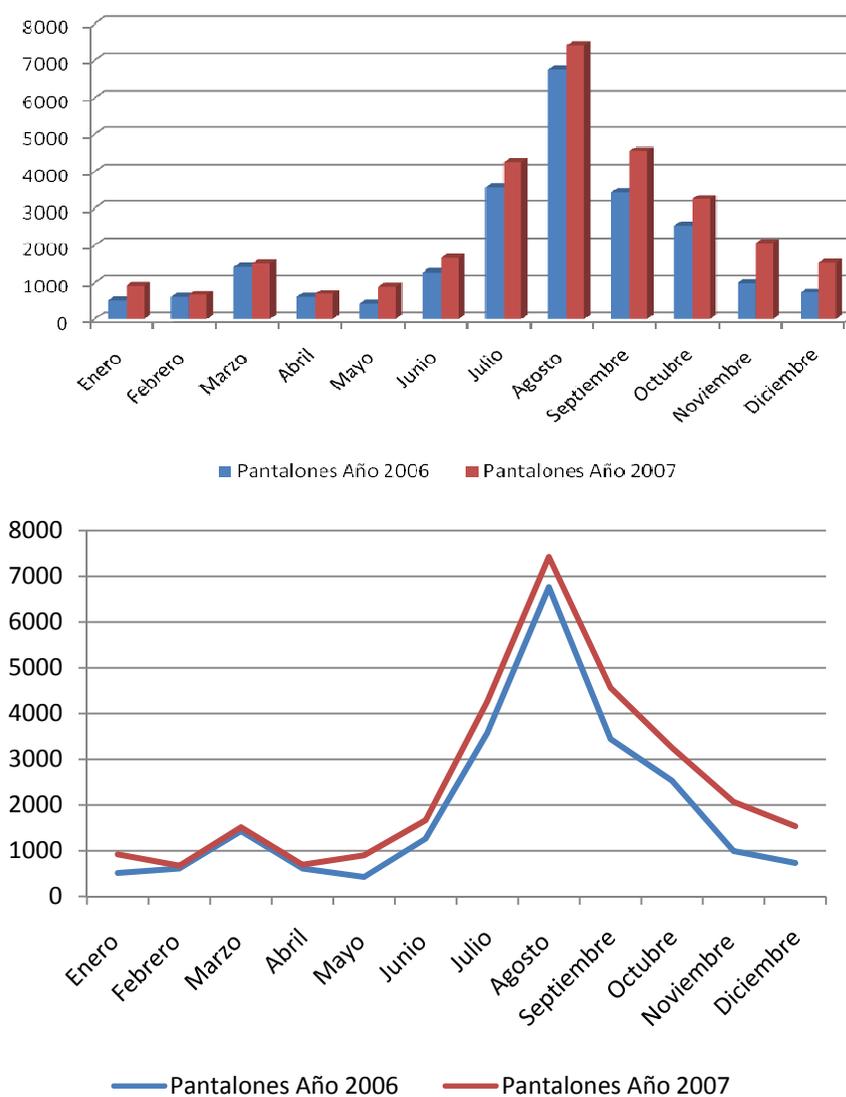


Figura 8: Venta de Pantalones Año 2006 y 2007

Venta de Buzos:

Con respecto al análisis de la venta de buzos, se puede determinar que revela una situación similar a la de los pantalones (ver Figura 9). La razón de esta similitud es que generalmente estos dos productos son elaborados simultáneamente. Asimismo, la mayoría de ellos se venden por conjuntos de pantalón y buzos.

El gráfico nos muestra por un lado que el comportamiento de la demanda durante el primer semestre es uniforme, con excepción del mes de marzo, el cual sufre un leve incremento. Por otro lado, para el segundo semestre, la demanda sufre decrementos mensuales a partir del mes de agosto.

Otro punto importante de recalcar es que a diferencia de la venta de pantalones, se estima que en el año 2007 las ventas de buzos se pueden haber incrementado entre un 25% y 40% con respecto al año 2006, en especial para el segundo semestre. Esto se debe a la adquisición de un cliente importante para la empresa, Etafashion.

Venta de Buzos 2006 - 2007

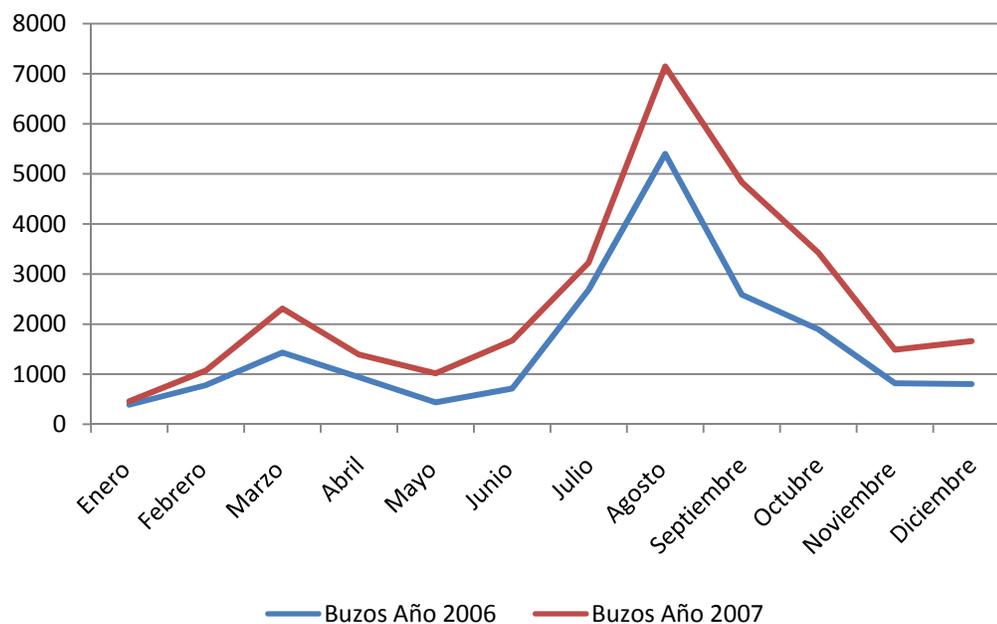
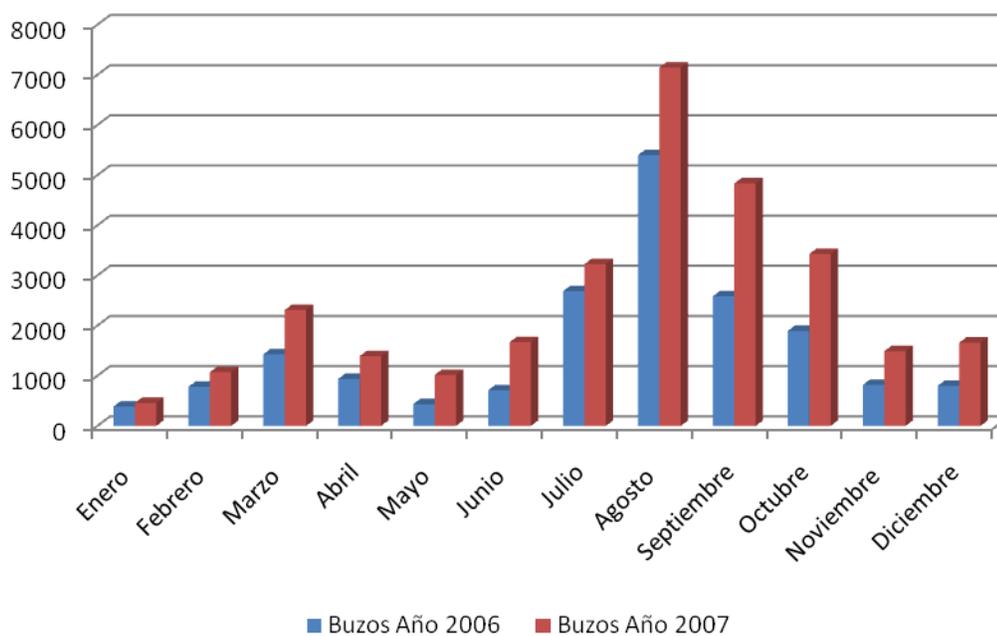


Figura 9: Venta de Buzos año 2006 – 2007

Venta de Camisetas:

Analizando el comportamiento de la venta de camisetas (ver Figura 10), se puede determinar que se presentan dos picos. En primer lugar, el más alto de ellos, se presenta en el mes de agosto, y en segundo lugar, en el mes de marzo. Asimismo, al igual que los otros productos, las ventas del segundo semestre se incrementaron con respecto al primero, y las ventas del año 2007 superaron las ventas del año 2006. De manera general, las ventas de camisetas son mayores a las ventas pantalones y buzos. Esto se debe a que existe una mayor demanda de este producto por parte de los clientes regulares.

Venta de Camisetas 2006 - 2007

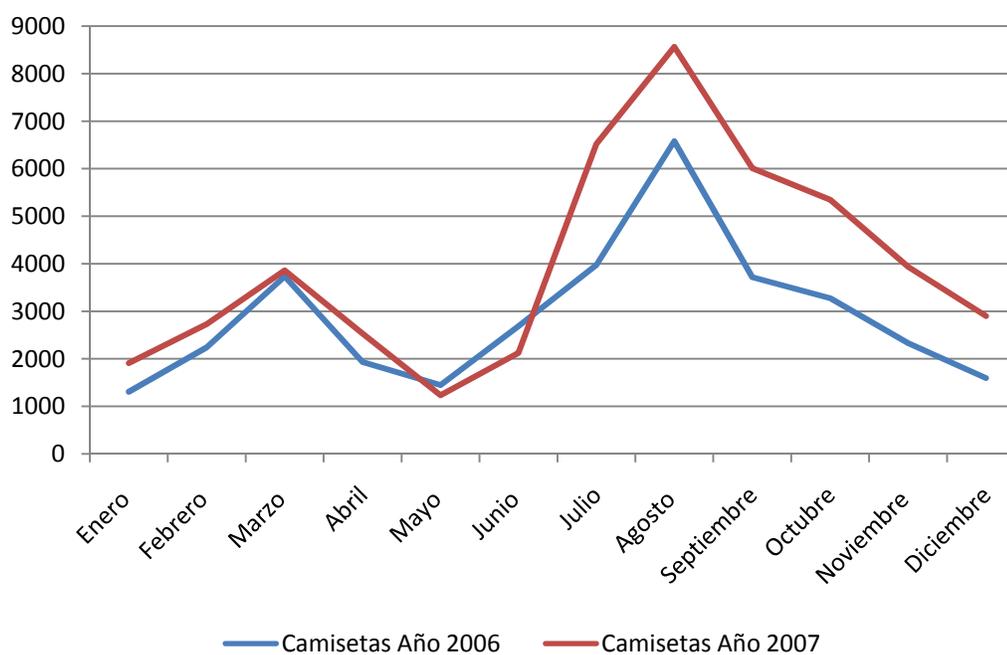
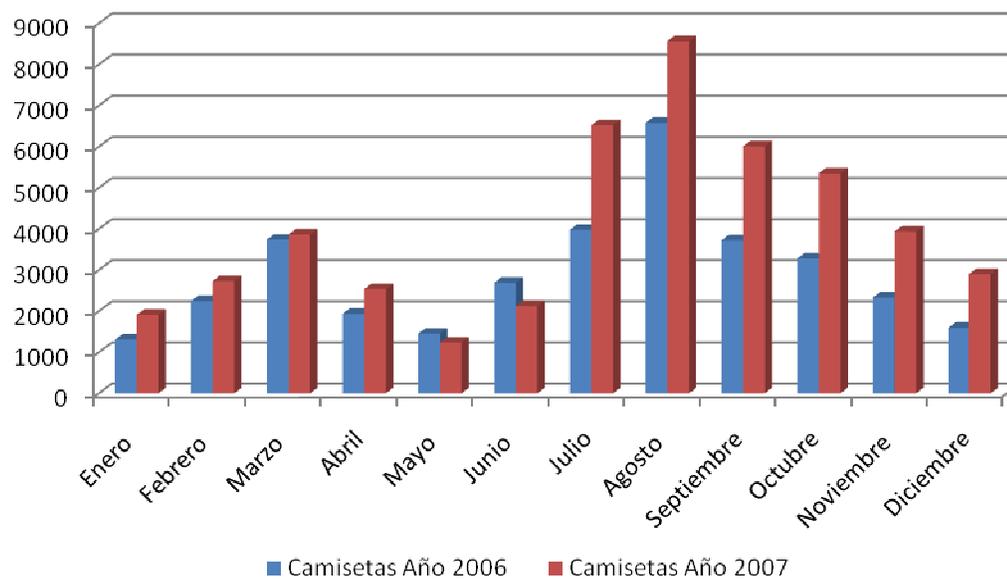


Figura 10: Venta de Camisetas año 2006 - 2007

5.1.2. Pronóstico de Ventas

Una vez entendidas las ventas de la empresa, es necesario encontrar un método que se ajuste a nuestros datos y que nos dé los pronósticos acertados, para posteriormente realizar un análisis más acertado.

5.1.2.1. Descripción del Método a Utilizar

Para realizar la proyección de la demanda, el método seleccionado fue el “Método de Winters”. Este método de pronósticos será utilizado en este análisis de la empresa principalmente porque los datos tienen características de estacionalidad y tendencia.

Como se observó anteriormente, la demanda de la fábrica parece presentar ciclos estacionales para cada uno de sus productos y de igual forma, presenta tendencias de crecimiento a lo largo del tiempo. Es por esto que el método a utilizar contribuirá para que la demanda pronosticada de la fábrica tenga una mayor precisión, que el resto de los métodos.

El desarrollo de este modelo de pronóstico se analizará en primer lugar los cálculos de tendencia, y posteriormente, se procederá al cálculo de los factores de estacionalidad.

El cálculo de las tendencias se realiza utilizando la ecuación 1, la cual muestra el desarrollo de la estimación común de las tendencias, donde β (Beta) es una fracción, T_t es la tendencia en el tiempo t y F_t es el promedio exponencial en t . (Narasimhan, W.McLeavey y Billington 34-38)

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Ecuación 1: Tendencia en el tiempo t

La ecuación 2 muestra la igualdad que dará resultado al pronóstico en el tiempo t, que será la sumatoria del promedio exponencial más la tendencia.

$$f_t = F_{t-1} + T_{t-1}$$

Ecuación 2: Pronóstico en el tiempo t

La ecuación 3 es la ecuación del pronóstico del Suavizamiento exponencial.

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)f_t$$

Ecuación 3: Suavizamiento exponencial en t

Al sustituir la ecuación 3 en la ecuación 2 se obtiene

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) (F_{t-1} + F_{t-1})$$

Ecuación 4: Suavizamiento exponencial con factor de alisamiento

Al realizar esta sustitución, el factor de tendencia pasa a ser parte del suavizamiento exponencial.

Por lo tanto, lo que se realizará para la obtención de los pronósticos será calcular F_t a partir de la ecuación 4. Posteriormente se calculará T_t a partir de la ecuación

1, y por último paso se utilizará la ecuación 2 para calcular f_t . (Narasimhan, W.McLeavey y Billington 34-38)

5.1.2.2. Proyección de los Datos

Para realizar la proyección de los datos, se toma como información de partida el historial de ventas de los años 2006 y 2007, ver tabla 5.1.1. A continuación, se aplica el método de Winters para llegar a los pronósticos f_t en cada uno de los productos. (Ver tabla 2, tabla 3, tabla 4 y para cada producto)

Pantalones

	Pantalones			
	Demanda	F(t)	T(t)	f(t)
Diciembre	732	732	25.000	
Enero	918	821.400	50.760	757.000
Febrero	672	792.096	18.734	872.160
Marzo	1514	1092.098	131.242	810.830
Abril	694	1011.604	46.547	1223.340
Mayo	897	993.691	20.763	1058.151
Junio	1668	1275.872	125.330	1014.454
Julio	4265	2546.722	583.538	1401.203
Agosto	7425	4848.156	1270.696	3130.260
Septiembre	4562	5496.111	1021.600	6118.852
Octubre	3249	5210.227	498.606	6517.711
Noviembre	2067	4252.100	-84.087	5708.833
Diciembre	1534	3114.408	-505.529	4168.013

Tabla 2: Suavizamiento Exponencial Pantalones

Buzos

Buzos				
	Demanda	F(t)	T(t)	f(t)
Diciembre	799	799	25.000	
Enero	459	678.000	-33.400	824.000
Febrero	1071	815.160	34.824	644.600
Marzo	2310	1433.990	268.427	849.984
Abril	1391	1577.850	218.600	1702.417
Mayo	1015	1483.870	93.568	1796.450
Junio	1668	1613.663	108.058	1577.438
Julio	3227	2323.832	348.903	1721.720
Agosto	7147	4462.441	1064.785	2672.735
Septiembre	4835	5250.335	954.029	5527.226
Octubre	3427	5093.419	509.651	6204.364
Noviembre	1488	3957.041	-148.761	5603.069
Diciembre	1659	2948.569	-492.645	3808.281

Tabla 3: Suavizamiento Exponencial Buzos

Camisetas

Camisetas				
	Demanda	F(t)	T(t)	f(t)
Diciembre	1596	1596	25.000	
Enero	1911	1737.000	71.400	1621.000
Febrero	2730	2177.040	218.856	1808.400
Marzo	3861	2981.938	453.273	2395.896
Abril	2534	3074.726	309.079	3435.210
Mayo	1234	2523.883	-34.890	3383.805
Junio	2123	2342.596	-93.449	2488.993
Julio	6522	3958.288	590.208	2249.147
Agosto	8563	6154.298	1232.528	4548.496
Septiembre	6008	6835.296	1011.916	7386.826
Octubre	5348	6847.527	612.042	7847.212
Noviembre	3934	6049.342	47.951	7459.569
Diciembre	2900	4818.376	-463.616	6097.293

Tabla 4: Suavizamiento Exponencial Camisetas

Una vez que se obtiene la proyección de los datos suavizados exponencialmente, se agrega a esta proyección el factor de corrección de Winter's para obtener datos cíclicos.

Primero se calcula el índice estacional dividiendo la demanda promedio mensual para la demanda mensual. En segundo lugar se calcula F_t a partir de la ecuación 4, detallada en el punto 5.1.2.1, que es la ecuación del suavizamiento incluido el factor de corrección de Winter's. Finalmente se calcula f_t a partir de la ecuación 2; tal como se muestra en las tabla 5, tabla 6 y tabla 7; para los diferentes productos. El pronóstico suavizado exponencialmente obtenido en los cálculos anteriores y presentado en la tabla 2, tabla 3 y tabla 4 se muestra como D_t en las siguientes tablas.

	Demanda			Índice Estacional	D(t)	F(t)	f(t)
	2006	2007	Dem Promedio	I(t-12)			
						2455.42	
Enero	511	918	714.50	0.3738673	757.00	2412.35	918.00
Febrero	611	672	641.50	0.273680638	872.16	2489.80	660.21
Marzo	1428	1514	1471.00	0.616595961	810.83	2372.32	1535.20
Abril	611	694	652.50	0.282640421	1223.34	2567.91	670.51
Mayo	425	897	661.00	0.36531478	1058.15	2600.77	938.10
Junio	1265	1668	1466.50	0.679314441	1014.45	2490.03	1766.74
Julio	3572	4265	3918.50	1.736976073	1401.20	2321.70	4325.13
Agosto	6763	7425	7094.00	3.023926693	3130.26	2193.04	7020.64
Septiembre	3442	4562	4002.00	1.857933141	6118.85	2303.08	4074.53
Octubre	2531	3249	2890.00	1.323197013	6517.71	2565.34	3047.42
Noviembre	991	2067	1529.00	0.84181232	5708.83	2986.97	2159.54
Diciembre	732	1534	1133.00	0.624741218	4168.01	3355.43	1866.08

Tabla 5: Método de Winter's Pantalones

	Demanda			Índice Estacional	D(t)	F(t)	f(t)
	2006	2007	Dem Promedio				
						2474.750	
Enero	387	459	423.00	0.185	824.000	2671.544	459
Febrero	778	1071	924.50	0.433	644.600	2553.337	1156.16667
Marzo	1428	2310	1869.00	0.933	849.984	2389.063	2383.3549
Abril	938	1391	1164.50	0.562	1702.417	2453.037	1342.83757
Mayo	434	1015	724.50	0.410	1796.450	2645.739	1006.09449
Junio	711	1668	1189.50	0.674	1577.438	2615.204	1783.24819
Julio	2686	3227	2956.50	1.304	1721.720	2485.721	3410.14803
Agosto	5399	7147	6273.00	2.888	2672.735	2329.696	7178.68262
Septiembre	2585	4835	3710.00	1.954	5527.226	2379.632	4551.60273
Octubre	1895	3427	2661.00	1.385	6204.364	2589.707	3295.28203
Noviembre	817	1488	1152.50	0.601	5603.069	3262.604	1557.12025
Diciembre	799	1659	1229.00	0.670	3808.281	3504.429	2187.15417

Tabla 6: Método de Winter's Buzos

	Demanda			Índice Estacional	D(t)	F(t)	f(t)
	2006	2007	Dem Promedio				
						3972.333	
Enero	1309	1911	1610.00	0.4811	1621.000	3912.052	1911.000
Febrero	2244	2730	2487.00	0.6873	1808.400	3783.981	2688.571
Marzo	3736	3861	3798.50	0.9720	2395.896	3652.081	3677.927
Abril	1934	2534	2234.00	0.6379	3435.210	3825.381	2329.707
Mayo	1451	1234	1342.50	0.3106	3383.805	4532.114	1188.350
Junio	2688	2123	2405.50	0.5344	2488.993	4544.617	2422.173
Julio	3976	6522	5249.00	1.6419	2249.147	4227.143	7461.607
Agosto	6580	8563	7571.50	2.1557	4548.496	4015.431	9112.283
Septiembre	3718	6008	4863.00	1.5125	7386.826	4102.286	6073.184
Octubre	3276	5348	4312.00	1.3463	7847.212	4274.925	5522.957
Noviembre	2331	3934	3132.50	0.9903	7459.569	4600.658	4233.671
Diciembre	1596	2900	2248.00	0.7300	6097.293	4975.781	3358.708

Tabla 7: Método de Winter's Camisetas

Después de realizar los cálculos detallados en los pasos previos, se obtiene la proyección de ventas para el año 2008, que muestra en síntesis el nuevo pronóstico para los 3 productos (ver tabla 8).

