

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**MODELO DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
PARA MEJORAR LA GESTION DE PEDIDOS DE LA EMPRESA
IMAGEN TEXTIL**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN GERENCIA EMPRESARIAL, MBA., MENCION GERENCIA DE
MERCADERO**

MARÍA DE LOS ÁNGELES AREQUIPA TASINCHANA

marya_arequipa@hotmail.com

Director: Mat. Nelson Alomoto MSc

nelson.alomoto@epn.edu.ec

2013

DECLARACIÓN

Yo, María de los Angeles Arequipa Tasinchana, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

María de los Angeles Arequipa

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María de los Angeles Arequipa Tasinchana, bajo mi supervisión.

Mat. Nelson Alomoto

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme llegar a este momento, guiándome y animándome cada día a cumplir una meta mas en mi vida.

A mis padres por el apoyo que siempre que me han brindado.

A mis profesores de la especialización de marketing y gerencia empresarial por las largas jornadas de aprendizaje y enseñanza.

Al Matemático Nelson Alomoto por su asesoría y dirección en este proyecto. A Gabriel Sánchez por haberme apoyado con sus conocimientos y brindado su amistad. A los gerentes de la empresa IMAGEN TEXTIL, por facilitarme la información que permitió la consecución de esta tesis.

DEDICATORIA

*A DIOS por ser mi guía espiritual y
Darme sabiduría para terminar este proyecto.*

A mis padres por su cariño, ternura y amor incondicional.

*A mis hermanos Nelly y Luís quienes me apoyaron
con información valiosa y necesaria para el proyecto.*

*A mis hermanos Bernardo, Manolo y Cristina
Por ser un apoyo y ejemplo en mi vida*

*A mis sobrinas Karol, Taty, Yazmin y Belén
Son luceros que alegran mi vida*

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	ii
LISTA DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 ASPECTOS GENERALES	1
1.1.1 Definición	1
1.1.2 PYMES desde una perspectiva Global	2
1.1.3 Clasificación de las MIPYMES en el Ecuador	3
1.1.4 Problemas comunes de la pequeña y mediana empresa	4
1.1.5 El Sector Textil y Confecciones	6
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo General	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 HIPÓTESIS	9
2 MARCO TEÓRICO	10
2.1 GESTIÓN DE PROCESOS	10
2.1.1 Características del proceso	12
2.1.2 Importancia de la gestión por procesos	12
2.1.2.1 Mejora del proceso	13
2.1.2.2 Reingeniería del proceso	14
2.1.3 Mejoramientos de los procesos de la empresa	15
2.1.4 Las cinco Fases del MPE	15
2.2 SIMULACIÓN DE PROCESOS	17
2.2.1 La noción del modelo	17
2.2.2 Que es simulación	17
2.2.3 Por qué usar la simulación?	19

2.2.4	Ventajas e inconvenientes de la simulación	20
2.3	PAQUETES DE SIMULACIÓN	21
2.4	SOFTWARE SIMUL8	22
2.4.1	Definición	22
2.4.2	Características	24
2.4.3	Descripción de la herramienta SIMUL8	24
2.4.3.1	Barra de herramientas de ejecución y resultados.	25
2.4.3.2	Objetos para diseñar un modelo	26
2.4.3.3	Herramientas de Construcción.....	27
2.4.3.4	Herramientas de monitoreo.....	27
2.4.3.5	Herramientas Logic.....	27
2.4.4	Distribuciones.....	28
2.4.4.1	Distribuciones estadísticas y sus parámetros.....	28
2.5	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	30
2.5.1	Costo.....	31
2.5.2	Productividad.....	32
2.5.2.1	Tipos de porcentaje de productividad.....	32
3	METODOLOGÍA.....	34
3.1	DESCRIPCION DE LA EMPRESA	34
3.2	UBICACIÓN	35
3.3	DISTRIBUCIÓN FÍSICA	36
3.4	LEVANTAMIENTO DE PROCESOS	36
3.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA	38
3.6	DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE PEDIDOS.....	40
3.6.1	Simulación del proceso de Gestión de pedidos	46
3.6.1.1	Recolección de datos.....	46
3.6.2	Tratamiento de Datos.....	50
3.6.3	Diseño del Modelo.....	54
3.6.3.1	Objetos de trabajo del SIMUL8	54
3.6.3.2	Creación de Sub ventanas de simulación	56
3.6.3.3	Variables.....	58
3.6.3.4	Etiquetas.....	61
3.6.3.5	Selección de distribución de tiempos simulación SIMUL8.....	61
3.6.3.6	Visual Logic VL	67
3.6.3.7	Disponibilidad	67
3.6.3.8	Eficiencia	67

3.6.3.9	Reloj de simulación.....	68
3.6.3.10	Cambios de horarios (shift Patterns).....	69
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES	72
4.1	ANÁLISIS DE LA CORRIDA DEL MODELO	72
4.1.1	Validación del modelo	73
4.1.2	Diseño físico.....	74
4.1.3	Resultados	76
4.2	PROPUESTA DE LA MEJORA	76
4.2.1	Diseño del modelo mejorado.....	77
4.2.2	Análisis de la corrida con la mejora	78
4.2.2.1	MEJORA EN EL PROCESO DE CORTE.....	78
4.2.2.2	REASIGNACIÓN DE FUNCIONES DEL OPERARIO PATINADORA	79
4.2.2.3	AUMENTO DE MÁQUINAS: RECUBRIDORA Y OVERLOCK	81
4.2.3	Resultados	82
4.2.4	Cuadro comparativo	82
4.3	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	85
4.3.1	Cálculo de la utilidad con la mejora implementada	87
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1	CONCLUSIONES.....	88
5.2	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIAS	90
	ANEXOS.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de proceso sencillo.....	12
Figura 2 Método sistemático de mejora de proceso.....	14
Figura 3 Las cinco fases del MPE.....	17
Figura 4 Modelos de blusas y camisetas	35
Figura 5 Ubicación de la empresa.....	35
Figura 6: Distribución física de la empresa	36
Figura 7 Macro - procesos- subprocesos.....	37
Figura 8 Diagrama para manufacturar prendas de vestir-Imagen textil	37
Figura 9 Interacción de procesos.....	38
Figura 10 Ciclo de la gestión de pedidos y distribución.....	41
Figura 11 Gestión de pedidos – distribución Imagen textil	42
Figura 12 Productos más vendidos Imagen Textil.....	43
Figura 13 Flujo de actividades para la blusa camila.....	44
Figura 14 Flujo de trabajo de actividades para licras	45
Figura 15 EasyFit Distribución de elaborar resortes.....	51
Figura 16 Easyfit - Distribución de pulido de una licra.....	51
Figura 17 EasyFit Distribución de clasifica control doblado.....	52
Figura 18 Easyfit- Distribución de Empaque	52
Figura 19 Easyfit- Poner Collarete	53
Figura 20 Easyfit- Unir hombros- mangas.....	53
Figura 21 Objetos de trabajo Simul8.....	54
Figura 22 Centro de trabajo proceso: Comprobación de crédito	56
Figura 23 Centro de trabajo proceso de confección-control calidad-facturación y distribución	57
Figura 24 Centro de trabajo proceso de estampado	57
Figura 25 Batching de tendido	64
Figura 26 Distribución de Tendido	64
Figura 27 Tiempo para iniciar el refrigerio cortador.....	67
Figura 28 Tiempo para ir al baño mujeres.....	67
Figura 29 Tiempo eficiencia de la máquina.....	68
Figura 30 Distribución de eficiencia	68

Figura 31 Propiedades Reloj.....	69
Figura 32 Período de colección de resultados	69
Figura 33 Tipos de Horario	70
Figura 34 Horario de trabajo posterior al refrigerio	70
Figura 35 Horario de trabajo antes del refrigerio	70
Figura 36 Horario de trabajo luego del almuerzo	71
Figura 37 Modelo físico de la oficina Imagen Textil.....	74
Figura 38 Modelo físico de los talleres de: corte-confección- estampado-distribución.....	75
Figura 39 Modelo físico de taller de estampado.....	75
Figura 40 Diseño físico de modelo mejorado	77
Figura 41 Indicadores de desempeño actual y mejora (piezas, unidades, paquetes).....	83
Figura 42 Porcentaje de desempeño actual y mejora	84
Figura 43. Tiempos de la gestión de pedido y distribución	85
Figura 44 Porcentaje de la Utilidad Esperada	86
Figura 45 Proceso de Manufactura Empresa Imagen Textil.....	94
Figura 46 Subproceso de muestras	95
Figura 47 Subprocesos Corte - Confección empresa Imagen Textil.....	96
Figura 48 Subproceso estampado-bordado-control calidad	97
Figura 49 Subproceso de comercialización Imagen Textil.....	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Distribuciones estáticas y sus parámetros	29
Tabla 2 Máquinas Imagen Textil	39
Tabla 3 Parámetros orden de producción de licras	46
Tabla 4 Tiempos promedio de actividades para el subproceso de corte de licras	46
Tabla 5 Parámetros orden de producción de blusa	47
Tabla 6 Tiempos promedio de actividades para el subproceso de corte de blusas	47
Tabla 7 Operación por maquinaria para manufacturar licras	48
Tabla 8 Centro de trabajo x proceso x MAQ para manufacturar licras	49
Tabla 9 Operación por maquinaria para manufacturar blusas Camila	49
Tabla 10 Centro de trabajo x proceso x MAQ para manufacturar blusas camila	50
Tabla 11 Objetos Simul8.....	55
Tabla 12 Distribuciones para la comprobación de crédito	62
Tabla 13 Distribuciones de los subprocesos de corte y separación de tallas	62
Tabla 14 Distribuciones para el subproceso estampado de talla.....	64
Tabla 15 Distribución de los subprocesos de estampado con diseño	65
Tabla 16 Distribución de elaboración de resortes	65
Tabla 17 Distribución del pulido-control de calidad-empacado-embalaje y factura.....	66
Tabla 18 Indicadores de desempeño	72
Tabla 19 Indicadores de valores reales y simulados	73
Tabla 20 Indicadores de desempeño mejoradas.....	78
Tabla 21 Porcentajes del subproceso: corte actual y mejorado	79
Tabla 22 Porcentajes del subproceso pulido real y mejorado	80
Tabla 23 Porcentaje de mejora en las colas	81
Tabla 24 Indicadores de desempeño de la situación real y mejora	82
Tabla 25 Porcentajes de los indicadores de productividad real y mejora	83
Tabla 26 Tiempos en el sistema del ciclo de Gestión de pedidos y distribución.....	84
Tabla 27 Utilidad de ventas actuales y de mejora	85
Tabla 28 Total Costos para la mejora	86

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Procesos de Manufactura	94
ANEXO B - Subproceso de muestras	95
ANEXO C - Subproceso Corte - Confección	96
ANEXO D - Subproceso estampado-bordado-control calidad	97
ANEXO E - Subproceso de comercialización.....	98
ANEXO F - Orden de Producción	99
ANEXO G - Tiempos de actividades para la elaboración de licras.....	100
ANEXO H - Tiempos de actividades para la elaboración de blusas.....	101
ANEXO I - Tiempos de actividades para estampar diseño en las prendas.....	102
ANEXO J- Distribuciones del subproceso de confección	103
ANEXO K - Descripción de Visual Logics.	104
ANEXO L - Resultados simulados por el trial de simul8 de la situación real de la empresa	108
ANEXO M- Resultados simulados por el trial de simul8 de la situación mejorada de la empresa.....	109

RESUMEN

Esta tesis de Maestría consiste en elaborar una propuesta de mejora del proceso de gestión de pedidos para la empresa Imagen Textil, en base a un modelo diseñado en SIMUL8, que incluyen el detalle de los sub-procesos de comprobación de crédito, producción, facturación y distribución de las prendas de vestir licras y blusas; el análisis de sus fases y tiempos de ejecución.