PRONOSTICO DE LA DEMANDA				
		Pantalones	Buzos	Camisetas
2008	Enero	918	459	1911
	Febrero	660	1156	2689
	Marzo	1535	2383	3678
	Abril	671	1343	2330
	Mayo	938	1006	1188
	Junio	1767	1783	2422
	Julio	4325	3410	7462
	Agosto	7021	7179	9112
	Septiembre	4075	4552	6073
	Octubre	3047	3295	5523
	Noviembre	2160	1557	4234
	Diciembre	1866	2187	3359

Tabla 8: Pronostico de Ventas 2008

5.1.2.3. Resultados de la Proyección

La proyección de los datos de pantalones para el año 2008, (figura 11), puede ser comparada con los datos de los años 2006 y 2007, y se puede constatar que la proyección realizada con el método de Winters mantiene la misma tendencia estacional de los datos.

Pronostico de Ventas 2008 de Pantalones

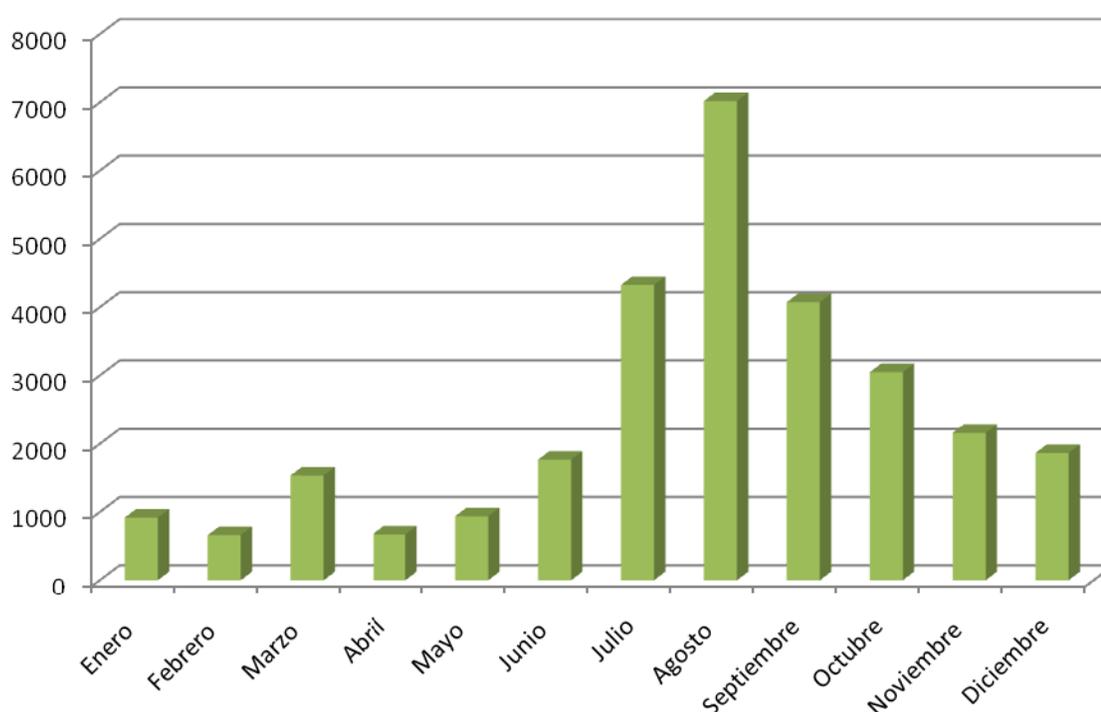


Figura 11: Pronóstico de pantalones 2008

La comparación de el pronóstico de ventas con las ventas de los periodos anteriores (ver figura 12), muestra un ligero incremento en términos generales en la venta para el año 2008. En esta figura se visualiza con claridad que el método escogido para la proyección de los datos fue acertado, ya que la distribución mensual de las ventas permanece similar a la de los años anteriores.

Comparacion Ventas de Pantalones

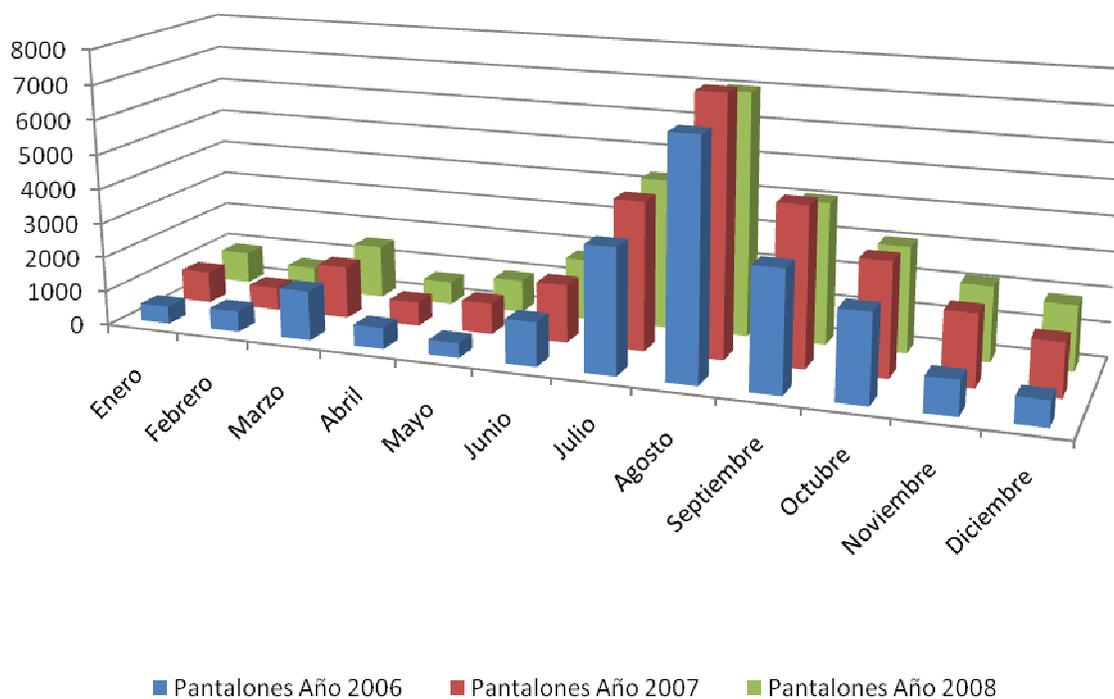


Figura 12: Comparación de Ventas de Pantalones

La proyección realizada mantiene la misma tendencia de la demanda de la venta de buzos de los años 2006 y 2007. De esta forma, se vuelve a constatar que el mes pico de ventas es agosto.

Pronostico de Ventas 2008 de Buzos

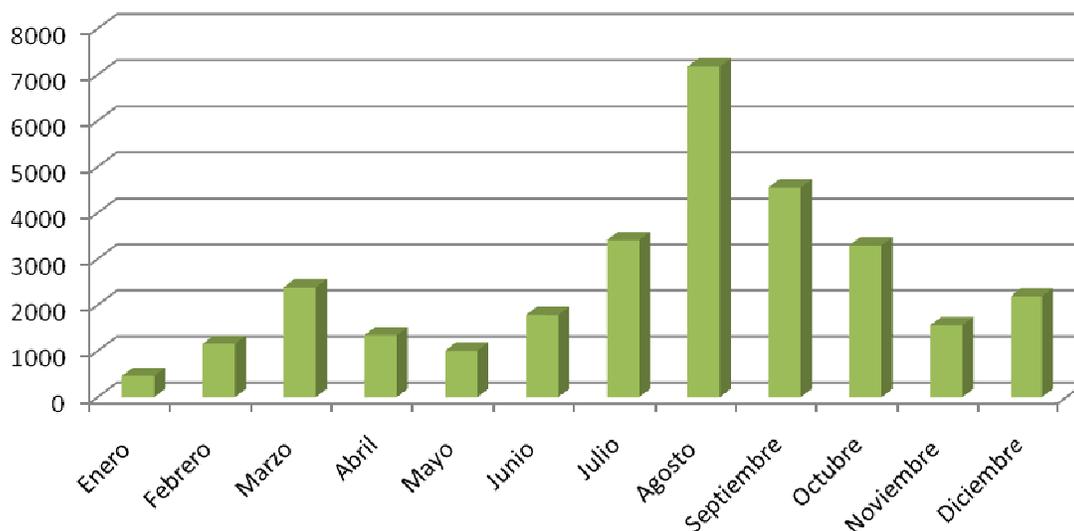


Figura 13: Pronostico de Buzos 2008

Asimismo, en la comparación de ventas de buzos (ver figura 13), se puede apreciar que la proyección realizada muestra un pequeño incremento en las ventas para el mes de marzo, tal como aconteció en los años anteriores.

Comparacion Ventas de Buzos

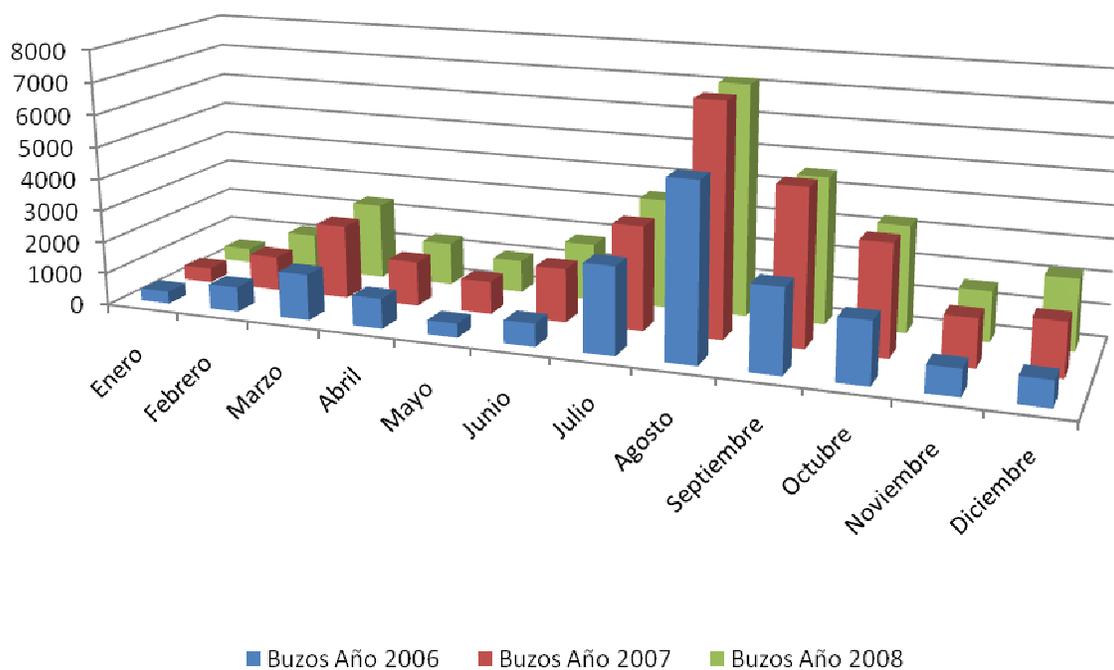


Figura 14: Comparación venta de buzos

La proyección de los datos de ventas de camisetas para el año 2008 (ver figura 15), muestra claramente que los meses más altos de ventas serán julio y agosto. Un punto importante de mencionar es que al comparar la figura 15 con la figura 13 y la figura 11, se puede apreciar que la demanda de camisetas es mayor a la de los otros productos.

Pronostico de Ventas 2008 de Camisetas

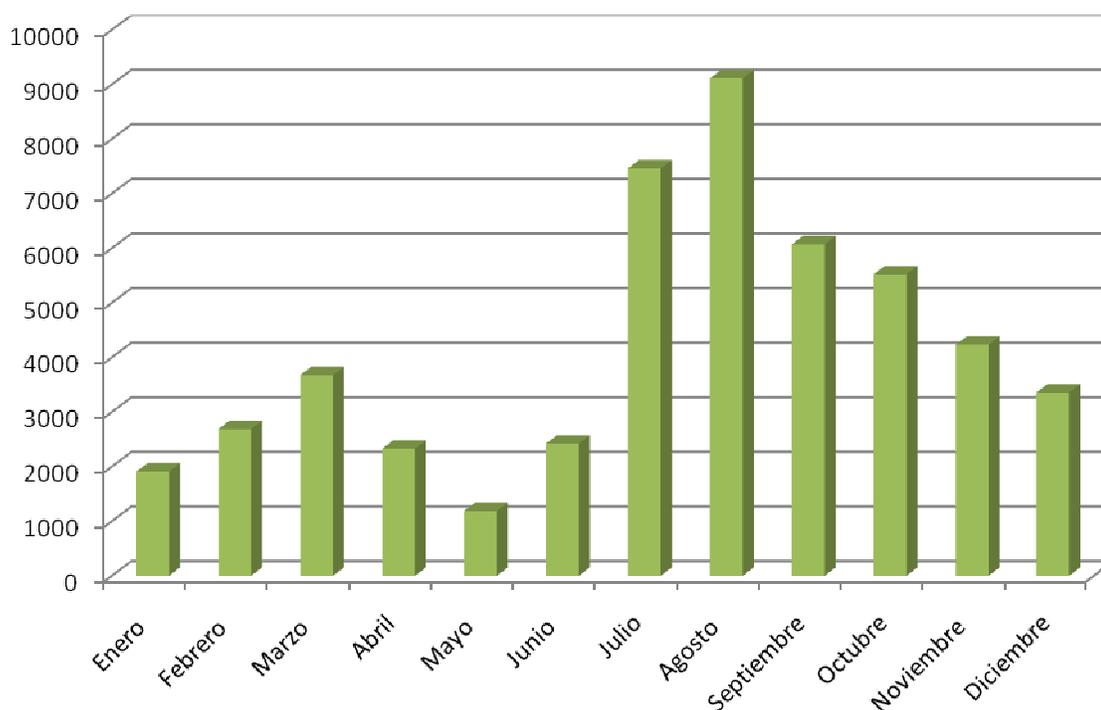


Figura 15: Pronóstico de camisetas 2008

Comparando el pronóstico de camisetas para el año 2008 con las ventas de los años 2006 y 2007 (ver Figura 16), se puede apreciar que la proyección para el año 2008 tendrá un rango de crecimiento moderado respecto a los años anteriores y de igual manera mantiene la misma distribución mensual de ventas.

Comparacion Ventas de Camisetas

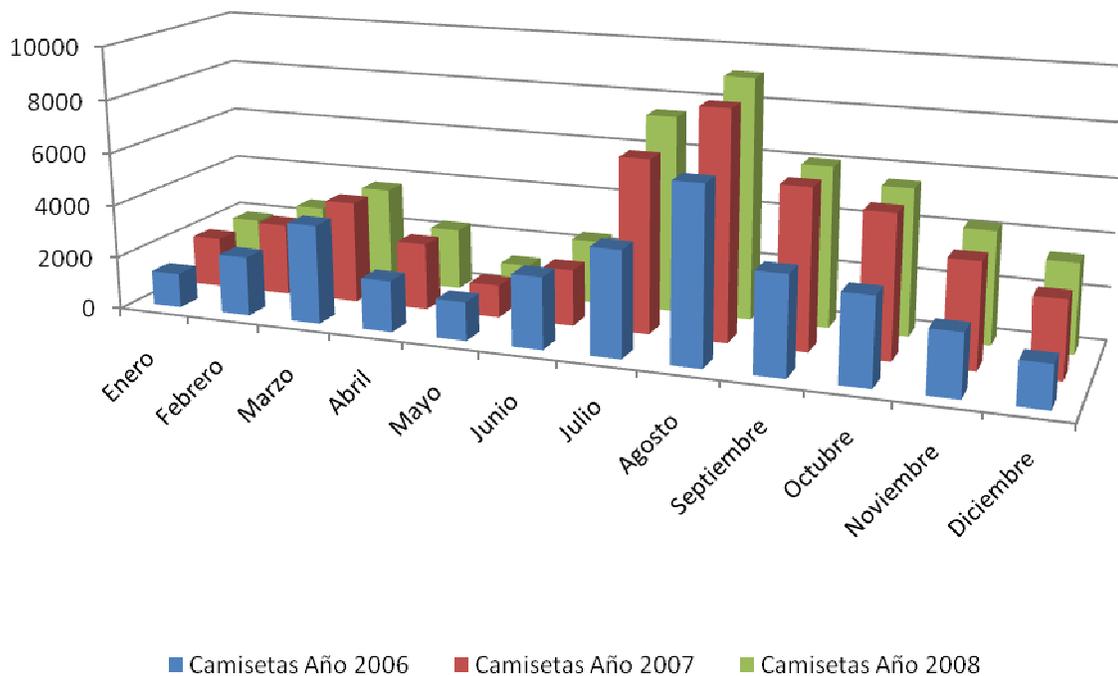


Figura 16: Comparación de ventas de camisetas

5.2. Tiempos de Producción

Se organizaron las hojas de ruta de cada producto elaborado en la planta, con el fin de definir las actividades que deberían cronometrarse para obtener el tiempo de cada actividad. La información de las actividades es codificada y aplicada según los criterios de diseño de cada producto.

5.2.1. Identificación de las Actividades

Para el análisis de este proyecto se consideraron las actividades que se encuentran dentro de los subprocesos productivos de confección, los mismos que están detallados y diagramados en el punto 4.2.4. Esto se debe a que los subprocesos de Confección de Camisetas, Buzos y Pantalones presentan actividades en común, entre éstas, las actividades de corte y de acabados. Por lo cual, para el desarrollo de este proyecto se clasificaron las actividades en los siguientes grupos:

- Corte
- Confección de Camisetas
- Confección de Buzos
- Confección de Pantalones
- Acabado

A continuación se describe cada una de las actividades identificadas en cada uno de los cinco grupos señalados previamente.

5.2.1.1. Corte

Las actividades de corte son principalmente aquellas actividades por donde comienzan los subprocesos de confección, éstas consisten en el corte de tela a partir de los moldes diseñados en la empresa, estas actividades se encuentran descritas en la tabla 9.

	#	Actividad	Descripción
Corte	1	Desdoblar Tela	Consiste en tomar la tela (insumo principal de producción) que usualmente se encuentra enrollada para desenrollarla y doblarla en la mesa de corte.
	2	Señalar Tela / Cortar Tela	Señalar la capa de la superficie de la tela a partir de los moldes y diseños que se desea cortar y proceder a cortar.

Tabla 9: Actividades de Corte

5.2.1.2. Confección Camisetas

El subproceso de confección de camisetas está compuesto de varias actividades que se describen en la tabla 10, estas son alimentadas de las actividades de corte previamente detalladas.

	#	Actividad	Descripción
Camisetas	3	Hacer la Vincha	Confección del abierto medio de la camiseta donde posteriormente se colocan los botones, con una máquina "Rectas".
	4	Armar los Hombros	Unir los cortes delantero y espalda en los hombros, a través de una máquina "Overlock"
	5	Armar las Mangas	Unir las mangas delanteras y traseras y anexarla al cuerpo de la camiseta, a través de un "Overlock"
	6	Unir el Cuello	Unir a los cortes delantero y espalda un cuello, a través de un "Overlock".
	7	Cerrar los Lados	Unir los lados de la camiseta para darle cuerpo a la misma. "Overlock"
	8	Recubrir las Mangas / Cerrar filos Bajos	Perfeccionar los bordes de la camiseta y brindar el acabado y seguridad de costuras de la misma, a través de una "Recubridora"

Tabla 10: Actividades Confección de Camisetas

5.2.1.3. Confección Buzos

El subproceso de confección de camisetas está compuesto de varias actividades que se describen en la tabla 11, estas son alimentadas de las actividades de corte previamente detalladas.

	#	Actividad	Descripción
Buzos	9	Elaborar Bolsillo	Elaborar bolsillos a través una Máquina "Recta" actividad que se realiza por separado debido a la dificultad de elaboración, para posteriormente unirla a la prenda.
	10	Armar Hombros	Unir los cortes delantero y espalda en los hombros, a través de una máquina "Overlock"
	11	Armar Mangas	Unir las mangas delanteras y traseras y anexarla al cuerpo de la camiseta, a través de un "Overlock"
	12	Cerrar los Lados	Unir los lados de la camiseta para darle cuerpo a la misma, y unir los bolsillos a la prenda "Overlock"
	13	Poner Puños	Unir pequeños elásticos (puños) en la parte inferior manga. "Overlock"
	14	Poner Pretina	Unir pretina en la parte superior del buzo. "Overlock"
	15	Despuntar seguro de Hombros y de Mangas	Colocar puntos de seguridad para evitar descocidos o mal uniones en los hombros y mangas. Actividad realizada a través de una máquina "Recubridora"
	16	Despuntar el Cuello	Colocar puntos de seguridad para evitar descocidos o mal uniones en el cuello. Actividad realizada a través de una máquina "Recubridora"

Tabla 11: Actividades Confección Buzos

5.2.1.4. Confección Pantalones

El subproceso de confección de camisetas está compuesto de varias actividades que se describen en la tabla 12, estas son alimentadas de las actividades de corte previamente detalladas.

Pantalones	17	Cerrar las tiras	Unir los lados laterales del pantalón para darle cuerpo al mismo, y unir los bolsillos al mismo. "Overlock"
	18	Cerrar la parte interna	Unir los lados internos del pantalón para darle cuerpo al mismo. "Overlock"
	19	Elaborar bolsillos	Elaborar bolsillos a través una Máquina "Recta" actividad que se realiza por separado debido a la dificultad de elaboración, para posteriormente unirla a la prenda.
	20	Crear el Doblado Bajo	Crear el acabado bajo de los pantalones a través de una Máquina "Recubridora"
	21	Enlasticar la Cintura	Unir el elástico de la cintura en la parte superior del pantalón. "Overlock"

Tabla 12: Actividades Confección de Buzos

5.2.1.5. Acabado

Las actividades de acabado son todas aquellas actividades por donde terminan todos los subprocesos de confección, estas consisten en el empaclado de los productos para la entrega a los clientes. Estas actividades se detallan en la tabla 13.

Acabado	22	Planchar	Dar el acabado de plancha a las prendas
	23	Doblar	Doblar la prenda
	24	Empacar	Guardar los productos terminados en fundas.

Tabla 13: Actividades Acabado

Una vez identificadas las actividades, es necesario tomar los tiempos de los mismos para así poder optimizarlos.

5.2.2. Descripción del Método para Toma de Tiempos

Para realizar la toma de tiempos se desarrolló una prueba piloto, con el objetivo de obtener información precisa y veraz, y con el fin de lograr la mayor exactitud de los datos.

Existen diversos métodos para llevar a cabo una toma de tiempos, los mismos que varían según los siguientes aspectos: el tipo de estudio a realizar, las dificultades de la medición y el tipo trabajo a ser medido. (Suarez y Rodriguez)

Este trabajo requiere un alto nivel de precisión en las mediciones, debido a que los tiempos son los datos principales que alimentan el desarrollo del proyecto. Asimismo, los tiempos son los parámetros de medición, y a través de estos se obtendrán resultados tangibles. (Suarez y Rodriguez)

Por otro lado, la toma de los tiempos en una planta de confección textil tiene una moderada dificultad debido a la existencia de diversos factores a considerar. De esta manera, para llevar a cabo la toma de tiempos de las actividades de producción se tomo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Separar los productos en actividades secuenciales dependiendo del producto.
- Estandarizar la toma de tiempos, desde que el operario toma la prenda a ser procesada en cada actividad, hasta que deja la prenda y se encuentra listo para tomar la siguiente prenda.
- Escoger al azar los operarios y máquinas a ser medidos, en diferentes horas del día y días de la semana. De esta forma, se podrá tener una

medición general de la fábrica para poder eliminar un posible sesgo en los datos.

- Medir las actividades según los productos que la fábrica este procesando, para no interferir en el plan de producción de la planta.

5.2.3. Resultados

Para la obtención de los resultados, se consideraron todos los factores antes mencionados y se tomaron 30 medidas de cada actividad. De esta manera, se obtuvo el promedio de los mismos y los resultados se encuentran en la tabla 14. En el Anexo 1 se muestran la tabla 29 y tabla 30 que detallan las 30 mediciones de tiempos realizadas para cada actividad. Las actividades 1, 2 y 3 son las actividades pertenecientes al grupo de corte, por lo que no se pudo obtener un tiempo unitario debido a que se realizan por lote. Los tiempos tomados corresponden a lotes de 100 unidades. Por tanto, la cuarta columna, muestra el promedio del lote, y la columna 3, muestra el tiempo promedio unitario.

#	Actividades	T Promedio	T Promedio
1	Desdoblar Tela	39.185	3918.459
2	Señalar Tela	18.522	1852.219
3	Cortar Tela	9.493	949.286
4	Hacer la Vincha	87.167	
5	Armar los Hombres	61.578	
6	Armar las Mangas	59.477	
7	Unir el Cuello	43.361	
8	Cerrar los Lados	45.020	
9	Recubrir las Mangas	34.069	
10	Cerrar filos Bajos	55.793	
11	Elaborar Bolsillos	274.287	
12	Poner Puños	80.862	
13	Poner Pretina	84.282	
14	Despuntar seguro de Hombros	28.040	
15	Despuntar seguro de Mangas	43.580	
16	Despuntar el Cuello	81.102	
17	Cerrar las tiras	84.874	
18	Cerrar la parte interna	46.313	
19	Crear el Doblado Bajo	80.796	
20	Enlasticar la Cintura	56.119	
21	Planchar Prenda	35.660	
22	Doblar Prenda	14.223	
23	Empacar Prenda	27.739	

Tabla 14: Tiempos Promedios de las Actividades

La recopilación completa de todas las actividades, sus tiempos promedios, y el grupo al que están asociadas se observan en la tabla 15. De igual forma, en esta tabla se observa que existe una columna denominada recurso, la misma que identifica la máquina que realiza cada actividad. En el caso de no usarla, se mantiene la palabra recurso, lo que identifica que es un operador(a) el que realiza la tarea. A la izquierda, se encuentra una columna que permite identificar la cantidad de recursos que desempeña la tarea, donde se espera un nivel de rendimiento del 80% que es lo óptimo en este tipo de trabajo. La última columna muestra el tiempo unitario promedio de producción en segundos. Como se aprecia en la tabla, algunas actividades han sido asociadas dentro de una misma actividad, debido a que un mismo recurso las realiza. Otras actividades presentan un mismo tiempo, aunque se encuentran en diferentes grupos, esto se debe a que se trata de una misma tarea.

	#	Actividad	Cantidad de Recursos	Recurso	Tiempo Unitario (s)
Corte	1	Desdoblar Tela	1	Recurso	39.185
	2	Señalar Tela / Cortar Tela	1	Recurso	28.015
Camisetas	3	Hacer la Vincha	3	Recta	87.167
	4	Armar los Hombres	1	Overlock	61.578
	5	Armar las Mangas	1	Overlock	59.477
	6	Unir el Cuello	1	Overlock	43.361
	7	Cerrar los Lados	1	Overlock	45.020
	8	Recubrir las Mangas / Cerrar fillos Bajos	1	Recubridora	89.862
Buzos	9	Elaborar Bolsillo	5	Recta	274.287
	10	Armar Hombros	1	Overlock	61.578
	11	Armar Mangas	1	Overlock	59.477
	12	Cerrar los Lados	1	Overlock	45.020
	13	Poner Puños	1	Overlock	80.862
	14	Poner Pretina	1	Overlock	84.282
	15	Despuntar seguro de Hombros y de Mangas	1	Recubridora	71.620
	16	Despuntar el Cuello	1	Recubridora	81.102
Pantalones	17	Cerrar las tiras	2	Overlock	84.874
	18	Cerrar la parte interna	1	Overlock	46.313
	19	Elaborar bolsillos	5	Recta	274.287
	20	Crear el Doblado Bajo	1	Recubridora	80.796
	21	Enlasticar la Cintura	1	Enlasticadora	56.119
Acabado	22	Planchar	2	Recurso	35.660
	23	Doblar	4	Recurso	14.223
	24	Empacar	4	Recurso	27.739

Tabla 15: Actividades y Tiempos por Actividad

Una vez obtenida toda la información requerida, es necesario realizar el modelo de optimización que podrá incorporar todos los elementos antes analizados, con el fin de conseguir resultados que optimicen la gestión de la planta.

6. MODELO MATEMATICO DE OPTIMIZACION DE RECURSOS.

Antes de realizar el modelo, se necesita recopilar datos importantes para el modelo, tales como las leyes laborales, salarios y otros datos contables de la empresa, los mismos que ayudaran a identificar las restricciones que el modelo matemático de optimización tendrá.

6.1. Leyes y estatutos del código laboral

Para las consideraciones y mejoras que el proyecto pretende realizar, se tomaron en cuenta las leyes del código de trabajo, las mismas que amparan a los trabajadores. De esta manera, el proyecto considerará las leyes que se encuentran expresadas en los artículos 14, 15, 17, 55, 181, 188 y 189 del código laboral. *Ver Anexo 2: Leyes y estatutos del código laboral*

Cabe recalcar que dentro de las leyes que se han adoptado para la realización del modelo de optimización, existen ciertos aspectos importantes de mencionar. En primer lugar, la ley determina los requerimientos mínimos que necesita un trabajador para tener estabilidad en una empresa. En segundo lugar, se estipula que dentro de un contrato se deberá dar un plazo de prueba a los trabajadores. Asimismo, se podrán realizar contratos eventuales en caso de que la planta lo requiera debido a falta de capacidad de la mano de obra.

Por otro lado, otro punto importante es que la ley establece que los trabajadores no pueden exceder el límite de horas establecidas por el estado. Si esto sucede, el contratante se ve obligado por la ley a pagar por horas suplementarias. Finalmente, la empresa deberá pagar una remuneración en caso de despido intempestivo.

6.2. Definición del Problema

Como se analizó previamente en el punto 5.1, la demanda de los tres productos de la empresa es completamente variable y presenta ciclos de estacionalidad. En la actualidad, para poder satisfacer la demanda en todos sus extremos, la empresa cuenta con un número de 42 operarios en el área de confección que trabajan durante todo el año. Asimismo, los operarios tienen que trabajar horas extras, fines de semana y feriados durante los meses picos, con la finalidad de poder satisfacer la demanda. Por el contrario, en épocas bajas del año, la productividad de los empleados desciende, dada la reducida carga laboral.

Por esta razón, la empresa desea obtener un método eficiente para la administración del recurso humano, que permita obtener una máxima productividad de los mismos durante la mayor parte del año. Al mismo tiempo, el propósito es que el método permita a la empresa disminuir los costos fijos que se emplean en el pago de nomina y el pago de horas extras.

Un aspecto importante de mencionar es que en años anteriores la empresa intentó crear dos jornadas de trabajo, con la finalidad de disminuir el número de empleados contratados y para optimizar el tiempo de utilización de las máquinas. Sin embargo, este sistema no dio resultado ya que la empresa no pudo encontrar el personal necesario para cumplir con la segunda jornada de trabajo.

Para la creación del modelo matemático, deberán considerarse los artículos del código laboral ecuatoriano que presentarán las restricciones para el modelo.

Ver Anexo 2: Leyes y estatutos del código laboral

6.3. Implementación del Modelo

El modelo matemático a utilizar es un modelo de programación lineal determinística entera. Se escogió éste, debido a que la programación lineal es la mejor forma de resolver problemas de asignación. Este modelo obtiene la solución óptima para estos tipos de problemas, minimizando los costos o los tiempos de producción de acuerdo sea el caso. Otra de las razones por las que se decidió utilizar programación lineal para este trabajo, se debe a la naturaleza de las variables y a la complejidad de tener modelos enteros no lineales como su problema de convexidad. (Hillier y Liberman)

A pesar de que los datos con los que se va a trabajar obedecen a un pronóstico, no se considerarán probabilísticos, ya que la proyección realizada convertirá en datos fijos para el modelo. (Hillier y Liberman)

6.3.1. Obtención de los Costos

Para el desarrollo del modelo matemático es necesario obtener el costo de ciertas actividades tales como la contratación o despido, el sueldo de los operarios, cotización de los costos para comprar maquinarias, y además, se deberá obtener el cálculo de la hora extra.

6.3.1.1. Costo del Personal

El costo del personal será el salario mínimo que establece la ley ecuatoriana para el año 2008, USD 200, incluyendo el pago de IESS, décimo tercero y décimo cuarto, por lo que para el cálculo del modelo se trabajara con este precio.

6.3.1.2. Costo de Contratar

El costo de Contratar debe ser estimado, debido a que no existe un costo fijo asignado a esta actividad, por lo tanto, para la obtención de este costo se tomarán en cuenta los rubros utilizados para contratar, tabla 16.

El primero de los rubros es el costo por hora del jefe de taller, quien está destinado a realizar el proceso de selección de personal. El tiempo que el jefe de taller dedica en promedio para la contratación es de 6 horas, y el sueldo del jefe de taller es de USD 600. De esta forma, el costo de las horas-hombre destinadas para la contratación será de USD 20.45. Por otro lado, el costo de un anuncio en algún medio de prensa escrita es en promedio de USD 30. Finalmente, el costo estimado de contratación será en total de USD 50.45, y para el desarrollo del Modelo, se redondeara a USD 50.

Sueldo Jefe de Taller	\$ 600.00
Horas destinadas para entrevista Personal	6
Costo estimado del tiempo del supervisor	\$ 20.45
Anuncio de Contratación en Prensa Escrita	\$ 30.00
Costo de Contratación de Personal	\$ 50.45

Tabla 16: Costos de Contratación

6.3.1.3. Costo de Despedir

El código laboral ecuatoriano, en su afán de defender los derechos y el bienestar de los trabajadores, mantiene penalizaciones fuertes para el despido intempestivo de los trabajadores o culminaciones por anticipado del contrato. Por esta razón, la

empresa deberá ser muy cuidadosa con el tipo de contrato que firmará con cada uno de sus trabajadores.

El artículo 14 del código laboral, *ver Anexo 2*, establece que la duración mínima de un contrato será de un año. Asimismo, el artículo 15 expone que cuando se celebre por primera vez este contrato, se podrá incluir un periodo de prueba de una extensión máxima de 90 días. El artículo 181 expone que por terminación previa del contrato, la empresa deberá indemnizar al trabajador con el 50% de las remuneraciones faltantes para culminar el contrato. Por tanto, si todo trabajador contratado firmara antes del contrato de un año, los 90 días de periodo de prueba, la empresa no gastará en indemnizarlo en caso de tratarse de un despido dentro del periodo de prueba. Por el contrario, si se despide al trabajador después de los 90 días, el costo oscilará entre 100 dólares si es despedido en el onceavo mes, y 900 dólares si es despedido en el cuarto. Lo cual no resultaría conveniente para la empresa.

La segunda opción sería contratar a los empleados dentro de un contrato eventual amparados en el artículo 17, donde la duración del contrato podrá ser definida por la empresa. El tiempo de duración que deberá firmar la empresa deberá ser de 3 meses, para que los costos de despedir al empleado estén en un rango entre USD 0 en caso de que el empleado fuese despedido después de los 3 meses, o USD 200 dólares en caso de que el empleado fuese despedido después del primer mes de trabajo. En caso que se requiera que el empleado trabaje más de 3 meses, el contrato pasará a ser contrato de temporada, donde los costos de despido seguirían siendo los mismos.

Por tanto, todo empleado que sea contratado para cubrir con la demanda estacional, deberá ingresar a la empresa con un contrato eventual.

De esta forma, para el desarrollo del proyecto, se asumirá en todos los casos que el costo de despedir a un empleado será de 100 dólares, el cual es el promedio de gastos en el que puede incurrir la empresa por el despido de un empleado.

6.3.1.4. Costo de Horas / Extras

De acuerdo a lo establecido en el inciso 2 del artículo 55, se deberá pagar a los empleados un 50% adicional de la hora laboral normal, ver tabla 17.

El sueldo de un operador es de USD 200 y las horas trabajadas al mes son 160, por tanto, cada hora de trabajo tendrá un valor USD 1.25. En consecuencia, al aplicar a este valor el 50% del valor adicional como contempla la ley, se obtiene que la hora extra tendrá un valor de USD 1.88

Sueldo del Operador	\$ 200.00
Horas Trabajadas al Mes	160
Costo de la Hora de Trabajo	\$ 1.25
Costo de la Hora Extra	\$ 1.88

Tabla 17: Costos de Horas Extras

6.3.1.5. Costo para Comprar Máquinas

El modelo de optimización nos dará el resultado de la maquinaria adicional que se requiere cuando la producción aumenta. Igualmente, indica el costo de cada una de las máquinas, cotizado por el proveedor de la empresa, ver tabla 18. En el Anexo 3: Costo de las Máquinas, se encuentra la descripción de cada una de las Máquinas y la cotización de las mismas.

Tipo de Máquina	Precio
Recta	\$ 600.00
Overlock	\$ 800.00
Recubridora	\$ 1,200.00
Enlasticadora	\$ 1,500.00

Tabla 18: Costo de las Máquinas

6.3.2. Construcción del Modelo

Con toda la información recopilada anteriormente, se procede a describir el modelo de optimización que será parte de la estructuración de los parámetros analizados. Se llevará a cabo la construcción de ecuaciones, con el objetivo de conseguir resultados tangibles que ayuden a la optimización en la empresa.

6.3.2.1. Identificación de las Variables

La construcción del modelo se realiza analizando los distintos factores que determinan la producción para cada mes y para cada actividad, para lo cual, se categorizó mediante los siguientes subíndices:

- i = Meses del Año 2008 de Enero a Diciembre

- j = Numero de las actividades, las mismas que se encuentran identificadas y numeradas, ver tabla 15

Para la construcción del Modelo se identificaron las siguientes variables:

- $X_{i,j}$ = Número de Empleados asignados en el mes i , de la actividad j .
- $Z_{i,j}$ = Número de Empleados Despedidos en el mes i , de la actividad j .
- $W_{i,j}$ = Número de Empleados Contratados en el mes i , para la actividad j .
- $Y_{i,j}$ = Número de Horas Extras Trabajadas en el mes i , en la actividad j .
- $M_{i,j}$ = Número de máquinas Compradas en el mes i , para la actividad j .

Además, fue necesario añadir una variable para tener registro de las máquinas existentes en cada mes.

- $N_{i,j}$ = Número de máquinas totales que tiene la empresa en el mes i , en la actividad j .

6.3.2.2. Función Objetivo

La función objetivo trata de minimizar los costos de producción de todos los meses, ver ecuación 5. Aquí se muestra el modelo matemático de la función objetivo.

$$\text{MIN} \sum_{i=1}^{12} \left[\sum_{j=1}^{24} (200X_{i,j} + 50W_{i,j} + 100Z_{i,j} + 1,88Y_{i,j}) + \sum_{j=1}^{24} (C_{i,j} \times M_{i,j}) \right]$$

Ecuación 5: Función Objetivo – Modelo de Programación Lineal

Ésta consiste en la minimización de los costos de salarios ($200x_{i,j}$), costos de contratar ($50w_{i,j}$), despedir, ($100z_{i,j}$) y costos trabajar horas extras ($1.88y_{i,j}$), para cada actividad y cada mes del año 2008. Además, la función objetivo incluye en la minimización, el costo de comprar nueva maquinaria, la $C_{i,j}$, la misma que está expresada en la tabla 18.

6.3.2.3. Descripción de las Restricciones.

Existen ciertas restricciones que deben ser consideradas en base a las necesidades propias del problema y a las suposiciones que un problema de programación lineal debe tener, incluyendo las leyes del código laboral y limitaciones propias de la empresa. Éstas se detallan a continuación:

De acuerdo al artículo 55 del código laboral ecuatoriano, ningún empleado podrá exceder un total de 12 horas extras trabajadas a la semana, esto indica que el máximo de horas trabajadas al mes será 48.

Para el desarrollo del modelo, se deberá considerar que todo empleado tendrá a su disposición una máquina, con excepción de los empleados que trabajan en el área de corte y en el área de acabado.

En caso de que en algún mes se decida comprar una máquina, se deberá contratar un empleado para el manejo de la misma, aunque esa máquina podrá estar libre los siguientes meses.

6.3.2.4. Planteamiento de las restricciones.

Como parte de la construcción del modelo de optimización, se formularon las restricciones matemáticas, que son las limitaciones y rangos que el modelo puede tener. A continuación se presentan las restricciones que se consideraron necesarias para el planteamiento del problema.

1.- Asegurar el cumplimiento de la demanda de los productos. Esta restricción se cumple al hacer que el número de horas que deben trabajarse sean mayores o iguales al número de horas necesarias para cumplir la demanda, ver ecuación 6. El coeficiente 160 es el número de horas trabajadas por operario, que al multiplicarlo por el número total de empleados en cada periodo, da el número de horas disponibles en horario regular. A esto se le suma el número total de horas extras (y), para obtener el número total de horas disponibles que debe ser mayor o igual que el número de horas necesarias para cumplir la demanda ($t_{i,j}$).

$$160x_{i,j} + y_{i,j} \geq t_{i,j} .$$

Ecuación 6: Cumplimiento de la Demanda (Horas – Hombre)

2.- Garantizar que la cantidad de horas extras trabajadas por cada empleado ($u_{i,j}$), no sea mayor de 48 al mes, ver ecuación 7.

$$y_{i,j} - 48x_{i,j} \leq 0$$

Ecuación 7: Cumplimiento de Horas Extras

3.- Garantizar que el número de empleados del siguiente periodo ($x_{i,j+1}$), sea igual al número total de empleados del periodo actual ($x_{i,j}$), menos la cantidad de

empleados despedidos ($z_{i,j}$), más la cantidad de empleados contratados ($w_{i,j+1}$). Ver ecuación 8.

$$x_{i+1,j} = x_{i,j} - z_{i+1,j} + w_{i+1,j}$$

Ecuación 8: Empleados Despedidos y Contratados

4.- Guardar en la variable n, la cantidad total de máquinas de cada actividad, ver ecuación 9. La ecuación indica que la cantidad de máquinas totales de la empresa para el siguiente periodo ($n_{i,j+1}$), es igual a la cantidad de máquinas del presente periodo ($n_{i,j}$), más la cantidad de máquinas compradas en el siguiente periodo ($m_{i,j+1}$).

$$n_{i+1,j} = m_{i+1,j} + n_{i,j}$$

Ecuación 9: Número Total de Máquinas

5.- Garantizar que exista el número de máquinas suficientes para cumplir con la demanda requerida, ver ecuación 10. Al multiplicar las horas de trabajo por el número de máquinas, se obtiene el número de horas disponibles de máquinas totales. Ésta debe ser mayor o igual que el tiempo requerido de operación para cumplir con la demanda.

$$160n_{i,j} \geq t_{i,j}$$

Ecuación 10: Cumplimiento de la Demanda (Horas – Máquina)

6.3.2.5. Modelo Construido.

El modelo matemático cuenta con un total de 1728 variables, tal como se puede observar al analizar la función objetivo, Ecuación 5, o al analizar la descripción de las variables detallada en el punto 6.3.2.1. De la misma forma, el modelo matemático cuenta con 1488 restricciones. Por tanto, para llevar a cabo la resolución de este modelo, se requiere una herramienta de cálculo que pueda sostener un problema de este tamaño. La herramienta seleccionada fue el Premiun Solver para Excel 2007. Este programa permite ingresar una gran cantidad de variables por utilizar programación de tallo y hoja, (branch and bound). (U.P.C.)

En el problema construido, las celdas que se encuentran sombreadas con celeste, son los valores de las variables. Por otro lado, la celda sombreada con amarillo, representa la celda de la Función Objetivo. *Ver Hoja Electrónica: TESIS – Modelo Matematico.xlsx*

6.3.2.6. Análisis de los Resultados.

Los resultados obtenidos (ver Tabla 19 y Tabla 20), sugieren que el primer paso es despedir a las personas que están en exceso, las mismas que forman parte de las siguientes actividades: hacer vinchas, elaborar bolsillos, cerrar las tiras, y actividades de empaque.

Asimismo, los resultados determinan que en la actualidad la productividad de la fábrica es baja y que la fábrica cuenta con más personas de las que necesita para satisfacer su demanda promedio. De esta manera, una vez identificadas las actividades y utilizando los resultados del modelo, se puede establecer que el número de personas está en sobrecapacidad, principalmente en el área de corte y empaque.