La empresa tiene un porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos del 78,57%, es decir, que con la capacidad instalada de maquinaria y recursos no se cumplen con las expectativas de los clientes.

La propuesta de mejora incluye alternativas basadas en la observación y el análisis del sensibilidad del proceso de producción, verificando en qué colas queda acumulada la mayoría del producto, qué empleados están sobrecargados de trabajo y localizando los cuellos de botella. Luego de implantar las mejoras en el modelo, se logró aumentar el porcentaje de pedidos cumplidos a 92,87%.

Finalmente, se realiza el análisis costo beneficio, cuyos cálculos indican que con una inversión anual de 8.032 dólares, se obtendría una utilidad adicional bruta sobre costos del 10 % y sobre ventas de 9 %.

Palabras clave: Gestión de pedidos, simulación, mejora de procesos, costo-beneficio.

ABSTRACT

This Master's thesis is about the development of a proposal for improving the order management process for the company Imagen Textil, based on a model designed in SIMUL8, which includes the details of the following sub-processes: credit checking, production, billing and distribution of clothing tights and blouses; the analysis of the phases and their timelines.

The company has a compliance rate of 78,57% delivering orders; it means that the resources and machines aren't enough to satisfy the customer's expectations.

The improvement proposal includes alternatives based on observation and analysis of the sensitivity of the manufacturing process, verifying in which queues is most product accumulated, which employees are workloaded and identifying bottlenecks. After implementing the improvements in the model, the compliance rate increased 92,87% in delivering orders.

Finally, the cost-effective analysis shows that an annual investment of USD 8.032 would get an additional gross profit of 10% in costs and 9% in sales.

Keywords: order management, simulation, process improvement, cost-effective.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES

1.1.1 Definición

PYME son las siglas de Pequeña Y Mediana Empresa o Small Business en inglés, en nuestro país se basa en la producción de bienes y servicios, sirviendo de apoyo para el desarrollo social del país y convirtiéndose en un actor fundamental en la generación de riqueza y empleo.

De acuerdo con ciertos parámetros y dimensiones, propios de cada región o país, se define a las PYMES como:

Según el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) administrado por el BID¹, se define a una pequeña y mediana empresa PYME como una organización que tiene un número menor a 100 empleados y que anualmente factura una cantidad de hasta US \$3 millones de dólares.

Según el SRI², se define al conjunto de pequeñas y medianas empresas que de acuerdo a su volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores, y su nivel de producción o activos presentan características propias de este tipo de entidades económicas.

De acuerdo al (Guillermo Rodriguez, 1973) se considera pequeña industria a la que, “con predominio de la operación de la maquinaria sobre el manual, se dedique a actividades de transformación, inclusive la forma, de materias primas o de productos semi-elaborados, en artículos finales o intermedios, y siempre que su activo fijo excluyéndose terrenos y edificaciones, no sea mayor a TRESCIENTOS CINCUENTA MIL DÓLARES (USD \$ 350.000,00)”.

En resumen, se puede indicar que la PYME, es un ente generador de empleo, que permite transformar la materia prima en nuevas formas y/o productos y servicios (semi-

¹ BID Banco Internacional de Desarrollo

² SRI Servicios de Rentas Internas

elaborados, finales o intermedios) y que por su tamaño se adapta a los cambios del mercado con facilidad.

1.1.2 PYMES desde una perspectiva Global

La importancia de las pequeñas y medianas industrias en el desarrollo económico mundial, ha sido sujeta a una evolución constante a lo largo de las últimas décadas, en los años sesenta, las inversiones eran enfocadas al desarrollo y crecimiento de las grandes empresas, a raíz de la crisis económica de los años setenta, se reconsideró la importancia de las PYMES, descubriendo su potencial en la calidad de empleo, en el dinamismo innovador, en la flexibilidad y capacidad de adaptación a los cambios y su contribución a la estabilidad socioeconómica. Las PYMES son empresas que pueden proyectarse hacia mercados más amplios e incluso mostrarse competitivas a escala internacional, conviene mencionar que su aporte es significativo al PIB³ de cada país y al incremento de empleo, cumpliendo un papel importante en las economías de los países en vías de desarrollo. En la década de los ochenta, el avance tecnológico, ha revolucionado la economía de los países, pasando a desempeñar un papel importante como herramienta estratégica para cualquier empresa, El uso del internet y las nuevas tecnologías de información y comunicación permiten mejorar la competitividad y productividad por medio de la innovación de productos y procesos. Estas empresas han sido consideradas como exitosas, debido a que por su tamaño se benefician al tener mayor adaptación y capacidad de reacción e innovación, factores que le permiten enfrentar a la competencia a niveles mundiales (Zamora, Villamarin, & Peña, 2011).

La evolución de las PYMES en los próximos años puede incrementarse, por lo que se requiere fortalecer su capacidad comercial local y buscar oportunidades en los mercados de exportación, es decir, incrementar el mercado a nivel local y global, para lo cual las direcciones o gerentes de las empresas deben evaluar las operaciones, los planes de negocio e identificar las oportunidades de nuevas tecnologías, que permitan una mayor ventaja competitiva.

La globalización obliga a las empresas a realizar alianzas comerciales, joint-ventures o adquisiciones empresariales, que permitan convertirse en organizaciones más fuertes

³ PIB Producto Interno Bruto

hacia la competencia; en consecuencia en el futuro, podrían llegar a un equilibrio entre las pequeñas y medianas empresas, la globalización se considera como un reto para las PYMES, debido a que ofrece oportunidades de progreso en desarrollo organizacional, eficacia, productividad, difusión de los conocimientos, mejora del nivel de vida y acercamiento de organizaciones que contribuyan al crecimiento de las empresas. (Zamora, Villamarin, & Peña, 2011).

1.1.3 Clasificación de las MIPYMES⁴ en el Ecuador

Según el Registro Oficial N° 450 (Correa Rafael, 2011), se categoriza a las PYMES, por su facturación, valor de activos totales y cantidad de personal, entre las cuales se detallan lo siguiente:

Micro empresa: Es aquella unidad productiva que tiene entre 1 a 9 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales iguales o menores de cien mil (US \$ 100.000,00) dólares de los Estados Unidos de América.

Pequeña empresa: Es aquella unidad de producción que tiene de 10 a 49 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre cien mil uno (US \$ 100.001,00) y un millón (US \$ 1'000.000,00) de dólares de los Estados Unidos de América.

Mediana empresa: Es aquella unidad de producción que tiene de 50 a 199 trabajadores y un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre un millón uno (USD 1'000.001,00) y cinco millones (USD 5'000.000,00) de dólares de los Estados Unidos de América.

Considerando el (Correa Rafael, 2011) se indica que: “la calificación de Artesanos como MIPYMES, para efectos del presente Reglamento los artesanos serán considerados como micro, pequeñas o medianas empresas, considerando su tamaño, tomando en cuenta el nivel de ventas anuales y el número de empleados.”

De acuerdo al estudio realizado por CAPEIPI⁵ en el año 2001, se puede indicar que las PYMES tienen mayor concentración en Quito y Guayaquil con el 77% de los establecimientos; en Azuay, Manabí y Tungurahua el 15%; y el 8% corresponde a 17

⁴ MIPYMES micro, pequeñas y medianas empresas

⁵ CAPEIPI Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha

provincias. El MIC⁶ presenta una serie de cifras y datos que describen las características básicas de las PYMES en el Ecuador, también menciona, que la distribución del empleo es mayor en algunos sectores, el de alimentos constituye el 20,7 %, textil y confecciones 20,3 %, maquinaria y equipo 19,9 % y productos químicos el 13,3 %, lo cual representa el 74,2 % de plazas de trabajo de las Pymes. (Zamora, Villamarin, & Peña, 2011).

1.1.4 Problemas comunes de la pequeña y mediana empresa

Es necesario conocer y comprender los motivos que originan el fracaso en las PYMES, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: (Pickle & Abrahamson, 1982):

Inexperiencia.- La impericia de la persona, que está a cargo de la producción y administración, es común en las pequeñas empresas.

Falta de experiencia de la mano de Obra.- La falta de empresas que permitan a los artesanos nuevos adquirir práctica en el ramo, hace que el profesional ignore los problemas que se presentan en las tareas diarias de su labor artesanal.

Falta de experiencia en administrar los procesos.- En las pequeñas empresas se lleva la administración de los procesos empíricamente.

Sobre concentración de experiencia.- En las pequeñas empresas, el gerente debe poseer habilidades técnicas determinadas y ser capaz de ver su empresa globalmente, el problema, se produce cuando el gerente no delega las funciones y su personal no es apto para la toma de decisiones en su ausencia.

Falta de Competitividad.- La competencia es determinante en nuestra economía, por lo que las empresas que no puedan ofrecer iguales servicios, precios, calidad, entre otros, tendrán dificultades en mantener la operación.

Falta de control de inventarios.- Es necesario que se preste la debida atención a los inventarios y mantener un buen control de los mismos, ya que si se tiene un inventario muy grande, puede redundar la inactivación de dinero de la empresa o el desperdicio y por el contrario si mantienen un inventario inadecuado e insuficiente provoca que no se pueda surtir a la demanda de pedidos a tiempo.

⁶ MIC Ministerio de Industrias y Competitividad del Ecuador

Control inadecuado de créditos.-Es necesario establecer políticas de créditos y evitar la demasía en la cartera de clientes.

Bajo volumen de ventas.- Este causa se presenta en la mayoría de empresas manufactureras, mayoristas, de la construcción, minoristas y servicios comerciales, los ingresos del pequeño negocio provienen de sus ventas y sin esto produce el colapso.

Mala localización.-Con frecuencia se escoge el sitio inadecuado por razones superficiales como: cercanía del lugar, intenso tráfico de peatones, disponibilidad del edificio hacer rentado.

Desastre.-Son aquellos desastres naturales, terremotos, inundaciones, huracanes, incendios, problemas laborales, asaltos, hurtos de mercancía por los empleados. Un seguro contra imprevisibles puede aminorar en algo el impacto de pérdidas monetarias ocasionadas por estas causas. ((Pickle & Abrahamson, 1982).

Ventajas y desventajas de las PYMES

Las ventajas de la empresa derivan directamente de su tamaño y de su gestión autónoma, la pequeña industria ecuatoriana cuenta con un sin número de potencialidades que son poco conocidas y aprovechadas. Entre las cuales se mencionan las siguientes: (Pickle & Abrahamson, 1982)

- ❖ Líneas de comunicación corta y directa.
- ❖ La ganancia como salario
- ❖ Contacto con los empleados y clientes
- ❖ Autonomía\Accesibilidad
- ❖ Son factores claves para generar riqueza y empleo.
- ❖ Requiere menores costos de inversión
- ❖ Es el factor clave para dinamizar la economía de regiones y provincias deprimidas.
- ❖ Es el sector que mayormente utiliza insumos y materias primas nacionales.
- ❖ Tiene posibilidades de obtener nichos de exportación para bienes no tradicionales generados en el sector.
- ❖ El alto valor agregado de su producción contribuye al reparto más equitativo del ingreso.

- ❖ Mantiene alta capacidad para proveer bienes y servicios a la gran industria (subcontratación).
- ❖ Es flexible para asociarse y enfrentar exigencias del mercado.

Limitaciones PYMES: (Pickle & Abrahamson, 1982), (Zamora, Villamarin, & Peña, 2011).

- Falta de especialización
- Confinamiento, exceso de trabajo
- Escaso nivel tecnológico
- Baja calidad de la producción, ausencia de normas y altos costos
- Falta de crédito, con altos costos y difícil acceso
- Mano de obra sin calificación
- Producción se orienta más al mercado interno
- Incipiente penetración de PYMES al mercado internacional
- Ausencia total de políticas y estrategias para el desarrollo del sector
- Son insuficientes los mecanismos de apoyo para el financiamiento, capacitación, y uso de tecnología.
- El marco legal para el sector de la pequeña industria es obsoleto.
- Productividad inferior, debido a los salarios relativamente bajos y poca inversión en el capital intensivo de producción.

1.1.5 El Sector Textil y Confecciones

La industria textil ecuatoriana se remonta a la época de la colonia, cuando la lana de oveja era utilizada en los obrajes donde se fabricaban los tejidos, y para las grandes haciendas que las consideraban como una de sus importantes fuentes de ingresos.

El esquilado y lavado de la lana dieron origen a los obrajes y batanes y a las primeras incursiones en el campo del tejido, posteriormente, se introduce el algodón, siendo la década de 1950 cuando se consolida la utilización de esta fibra. Siguiendo las tendencias internacionales de consumo de fibras textiles, en el Ecuador se incluye fibras naturales como algodón, lana artificiales (viscosa) y sintéticas como acrílico, nylon, poliéster, utilizadas en la fabricación de hilados y tejidos destinados tanto al mercado local como a la exportación. No fue sino hasta la última década que la industria textil nacional inicio un proceso de mejora de sus niveles de productividad y calidad, debido a que en el año

1992 se inicio el proceso de apertura comercial con los países de la región. La integración vertical fue la estrategia seguida por las principales cadenas textiles que incluyeron en sus líneas de producción. El sector de las confecciones, altamente fragmentado y de tipo familiar, se vio reforzado con la presencia de ejecutivos mejor calificados, que introdujeron nuevas estrategias de comercialización y ventas enfocadas por primera vez a los mercados internacionales. En relación al PIB total, según (MICIP, 2000), la manufactura representó durante la década aproximadamente un 15% ; por su parte el sector textil y confecciones representó alrededor del 20% en relación al PIB-Manufactura; significando alrededor del 3% en relación al PIB-Total Nacional. (MICIP, 2000) ,(SRI).

A lo largo del tiempo, las diversas empresas dedicadas a la actividad textil, ubicaron sus instalaciones en diferentes ciudades del país. Sin embargo, se puede afirmar que las provincias con mayor número de industrias dedicadas a esta actividad son: Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Guayas. La diversificación en el sector ha permitido que se fabrique un sinnúmero de productos textiles en el Ecuador, siendo los hilados y los tejidos los principales en volumen de producción. No obstante, cada vez es mayor la producción de confecciones textiles, tanto las de prendas de vestir como de manufacturas para el hogar. El sector textil genera varias plazas de empleo directo en el país, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra empleas. Según estimaciones hechas por la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador – AITE⁷, alrededor de 50.000 personas laboran directamente en empresas textiles, y más de 200.000 lo hacen indirectamente. (AITE)

Se ha definido al clúster textil y confecciones al conjunto de todas aquellas empresas que estan destinadas al procesamiento de fibras textiles, fabricacion de hilados y tejidos, acabado de tejidos,confeccion de productos terminados, que trabajan dentro del territorio ecuatoriano y sirven a su mercado local e internacional; a si mismo, son parte del cluster en referencia, todos aquellos proveedores, industrias de servicios, abastecimiento o soporte. Son importantes dentro del clúster las instituciones estatales y privadas que estan vinculadas con el financiamiento, provisión, operación, distribución y flujo de productos intermedios y terminados,la promoción internacional y el control del cumplimiento de la normativa vigente del pais. (MICIP, 2000).

⁷ AITE Asociación de Industriales Textiles del ecuador

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El negocio IMAGEN TEXTIL, se encuentra ubicado en la ciudad Quito, fue creado en el año 2008, con la finalidad de dar servicio de ventas a empresas industriales y comercializadoras, medianas y pequeñas de la confección textil, este servicio permitió a las empresas proveedoras propagarse en plazas nacionales. Durante los años 2008 y 2009, IMAGEN TEXTIL, ofreció este canal de distribución a empresas dedicadas a la fabricación de blusas y camisetas elaboradas en algodón, licra, yérsey, poliéster para damas, caballeros y niños. La fortaleza que ha permitido al negocio IMAGEN TEXTIL tener rentabilidad es la experiencia y la amplia cartera que manejaron en años anteriores, prestando servicios de ventas a varios proveedores, además, ofrecieron asesoramiento que permitan mejorar sus diseños y estén de acuerdo a las necesidades de cada provincia.

En el año 2010, la empresa IMAGEN TEXTIL, se convierte en una mediana empresa de confección, dedicada a la producción de camisetas, licras, pijamas y bermudas, elaboradas en tela de algodón, licra y yérsey, los productos y diseños son propios de la empresa, los mismos que son distribuidos a la región costa y oriente. La confección de calidad y los precios competitivos de los productos que ofrece IMAGEN TEXTIL, ha permitido que la empresa amplié las zonas de distribución y su cartera de clientes.

Actualmente, la empresa presenta varios problemas, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: No se maneja un adecuado control de los procesos de producción y distribución; por lo que se alarga el tiempo de entrega de pedidos, ocasionando, el incumplimiento con las fechas de entrega al cliente final. La falta de información sobre los tiempos de producción en cada fase de elaboración de la prenda, no permite estimar el tiempo real de la fecha de entrega o determinar otros parámetros que pueden influir en el retraso del proceso, también la empresa tiene máquinas sin ser usadas.

Para diseñar los procesos de producción para la gestión de pedidos, se utilizará el software SIMUL8, que permitirá observar al sistema de producción en tiempo virtual y probar las diferentes alternativas de solución, sin alterar el funcionamiento de la empresa.

El tema propuesto permitirá a la empresa minimizar los tiempos improductivos en las áreas de producción y distribución, entregar un reporte de análisis costo beneficio que ayudará a mejorar la gestión de los pedidos y tomar mejores decisiones en las áreas de producción y ventas antes de su implantación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo de simulación y análisis costo beneficio para mejorar la gestión de pedidos en la empresa IMAGEN TEXTIL.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de los procesos de producción.
- Medir los tiempos de los procesos producción de la empresa.
- Diseñar un modelo del proceso de gestión de pedidos en tiempo virtual.
- Ejecutar corridas del modelo.
- Desarrollar el análisis costo beneficio.

1.4 HIPÓTESIS

La simulación del sistema de producción de la fábrica IMAGEN TEXTIL, permite encontrar oportunidades de mejora de su proceso de producción y así evaluar nuevas estrategias para la gestión de pedidos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 GESTIÓN DE PROCESOS

Una empresa puede considerarse como un conjunto de procesos, a continuación se citan algunas definiciones:

Un proceso es un ordenamiento de las actividades de trabajo a través del tiempo y el espacio, con un principio, un fin e insumos y ex sumos claramente identificados. (Sing, 1997. Es cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a este y suministre producto a un valor externo e interno. Los procesos utilizan los recursos de una organización para suministrar resultados definitivos. (HARRINGTON, 1993), (Gonzalez, 2006).

Se define a los procesos como “Cualquier actividad que reciba entradas y las convierta en salidas puede ser considerada como proceso. Es una secuencia de acciones o conjunto de actividades encadenadas que transforman en productos o resultados con características definidas unos insumos o recursos variables, agregándoles valor con un sentido específico para el cliente”. (Mariño, 2003)

Proceso de producción.- Cualquier proceso que entre en contacto físico con el hardware o software que se entregara a un cliente externo hasta aquel punto en el cual el producto se empaca. Por Ejemplo: fabricación de computadores, preparación de alimentos para el consumo masivo de los clientes. Esto no incluye los procesos de embarque y distribución. (HARRINGTON, 1993).

Procesos de la empresa.- Son todos los procesos de servicios y los que respaldan a los procesos de producción, por ejemplo: pedidos, procesos, cambios de ingeniería, procesos de nómina, diseño de proceso de manufactura. Un proceso de la empresa consiste en grupo de tareas lógicamente relacionadas que emplean los recursos de la organización para dar resultados en función de los objetivos de la empresa. (HARRINGTON, 1993).

En resumen, un proceso se refiere a la forma cómo se hacen las cosas y no a que cosas se hacen. Si cruzo una calle, eso es lo que estoy haciendo, pero el proceso es la manera

de hacerlo: caminando, corriendo, esquivando autos, pidiendo a alguien que me ayude, además al emplear estas definiciones se puede decir que casi todo lo que hacemos es un proceso y que el personal desempeña un papel importante en la economía de las organizaciones.

Gerencia por Procesos: Es un requisito de la Norma ISO 9000/2000: promueve la adopción de un enfoque basado en procesos. Específicamente, la Norma ISO 9001:2000 enfatiza la importancia para que una organización pueda identificar, implementar, gestionar y mejorar continuamente la eficacia de sus procesos que son necesarios para el sistema de gestión de calidad, y para gestionar las interacciones de estos procesos con el fin de alcanzar los objetivos de la organización, en cambio ; en la Norma ISO 9004:2000 guía a la organización a centrarse en las mejoras del desempeño de los procesos y recomienda una evaluación de la eficiencia y eficacia de los mismos. (Perez, 2007), (Mariño, 2003).

Los principales elementos de un proceso (Sing, 1997), (HARRINGTON, 1993), (Gonzalez, 2006) son los siguientes:

Entradas: Recursos del ambiente externo, insumos, incluyendo productos o salidas de otros subsistemas.