Como se aprecia en la Tabla 19 y en la Tabla 20, la fábrica debería trabajar con un empleado por actividad durante los 6 primeros meses. Sin embargo, en el tercer mes debería trabajar 22 horas extras en una actividad para satisfacer la demanda. En los meses de Julio y Agosto, en donde la demanda se incrementa, se puede determinar que es necesario contratar más personal para las diversas actividades. Así, en el mes de agosto se deberá contratar a ocho personas adicionales, y además, trabajar 186 horas extras, en comparación con el personal de junio. En este mismo mes, se da la necesidad de comprar una máquina Recubridora adicional para satisfacer la demanda.

En los últimos meses del año, al disminuir nuevamente la demanda, se puede observar que se deberán despedir nuevamente empleados de prueba.

Por otro lado, a través de los resultados obtenidos con el modelo, se puede estipular que se requieren hacer muchos cambios. Así, para el mes de marzo del

2008, se deberán aumentar las horas extras a 22, y se necesitará de dos personas más de trabajo para suplir la demanda. Todos estos cambios indicados en la tabla uno darán como resultado una mayor productividad a la planta, ya que todo parte en función de la demanda. El costo estimado de todos estos cambios de optimización está dado como resultado del problema y es \$65510.

Si la compañía hubiese continuado trabajando el presupuesto de gasto solo en costos de nomina para el año 2008 es de \$100800. Esto se debe a la gran cantidad de mano de obra improductiva que mantiene la empresa. Además sobre este valor no se considera compra de maquinaria, que como se detallo previamente se debe realizar estas compras para poder satisfacer la demanda del año 2008.

#	Actividad	Cantidad de Recursos	Recurso	Dec-07	Jan-08			Feb-08			Mar-08			Apr-08			May-08		
				Personas	Personas	Horas Extras	Máquinas Compradas												
1	Desdoblar Tela	1	Recurso	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
2	Señalar Tela / Cortar Tela	1	Recurso	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3	Hacer la Vincha	3	Recta	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
4	Armar los Hombres	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
5	Armar las Mangas	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
6	Unir el Cuello	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
7	Cerrar los Lados	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
8	Recubrir las Mangas / Cerrar filos Bajos	1	Recubridora	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
9	Elaborar Bolsillo	5	Recta	5	1	0	0	1	0	0	1	22	0	1	0	0	1	0	0
10	Armar Hombros	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
11	Armar Mangas	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
12	Cerrar los Lados	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
13	Poner Puños	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
14	Poner Pretina	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
15	Despuntar seguro de Hombros y de Mangas	1	Recubridora	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
16	Despuntar el Cuello	1	Recubridora	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
17	Cerrar las tiras	2	Overlock	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
18	Cerrar la parte interna	1	Overlock	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
19	Elaborar bolsillos	5	Recta	5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
20	Crear el Doblado Bajo	1	Recubridora	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
21	Enlasticar la Cintura	1	Enlasticadora	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
22	Planchar	2	Recurso	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
23	Doblar	4	Recurso	4	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
24	Empacar	4	Recurso	4	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Tabla 19: Resultados del Modelo (1/2)

Jun-08			Jul-08			Aug-08			Sep-08			Oct-08			Nov-08			Dec-08		
Personas	Horas Extras	Máquinas Compradas																		
1	0	0	1	6	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	22	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	21	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	27	0	2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	2	0	0	3	67	0	2	27	0	2	0	0	1	0	0	1	7	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	9	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	3	0	0	3	55	0	2	0	0	2	0	0	1	5	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	20	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

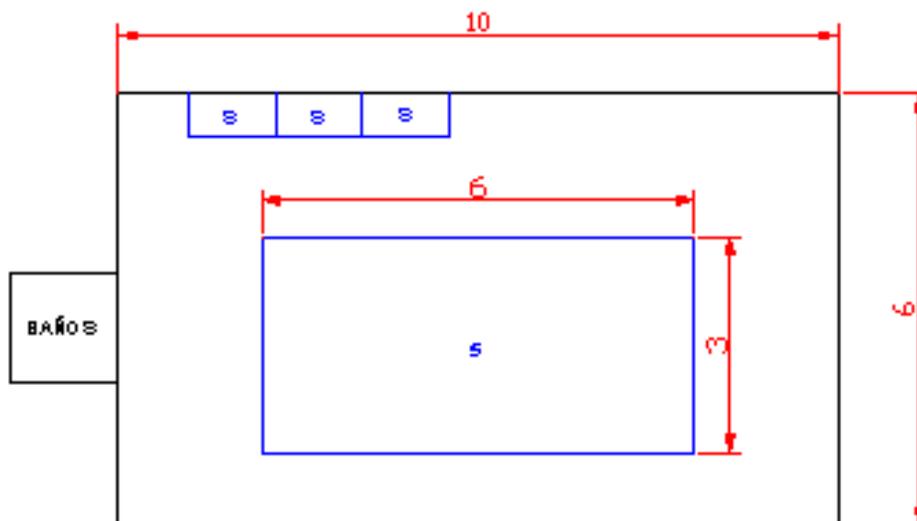
Tabla 20: Resultados del Modelo (2/2)

7. REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

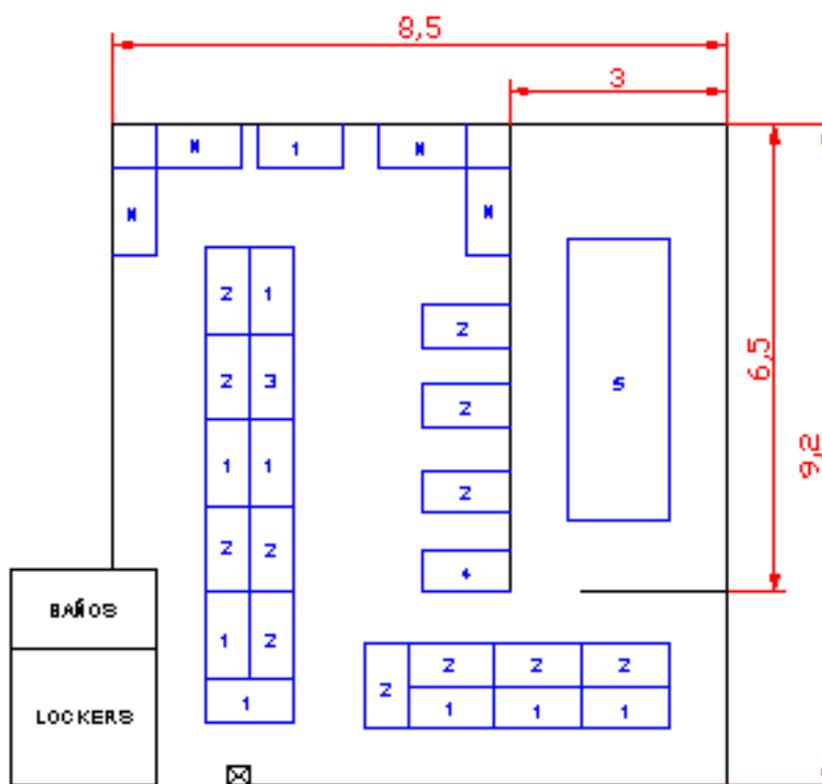
Una vez analizado el modelo de optimización, se procede a realizar el rediseño y la reestructuración de la planta industrial, por medio de los datos obtenidos en el modelo. Así, se obtendrá un mayor beneficio el momento de operación y se aumentará la eficacia y productividad. Además de los datos técnicos, se tomará en cuenta la información cualitativa de la empresa, con la finalidad de lograr un diseño que se adapte a todas las necesidades.

7.1. Distribución de planta actual

El edificio principal de la fábrica cuenta con dos pisos, en donde se encuentran los procesos productivos de la fábrica, y el área de las oficinas. En la actualidad, en el piso superior se realizan las actividades de diseño de prendas, planificación de corte, corte de tela, empaque y planchado de prendas. En cuanto al corte de tela para la elaboración de camisetas, éste se realiza en el piso inferior, en la mesa de corte pequeña. Asimismo, en el piso inferior se encuentra la mayoría de las máquinas de confección, donde se desarrollan los procesos de confección de las prendas. La figura 17 muestra un gráfico de los dos pisos de la planta. Además, la fábrica cuenta con el área de oficinas, un galpón donde se realizan los procesos de terminado, y una área de bodega que se encuentra en el piso superior, pero que no se muestran en el gráfico.



Piso Superior



Piso Inferior

Figura 17: Layout Actual

Una vez hecho el análisis, se procede a utilizar las herramientas que nos ayudarán a rediseñar la planta. Por medio del método que se explicará posteriormente, se conseguirá tener una distribución de planta que optimice los recursos.

7.2. Descripción del Método de Rediseño a Utilizar

La nueva distribución de planta se basará en el método de Muther's o (SLP), que es el método más indicado para objeto de este estudio. Por medio de éste, se podrá conseguir un diseño de planta que relacione todas las actividades de operación de la misma, unificando criterios de producción, optimización y calidad. Su estructura base funciona por medio del diagrama de relación de las actividades, el mismo que se encarga de relacionar las actividades de producción entre sí, basada en la información y entendimiento de las relaciones entre actividades.

Con la ayuda del análisis del flujo y de relación, se desarrollará el diagrama de relaciones, el mismo que proporcionará datos iniciales para llevar a cabo el rediseño de la planta. Posteriormente, se determinará la cantidad de espacio a ser asignado a cada departamento. De esta manera, se obtendrá el diagrama de relación de espacio, tomando en cuenta modificaciones requeridas y limitaciones prácticas.

Se desarrollarán varios diseños de planta, de los cuales se obtendrá la alternativa ideal a ser implantada. El método de Muther's busca priorizar la asignación de espacio mediante el grado de satisfacción de la relación de las actividades. Por lo que, el proceso de convertir el diagrama de relación de espacio en posibles alternativas de distribución de la planta, no es mecánico sino es un proceso de selección en base a la satisfacción de la relación, el mismo que hace uso de la intuición y la experiencia.

Este método es muy propio de este tipo de industrias de confección textil, ya que en la actualidad gran parte de las empresas de este medio, han optado por emplear este método para el diseño de sus plantas. Esto se debe esencialmente a la optimización de los recursos, que es la principal herramienta para el incremento de la productividad en las empresas. (Tompinks 70-103)

7.3. Rediseño de distribución de la planta

Para proceder al rediseño, lo primero es evaluar la situación actual de la empresa. A continuación, se deberá identificar alternativas a los flujos de materiales y a las distribuciones de procesos y espacios, para que en una fase final se pueda seleccionar con criterios sistemáticos.

7.3.1. Identificación de los Departamentos

Para el rediseño de la distribución de planta es preciso empezar por la información, donde se agruparon las actividades en 5 departamentos que son: 1. Corte, 2. Confección de Camisetas, 3. Confección de Pantalones, 4. Confección de Buzos, 5. Acabado, ver Tabla 21. Adicional a ello, en la tabla se observan tres departamentos que son: Oficinas, Bodega y Despacho. Estos departamentos son incluidos para ser considerados en el rediseño de la distribución de la empresa, ya que tienen un porcentaje interesante de la planta y se encuentran fijos.

Departamento	#	Actividad
Oficina	O	Área de Oficinas
Bodega	B	Sacar M.P. de Bodega
Corte	1	Desdoblar Tela
	2	Señalar Tela / Cortar Tela
Confección de Camisetas	3	Hacer la Vincha
	4	Armar los Hombres
	5	Armar las Mangas
	6	Unir el Cuello
	7	Cerrar los Lados
	8	Recubrir las Mangas / Cerrar filós Bajos
Confección de Buzos	9	Elaborar Bolsillo
	10	Armar Hombros
	11	Armar Mangas
	12	Cerrar los Lados
	13	Poner Puños
	14	Poner Pretina
	15	Despuntar seguro de Hombros y de Mangas
	16	Despuntar el Cuello
Confección de Pantalones	17	Cerrar las tiras
	18	Cerrar la parte interna
	19	Elaborar bolsillos
	20	Crear el Doblado Bajo
	21	Enlásticos la Cintura
Acabado	22	Planchar
	23	Doblar
	24	Empacar
Despacho	D	Sacar Producto a Despacho

Tabla 21: Actividades por Departamento

A continuación se describen los componentes de cada uno de los departamentos mencionados anteriormente. En primer lugar, en la bodega se almacena toda la materia prima a ser procesada. En segundo lugar, el departamento de corte tiene dos mesas que funcionan con cortadoras industriales, las mismas que sirven para

moldear el producto a ser procesado. En los departamentos de confección de buzos, camisetas y pantalones, se encuentran todas las máquinas de costura industrial, detalladas en el capítulo anterior. Cada departamento tiene alrededor de 10 máquinas que son ordenadas en módulos, según la secuencia del producto a fabricarse.

De igual manera, en el acabado existen insumos y maquinarias que sirven para el terminado de los productos. El departamento de despacho es en donde se almacenan provisionalmente todos los productos terminados y listos para ser entregados a los diferentes clientes. Finalmente, la oficina es el área en donde funcionan unidades de logística, finanzas y producción.

7.3.2. Dimensiones de los Departamentos

Una vez claros los departamentos y espacios, se necesitan los cálculos de espacio de los departamentos, tomando en cuenta los datos de la optimización.

Para el cálculo de las dimensiones de cada uno de los departamentos, se midieron las máquinas, y mesas o sitios de trabajo. Se sumó el espacio de operación necesario, es decir, el espacio que cada operador tiene que utilizar para desarrollar su trabajo. A este total, se agrega un 33% para espacios de circulación (pasillos interiores). La Tabla 22 muestra el cálculo de los espacios necesarios para cada uno de estos departamentos en metros cuadrados. Los departamentos de Oficina, Bodega y Despacho presentan el tamaño requerido, pues este tamaño ya incluye los espacios de circulación necesarios.

		Espacio Neto	Espacio de Trabajo	Total Individual	Total Grupo	Porcentaje de Circulación
Oficina		40		40	40	40
Bodega		24	24	24	24	30
Corte	Mesa 1	5.538	10.962	16.5	50.25	50.25
	Mesa 2	18	15.75	33.75		
Confección Camisetas	Máquina 1	0.72	0.42	1.14	10.26	13.6458
	Máquina 2	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 3	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 4	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 5	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 6	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 7	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 8	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 9	0.72	0.42	1.14		
Confección Buzos	Máquina 1	0.72	0.42	1.14	14.82	19.7106
	Máquina 2	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 3	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 4	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 5	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 6	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 7	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 8	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 9	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 10	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 11	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 12	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 13	0.72	0.42	1.14		
Confección Pantalones	Máquina 1	0.72	0.42	1.14	11.4	15.162
	Máquina 2	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 3	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 4	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 5	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 6	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 7	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 8	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 9	0.72	0.42	1.14		
	Máquina 10	0.72	0.42	1.14		
Acabado	Mesa 1	0.3	0.60	0.9	18.3	24.339
	Mesa 2	0.3	0.60	0.9		
	Mesa 3	6	10.5	16.5		
Despacho		12		12	12	12

Tabla 22: Dimensiones de los Departamentos en m²

7.3.3. Análisis de Precedencia

El análisis de precedencia busca encontrar la relación secuencial entre las actividades y departamentos de producción de la empresa; sigue el ruteo de un producto. Por ejemplo, para el caso de producción de camisetas, el análisis de precedencia busca encontrar cuales son las actividades secuenciales de la producción de camisetas. Este análisis involucra todo el proceso productivo, desde la materia prima hasta el acabado de los productos.

El análisis de precedencia sirve para identificar el orden de las actividades, y poder calcular la importancia de adyacencia de las actividades y departamentos.

A través del análisis se pueden construir tablas necesarias para el rediseño, como la tabla de relaciones y de precedencia "From - To chart" y "Rel chart". (Tompinks 79-96)

En la empresa se desarrolló el análisis de precedencia de las actividades en base al proceso de producción de camisetas, pantalones y buzos. Así, se relacionó las actividades secuenciales de los productos desde la materia prima hasta el acabado. La precedencia se puede clasificar con el flujo del proceso de confección de junior sport, ver figura 18. Los números indican la actividad a realizarse (ver tabla 22); el inicio del diagrama es la bodega donde se almacena toda la materia prima, y el fin es el despacho donde se almacenan los productos terminados.

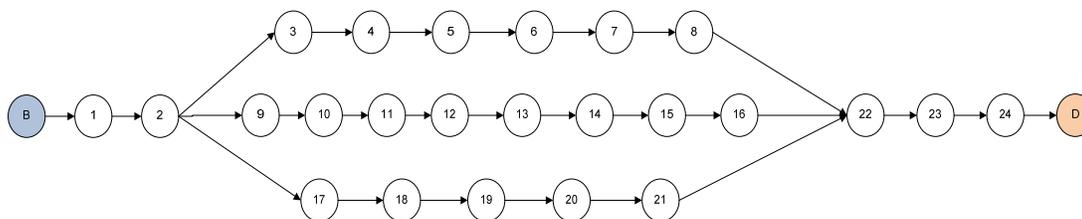


Figura 18: "Flow Chart" – Proceso de Confección

7.3.4. Análisis del Flujo Materiales: "From – To Chart"

El flujo entre departamentos en la empresa se obtiene a partir de los datos de producción, ya que estos datos proporcionarían la cantidad de material que pasa de una actividad a otra.

Los datos de producción son obtenidos de los pronósticos evaluados en el punto 5.1.2, de ahí fue posible determinar la cantidad de flujo de tela que existe entre las diferentes estaciones de trabajo o actividades.

La unidad escogida para el flujo es la cantidad de tela, debido a que la entrada de materia prima más importante de producción, además de ser fácil de medir.

Para obtener el flujo de materia prima entre los diferentes departamentos, se multiplica la demanda promedio de cada uno de los productos por la cantidad de tela promedio por prenda, ver tabla 23. Las medidas pertenecen a prendas de talla "Médium", ya que el promedio de medidas tanto para hombres como para mujeres está dado por la talla M.

Cantidad de Tela Promedio por Prenda (m2)			
	Pantalones	Buzos	Camisetas
Manga		0.486	0.24
Cuerpo	0.8	0.66	0.77
Bolsillos	0.14	0.14	
Total	0.94	1.286	1.01

Demanda Promedio	1682.84	1452.21	2411.17
-------------------------	---------	---------	---------

Tabla 23: Cantidad de Tela Promedio por Prenda

Como resultado se obtiene la cantidad de tela promedio que pasa entre los departamentos para generar los productos terminados, ver tabla 24. Este resultado será la base del diseño de la planta y la tabla de relación.

La cantidad de flujo total entre los departamentos es de 9725m² de tela. Es importante indicar que en este cuadro no se contemplan las reducciones de tela, las mismas que son causadas por los desperdicios. Y que llega a ser un porcentaje de la tela inicial

	Oficinas	Bodega	Corte	Confección Camisetas	Confección Buzos	Confección Pantalones	Acabado	Despacho
Oficinas	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodega	-	-	9725	-	-	-	-	-
Corte			-	4207	3248	2270		
Confección Camisetas				-	-	-	4207	-
Confección Buzos					-	-	3248	-
Confección Pantalones						-	2270	-
Acabado							-	9725
Despacho								-

Tabla 24: From-To Chart

7.3.5. Análisis de la Relación: “Rel Chart”

Con la ayuda del análisis del flujo de materiales, se procede a realizar el diagrama de relaciones, que es el tercer paso en la construcción de la distribución de la planta. La importancia de este análisis es que toma en cuenta varios factores cualitativos como: la supervisión, la dificultad de transportar materiales, la cercanía que deben tener los departamentos a la provisión de suministros. Estos factores cualitativos se integran directamente al flujo de información, para la creación de un rating o sistema de calificación entre departamentos; el mismo que como único objetivo busca representar la importancia de adyacencia entre departamentos. (Tompinks 94-96)

- Flujo de material (From-To chart)
- Cercanía de departamentos
- Ruta de los productos en las actividades (diagrama de precedencia).

En el análisis del diagrama de relaciones, no se tomaron en cuenta aspectos como: seguridad, salud y riesgo de incendio; ya que en este tipo de industrias, esta clase de aspectos son muy bajos o no existen.

En Junior Sport, el diagrama de relaciones o rating de calificación está dividido en seis subniveles:

A: Cuando la adyacencia entre departamentos es absolutamente necesaria.; E: Cuando es especialmente importante; I: Cuando es importante; O: cuando es poco importante; U: Cuando no es importante, y X: Cuando no es deseable.

El diagrama de relación de Junior Sport, ver Tabla 25, muestra la importancia de adyacencia entre departamentos de la empresa. Además, indica la importancia de adyacencia entre departamento de una manera general, por ejemplo, se observa que es absolutamente necesario que los departamentos de bodega y corte vayan juntos. Esto sucede, ya que en bodega se almacena toda la materia prima a ser procesada y el corte es el primer paso del proceso de producción, lo que refleja el flujo de carga. Además estos dos departamentos tienen calificación A debido a que el flujo de carga a mover es grande y si no irían juntos esto repercutiría en un trabajo más largo, tomando demasiado tiempo de empleados y de operación restándole productividad a la fábrica.

Así como la bodega con la oficina, tiene calificación de O que es especialmente importante, debido principalmente a la labor de chequeo y control por parte de la oficina a toda la materia prima que ingresa a la planta.

También se observa como el corte con la confección de pantalones, camisetas y buzos tiene una calificación de E que es importante, pero no es absolutamente necesario es simplemente por cuestión de movilidad y comodidad.

Por último se observa que en el diagrama de relación la mayoría de relaciones tienen una calificación de U, esto se debe a que la mayoría de departamentos no es importante que vayan juntos, simplemente es cuestión de movilidad pero esto no es imprescindible, lo que facilita la elaboración de diferentes tipos de Layout, ya que esto nos da una mayor libertad al momento de asignar los espacios.

	Oficinas	Bodega	Corte	Confección Camisetas	Confección Buzos	Confección Pantalones	Acabado	Despacho
Oficinas	-	O	U	U	U	U	U	O
Bodega		-	A	U	U	U	U	O
Corte			-	E	E	E	U	U
Confección Camisetas				-	O	O	E	U
Confección Buzos					-	O	E	U
Confección Pantalones						-	I	U
Acabado							-	A
Despacho								-

Tabla 25: Rel Chart - Diagrama de Relación

7.3.6. Uso del Software para el Rediseño

Para el rediseño de Layout se va a utilizar un Software especializado, el cual utiliza como habilitantes el cuadro de relación entre departamentos (Rel-Chart), el cuadro de flujo de material entre departamentos (Flow-Chart), y la curva de llenado de espacio. En el software se ingresa la distribución de las distintas como se encuentran en la actualidad, y todos los habilitantes detallados; y este genera un modelo de cómo deberá distribuirse los departamentos entre las facilidades, la distribución final puede ser modificada de la opción que da como resultado el software, al considerarse otros factores.