Proceso de Transformación: Son las actividades de trabajo que convierten las entradas, agregando valor a ellas y haciendo de las entradas, las salidas del subsistema.

Salida: Es el resultado, producto final o ejecutado con características de interno o externo, el cual es aceptado o no por los clientes o usuarios.

Límites: Consiste en definir donde comienza y donde termina el proceso.

Se determinan de acuerdo a los siguientes aspectos: que se incluye en el proceso, que no se incluye, cuales son las salidas – entradas, que departamentos están involucrados en el proceso.

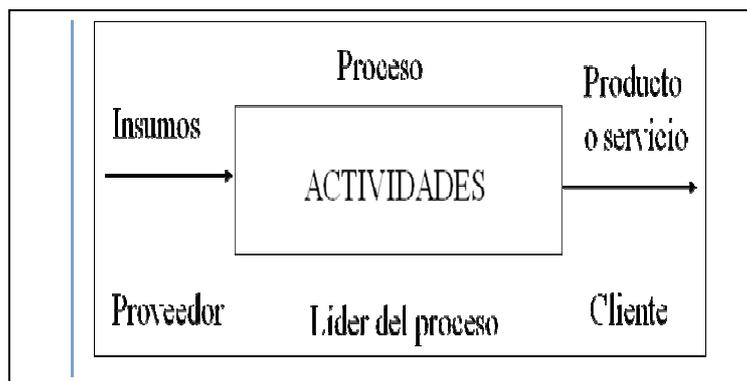


Figura 1: Flujo de proceso sencillo

Fuente: Sarv Singh Soin, Control de Calidad Total

De acuerdo a la Figura 1, se puede indicar que un proceso es una actividad o conjunto de actividades internas relacionadas entre sí, que consumen insumos para generar productos o servicios de valor para el cliente.

2.1.1 Características del proceso

A continuación se describen algunas características de los procesos, según (HARRINGTON, 1993):

Flujo.- Los métodos para transformar el input en output

Efectividad. Cuán bien se satisface las expectativas del cliente

Eficiencia. Cuán acertadamente se utilizan los recursos para generar un output

Tiempo del ciclo: El lapso necesario para transformar el input en output.

Costos: Los gastos correspondientes a la totalidad del proceso.

2.1.2 Importancia de la gestión por procesos

Los procesos son los elementos más importantes en la gestión de las empresas y se basan en la metodología sistemática de mejora y la reingeniería, la cual toma en cuenta los factores intra e interpersonales; por otro lado, están los modelos de gestión, en que los procesos cumplen un papel central como base de la organización y como guía. A través de la gestión de procesos se comparte el conocimiento existente entre los miembros de la organización, así las organizaciones de tipo funcional generan altos

niveles de eficacia en cada función; en cambio en las organizaciones de tipo matricial, tiene dificultades en su aplicación práctica, porque no se cuenta con la suficiente información. Como se menciona la importancia de los procesos fue apareciendo de forma progresiva en los modelos de gestión empresarial, y están permanentemente sometidos a revisiones para responder a dos motivos distintos:

El primero, basado internamente, “todo proceso es mejorable en sí mismo, siempre que se encuentra algún detalle, alguna secuencia que aumenta su rendimiento en aspectos de la productividad de las operaciones o de disminución de defectos”, el segundo, “los procesos han de cambiar para adaptarse a los requisitos cambiantes de mercados, clientes, nuevas tecnologías.” (ZARATIEGUI, 1999)

A partir de la identificación de los procesos de una organización, se puede mejorar e innovar, si los cambios requeridos por la empresa son graduales, el método recomendado, es la mejora progresiva; si la empresa ha perdido su posición competitiva y necesita mejoras espectaculares en tiempos cortos, tendrá que recurrir a la reingeniería.

2.1.2.1 Mejora del proceso

La experiencia japonesa, en los años setenta y ochenta, con sus métodos de trabajo en equipo y la participación de todo su personal en las mejoras empresariales, permitió a Kaoru Ishikawa difundir por todo el mundo su modelo de método sistemático o científico de mejora de procesos, basado en el recorrido de una serie de pasos o etapas, desde la detección de un problema o de una posibilidad de mejora (dependiendo de que el motor sea una serie de defectos detectados, o una nueva posibilidad tecnológica u organizativa), pasando por su estudio en busca de sus causas, de posibles perfeccionamientos o soluciones, la elección de la solución o conjunto de soluciones que parecen idóneas, hasta llegar a su implantación y a la medida de las mejoras conseguidas. (ZARATIEGUI, 1999), (Hammer & Champy, 1994)

En figura 2 se detalla las etapas del modelo sistemático de procesos y sus características:

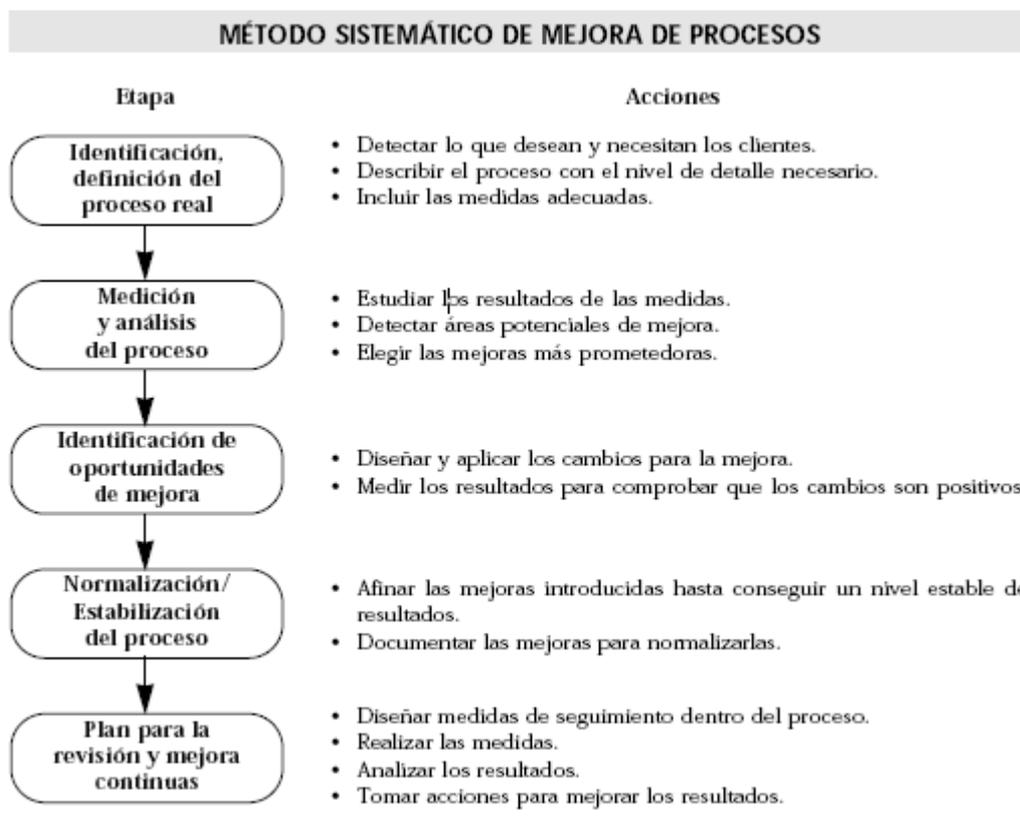


Figura 2 Método sistemático de mejora de proceso
Fuente: (ZARATIEGUI, 1999)

Como puede deducirse del contenido de las acciones en sus cinco etapas, de la necesidad de verificar muchas de las decisiones tomadas mediante la toma de mediciones y su análisis, de encargar su desarrollo a equipos más o menos estables y de otros detalles secundarios, este método pretende conseguir mejoras apreciables, pero no espectaculares, de forma sostenida a lo largo del tiempo.

2.1.2.2 Reingeniería del proceso

Según (Hammer & Champy, 1994), se define a la reingeniería como “la reconsideración fundamental y el rediseño radical de los procesos de la empresa para conseguir mejoras espectaculares en medidas críticas, actuales, de resultados o rendimiento, como pueden ser los costes, la calidad, el servicio y la rapidez”. Implica normalmente enfrentarse a los cambios por adoptar con la mente limpia de la historia pasada; se recomienda tener claro la situación a la cual se quiera llegar, para idear y diseñar los medios.

La reingeniería, cuando tiene éxito, produce un salto cualitativo equivalente a varios años de progreso continuo y, a veces, va más allá de lo que se conseguiría con los métodos de

mejora progresiva. Esto implica riesgos, que deben estar compensados por los beneficios a obtener, por lo que es obligatorio que los proyectos de reingeniería estén impulsados por los requisitos del mercado, de los clientes.

En resumen, la Reingeniería de Procesos, consiste en revisar los fundamentos y reinventar los procesos de una empresa para lograr mejoras espectaculares en la calidad, los costes y el trato al cliente.

2.1.3 Mejoramientos de los procesos de la empresa

El MPE⁸ garantiza el uso efectivo y eficiente de los recursos: medios, personas, equipo, tiempo, capital e inventario, que permitan adaptarse a clientes cambiantes y a las necesidades de la empresa. Es una metodología sistemática que se ha desarrollado para apoyar a las organizaciones, la cual permite simplificar y modernizar las funciones y asegurar que sus clientes internos y externos reciban productos de buena calidad. A continuación, se describen los procesos que ésta metodología garantizará en la organización: (HARRINGTON, 1993), (Hammer & Champy, 1994)

- Eliminen errores
- Minimicen las demoras
- Maximicen el uso de los activos
- Promuevan el entendimiento
- Sean fáciles de emplear
- Sean amistosos con el cliente
- Sean adaptables a las necesidades del cliente
- Proporcionen a la empresa una ventaja competitiva
- Reduzca el exceso de personal.

2.1.4 Las cinco Fases del MPE

La MPE nos presenta medios para estimular los cambios en forma eficiente y efectiva de los procesos y garantizar el mantenimiento de las ganancias que se obtienen. A continuación se describirán las cinco fases del MPE: (HARRINGTON, 1993).

⁸ MPE Mejoramiento de los procesos de la empresa

Organización para el mejoramiento.- Asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso, para lo cual se debe realizar las siguientes actividades: establecer el EEM⁹, nombrar un representante del MPE, comunicar las metas a los empleados, revisar estrategias y requerimientos del cliente, seleccionar los procesos críticos.

Comprensión del proceso.- Entender todas las dimensiones del proceso actual de la empresa, para lo cual se define el alcance y misión, límites, desarrollo de una visión general, definir los medios de evaluación de los clientes, de la empresa y las expectativas del proceso, elaborar diagramas de flujo de proceso, reunir datos de costo, tiempo y valor, realizar simulaciones del proceso, solucionar diferencias, actualizar documentación del proceso.

Modernización.-Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso de la empresa, para lo cual se requiere realizar las siguientes actividades: brindar capacitación, identificar oportunidades de mejoramiento, eliminar burocracia, eliminar actividades sin valor agregado, simplificar el proceso, reducir el tiempo del proceso, eliminar errores, eficiencia en el uso de equipos, estandarización, automatización, documentación del proceso, seleccionar a los empleados y entrenamiento.

Mediciones y Controles.- Poner en práctica un sistema de control de procesos para un mejoramiento progresivo, desarrollando mediciones y objetivos del proceso, establecer un sistema de retroalimentación, realizar periódicamente la auditoria del proceso, establecer un sistema de costos de mala calidad.

Mejoramiento continuo.- Poner en práctica el proceso de benchmarking, para lo cual se requiere calificar el proceso, llevar a cabo revisiones de las calificaciones, definir y eliminar los problemas del mismo, evaluar el impacto del cambio sobre la empresa y los clientes, benchmarking (definir sistemáticamente los mejores sistemas, procedimientos y prácticas de manera que éste alcance estos estándares a nivel mundial) y suministrar la capacitación al equipo de trabajo.

En la figura 3 especifica el flujo de las cinco fases del mejoramiento de los procesos de la empresa.

⁹ EEM Equipo ejecutivo de mejoramiento

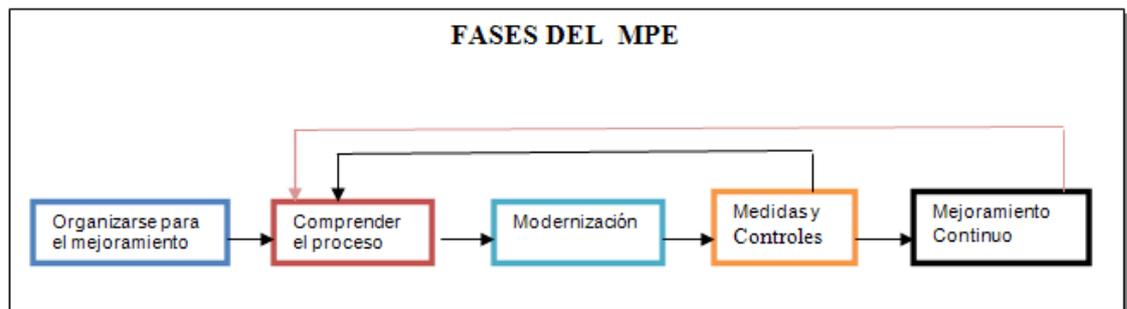


Figura 3 Las cinco fases del MPE
Fuente: (HARRINGTON, 1993)

2.2 SIMULACIÓN DE PROCESOS

2.2.1 La noción del modelo

El estudio directo de los fenómenos reales, presenta frecuentemente grandes dificultades derivadas de la complejidad de los mismos, de sus múltiples interacciones con el mundo exterior y de la imposibilidad de efectuar algunas medidas, observaciones y controles. Con el fin de ayudar a vencer estos obstáculos, el hombre comienza por asociar al fenómeno real con una representación conceptual adecuada que se denomina modelo. (Quiros, 1974)

2.2.2 Que es simulación

Según (Heizer & Render, 2004) , (SHEIKH, 2003), (Coss Bu, 2003) se define a la simulación como: El intento de reproducir rasgos, el aspecto y las características de un sistema real, generalmente a través de un modelo informático.

Según (Shannon, 1988), la simulación se define como: El proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema.

En términos generales, la simulación permite replicar escenarios reales o que podrían llegar a serlo en algún momento, con la finalidad de determinar su comportamiento de manera estadística. Desde el punto de vista computacional, la simulación es el uso de un

programa informático que permite modelar un sistema del mundo real, con el fin de validar las decisiones que afectan al sistema. La simulación es usada para ayudar en el diseño o la modificación de sistemas complejos de industria o negocio en general, al experimentar con diferentes alternativas o combinaciones de recursos, personas, maquinaria y con diferentes políticas o reglas de operación. Puede ser usado para probar planes u obtener ideas acerca de cuáles son las alternativas que valen la pena ser consideradas bajo determinadas suposiciones, respecto al ambiente de operación.

Es importante indicar que en la simulación el tiempo simulado (tiempo de ejecución) avanza mucho más rápido que el tiempo real, de tal forma que la representación de un día en una fábrica o negocio puede ser simulado en tan solo segundos en el modelo de simulación. Las simulaciones modernas proveen una representación gráfica de lo que sucede en el sistema mientras el modelo está corriendo y permite a los usuarios hacer cambios en el modelo a través de la interface gráfica, esto se denomina Simulación Visual Interactiva por Computador, haciendo que los usuarios del modelo puedan ver lo que sucede en el modelo mientras está en ejecución. El análisis avanzado comprende la optimización y simulación usando herramientas analíticas y modelos para maximizar la efectividad en procesos y decisiones de negocio examinando resultados y escenarios alternativos antes, durante y después de la implementación y ejecución de los procesos. (INTELI8, 2010)

Para simular un sistema de gestión operativo, se desarrolla un modelo matemático que represente el mayor realismo posible, para evaluar el efecto de cada acción, el proceso de simulación se articula en 3 puntos: (Heizer & Render, 2004)

- 1.- Imitar, es una representación matemática, una situación del mundo real:
- 2.-Estudiar, a detalle las propiedades y características operativas; y
- 3.- Sacar conclusiones y tomar decisiones de acuerdo a los resultados de la simulación.

Siguiendo estos pasos no hará falta utilizar un sistema real mientras no se valore las ventajas y desventajas en el modelo. Durante la realización de la simulación, el director de operaciones debe considerar las siguientes tareas (Heizer & Render, 2004), (Shannon, 1988), (Coss Bu, 2003).

1. Definir el problema.
2. Introducir las variables importantes ligadas al problema.
3. Elaborar un modelo numérico.
4. Determinar posibles sistemas de actuación para la realización de las pruebas.
5. Realización del experimento.
6. Interpretar los resultados (modificando, posiblemente, el modelo o cambiando los datos introducidos).
7. Decidir la línea de actuación a seguir.
8. Documentación técnica y manual de usuario.

2.2.3 Por qué usar la simulación?

El beneficio de usar simulación es la destreza de modelar la forma en que suceden las cosas en el mundo real, para lo cual existen los sistemas modelados, que son de comportamiento dinámico (que experimentan cambios en el tiempo) y estocásticos (cuyos cambios se dan en función a la variación estadística). (INTELI8, 2010)

Estático versus Dinámico

Un modelamiento dinámico asegura que la dimensión tiempo sea incluida de manera explícita; en cambio, el estático provee una fotografía del sistema sin la dimensión tiempo. El uso de simulación significa que el dinamismo de un sistema puede ser incluido y representado a través del tiempo. Es muy difícil modelar con exactitud un sistema dinámico usando análisis estático tal como hojas de cálculo o flujogramas.

Determinístico versus Estocástico

La simulación provee la capacidad de modelar la variabilidad en los sistemas, la cual es descrita usando distribuciones estadísticas y un flujo de números aleatorios, que permitan generar los eventos aleatorios que encajan en el patrón estadístico adecuado. Lo que significa que, la generación de un evento no tiene efecto alguno con la generación del siguiente. Algunas veces los modelos de simulación son construidos sin contener elementos aleatorios, debido a que la variabilidad no es el interés de la simulación. Una simulación estocástica o probabilística puede actuar como un modelo determinístico al usar distribuciones fijas.

2.2.4 Ventajas e inconvenientes de la simulación

La simulación es una herramienta utilizada a menudo por los altos directivos, y su estudio es muy recomendable, porque presenta las siguientes ventajas:

(Naylor, 1977), (Shannon, 1988)

1. Es una técnica sencilla y flexible.
2. Para analizar situaciones complejas que se producen en la realidad y no pueden resolverse mediante modelos convencionales de dirección de operaciones, con la simulación puede ayudar a entender mejor la operación del sistema, a detectar las variables más importantes que interactúan y a entender mejor las interrelaciones de las mismas.
3. La simulación puede utilizar cualquier distribución de probabilidad que defina el usuario. No requiere distribuciones estándar.
4. Permite mejorar el tiempo, que con los métodos convencionales, el proceso puede durar varios meses o años; en cambio, con las soluciones informáticas el proceso se realizaría en poco tiempo.
5. Permite hacer preguntas del tipo ¿Qué ocurrirá si?, es una ventaja que permite a los gerentes de las empresas conocer por anticipado, cuales son las opciones más atractivas, con un modelo informático, se puede aplicar varias estrategias de prueba y en pocos minutos, obtener resultados, los cuales permiten tomar mejor sus decisiones.
6. Con la simulación se puede estudiar los efectos de componentes individuales o de las variables, para determinar cuáles son importantes.
7. La técnica de simulación puede ser usada para experimentar nuevas situaciones sobre las cuales se tiene pocas o ninguna información.
8. Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema, la simulación puede ser usada para anticipar cuellos de botellas o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del mismo.

A diferencia de las ventajas mencionadas, las técnicas de simulación presentan los siguientes inconvenientes: (Shannon, 1988), (Coss Bu, 2003)

1. Los buenos modelos de simulación pueden resultar caros y requerir muchos meses para su desarrollo

2. Los directivos deben crear todas las condiciones y presentar todas las limitaciones en torno a las soluciones que desea examinar. El modelo de simulación no produce respuestas sino se introducen datos adecuados y realistas.
3. Cada modelo de simulación es único, sus soluciones y deducciones no pueden ser transferibles a otros problemas.

2.3 PAQUETES DE SIMULACIÓN

Existen varios paquetes de simulación de aplicaciones, los cuales son utilizados por muchos investigadores y categorizado de acuerdo a la actividad que ejecute, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: (SHEIKH, 2003)

- Control del tráfico aéreo y los sistemas espaciales
- La cadena de suministro
- Reingeniería de procesos de negocio y flujos de trabajo
- Sistemas de transporte
- Complejo sistema de evaluación del proyecto
- Aeroespacial
- Ordenador y las redes de comunicación
- Petróleo y Gas
- Equipo de evaluación del desempeño
- Construcción
- Educación y capacitación
- Modelos financieros
- Sistemas de salud
- Parcelas y el manejo de paquetería (cola)
- Fabricación de sistemas de 16. De cuellos de botella
- Militar / Sistemas de Combate
- Por satélite y sistemas de comunicaciones inalámbricas
- Los sistemas de robótica y mecánica
- Sistemas de servicio
- De decisiones y análisis de riesgos

Educación y Formación.- Es uno de los pilares de la simulación, su aplicación va desde la enseñanza acerca de las moléculas químicas y reacciones químicas hasta la formación

de un piloto de un avión nuevo. Para cumplir con este requerimiento se utiliza los siguientes paquetes de simulación: AnyLogic 5.0, NAG SMP Librar y, PASION Sistema de Simulación, STELLA / itthink, Visual Simulación de Medio Ambiente y WebGPSS (micro-GPSS). (SHEIKH, 2003)

Sistemas de cuidado de la Salud.- La simulación se realiza desde las salas de emergencia y casos de solicitudes de ambulancia hasta el análisis de las finanzas de la los sistemas de salud. Los paquetes que pueden realizan estos procesos son los siguientes: AutoMod, ExpertFit, MICROSAINTE, NAG SMP Biblioteca, SIGMA, entorno de simulación visual.