7.3.6.1. Descripción del Software a Utilizar

El software que se va a utilizar para realizar es: "Layout Vt Software" es un programa desarrollado en la Universidad de Virginia Tech en EEUU, ideado para desarrollar diseños de facilidades, el software utiliza métodos heurísticos para

realizar diferentes combinaciones hasta obtener el resultado de diseño óptimo que satisfaga todas las restricciones. (Virginia Tech)

7.3.6.2. Ingreso de los Datos en el Software Vt Layout

Con el objetivo de lograr el rediseño se utilizó el Software Vt Layout. En el cual se ingresaron toda la información previamente detallada: espacio actual, espacio requerido por área, el diagrama de relación, el diagrama de flujo. El ingreso de los datos en el software se muestra detallado en el Anexo 4: Ingresar los Datos – Software Vt Layout.

7.3.7. Resultado del Rediseño

Una vez ingresado todos los departamentos en la malla de diseño, el cuadro de flujo entre los departamentos y el diagrama de relación entre los mismos, se ejecuta el software de manera de obtener la combinación de departamentos entre los pisos, y el resto obtenido es el siguiente:

En el primer piso, el software ubico a los departamentos, de corte y la bodega de materia prima, como se ve en la figura 19, esta ubicación de los departamentos es óptima pues la cantidad de flujo de producto que existe entre estos departamentos es abundante además que la dificultad de transportar la tela entre estos departamentos es la más alta, ya que la tela todavía no se encuentra cortada, es decir todavía se encuentra almacenada en rollos.

Por otro lado en el segundo piso se ubicaron los departamentos de confección, el acabado y la zona de despacho de producto terminado, como muestra la figura 20.

Es conveniente que todos los departamentos de confección se encuentren en el mismo piso, debido a que pueden compartir suministros. Es de gran utilidad también que los departamentos de confección se encuentran cerca del departamento de acabado ya que estos abastecen permanentemente a este departamento.

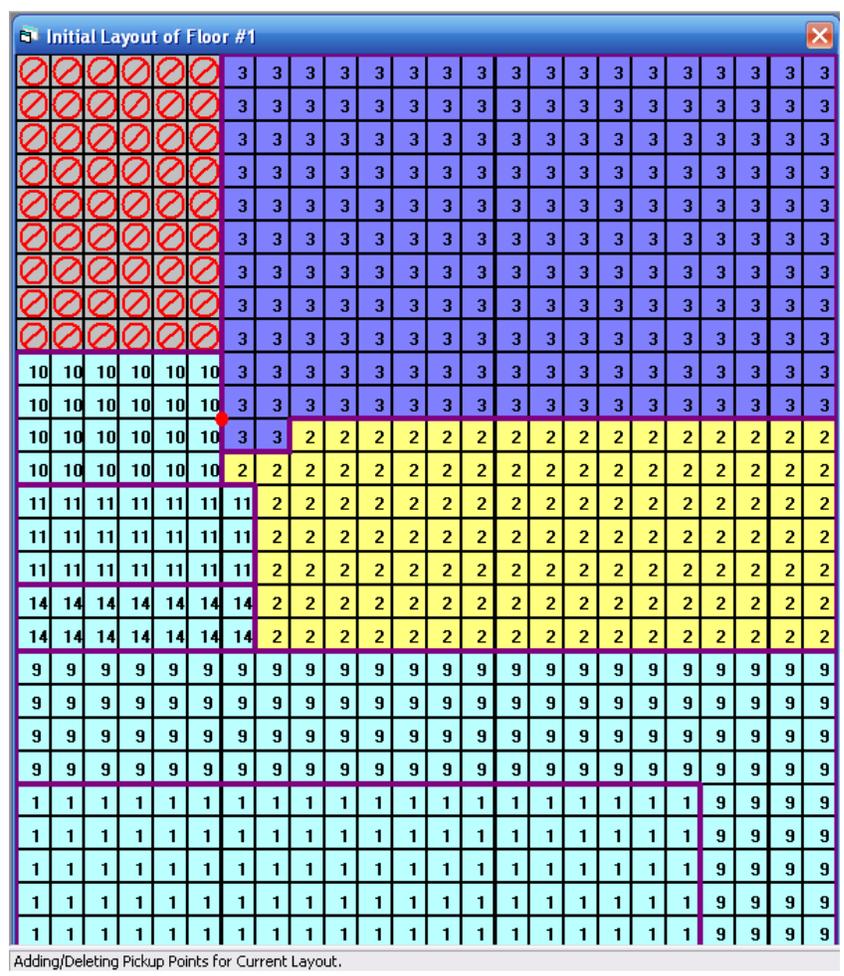


Figura 19: Layout Vt Software - Rediseño - Primer Piso

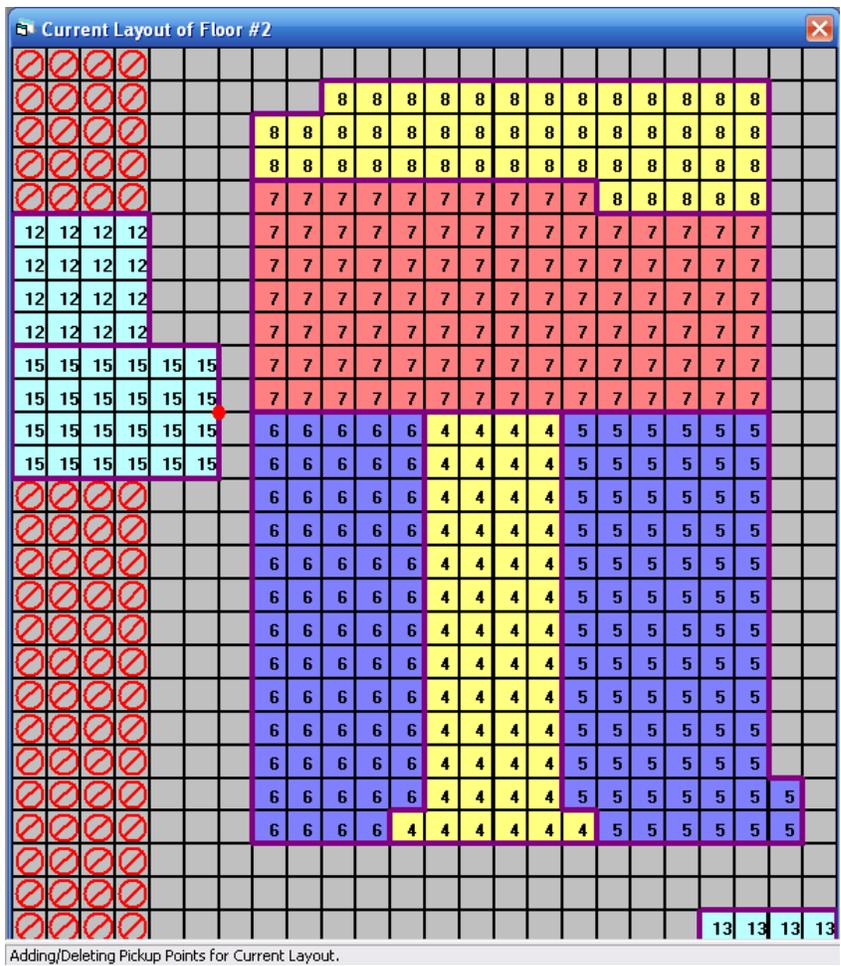


Figura 20: Layout Vt Software - Rediseño - Segundo Piso

7.3.8. Aspectos Importantes a Considerar

El código laboral ecuatoriano establece que se le debe dar a cada trabajador un lugar que tenga seguridad para almacenar sus cosas. Por esta razón en el primer piso se ubica un área donde serán colocados lockers de 40cm x 40 cm x 60cm. Los lockers son excelentes espacios que se puede brindar a los trabajadores ya que proporcionan la seguridad y ventilación necesaria. Debido a que los operarios no requieren cambiarse de ropa, ni almacenar elementos de trabajo grandes, se considera que este espacio es necesario para que puedan guardar sus artículos personales. (Tompinks 118)

Las instalaciones cuentan con dos baños, uno en el piso inferior y dos en el piso superior. Los tres baños serán unisex ya que cada cuarto de baño es para una persona a la vez, y además que la mayoría del personal es femenino. Dado el pequeño tamaño de las instalaciones, los baños están cerca del personal y existe el número correcto de baños de acuerdo a la cantidad de personas, 3 baños que abastecen entre 36 y 55 personas. (Tompinks 119-120)

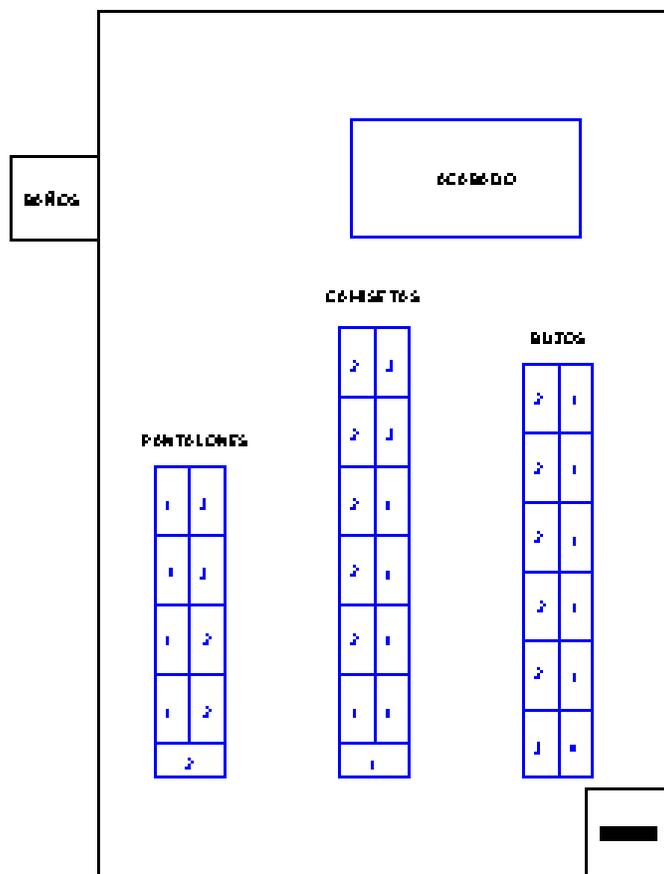
Las instalaciones no cuentan con un comedor, ni un lugar para refrigerios, debido al pequeño tamaño de las instalaciones. El código laboral ecuatoriano establece que es obligación tener un espacio de comedor una vez que la empresa exceda los 80 empleados. Los empleados, almuerzan en un restaurante cerca de las instalaciones de la fábrica. (Tompinks 123-128)

Como medida de seguridad cada piso tendrá 3 extinguidores de fuego tipo “A”. El único tipo de fuego que puede enfrentar la fábrica es el tipo A, que es el originado por los tejidos. La probabilidad que exista fuego es relativamente baja, pero en caso de existir, en las instalaciones existe mucho material combustible para que este siga rápidamente, por lo que como medida de seguridad se instalaran tres extinguidores en cada uno de los pisos. (Bustamante)

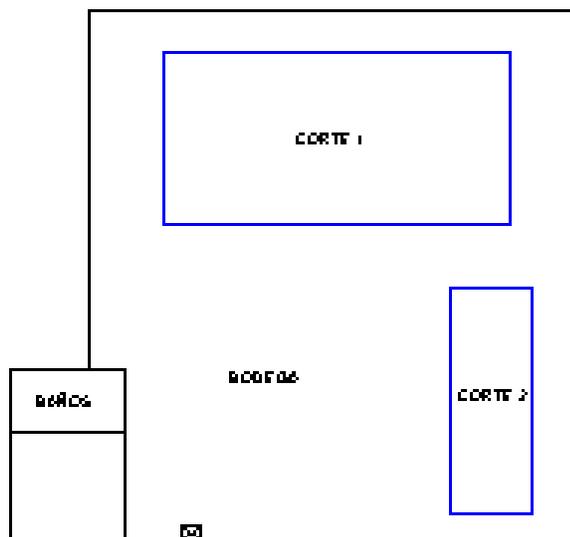
7.3.9. Diseño Interno del Espacio

Una vez obtenido el rediseño general, mostrado en el punto 7.3.7 y considerando otros aspectos importantes expuestos en el punto 7.3.8, se realizó el rediseño específico, (ver figura 21), en la cual se detalla cómo quedará cada departamento. Cada uno de los departamentos de confección que se encuentran en el piso superior contiene el espacio necesario para las maquinas totales que se llegara a tener en el año 2008., de igual manera en la figura también se observa la mesa de empaque y el espacio en blanco a la izquierda es para las planchas, el grafico también muestra la ubicación de los dos baños de este piso.

Por otro lado en el primero piso se encuentran las dos mesas de corte y el espacio vacío será el espacio en el cual se ubicara los rollos de tela. De igual forma se observa la ubicación del baño y la ubicación del área de los lockers.



Piso Superior



Piso Inferior

Figura 21: Rediseño de la Planta

8. DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO

8.1. Buenas Prácticas de Ergonomía

Una vez realizada la distribución de la planta, es necesario un ajuste del espacio disponible de trabajo a las capacidades humanas, por lo que el diseño del puesto de trabajo debe basarse en los datos obtenidos en las investigaciones realizadas sobre el sistema de trabajo.

El espacio de trabajo queda definido en la norma ISO 6385 como "el volumen asignado a una o varias personas, así como los medios de trabajo que actúan conjuntamente con él (o ellos) en el sistema de trabajo para cumplir la tarea". Suponiendo que un trabajador desarrolle una tarea concreta en un lugar determinado, durante un período relativamente largo, podemos hablar de puesto de trabajo (en su sentido físico). (Todo Masters)

Cuando se estudia un proceso de producción, considerando al ser humano como parte de él, es necesario basarse en los datos antropométricos funcionales o dinámicos, ya que la actividad normalmente implica movimiento de los segmentos corporales.

El buen diseño de un puesto de trabajo debe garantizar la asignación correcta de espacio y la disposición armónica de los medios de trabajo, de forma que la persona no tenga que esforzarse con movimientos inútiles o desproporcionados. Para ello, se debe tener en cuenta varios aspectos básicos que son:

1. Posturas. La postura o disposición espacial de los segmentos corporales supone en sí misma una carga que genera un esfuerzo, tanto mayor en cuanto el cuerpo se aleje de una situación de equilibrio estable.

2. Movimientos. Si la geometría y disposición de los elementos a utilizar no son adecuadas, los movimientos pueden forzar angulaciones articulares por encima de los límites de confortabilidad.

3. Visibilidad. El conjunto de objetos que debe o puede observar un trabajador desde su puesto de trabajo, debe estar dispuesto de tal forma que la postura que adopte la cabeza durante la mayor parte del tiempo no sea nociva para la salud.

4. Altura. La altura del plano de trabajo es aquella donde se realiza la actividad, que no necesariamente coincide con la altura de la mesa o superficie donde se realiza la actividad.

Una vez mencionadas estas características, se procede al análisis de posturas específicas para puestos de trabajo en la industria de la confección. Éstas ayudarán en el rediseño del puesto de trabajo, debido a que estos aspectos guían el análisis RULA, y son presentadas a continuación.

Otro aspecto importante a considerar en el diseño de los planos de trabajo son los requisitos propios de la tarea a realizar, ya que en caso de que se requiera de gran precisión, el plano de trabajo debe elevarse. Al momento de la elección de la altura de trabajo se debe tomar en cuenta que el usuario mantenga los codos bajos y la muñeca recta, que los momentos estáticos en la columna sean mínimos, que sea adecuado para todos los usuarios considerando la diferencia de género, y que se eviten los movimientos de la cabeza (Ergoprojects)

Es de gran importancia que la configuración del puesto permita al usuario colocar las piernas en una postura adecuada y cómoda, evitando la concentración de tensiones en alguna parte del cuerpo. En los puestos de trabajo de pie, el usuario debe poder acercarse a su sitio de trabajo y mantener una postura adecuada, contando con el espacio suficiente para colocar sus piernas en una posición natural y sin obstáculos. (Ergoprojects)

Asimismo, en los puestos de trabajo sentado, el usuario debe contar con espacio suficiente para colocar sus piernas en una posición natural. Además, la altura de la superficie de trabajo debe elegirse de tal forma que le permita al usuario adoptar una postura cómoda. (Ergoprojects)

El considerar las áreas óptimas de trabajo en base a las dimensiones antropométricas de los usuarios en el diseño de los puestos de trabajo, permite seleccionar una mejor disposición de los elementos con que se interactúa en el área de trabajo. (Ergoprojects)

Asegúrese de proporcionar un soporte adecuado para mano y antebrazo cuando se realicen operaciones de precisión, ya que es importante la estabilidad de la mano para realizar adecuadamente las operaciones que se ven afectadas por ligeros movimientos de la mano. (Ver figura 22). (Ergoprojects)

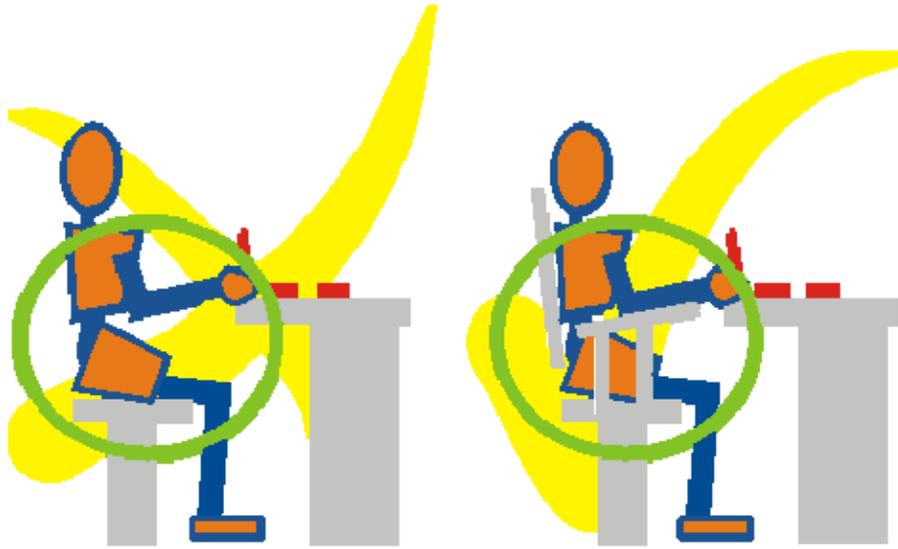


Figura 22: Posicionamiento correcto de los brazos

De la misma manera, es importante que los codos queden a la altura de la superficie de trabajo, o ligeramente arriba de ésta, siempre con los hombros relajados.

En caso de no cumplir estas condiciones, se debe ajustar la altura del asiento, procurando también que los pies queden bien apoyados en el piso o en alguna superficie de soporte adecuado. (Ver figura 33). (Ergoprojects)

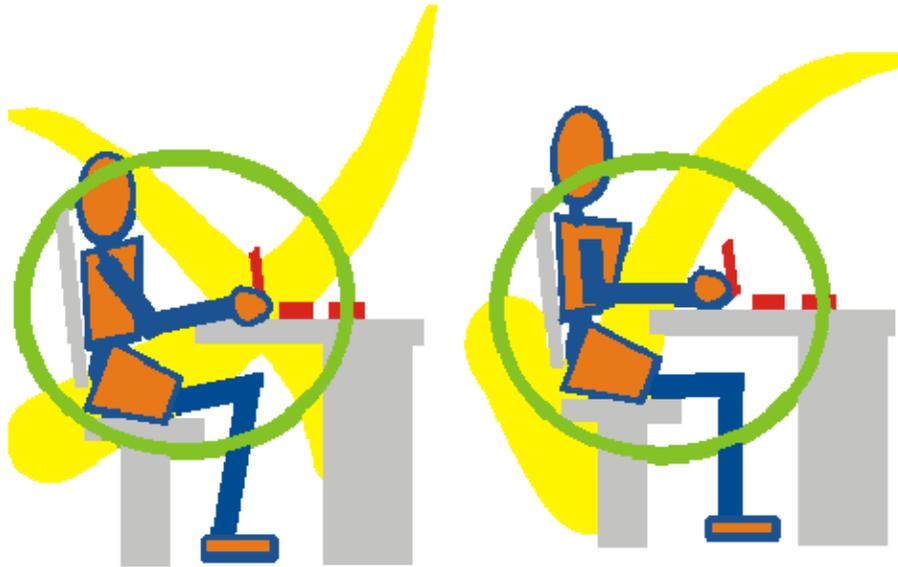


Figura 23: Altura indicada del asiento

8.2. Descripción del Rediseño Ergonómico a Realizar

Para realizar el rediseño de los puestos de trabajo, se utilizó un antropómetro para medir las características antropométricas de las trabajadoras de la planta. Además, se utilizó el software RULA, el cual mide el índice de riesgo de una actividad y el mismo que determina qué partes son las que deberán ser rediseñadas. Igualmente, se utilizó el método MOST, que sirve para determinar los tiempos de ciclo de trabajo basado en tablas establecidas sin tener que recurrir a mediciones con cronómetro. De esta manera, se podrá evaluar el ciclo de trabajo comparando los resultados obtenidos teóricamente (MOST) y lo experimental (medido en planta). Con esto, se podrá tener una visión clara de la efectividad con la que se esté realizando el análisis.

En este estudio, los participantes serán los mismos trabajadores de la planta, que en su totalidad son mujeres entre 18 y 25 años, el promedio de estatura de las trabajadoras es de 1.52 y el peso promedio es de 110 libras. Todas las participantes se encuentran en perfectas condiciones físicas. Las empleadas tienen una antigüedad promedio de 2 años, por lo cual se muestra estabilidad suficiente para diseñar puestos de trabajo acorde a sus necesidades.

Cabe recalcar que para el rediseño del puesto de trabajo de las costureras de la planta, se utilizó el sistema RULA con la finalidad de analizar la actividad de confección de las prendas deportivas.