Sistemas de Manufactura.- Es la aplicación de herramientas y un procesamiento medio para la transformación de las materias primas en productos terminados para la venta. Los sistemas de fabricación son ofertados por: Analytica, AutoMod, ExpertFit, Fábrica Explorer, Flexsim, GoldSim, World GPSS para Windows,MAST,MICROSAINTE, NAG SMP Library, Industria de Procesos Fabricación del sistema de planificación (PIMSS), Software, SIGMA, SimCAD Pro and Visual Simulation Environment.

Militar / combate sistemas.- son aplicaciones que cubren muchos temas en la investigación la simulación de un campo de batalla. Los paquetes que realizan estos procesos son: AnyLogic 5.0, ExpertFit, MICROSAINTE, NAG SMP Library, y Stardis.

¿Qué pasaría si ... los escenarios? .- Como su nombre lo indica, esta aplicación es una piedra angular en el campo de la simulación, para lo cual se tienen los siguientes paquetes: Arena, Resource Manager y SIMUL8. (SHEIKH, 2003)

Sistemas de robótica y mecánica.- Es mucho más barato la construcción del sistema y probarlo. Los paquetes de apoyo para esta función son: Dymola, QX3D y Pro sIMCAD. (SHEIKH, 2003), (Harrington, 1993)

2.4 SOFTWARE SIMUL8

2.4.1 Definición

SIMUL8 es una poderosa herramienta de software para simulación de procesos asistidos por ordenador, que permite minimizar el riesgo asociado en la administración de procesos

de negocio, permite la modelización de procesos para analizar flujos, colas de espera y necesidades generales de puestos de trabajo. Combina la metodología de interacción de procesos, con las metodologías de programación visual y orientada a objetos. (Corporation, Simul8, 2003)

SIMUL8 es una herramienta de software creada para construir, representar, animar y explorar mediante simulación diferentes procesos de cualquier nivel de complejidad y de manera rápida, minimizando así el riesgo asociado en la administración de procesos de negocio; además, puede simular virtualmente cualquier modelo o sistema de procesos industriales y/o administrativos, ofreciendo al usuario una facilidad sin igual para examinar, medir, ajustar, presentar, justificar, comunicar y documentar de forma visual e interactiva la toma de mejores decisiones. (Corporation, Simul8, 2003)

En resumen: SIMUL8 es una herramienta de software con la cual se puede construir, representar, animar y explorar mediante la simulación de modelos complejos, minimizando el riesgo y permitiendo la toma de decisiones adecuada.

Mientras el modelo se ejecuta en el tiempo, SIMUL8 automáticamente recoge útiles y variados resultados e indicadores claves de desempeño (Key Performance Indicators, KPIs) tales como:

- Trabajo en progreso.
- Utilización y eficiencia de equipos y/o recurso humano.
- Tiempo de ciclo y unidades producidas.
- Tiempo empleado en movilización de material y recursos.
- Tiempos de espera.
- Niveles de inventario.
- Costos asociados, y muchos más.

De manera más técnica, SIMUL8 corresponde a la categoría de simuladores de eventos discretos (DES, Discrete Event Simulator). Este tipo de simulador está diseñado para modelar el flujo de trabajo implícito en un proceso a través del tiempo en donde fluyen transacciones (personas, productos, servicios, llamadas, etc.), que interactúan con recursos (maquinaria o personas). La idea principal radica en que el proceso pueda ser analizado para poder mejorarlo sin la necesidad de altos costos, interrupción de trabajo o

el riesgo asociado en la implementación de una idea en un sistema real. Mejor aún, muchas ideas pueden ser probadas de manera rápida para encontrar una óptima combinación de recursos, aprender con agilidad del proceso y probar ideas inusuales con el fin de tomar aquellas que merecen ser investigadas.

2.4.2 Características

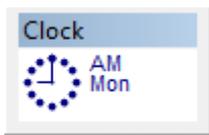
A continuación se describen algunas características de la herramienta SIMUL8, según (Corporation, Simul8, 2003)):

- Simple y de uso intuitivo. Diseño asistido con funciones de “arrastrar y soltar” y ventajas de diálogo, para modelar sin una sola línea de código.
- Compatible con las tecnologías Microsoft (Protocolo OLE).
- Plantillas o “templates” que asisten a modeladores novatos.
- SIMUL8 muestra un proceso animado de tal forma que resulta fácil para el usuario entender la manera en que el proceso funciona y donde puede presentar defectos o ajustes erróneos. El simple hecho de poder visualizar la animación del proceso genera de por sí varias ideas de mejora.
- SIMUL8 recolecta indicadores claves de desempeño (KPI's, Key Performance Indicators) respecto al comportamiento del sistema como por ejemplo: Cuántos clientes permanecieron en cola y durante cuánto tiempo? Cuánto cuesta el proceso de pintura?, Cuánto tiempo trabajó el operador X en la actividad A?, entre otros.

2.4.3 Descripción de la herramienta SIMUL8

Simul8 provee un acceso fácil e intuitivo a las características de la herramienta por medio de textos y gráficos, se tiene disponibles las barras de herramientas de archivo, edición, de ejecución, resultados y construcción.

2.4.3.1 Barra de herramientas de ejecución y resultados.



Reloj.- Este es uno de los elementos más importantes para cualquier modelo de simulación. Mediante el reloj el usuario puede darse cuenta del comportamiento del modelo en determinados momentos. Al hacer doble clic sobre el reloj se mostrará el dialogo de propiedades en donde se define los parámetros que regirán el comportamiento del modelo en cuanto a unidad de tiempo a ser usada, la apariencia.



Run .- Se utiliza para iniciar una nueva corrida de simulación o para detener la corrida de una simulación que está en curso.

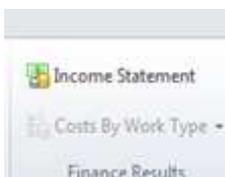
Stop.- Detiene la ejecución o corrida de un modelo. Las teclas rápidas para esta opción es **CTRL+F9**



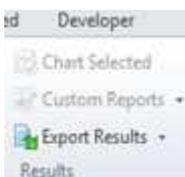
Make Multiple Runs and Display Results.- Crea varas corridas o replicaciones del modelo usando diferentes flujos de números aleatorios, al cual se denomina ensayo. Al completarse un ensayo se muestra un resumen de resultados y un intervalo de confianza.



Result Manager Muestra una colección de resultados que es actualizada al finalizar una corrida de simulación o ensayo.



Income Statement Muestra una ventana con un resumen de costos, ingresos y utilidad. Esta información es recolectada cuando se ha parametrizado con información financiera a los objetos de simulación.



Export Results.- Opción que permite exportar los resultados en archivos tipo file,xls, xml.

2.4.3.2 Objetos para diseñar un modelo

	Building Blocks
	Work Entry Point
	Storage Bin
	Work Center
	Work Exit Point
	Resource

Work ítem.- Es el trabajo tangible o intangible sobre el cual se recolectan información y se mantiene durante todo el proceso de simulación, estos pueden ser clientes que entran a un restaurante, órdenes de producción o pacientes en un hospital.

Storage Bin.- (o también conocido como cola) se utiliza en cualquier momento que quiera representar algo que está en espera por ser procesado. Es el objeto pasivo que retiene los workItems que esperan ser procesado por un workcenter, por ejemplo: podría usarse para los productos que esperan ser enviados, materia prima esperando por ser usada o las prendas de vestir esperan ser pulidas en el área de terminados.

Work Entry Point.- Es el objeto responsable de generar o atraer los work ítems al sistema.

Work Center.- Es quien desempeña el trabajo involucrado a una tarea o proceso, el cual toma el trabajo desde una cola (Storage Bin) y puede aceptar trabajo desde otros Work Centers.

Work Exit Point.- También llamado Work Complete, es el objeto encargado de recibir a los Work Items que abandonan el modelo sistema. Por ejemplo los clientes que salen de una tienda o de un banco, una costurera que termina de confeccionar un producto.

Resource.- Son recursos que ponen limitaciones a un Work Center para su operación, razón por la cual un Resource no puede funcionar a menos que esté ligado a un Work Center. Un Work Center no podrá funcionar si es que el o los Resources atados a este no están disponibles, pero si un Work Center no

tiene atado algún Resource podría operar con normalidad, los recursos pueden ser personas, herramientas, maquinarias, espacio físico.

2.4.3.3 Herramientas de Construcción

- Un Conveyor.- Es considerado un dispositivo de transporte que mueve Work Items de un lugar a otro.
- Load/Unload Point.- Funciona como un muelle. Cuando los materiales o Work Items arriban al muelle, los trabajadores llamarán a un camión (Vehicle) para mover el material al destino requerido.
- Vehicle Class Es una colección de uno o más vehículos individuales con características idénticas. Cada vehículo contiene parámetros como velocidad, tamaño, capacidad y el número de vehículos en la clase.
- Tank Es similar a un Storage Bin en el sentido que retiene material. La principal ventaja es la eficiencia en el manejo de niveles de materiales. Un Tank no contiene realmente Work Items sino que simplemente registra las entradas y salidas para un gran flujo de materiales. El uso de Storage Bin regulares podría sobrecargar la memoria disponible del computador.

2.4.3.4 Herramientas de monitoreo



Simulation Monitor.- Permite ver en detalle la actividad a la que se da lugar internamente en el motor de simulación de SIMUL8.



Watch Window.- Ventana de inspección que permite ubicar piezas claves de información y variables en un punto central.

2.4.3.5 Herramientas Logic

Information Store.- Es un repositorio que guarda los ítems de datos globales de SIMUL8. Estas son variables que pueden ser usadas en Visual Logic.

All Visual Logic.- Muestra la ventana que contiene la lista de todas las secciones de código Visual Logic que se hayan incluido a lo largo del modelo de simulación.

2.4.4 Distribuciones

Las distribuciones estadísticas son el corazón de la simulación. Estas son esencialmente generadores de números usados en diferentes secciones que precisan de tiempo y valores numéricos. Cada distribución en SIMUL8 usa un flujo diferente de números aleatorios lo que garantiza la independencia entre las áreas del modelo. El conjunto de todos los posibles resultados de un experimento aleatorio es conocido como “espacio muestral”. Cualquier función definida sobre el espacio muestral es formalmente conocida como variable aleatoria. (INTELI8, 2010)

Existen 2 tipos primarios de distribuciones: Continua versus discreta y paramétrica versus empírica (INTELI8, 2010)

Continua versus Discreta.- Existen casos en los cuales el espacio muestral no puede ser fácilmente enumerado, en donde la manera más sencilla de expresar dicho espacio no es por enumeración sino por un intervalo.

Paramétrica versus empírica.- Existen distribuciones desarrolladas para modelar de manera precisa cualquier fenómeno. Estas opciones predefinidas son conocidas como distribuciones paramétricas. Estas distribuciones permiten que por medio del uso de unos pocos parámetros (usualmente 3 o menos) se obtenga una forma de distribución precisa y funcional. Estos parámetros asocian características importantes de la distribución tales como el promedio, desviación estándar, forma y escala. Una distribución empírica puede ser continua o discreta y puede tener cualquier forma.