A continuación se muestran los pasos subsiguientes que se realizarán para proceder al rediseño del puesto de trabajo en la planta. 1. Descripción del puesto de trabajo actual. 2. Descripción de las actividades. 3. Análisis Rula de las actividades. 4. Toma de medidas antropométricas. 5. Análisis de los resultados.

8.2.1. Descripción del Puesto de Trabajo Actual

Actualmente el trabajo se realiza sentado en taburetes sin espaldar de 44cm de altura, y tiene unas dimensiones de 30 x 30cm. La altura de la mesa donde se encuentra la máquina es de 79cm. Los pedales de las máquinas se encuentran a 7cm de altura con respecto al piso. La altura de inserción de la tela en la máquina es de 5 cm. con respecto a la mesa, ver figura 24.

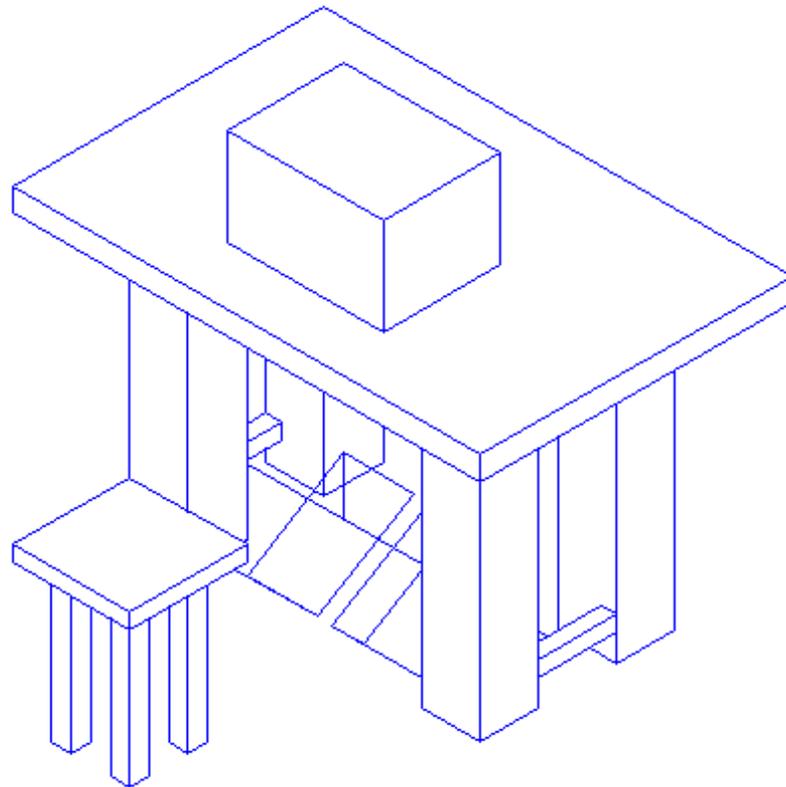


Figura 24: Puesto de Trabajo Actual (Visto Isométrica)

8.2.2. Descripción de la Actividades

Para analizar las actividades en el sistema RULA, se dividió a la actividad completa de confeccionar las prendas deportivas en varias sub-actividades, tal como se presenta en la tabla 26. Este programa formula una calificación para cada sub-actividad, dependiendo de cómo se realizan los movimientos y la posición de la parte superior del cuerpo del operario.

Las calificaciones varían en un rango de 1 a 7, siendo 1 o 2 aceptable; 3 o 4 que requiere de investigación; 5 o 6 que requiere investigación y cambio oportuno, y 7 que requiere cambio inmediato.

Actividad 1	Coger la prenda
Actividad 2	Ubicar las partes a ser unidas
Actividad 3	Introducir la prenda en la máquina
Actividad 4	Dar vuelta a la prenda
Actividad 5	Introducir la prenda en la máquina
Actividad 6	Corta Hilos
Actividad 7	Dejar prenda al otro lado

Tabla 26: Sub-Actividades de Confección de Prendas

8.2.3. Análisis RULA de las Actividades

El estudio RULA para el rediseño en Junior Sport se presenta en el análisis de la herramienta hecho a continuación.

Actividad no. 1 Coger prenda

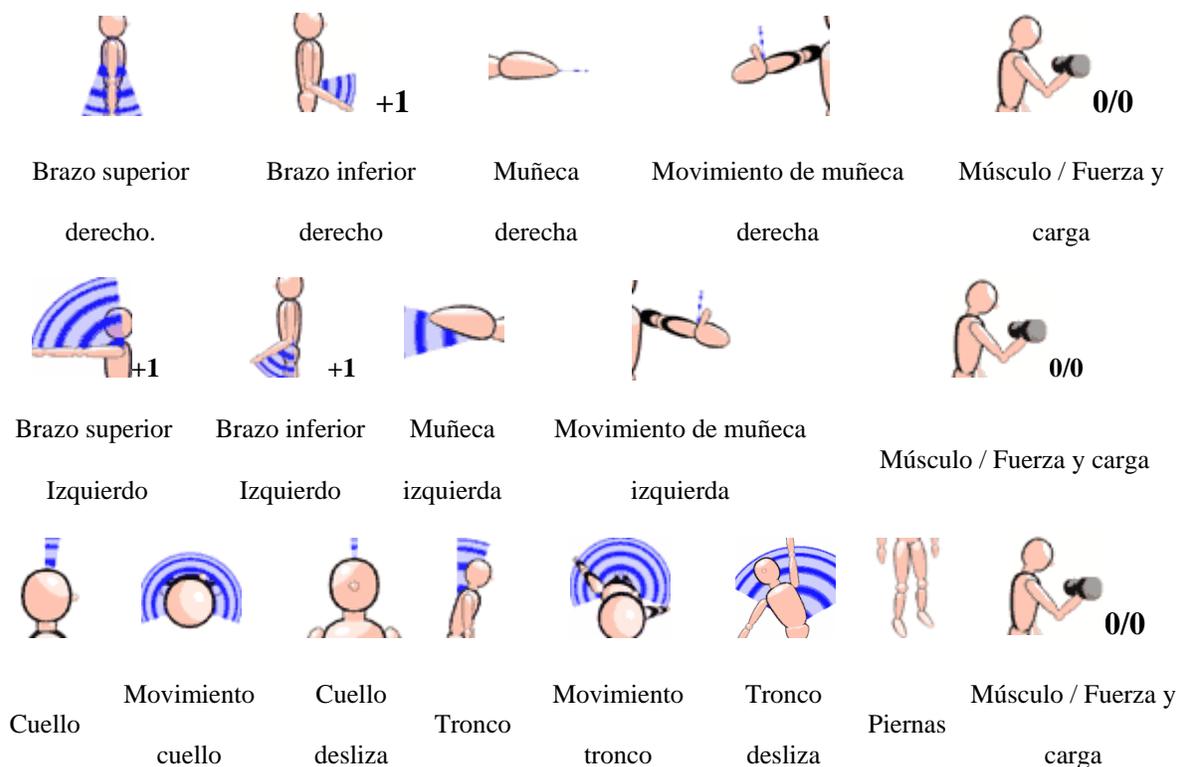


Figura 25: Gráfico Análisis Rula de la actividad 1 (Osmond)

Para la actividad número 1, se realizó un análisis del lado derecho e izquierdo del cuerpo y se obtuvo una calificación de (derecha/izquierda) 4/6. La calificación del lado derecho, refleja que es posible que se requieran cambios después de realizar una investigación. Para el lado izquierdo, que es el que realiza el mayor trabajo en esta actividad, se obtuvo una calificación de 6 y por esto es necesario realizar una investigación y un cambio pronto (Ver figura 25).

Actividad no. 2 Ubicar las partes a ser unidas

Según el análisis RULA, la calificación para esta actividad fue de 3, tanto para el lado derecho como para el izquierdo. Esto significa que se requiere investigación y que se podrían necesitar cambios en la forma de realizar la actividad. (Ver figura 26)

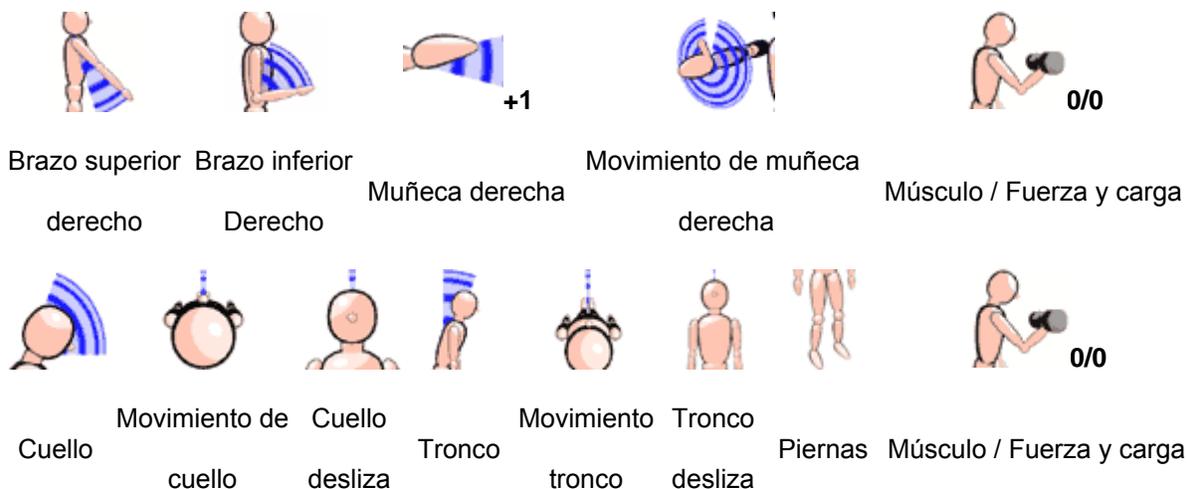


Figura 26: Gráfico Análisis Rula de la actividad 2 (Osmond)

Actividad no. 3 Introducir la prenda en la máquina

Para esta actividad se realizó un análisis del lado derecho e izquierdo del cuerpo del operario. La calificación en ambos fue de 3, lo cual refleja que la postura de la actividad no está del todo mal. Sin embargo, es necesaria una investigación para verificar si se requiere de algún cambio en la postura de esta actividad. (Ver figura 27).



Figura 27: Gráfico Análisis Rula de la Actividad 3.(Osmond)

Actividad 4. Dar vuelta a la prenda

La actividad de dar la vuelta a la prenda obtuvo una calificación de 3, tanto para el lado izquierdo como para el derecho, ya que los dos lados realizan la misma actividad. Al igual que la actividad anterior, se necesita de investigación para concluir si se requiere de un cambio. (Ver Figura 28).



Figura 28: Gráfico Análisis Rula de la Actividad 4 (Osmond)

Actividad no. 5 Introducir prenda a la máquina

Es la misma actividad que la actividad número 3, por lo que obtiene la misma calificación de 3/3.

Actividad no. 6 Cortar hilos

La actividad número 6 obtuvo de igual manera una calificación de 3/3, lo que significa que se debe hacer un estudio para determinar si se deben hacer cambios en la posición de la actividad. (Ver Figura 29).

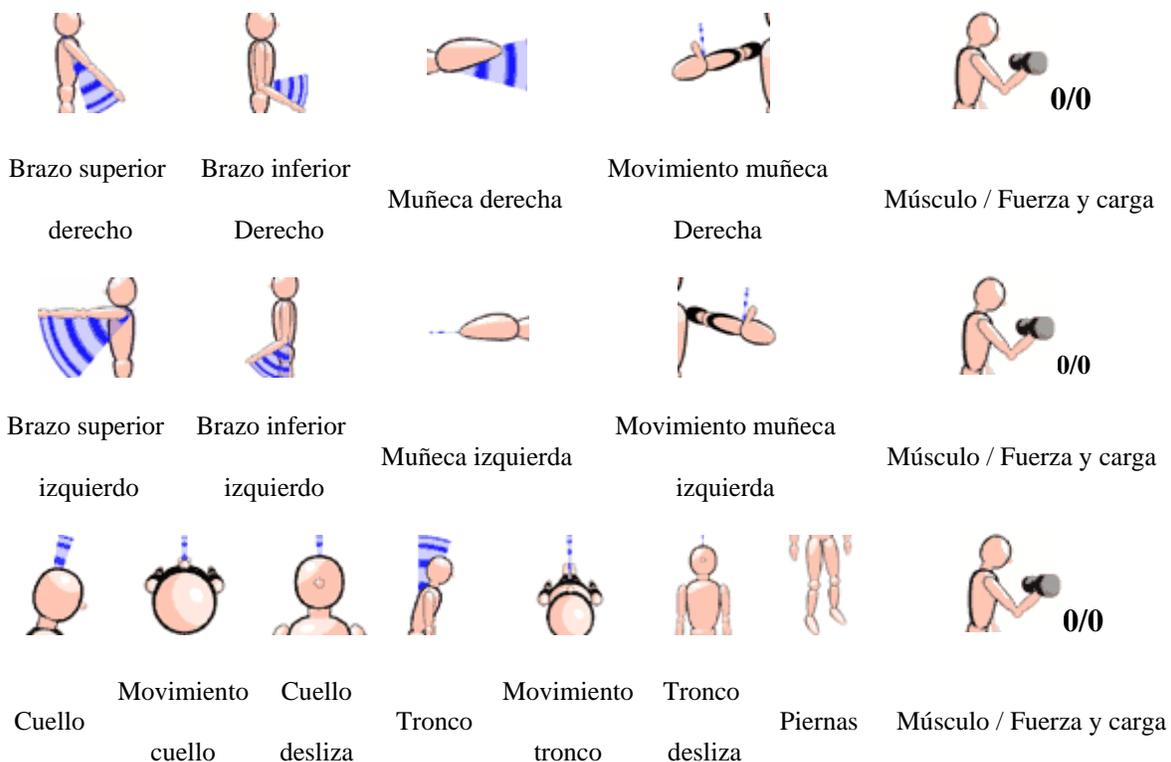


Figura 29: Gráfico de Rula para actividad 6.(Osmond)

Actividad no. 7 Dejar prenda al otro lado

La actividad número 7, al ser semejante a la actividad número 1, obtuvo una calificación de 6/4.

El análisis Rula, sirve para determinar el nivel de bienestar del puesto de trabajo de las actividades en la empresa. Luego de haber analizado que las calificaciones de las actividades sugieren en su mayoría un cambio, se confirma que es necesario realizar un rediseño de los puestos de trabajo. De esta manera, los cambios ayudarán a fortalecer el bienestar del trabajador y por consiguiente, a aumentar la productividad en la fuerza laboral.

A continuación se procede a utilizará el antropómetro, que es la herramienta que sirve para determinar las medidas antropométricas de la fuerza laboral en la empresa.

8.2.4. Medidas Antropométricas de los Trabajadores

Una vez analizados los resultados del RULA, es preciso realizar una medición antropométrica de los trabajadores, que es el paso siguiente en el rediseño de los puestos de trabajo. (Ver Tabla 27).

Trabajador	Altura	Altura Sentado	Altura de la Rodilla	Altura popliteal	Largo de la pierna superior	Ancho de Caderas
1	153	78,5	47,8	38,3	46,1	34,8
2	152	77,9	47,5	38,0	45,8	34,5
3	149	76,4	46,6	37,3	44,9	33,9
4	154	79,0	48,1	38,5	46,4	35,0
5	150	76,9	46,9	37,5	45,2	34,1
6	152	77,9	47,5	38,0	45,8	34,5
7	149	76,4	46,6	37,3	44,9	33,9
8	148	75,9	46,3	37,0	44,6	33,6
9	154	79,0	48,1	38,5	46,4	35,0
10	153	78,5	47,8	38,3	46,1	34,8
11	148	75,9	46,3	37,0	44,6	33,6
12	152	77,9	47,5	38,0	45,8	34,5
13	156	80,0	48,8	39,0	47,0	35,5
14	151	77,4	47,2	37,8	45,5	34,3
15	152	77,9	47,5	38,0	45,8	34,5

Tabla 27: Mediciones Antropométricas de los Trabajadores

Una vez que se realizó el estudio de las medidas antropométricas, se procedió a obtener el promedio de los resultados, ya que éste refleja las medidas estándares de la población de la fábrica y además, proporciona la información precisa para el desarrollo del rediseño. (Ver Tabla 28).

Altura	Altura Sentado	Altura de la Rodilla	Altura popliteal	Largo de la pierna superior	Ancho de Caderas
152	78	47	38	46	34

Tabla 28: Promedio de las mediciones antropométricas

8.2.5. Resultado del Puesto de Trabajo Rediseñado

Las nuevas medidas del puesto de trabajo rediseñado se determinaron después de haber hecho los cálculos respectivos. Así, se puede establecer que la mesa de trabajo tiene que bajar a una altura de 60cm; el asiento debe tener un ancho de 40cm, y además, se ha considerado necesario implementar un espaldar y soportes para los brazos. Los soportes pueden ser opcionales, ya que la mayoría de los trabajadores consideran que no sería necesario y que puede ser un impedimento para realizar su trabajo. Una vez efectuados los cambios antes mencionados, se elaboró un gráfico el cual indica el rediseño del puesto de trabajo en la empresa. (Ver figura 30).

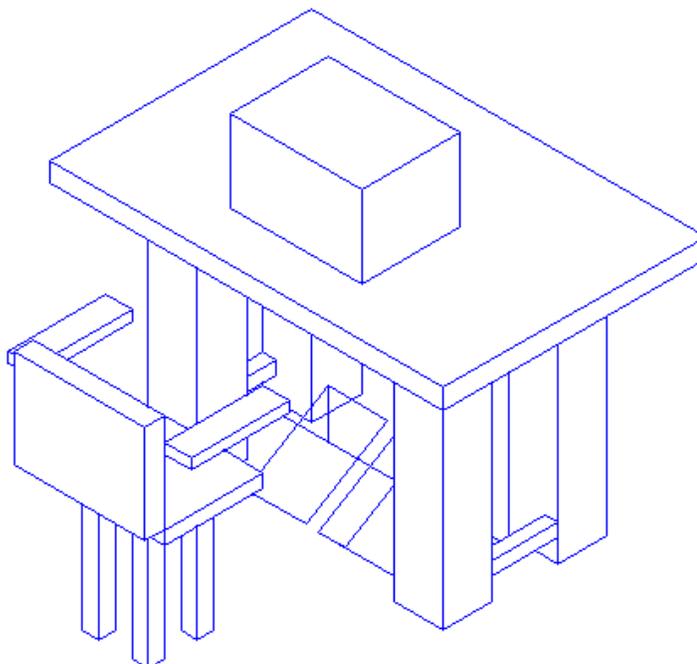


Figura 30: Puesto de Trabajo Propuesto (Vista Isométrica)

8.3. Otros Factores a Considerar

Después de haber realizado el rediseño del puesto de trabajo, se consideró conveniente tomar en cuenta otros factores que pueden reforzar el buen desempeño de los trabajadores. Primero, se propone replantear los períodos de descanso. Actualmente, los trabajadores cuentan con un periodo de descanso de 15 minutos a media mañana. De esta forma, la propuesta es extender los periodos de descanso a dos de 20 minutos.

En segundo lugar, otro aspecto importante a considerar es con respecto a la iluminación y temperatura del lugar de trabajo. En la empresa, se encontró que este aspecto está satisfecho, por lo que no se requiere un rediseño. Esto se debe a que la temperatura promedio de la planta es de 18° C, lo cual es óptimo para realizar este tipo de trabajo.

Asimismo, los requerimientos de iluminación que se necesitan en la planta están satisfechos, ya que la misma cuenta con grandes ventanas que permiten el paso de la luz. Además, posee reflectores luz blanca cada 3 metros cuadrados, lo cual es suficiente para tener una iluminación plena que no distorsione el trabajo en la planta.

9. CONCLUSIONES

9.1. Conclusiones

El crecimiento desordenado de la empresa había causado a su vez, un desordenado sistema de producción, donde lo importante era cumplir con la demanda, con el fin de satisfacer a los clientes. Para lo cual, el proyecto realizado presentó soluciones que permitirán a la compañía, optimizar sus gastos en función de la variante demanda que tienen.

Al analizar las ventas de la compañía de los dos últimos años es fácil evidenciar, que a lo largo del año, se presentan dos picos; los cuales producen fácilmente un desorden administrativo, en especial del recurso humano.

Por tanto, el modelo matemático desarrollado permitirá brindar, una solución a la empresa para la mejor administración de personal, amparado en las condiciones actuales de trabajo que tiene el país. Como beneficio adicional, el modelo matemático junto con el pronóstico de ventas realizado, permitirá a la empresa realizar una planeación estratégica para el año 2008, dando la información necesaria para conocer la cantidad que deberá destinar la compañía para compra de maquinaria.

Es importante realizar hincapié, en el ahorro sobre el presupuesto para el año 2008 en gastos de personal que la empresa obtendrá, la mejor administración del recurso humano permitirá a la empresa, ahorrar alrededor del 40%, del gasto presupuestado.

Una vez obtenida la cantidad de recurso humano indispensable para cumplir con la variabilidad de la demanda que presenta la empresa, se realizó un rediseño de la distribución de la fábrica, con los objetivos de brindar mayor comodidad a los operadores del proceso de confección, disminuir el tiempo de transporte de la materia prima y el esfuerzo requerido de movilización, planificar espacio para proyección de crecimiento.

Para complementar los beneficios obtenidos con el rediseño de la fábrica, se realizó un rediseño de los puestos de trabajo, lo cual disminuirá el tiempo de operación unitaria de cada actividad realizada por los trabajadores; y brindará a cada operario mayor comodidad al operador para realizar su trabajo, disminuyendo los riesgos de lesiones de largo plazo causadas por malas posturas en el trabajo.

Una vez realizada obtenidos los pronósticos de ventas de la compañía para el año, se recomendaría implementar un MRP, de tal manera de reducir los precios de la materia prima, comprando en temporadas donde el precio de la misma sea bajo, u obteniendo beneficios, comprando en volumen.

Se recomienda nivelar las ventas a lo largo del año, para conseguir una producción estable, para lo cual se deberá conseguir clientes cuyo periodo de compra sea mensual y no anual como son las unidades educativas.

Para reducir los desperdicios de tela especialmente ocasionados en el área de corte, se recomienda comprar un software de optimización de corte de tela, que distribuye de la manera más eficiente los modelos a ser cortados, en los telares.

Para disminuir los tiempos de producción, se sugiere realizar un plan de inversión para el cambio de las máquinas, por nuevas máquinas que cortan y aspiran los pequeños pedazos de hilos que se desprenden de la tela mientras las prendas se confeccionan.