2.4.4.1 Distribuciones estadísticas y sus parámetros

Distribución o Densidad.- Una distribución provee la probabilidad de que un resultado de salida sea menor que o igual a algún valor. La función de densidad para una variable continua o función de masa para una variable discreta, permite determinar la probabilidad de que una variable aleatoria tome un valor específico. En la tabla 1, ilustra los tipos de distribución integradas en SIMUL8.

Tabla 1 Distribuciones estáticas y sus parámetros

Distribución	Parámetro	Notas
Bernoulli discreta	P1: Probabilidad de éxito.	Genera 0 ó 1 de acuerdo a la probabilidad dada.
Beta continua	P1: Alfa 1. P2: Alfa 2.	Distribución flexible con una curva que varía mucho con los valores de los parámetros.
Binomial discreta	P1: Ensayos. P2: Probabilidad	Provee el número total de éxitos dado un número de ensayos y la probabilidad de éxito.
Erlang continua	P1: Promedio. P2: K	Compuesta de muestras exponenciales repetitivas.
Exponencial continua	P1: Promedio.	Clásica para tiempos de inter arribo cuando estos ocurren de forma independiente uno de otro.
Fixed discreta	P1: Valor fijo.	Número estático sin variación.
Gamma continua	P1: Alfa. P2: Beta	Relacionado a la distribución beta con una curva que varía mucho con los parámetros.
Geométrica discreta	P1: Probabilidad.	Retorna el número total de intentos antes de que el primer éxito ocurra, donde la probabilidad de éxito en cada ensayo es P1.
Lognormal continua	P1: Promedio. P2:Desviación estándar.	Distribución amplia y torcida hacia la izquierda que retorna solo valores positivos. Usada normalmente para tareas humanas.
Negative Binomial discreta	P1: Ensayo. P2: Probabilidad.	Retorna el número de fracasos que ocurren en una serie de ensayos antes de que el éxito de P1 haya ocurrido, donde la probabilidad de éxito en cada ensayo es P2.
Normal continua	P1: Promedio. P2:Desviación estándar.	Curva clásica simétrica acampanada que retorna el 95% de muestras dentro de 2 desviaciones estándar, y capaz de retornar valores raros en más de 6 desviaciones estándar.
Pearson V continua	P1: Alfa. P2: Beta.	Distribución flexible cuya curva varía mucho con los valores de los parámetros.
Pearson VI	P1: Alfa 1.	Distribución flexible cuya curva varía mucho con

continua	P2: Alfa 2. P3: Beta.	los valores de los parámetros.
Poisson discreta	P1: Promedio.	Usada para modelar un resultado exitoso durante un tiempo dado o una región especificada. Una interpretación común de resultado exitoso es un arribo. Está íntimamente ligada a la exponencial. Si la distribución Poisson modela correctamente el número de arribos en un período, entonces el tiempo de inter arribo deberá ser exponencial.
Rounded Uniform Discreta	P1: Inferior. P2: Superior.	Retorna un entero entre el inferior y superior con igual probabilidad para cada valor.
Triangular Continua	P1: Inferior. P2: Modo. P3: Superior.	Curva lineal entre el inferior al modo, y nuevamente desde el modo al superior. Muy útil cuando los datos históricos son limitados.
Uniform Continua	P1: Inferior. P2: Superior.	Retorna un valor entre inferior y superior con igual probabilidad para cada valor. Cada valor puede ser un número real.
Weibull Continua	P1: Alfa. P2: Beta.	Distribución flexible cuya curva varía mucho con los valores de los parámetros. Usada comúnmente en ingeniería para describir el período de vida de un objeto.
Average continua	P1: Promedio	Creada por SIMUL8 por simplicidad. Es una distribución normal con desviación estándar de 25% del promedio dado.

Fuente: (INTELI8, 2010)

2.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

"El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, con el fin, de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria. Mientras que la relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de

rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.” (Evaluacion Del Costo Beneficio)

$$B/C = VAI / VAC$$

El balance costo-beneficio pondera los costos estimados contra los beneficios probables. Los pasos necesarios para determinar la relación costo-beneficio son los siguientes, según (HORNGREN, 2006):

1. Hallar costos y beneficios: encontrar la proyección de los costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto o negocio para un periodo de tiempo determinado.
2. Convertir costos y beneficios a un valor actual: debido a que los montos que hemos proyectado no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (hoy en día tendrían otro valor), debemos actualizarlos a través de una tasa de descuento.
3. Hallar relación costo-beneficio: dividimos el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
4. Analizar relación costo-beneficio: si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.
5. Comparar con otros proyectos: Elegir entre varios proyectos de inversión, teniendo en cuenta el análisis costo-beneficio.

2.5.1 Costo

Se define el costo como el gasto económico que se representa como costos fijos y variables para la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. (Evaluacion Del Costo Beneficio)

Según (Horngren, 2007) los contadores definen al costo como un recurso que es consumido o perdido para alcanzar un objetivo específico. Es un valor monetario que debe pagarse por adquirir bienes y servicios. Un costo real es aquel que se ha incurrido (histórico o pasado), en cambio; un costo presupuestado es un costo predicho o presupuestado(futuro).

Costos fijos son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables (Horngren, 2007)

Costo variable es aquel que se modifica de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), se trata tanto de bienes como de servicios. Un costo variable cambia en total en proporción a los cambios en nivel relacionado con la actividad. (HORNGREN, 2006), (Horngren, 2007).

2.5.2 Productividad

Según (James, 1996), la productividad se define como la medida del grado en que funciona el sistema de operaciones e indicador de la eficiencia y la competitividad de una empresa o departamento. Es decir la relación entre insumos y productos constituye una medida del aprovechamiento de la eficiencia en un empleado en función del aprovechamiento de los recursos escasos para producir bienes y servicios.

La productividad es la razón entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas o insumo (mano de obra, capital, administración), en consecuencia cuando más eficiente son las transformaciones más productivas seremos y mayor será el valor agregado a los bienes y servicios. (Pearson & Heizer, 2004).

Se puede concluir que la productividad permite mejorar la eficiencia¹⁰ y la relación entre la producción y el consumo, es decir, entre el beneficio y el costo, de acuerdo al tipo de empresa.

2.5.2.1 Tipos de porcentaje de productividad

Productividad total relaciona el valor de todos los productos y el valor de todos los insumos, usando el porcentaje total de producción / total de insumos.

¹⁰ Eficiencia: significa hacer bien el trabajo, con un mínimo de recursos y desperdicios.

Productividad parcial relaciona el valor de todos los productos y el valor de las categorías principales

El uso de porcentajes de la productividad se puede calcular para un periodo específico, que mida la eficiencia de las operaciones en este plazo o como medida de los avances y reprocesos de la productividad. (James, 1996)

3 METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

La empresa IMAGEN TEXTIL, fue creada en el año 2008, con la finalidad de proveer el servicio de ventas y distribución de prendas de vestir a medianas y pequeñas industrias de la confección textil. Éste servicio permitió a éstas empresas propagar su mercado en plazas nacionales e incrementar su promedio de ventas mensuales.

En el año 2010, la empresa IMAGEN TEXTIL, se convierte de proveedor de servicios a fabricante de productos. Con el objetivo de ofrecer a los clientes mejores alternativa frente a los competidores. La empresa elabora una amplia gama de prendas que detallan a continuación: camisetas, blusas, licras, bermudas y pijamas, elaboradas en telas de algodón, licra y yérsey, dirigida hacia todo público, con estilos y tendencias de moda, de acuerdo a cada región.

En el año 2012 se estableció que los artículos con mayor demanda son blusas de niña y licras. Actualmente, la empresa cuenta con un promedio de 250 clientes distribuidos en las regiones sierra, costa y oriente.

MISION.- Confeccionar y comercializar prendas de vestir de alta calidad elaboradas en algodón, poliéster y licras, que cumplan con las expectativas del cliente del mercado nacional y se encuentren a la vanguardia de la moda, obteniendo una utilidad rentable, brindando seguridad y crecimiento para sus empleados y colaboradores.¹¹

VISION.-En los próximos 5 años, lograr un posicionamiento en el mercado nacional y ser reconocida como una empresa líder en la confección de prendas de vestir, ofreciendo productos de buena calidad a precios competitivos y entrega oportuna.

PRODUCTOS.- La empresa fabrica blusas, camisetas polo, licras, pijamas, bermudas para dama, caballero, niño y niña.

¹¹ Fuente : Elaboración propia



Figura 4 Modelos de blusas y camisetas
Fuente: Departamento de diseño Imagen Textil

El departamento de diseño se encarga de generar los nuevos modelos y estampados de los productos utilizando las herramientas informáticas photoshop e ilustrador.

3.2 UBICACIÓN

Las oficinas y el taller se encuentran ubicados en la ciudad de Quito, Sector Toctiuco urbanización El Rosal en las calles Goya OE13-01 y Francisco Boloña, como se puede visualizar en la figura 5.



Figura 5 Ubicación de la empresa
Fuente: GoogleMap

3.3 DISTRIBUCIÓN FÍSICA

El taller de la empresa Imagen Textil tiene una área física aproximada de 180 metros cuadrados, en la planta baja se encuentra el área de estampado, en el primer piso la distribución (garaje), en el segundo piso están las oficinas, salas de confección, control de calidad, estampado de tallas, empaque y almacenamiento de la materia prima y producto terminado, la figura 6 muestra la distribución e infraestructura de la empresa.