10. MATERIAL DE REFERENCIA

10.1. Bibliografía

- Bustamante, Jose. "Monografias.Com." Noviembre 2006. Marzo 2008
<<http://www.monografias.com/trabajos5/prevfuegos/prevfuegos.shtml>>.
- Ergoprojects. Ergoprojects. Diciembre 2004
<http://www.ergoprojects.com/contenido/listaergoconsejos.php?id_temaergoconsejo=1>.
- Hillier, Frederick y Gerald Liberman. Investigación de Operaciones. Mexico D.F.: McGraw-Hill, 2001.
- Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador. Ministerio de Trabajo y Empleo. Octubre 2007
<<http://www.mintrab.gov.ec/MinisterioDeTrabajo/index.htm>>.
- Narasimhan, Sim, Dennis W.McLeavey y Peter Billington. Planeación de la Producción y Control de Inventarios. Mexico D.F.: Prentice Hall, 1996.
- Osmond. RULA - Rapid Upper Limb Assessment. Enero 2008. Marzo 2008
<<http://www.rula.co.uk/>>.
- Suarez, Milena y Diego Rodriguez. «ESTUDIO DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN Y TIEMPOS DE CONFECCIÓN.» 2004. Junio de 2007
<<http://www.udistrital.edu.co/portal/documentos/publicaciones/industrial-diego%20rodriguez.pdf>>.
- Todo Masters. Todo Masters - Prevención de Riesgos Laborales. 2004. Diciembre 2005
<http://www.todo-masters.com/option,com_glossary/func,display/page,2/catid,77/Itemid,44/>.
- Tompinks, James. Facilities Planning. United States of America: Wiley, 2003.
- U.P.C. http://karnak.upc.es/teaching/mdio1/MIOPD_PLE.pdf. 2005. 2007
<http://karnak.upc.es/teaching/mdio1/MIOPD_PLE.pdf>.

- Virginia Tech. LayoutVT Facility Layout Software Tool. 2007. 2008
<<http://www.vtip.org/availableTech/technology.php?id=111826>>.

10.2. Anexos

10.2.1. Anexo 1: Tiempos de las Actividades de Producción

#	Actividades	T Promedio	T Promedio	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1	Desdoblar Tela	39.185	3918.459	2616	2347	5234	2840	4808	4328	2172	4603	4336	3761	5625	5415	4173	3310	2257
2	Señalar Tela	18.522	1852.219	1778	2065	2038	1731	1874	2126	1864	1693	1876	1952	1570	1546	2110	1654	1676
3	Cortar Tela	9.493	949.286	1151	822	969	885	1164	822	992	1145	1095	930	889	855	824	828	1094
4	Hacer la Vincha	87.167		92	78	98	98	70	100	85	89	100	84	98	90	88	89	66
5	Armar los Hombros	61.578		74	84	39	36	58	63	104	66	54	88	91	62	79	73	40
6	Armar las Mangas	59.477		49	45	71	60	55	50	71	60	62	52	69	63	48	48	57
7	Unir el Cuello	43.361		48	48	47	46	41	35	35	48	43	36	35	43	52	43	52
8	Cerrar los Lados	45.020		28	34	55	47	51	33	31	43	40	45	36	44	48	53	27
9	Recubrir las Mangas	34.069		43	30	31	38	40	44	38	33	30	27	42	35	31	31	27
10	Cerrar filos Bajos	55.793		51	60	55	52	57	55	58	57	53	54	53	60	55	59	60
11	Elaborar Bolsillos	274.287		182	365	248	114	347	385	352	142	342	191	148	247	350	254	412
12	Poner Puños	80.862		124	45	53	87	101	110	74	120	93	56	74	58	57	43	99
13	Poner Pretina	84.282		73	94	75	77	80	94	89	96	80	81	79	86	77	79	92
14	Despuntar seguro de Hombros	28.040		25	43	42	24	13	45	17	29	44	21	14	21	34	14	26
15	Despuntar seguro de Mangas	43.580		51	38	52	53	44	41	53	29	52	33	29	37	33	33	32
16	Despuntar el Cuello	81.102		106	93	63	56	56	54	47	95	98	85	113	108	104	116	76
17	Cerrar las tiras	84.874		89	89	85	89	86	87	80	79	88	85	87	84	83	84	87
18	Cerrar la parte interna	46.313		83	34	17	36	72	26	61	36	82	35	77	50	81	81	16
19	Crear el Doblado Bajo	80.796		95	85	93	41	117	78	87	117	39	86	123	106	124	52	106
20	Enlasticar la Cintura	56.119		64	39	46	50	49	56	54	74	57	67	42	42	66	43	51
21	Planchar Prenda	35.660		34	36	23	44	46	41	46	29	28	22	32	41	38	28	38
22	Doblar Prenda	14.223		13	14	15	13	15	16	16	11	16	14	16	14	16	15	16
23	Empacar Prenda	27.739		36	19	30	32	34	28	23	30	34	36	19	32	25	21	32

Tabla 29: Toma de tiempos de las Actividades (1/2)

#	Actividades	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
1	Desdoblar Tela	3655	2702	5345	5082	5046	2418	2699	5157	3424	4199	3804	4453	4823	4061	2856
2	Señalar Tela	1743	1688	1748	1988	1632	2103	2072	2094	1851	1750	1856	2202	2084	1567	1637
3	Cortar Tela	1021	1095	979	1070	766	814	1048	817	1119	765	891	961	1077	835	756
4	Hacer la Vincha	92	84	88	90	81	85	77	97	82	94	102	68	102	79	68
5	Armar los Hombros	38	54	56	41	42	69	36	96	59	38	76	62	44	70	57
6	Armar las Mangas	45	74	60	65	50	56	74	66	63	49	72	61	51	66	69
7	Unir el Cuello	37	48	50	35	45	37	50	32	37	47	46	52	49	39	43
8	Cerrar los Lados	42	54	54	46	41	52	42	44	57	49	54	53	54	42	53
9	Recubrir las Mangas	38	42	32	37	30	28	33	31	30	29	36	43	27	43	26
10	Cerrar filos Bajos	54	59	54	61	53	60	53	54	54	52	57	59	53	52	59
11	Elaborar Bolsillos	373	407	400	258	278	130	239	203	177	385	348	112	122	319	402
12	Poner Puños	121	113	74	43	87	67	72	65	125	89	97	51	116	71	42
13	Poner Pretina	76	86	73	83	97	75	78	94	92	82	86	79	95	86	93
14	Despuntar seguro de Hombros	11	20	38	20	28	13	44	21	12	17	36	41	44	45	37
15	Despuntar seguro de Mangas	53	50	49	53	35	54	41	36	47	43	45	54	52	40	45
16	Despuntar el Cuello	52	114	56	67	53	79	49	113	113	108	50	60	47	110	96
17	Cerrar las tiras	89	83	85	88	89	81	86	80	78	89	81	86	79	84	86
18	Cerrar la parte interna	59	28	83	29	19	30	67	18	58	64	14	44	17	47	25
19	Crear el Doblado Bajo	77	60	92	83	130	45	38	73	69	116	56	64	58	58	55
20	Enlasticar la Cintura	50	72	72	52	41	51	38	67	62	76	58	62	68	72	43
21	Planchar Prenda	47	23	28	40	44	23	32	46	39	41	36	31	34	44	34
22	Doblar Prenda	17	13	15	13	16	14	14	14	13	17	12	12	12	12	13
23	Empacar Prenda	37	30	28	17	20	18	20	17	30	38	30	23	35	33	23

Tabla 30: Toma de tiempos de las Actividades (2/2)

10.2.2. Anexo 2: Leyes y estatutos del código laboral

Para las consideraciones y mejoras que el proyecto pretende realizar, deben ser tomadas en cuenta las leyes del código de trabajo, que amparan a los trabajadores; las leyes que el proyecto tomará en cuenta, se encuentran expuestas a continuación:

Art. 14.- Estabilidad mínima y excepciones.- Establécese un año como tiempo mínimo de duración, de todo contrato por tiempo fijo o por tiempo indefinido, que celebren los trabajadores con empresas o empleadores en general, cuando la actividad o labor sea de naturaleza estable o permanente, sin que por esta circunstancia los contratos por tiempo indefinido se transformen en contratos a plazo, debiendo considerarse a tales trabajadores para los efectos de esta Ley como estables o permanentes.

Se exceptúan de lo dispuesto en el inciso anterior:

- a) Los contratos por obra cierta, que no sean habituales en la actividad de la empresa o empleador;
- b) Los contratos eventuales, ocasionales y de temporada;
- c) Los de servicio doméstico;
- d) Los de aprendizaje;
- e) Los celebrados entre los artesanos y sus operarios;
- f) Los contratos a prueba; (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador) (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 15.- Contrato a prueba.- En todo contrato de aquellos a los que se refiere el inciso primero del artículo anterior, cuando se celebre por primera vez, podrá

señalarse un tiempo de prueba, de duración máxima de noventa días. Vencido este plazo, automáticamente se entenderá que continúa en vigencia por el tiempo que faltare para completar el año. Tal contrato no podrá celebrarse sino una sola vez entre las mismas partes.

Durante el plazo de prueba, cualquiera de las partes lo puede dar por terminado libremente.

El empleador no podrá mantener simultáneamente trabajadores con contrato a prueba por un número que exceda al quince por ciento del total de sus trabajadores. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 17.- Contratos eventuales, ocasionales, de temporada y por horas.- Son contratos eventuales aquellos que se realizan para satisfacer exigencias circunstanciales del empleador, tales como reemplazo de personal que se encuentra ausente por vacaciones, licencia, enfermedad, maternidad y situaciones similares; en cuyo caso, en el contrato deberá puntualizarse las exigencias circunstanciales que motivan la contratación, el nombre o nombres de los reemplazados y el plazo de duración de la misma.

También se podrán celebrar contratos eventuales para atender una mayor demanda de producción o servicios en actividades habituales del empleador, en cuyo caso el contrato no podrá tener una duración mayor de ciento ochenta días continuos dentro de un lapso de trescientos sesenta y cinco días. Si la circunstancia o requerimiento de los servicios del trabajador se repite por más de dos períodos anuales, el contrato se convertirá en contrato de temporada.

Son contratos ocasionales, aquellos cuyo objeto es la atención de necesidades emergentes o extraordinarias, no vinculadas con la actividad habitual del empleador, y cuya duración no excederá de treinta días en un año.

Son contratos de temporada aquellos que en razón de la costumbre o de la contratación colectiva, se han venido celebrando entre una empresa o empleador y un trabajador o grupo de trabajadores, para que realicen trabajos cíclicos o periódicos, en razón de la naturaleza discontinua de sus labores, gozando estos contratos de estabilidad, entendida, como el derecho de los trabajadores a ser llamados a prestar sus servicios en cada temporada que se requieran. Se configurará el despido intempestivo si no lo fueren.

Corresponde al Director Regional del Trabajo, en sus respectivas jurisdicciones, el control y vigilancia de estos contratos. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 55.- Remuneración por horas suplementarias y extraordinarias.- Por convenio escrito entre las partes, la jornada de trabajo podrá exceder del límite fijado en los artículos 47 y 49 de este Código, siempre que se proceda con autorización del inspector de trabajo y se observen las siguientes prescripciones:

1. Las horas suplementarias no podrán exceder de cuatro en un día, ni de doce en la semana;
2. Si tuvieren lugar durante el día o hasta las 24H00, el empleador pagará la remuneración correspondiente a cada una de las horas suplementarias con más un cincuenta por ciento de recargo. Si dichas horas estuvieren comprendidas entre las 24H00 y las 06H00, el trabajador tendrá derecho a un ciento por ciento

de recargo. Para calcularlo se tomará como base la remuneración que corresponda a la hora de trabajo diurno;

3. En el trabajo a destajo se tomarán en cuenta para el recargo de la remuneración las unidades de obra ejecutadas durante las horas excedentes de las ocho obligatorias; en tal caso, se aumentará la remuneración correspondiente a cada unidad en un cincuenta por ciento o en un ciento por ciento, respectivamente, de acuerdo con la regla anterior. Para calcular este recargo, se tomará como base el valor de la unidad de la obra realizada durante el trabajo diurno; y,

4. El trabajo que se ejecutare el sábado o el domingo deberá ser pagado con el ciento por ciento de recargo. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 181.- Indemnización por terminación del contrato antes del plazo convenido.-

Tanto el trabajador como el empleador podrán dar por terminado el contrato antes del plazo convenido. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Cuando lo hiciere el empleador, sin causa legal, pagará al trabajador una indemnización equivalente al cincuenta por ciento de la remuneración total, por todo el tiempo que faltare para la terminación del plazo pactado. Igualmente, cuando lo hiciere el trabajador, abonará al empleador, como indemnización, el veinticinco por ciento de la remuneración computada en igual forma. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 188.- Indemnización por despido intempestivo.- El empleador que despidiere intempestivamente al trabajador, será condenado a indemnizarlo, de conformidad con el tiempo de servicio y según la siguiente escala:

Hasta tres años de servicio, con el valor correspondiente a tres meses de remuneración; y,

De más de tres años, con el valor equivalente a un mes de remuneración por cada año de servicio, sin que en ningún caso ese valor exceda de veinte y cinco meses de remuneración.

La fracción de un año se considerará como año completo.

El cálculo de estas indemnizaciones se hará en base de la remuneración que hubiere estado percibiendo el trabajador al momento del despido, sin perjuicio de pagar las bonificaciones a las que se alude en el caso del artículo 185 de este Código.

Si el trabajo fuere a destajo, se fijará la remuneración mensual a base del promedio percibido por el trabajador en el año anterior al despido, o durante el tiempo que haya servido si no llegare a un año.

En el caso del trabajador que hubiere cumplido veinte años, y menos de veinticinco años de trabajo, continuada o interrumpidamente, adicionalmente tendrá derecho a la parte proporcional de la jubilación patronal, de acuerdo con las normas de este Código.

Las indemnizaciones por despido, previstas en este artículo, podrán ser mejoradas por mutuo acuerdo entre las partes, mas no por los Tribunales de Conciliación y Arbitraje.

Cuando el empleador deje constancia escrita de su voluntad de dar por terminado unilateralmente un contrato individual de trabajo, esto es, sin justa causa, la autoridad del trabajo que conozca del despido, dispondrá que el empleador comparezca, y de ratificarse éste en el hecho, en las siguientes cuarenta y ocho horas deberá depositar el valor total que le corresponda percibir al trabajador despedido por concepto de indemnizaciones.

Si el empleador en la indicada comparecencia no se ratifica en el despido constante en el escrito pertinente, alegando para el efecto que el escrito donde consta el despido no es de su autoría o de representantes de la empresa con capacidad para dar por terminadas las relaciones laborales, se dispondrá el reintegro inmediato del trabajador a sus labores. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

Art. 189.- Indemnización por despido en contrato a plazo fijo.- En caso de contrato a plazo fijo, el trabajador despedido intempestivamente, podrá escoger entre las indemnizaciones determinadas en el artículo precedente o las fijadas en el artículo 181 de este Código. (Ministerio de Trabajo y Empleo - Republica del Ecuador)

10.2.3. Anexo 3: Costo de las Máquinas

Rimoldi®

RECUBRIDORA 183-00-4MR-04/871-01

Recubridora \$ 1200 usd

Macchina a base cilindrica rovescia per cuciture di assemblaggio a 4 aghi con lembi sovrapposti e contemporaneo rifilo del lembo destro su costumi da bagno e capi di maglieria leggera, intima ed esterna. Particolarmente adatta per cuciture su capi seamless. Equipaggiata con guida e piedino per il corretto allineamento al quarto ago dei lembi sovrapposti.

Feed-off-the-arm cylindrical bed 4 needles machine with upper and lower covering stitch, for overlapping edges and at the same time edge trimming, on the right side of swimwear, underwear and light knitwear. Suitable for seamless garments. Equipped with folder and foot for the correct alignment of the overlapped edges with the fourth needle.



OVERLOCK 63F-66-4MD-05/775-10

Rimoldi®

Overlock \$ 800 usd

Sottoclassi disponibili:
Available subclasses:

63F-66-4MD-05/135-81
63F-66-4MD-05/556-10
63F-66-4MD-05/133-83

Macchina per cucire a base piana Flexsystem Sirio II a 4 aghi per cuciture di assemblaggio, decorative, esecuzione orli e ribattiture con rientro catenella manuale.

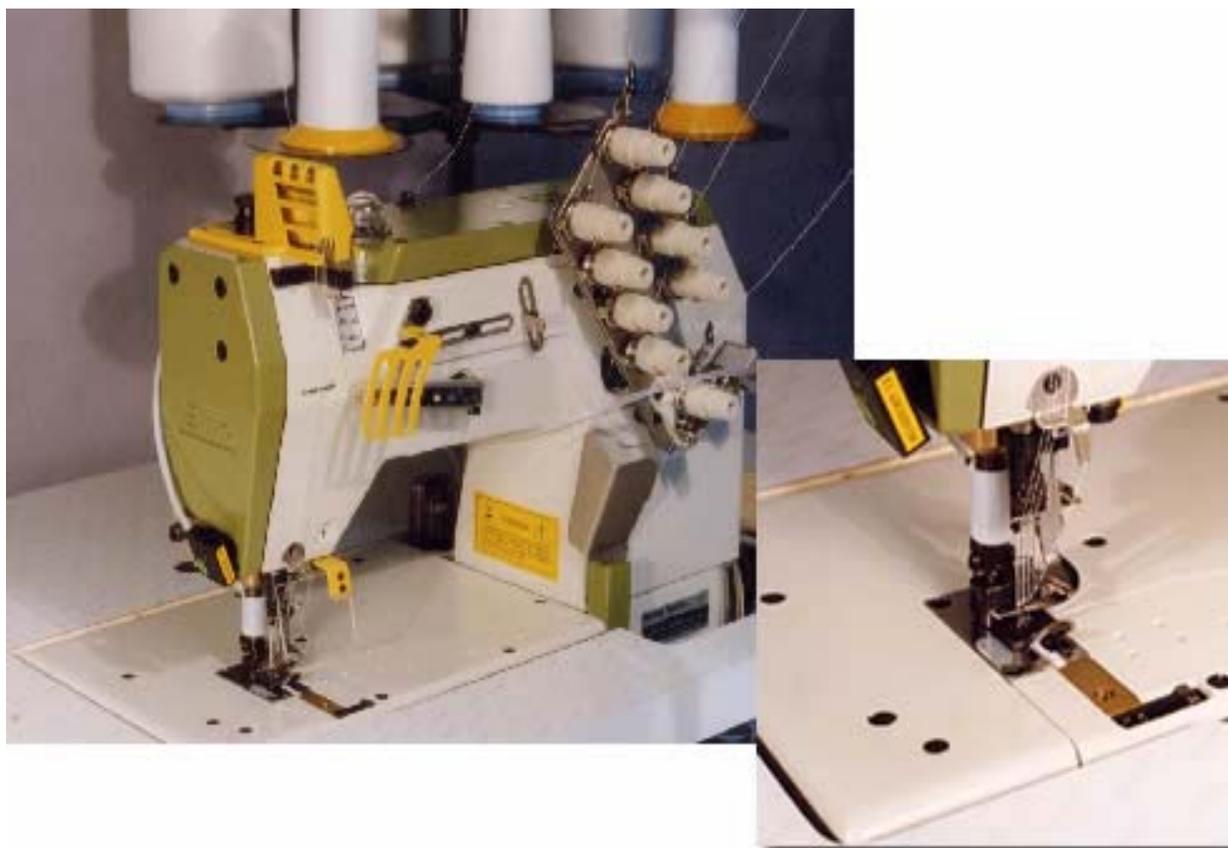
Particolarmente adatta per la chiusura del tassello su slip da donna, per chiusura fianchi e anelli elastici.

Corredata di organi di cucitura speciali.

Flat bed 4-needle Flexsystem Sirio II for performing assembling-, decorative-, hemming-, topstitching-, seams with manual backlatch.

Suitable to close the gusset of ladies' briefs, for side and elastic rings.

Equipped with special sewing kit.



Rimoldi®

ENLASCADORA PL73-T255/B6

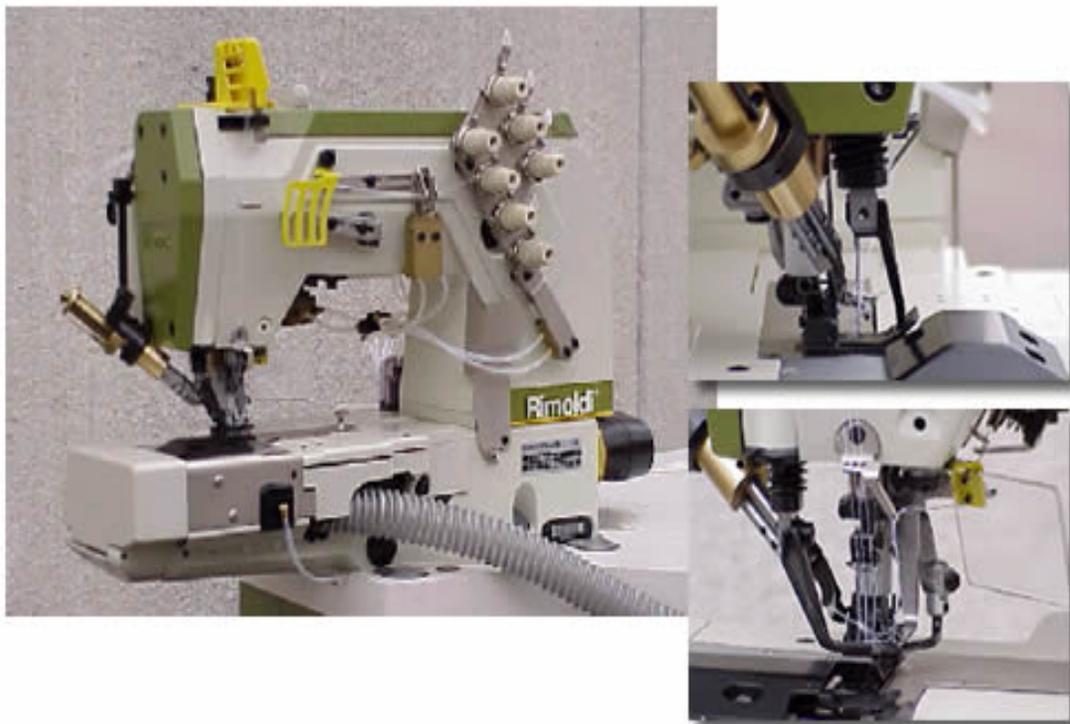
Enlascadora \$ 1500 usd

Unità PL con testa cilindrica Fenix coltello rifilatore sinistro e trasporto superiore.

PL workstation with FENIX cylinderbed, with top-feed and left-

Unidad PL con cabeza cilíndrica Fenix
cuchilla rehiladora izquierda y
transporte superior.

hand fabric trimming knives



Rimoldi®

RECTA DI 63F-16-2LR-23/266-00

RECTA DI \$ 600

**Sottoclassi
disponibili:
Available subclasses:**

Macchina base piana Sirio II per applicazione di pizzi elastici in continuo a capi di maglieria intima.

Molto versatile, dà la possibilità di applicare pizzi elastici provenienti dal basso, dall'alto e da lato.

La macchina di serie è dotata di kit per applicazione di elastico proveniente dall'alto e di pieghevole da lato.

I coltelli rifilatori eliminano l'eccedenza del tessuto, assicurando una elevata qualità di cucitura.

Tagliatore di nuova concezione per un taglio rapido, silenzioso e preciso del pizzo elastico.

Flat bed Sirio II head for elastic lace application from roll on underwear garments.

Highly versatile machine to attach elastic lace from the top and from the bottom and "U" shaped tape from the side.

The trimming knives remove any fabrics in excess ensuring a high sewing quality.

Equipped with new, fast, noiseless and precise tape cutter.



10.2.4. Anexo 4: Ingresar los Datos – Software Vt Layout

10.2.4.1. Ingresar y Modelar las Instalaciones

Lo primero que se realiza en el software para el rediseño de instalaciones, es definir la forma y el tamaño asignado que tienen las instalaciones, o que estas pueden ocupar. La Figura 31 que se muestra a continuación, es el cuadro de diálogo en donde se define de cuantas filas y cuantas columnas tendrá nuestra celda de dibujo, y la equivalencia del valor del lado de cada celda. Como indica la Figura 31, se trabajara en este proyecto con una celda de 30 filas y 24 columnas. Y cada celda tendrá un ancho de medio metro.

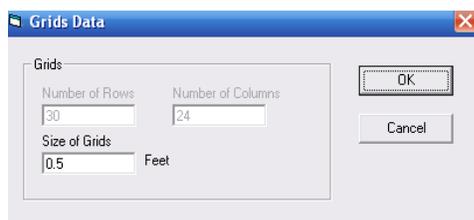


Figura 31: Layout Vt Software - Grid Data

Posteriormente se bloquean las celdas que no pueden utilizarse, por diversas razones, para el caso puntual de este proyecto, las celdas que fueron bloqueadas, son los espacios inexistentes, que marcaran la forma que tiene el dibujo. La Figura 32 muestra el piso inferior de las instalaciones actuales de Junior Sport, lo cuadros que están en rojo, son las áreas inexistentes de las instalaciones. Y de igual de forma la y la Figura 33 nos muestra las áreas inexistentes para el piso superior.

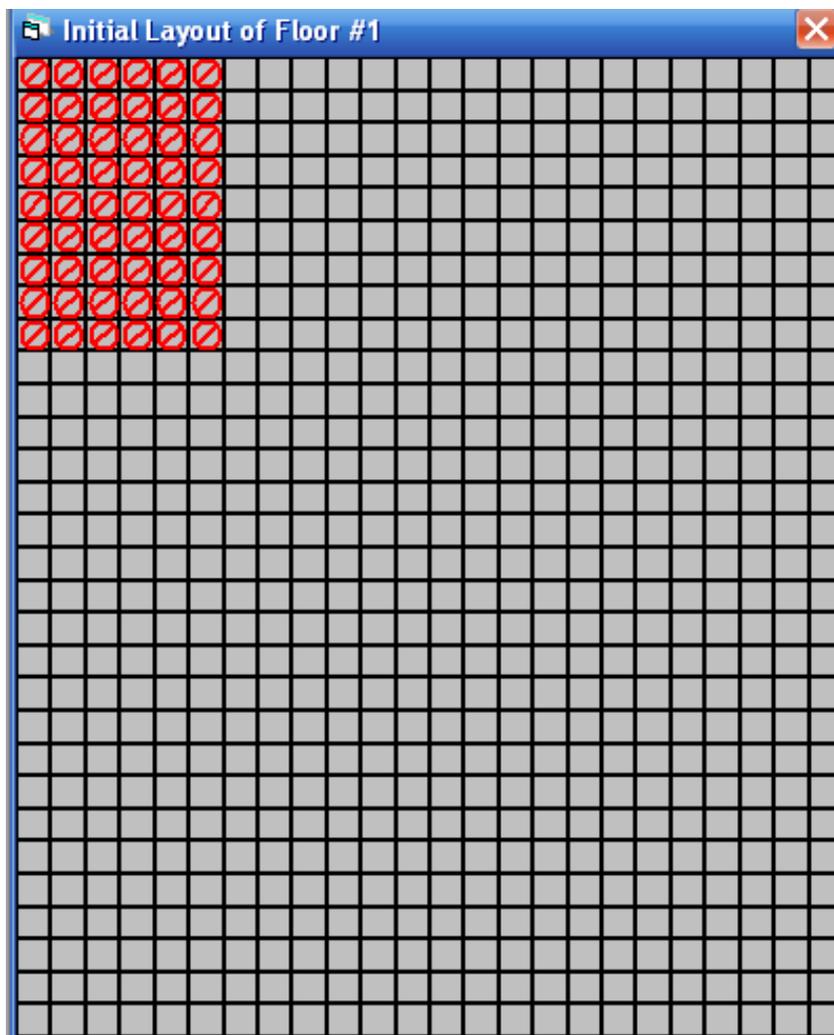


Figura 32: Layout Vt Software - Bloqueo de Celdas Primer Piso

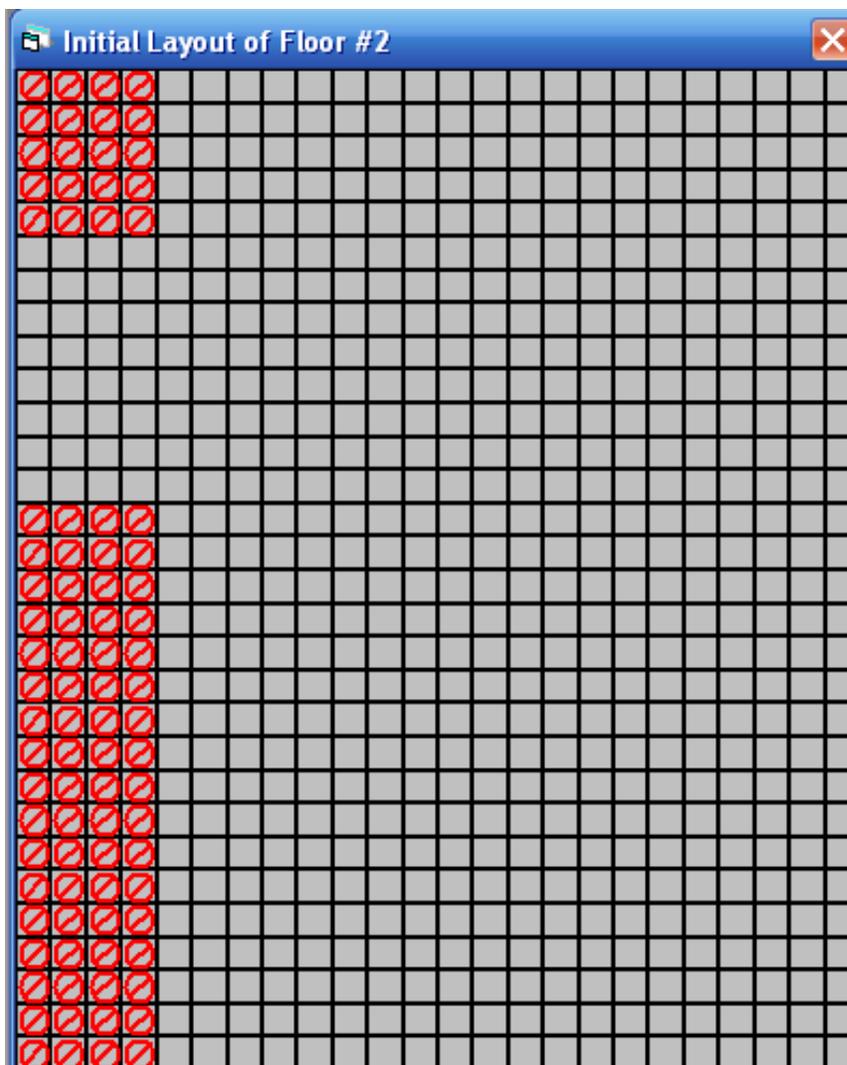


Figura 33: Layout Vt Software - Bloqueo de Celdas Segundo Piso

10.2.4.2. Ingresar los Departamentos

Posteriormente se deben ingresar los departamentos dentro de la aplicación. La aplicación distingue los departamentos entre Fijos y Libres. Los departamentos fijos son aquellos que no podrán ser cambiados su ubicación, y los libres son los departamentos con los que trabajan los métodos heurísticos, para llegar a una optimización de los espacios. Además el programa permite poner restricciones del ancho mínimo y máximo que puede tener un departamento, y de igual forma

se puede restringir los pisos en los que no se desee que este algún departamento. La Figura 34 nos muestra el cuadro de dialogo donde se ingresa uno a uno cada departamento, con las restricciones de cada uno de ellos.

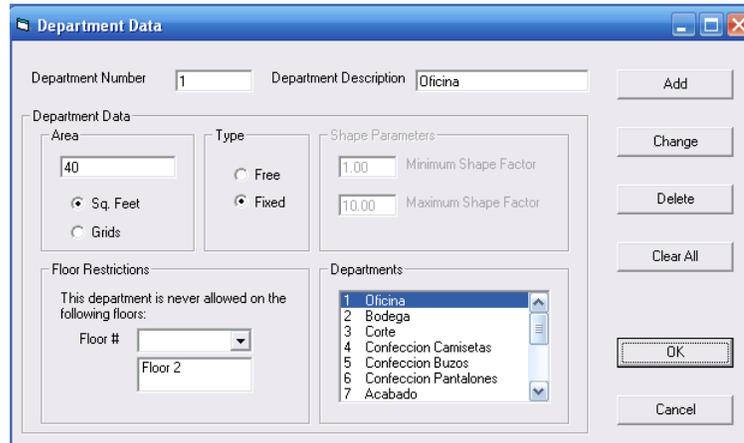


Figura 34: Layout Vt Software - Department Data

10.2.4.2.1. Ingresar los Departamentos Fijos

Posteriormente, los departamentos deben ser ubicados en la posición en la cual se encuentran actualmente o la posición donde estos deben estar. Para el rediseño realizado se identificaron los siguientes departamentos fijos:

- Oficinas
- Los Baños (3 Baños)
- La entrada
- La Zona de Escaleras
- Los Lockers

La oficina (1), la entrada (9) un baño (11), los lockers (14) y una zona de escalera(10) fueron ingresados en el primer piso, tal como lo muestra la figura 23, donde se puede apreciar estos departamentos en color celeste.

En el segundo piso se ingresaron la zona de escalera (15), y dos baños (12,13) que de igual forma se encuentran pintados en celeste en la figura 24.

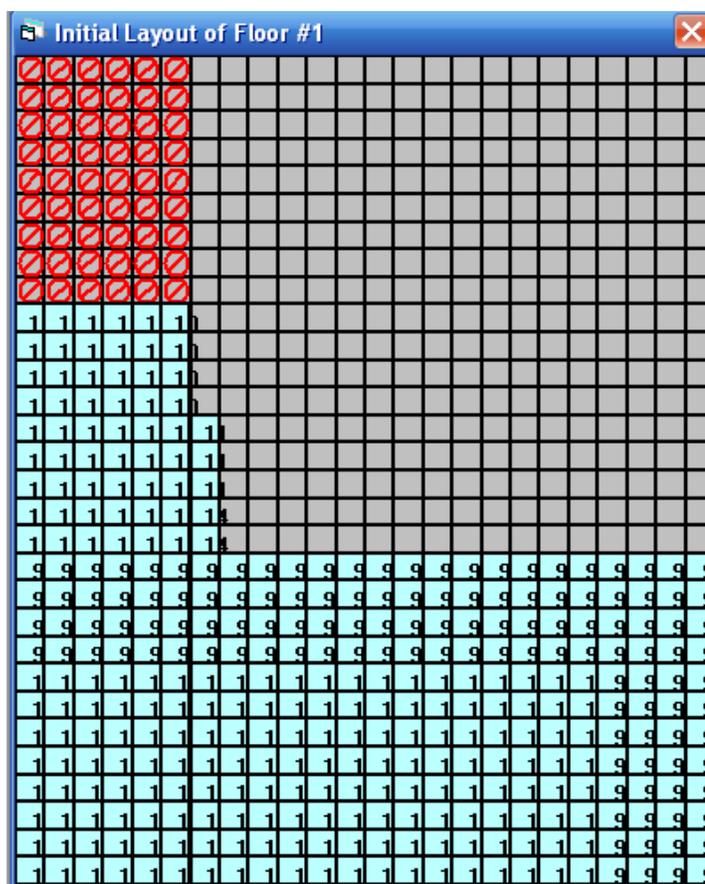


Figura 35: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Fijos - Primer Piso

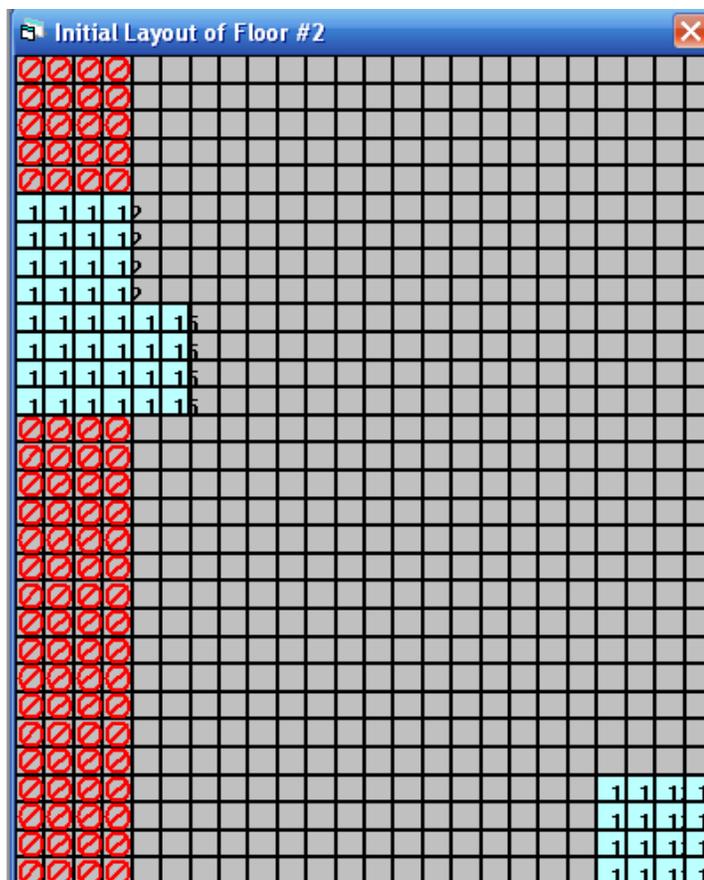


Figura 36: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Fijos - Segundo Piso

10.2.4.2.2. Ingresar los Departamentos Libres

De igual forma se deben ubicar los departamentos libres en el diagrama, estos departamentos móviles se los puede ubicar en cualquier lugar del espacio asignado para el Layout, pero es más conveniente ubicar los departamentos con una idea previa de cómo se quiere que se distribuyan en las instalaciones, cuidando de cumplir con el único requerimiento que necesita es ocupar el espacio requerido por cada departamento. Con este criterio se asignaron los espacios para los departamentos de corte (3), acabado(7), despacho(8), bodega(2), confección de camisetitas(4), confección de pantalones(6) y confección de

buzos(5); tanto para el piso de superior como para el de inferior, como se puede observar en la Figura 37 y en la Figure 38.

Initial Layout of Floor #1																					
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5											4	4	4	4
10	10	10	10	10	10	10	10											4	4	4	4
10	10	10	10	10	10	10	10											4	4	4	4
10	10	10	10	10	10	10	10											4	4	4	4
10	10	10	10	10	10	10	10														
11	11	11	11	11	11	11	11														
11	11	11	11	11	11	11	11		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11	11	11	11	11	11	11	11		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	14	14	14	14	14	14	14		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	14	14	14	14	14	14	14		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Figura 37: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Móviles - Primer Piso

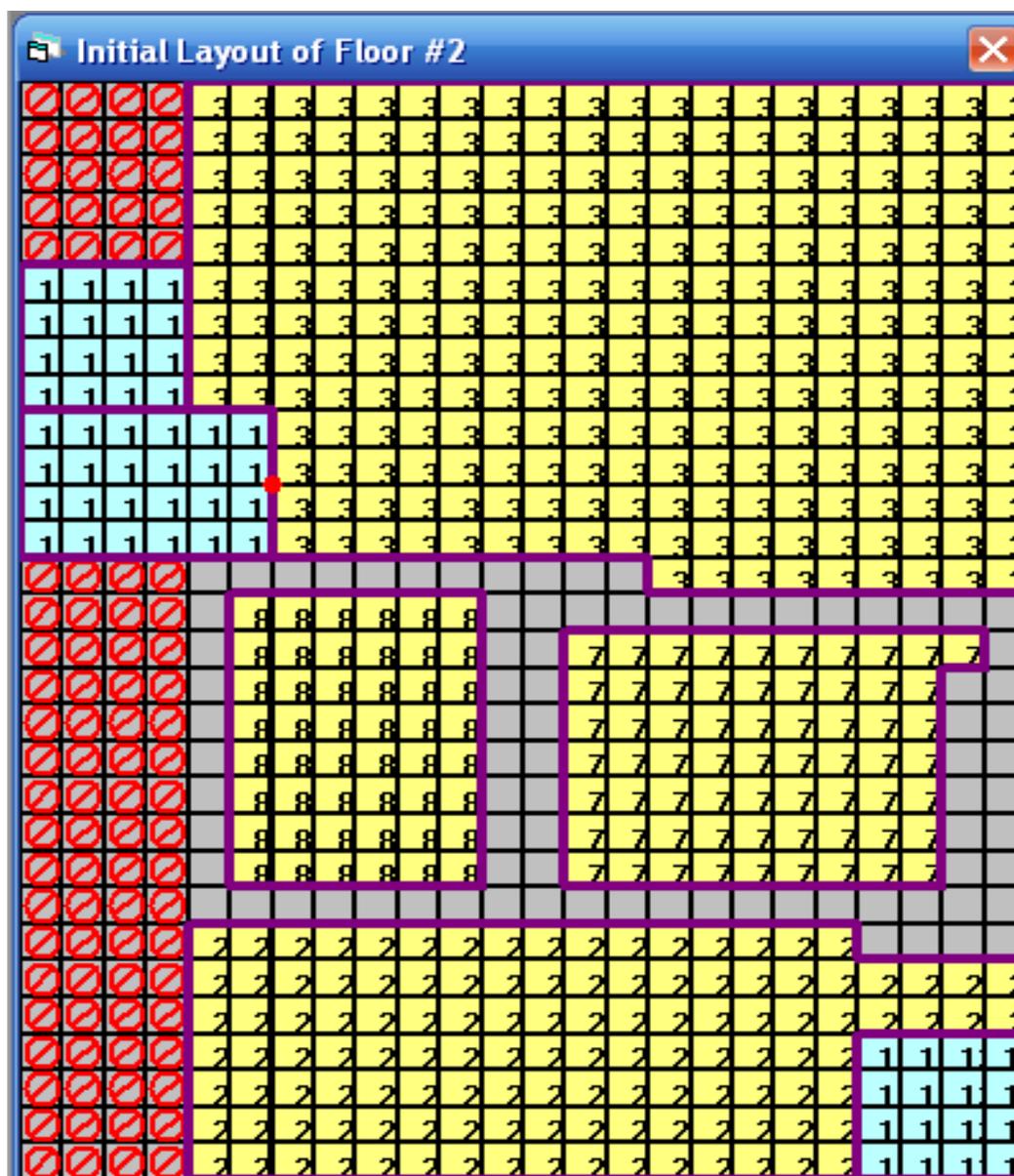


Figure 38: Layout Vt Software - Ingreso Departamentos Móviles - Segundo Piso

10.2.4.3. Ingres el “From – To Chart”

Una de las fuentes de información más importante que utiliza el programa es el cuadro de Flujo “From – To Chart”, para lo cual se ingresa el cuadro detallado en el punto 7.3.4. como se expone en la Figura 39.

From/To	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-							
2		-	9725					
3			-	4207	3248	2270		
4				-			4207	
5					-		3248	
6						-	2270	
7							-	9725
8								-
9								

Figura 39: Layout Vt Software – From – To Chart

10.2.4.4. Ingresar el “Rel Chart”

De igual forma se debe ingresar en el programa el cuadro de relación, que se detallo en el punto 7.3.5. tal como lo indica la Figura 40. El diagrama de relación de las actividades, muestra los datos cualitativos analizados anteriormente, de la relación que existe entre los departamentos. Este diagrama también ayuda a enlazar la prioridad de asignación entre los departamentos ya que esta información enlaza factores cualitativos significativos al momento de asignar espacio.

Interdepartmental Relationship Reward

From Department: 1 Oficina
 To Department: 2 Bodega
 Relationship: []

Fill Mode: []
 Whole Matrix
 Upper Triangle
 Lower Triangle
 Cell Range
 [Fill]

Mirror Mode:
 Upper to Lower
 Lower to Upper
 [Mirror]

Clear Mode:
 Whole Matrix
 Upper Triangle
 Lower Triangle
 Cell Range
 [Clear]

From/To	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	0						0
2		-	A					0
3			-	I	I	I	0	
4				-	0	0	A	
5					-	0	A	
6						-	A	
7							-	E
8								-
9								
10								

[REL Setup...] [OK] [Cancel]

Figura 40: Layout Vt Software - Relationship Chart