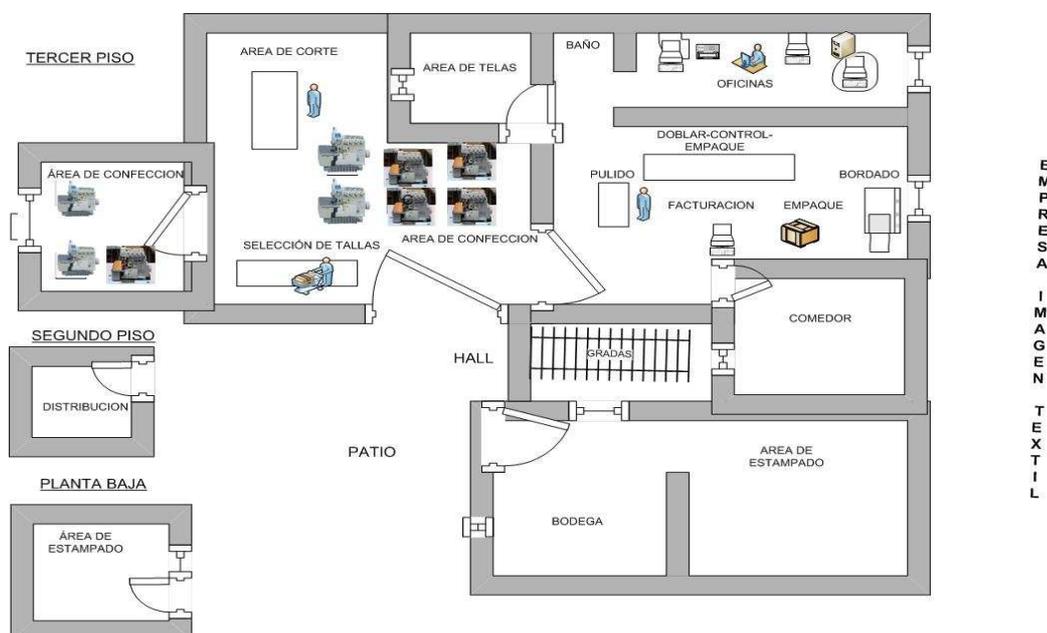


Figura 6: Distribución física de la empresa
Fuente: Elaborado por María Arequipa

3.4 LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

De acuerdo a la actividad de la empresa Imagen Textil, en la figura 7 se muestran sus macro-procesos, procesos y subprocesos:

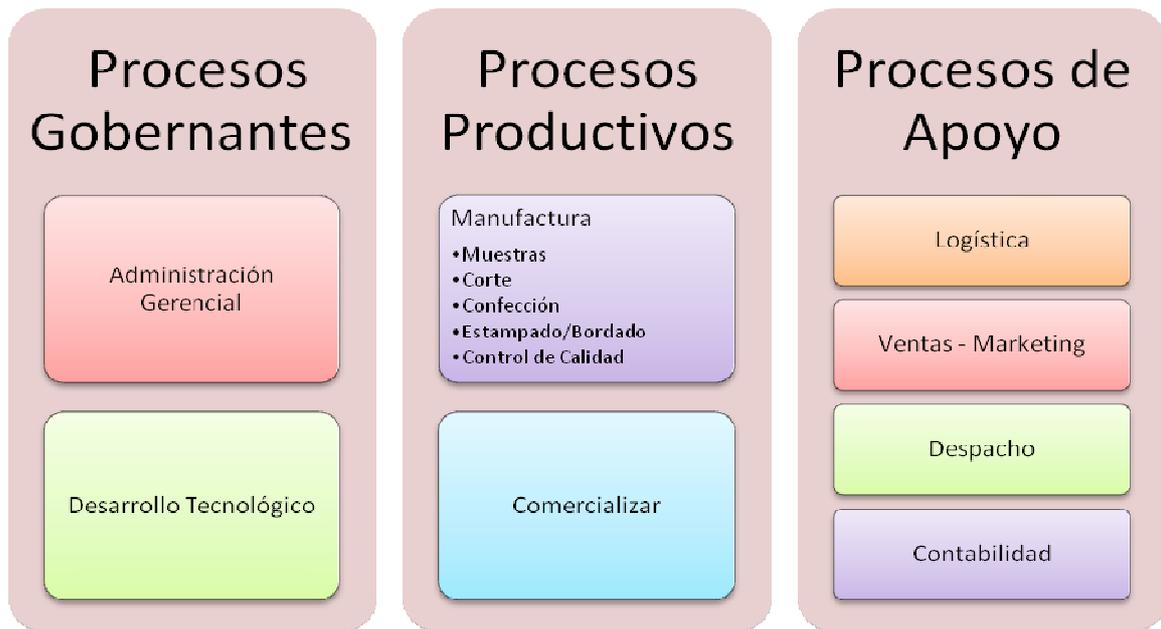


Figura 7 Macro - procesos- subprocesos
Elaborado por: María Arequipa

En la figura 8, presenta un diagrama del proceso Manufacturar prendas de vestir, utilizando la metodología IDEF0¹², soportada por BPWIN.

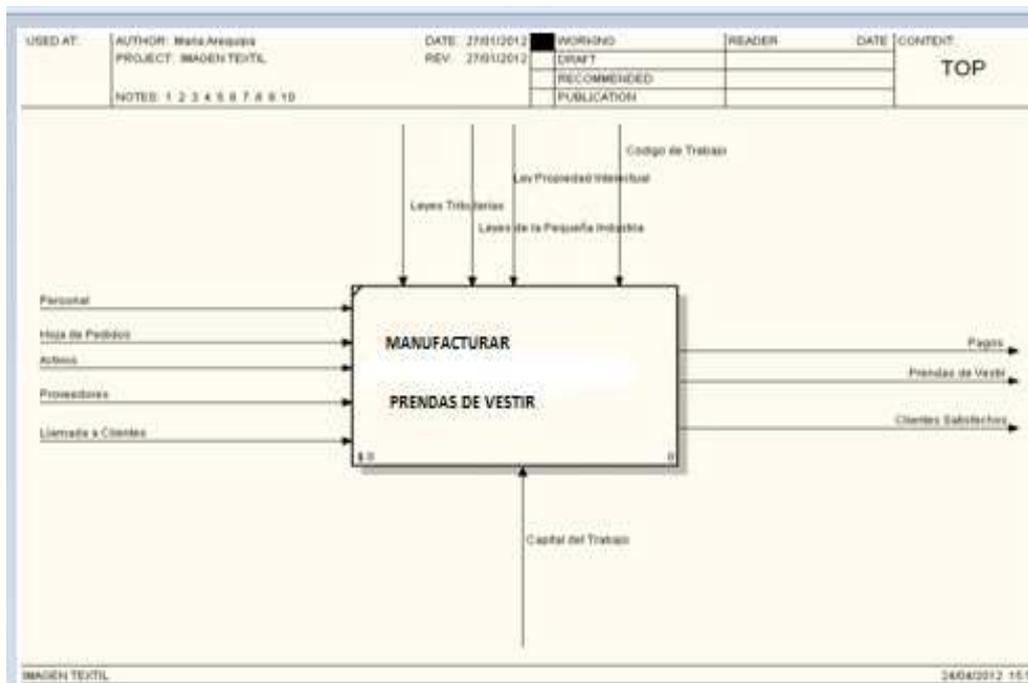


Figura 8 Diagrama para manufacturar prendas de vestir-Imagen textil
Elaborado por: María Arequipa

¹² IDEF (Definición de la integración para la modelización de las funciones)

A continuación, en la figura 9 detalla la interacción entre las diferentes áreas para confeccionar prendas de vestir y distribuir los pedidos.

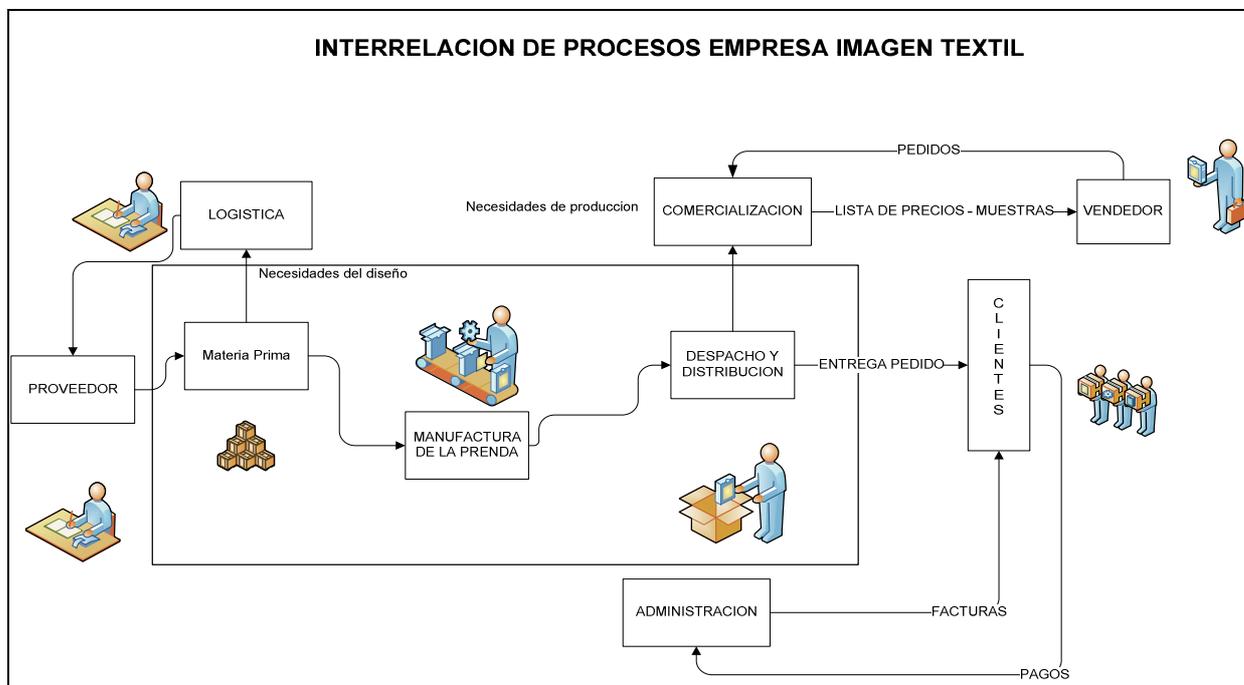


Figura 9 Interacción de procesos

Elaborado por: María Arequipa

3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA

La planificación de la producción de la empresa Imagen Textil, se realiza mediante la recopilación semanal de hojas de pedidos, las cuales son entregadas por los vendedores de acuerdo a las necesidades encontradas en las regiones; así se genera la nueva colección de prendas de vestir. Cabe destacar que cada modelo que se fabrica, tiene diferente tiempo de producción y por lo general los modelos nunca se repiten, salvo el caso que el modelo se lo considere como clásico o haya tenido buena acogida en el mercado. Cada 3 meses, se genera la nueva colección de productos que está conformada por 4 modelos de camisetas de niño, 4 de blusas de niña, 4 de dama y 1 de caballero; en total se confecciona un promedio de 13 muestras, que son entregadas a los vendedores, para sondear en el mercado.

A continuación, se detalla el proceso típico de fabricación de las prendas de vestir:

1. El departamento de diseño se encarga del diseño, patronaje¹³, armado y decoración de 15 muestras de producción
2. Una vez aprobados los modelos que se van a producir en la colección, se determina su cantidad y la materia prima necesaria para la fabricación, esta información es proporcionada al área de corte, en donde se realiza el tendido y corte de la tela, posteriormente, se etiquetan las diferentes piezas, que conforman la prenda para diferenciar entre tallas y se agrupan en paquetes para continuar con el siguiente proceso.
3. En el proceso de costura se realiza el armado de la prenda y colocación de la talla, para estas actividades se utilizan máquinas que precisan en la tabla 2, las cuales son utilizadas de acuerdo al tipo de prenda a confeccionar, pero las más utilizadas son: recta, recubridora y overlock.

Tabla 2 Máquinas Imagen Textil

Máquina	Número
Overlock 4 hilos	3
Overlock 5 hilos	2
Recubridora	4
Recta 2 hilos	2
Recta	3
Botonera	1
Ojaladora	1
Resortera	1
Tracadora	1
Cortadora de tiras	1
Cortadora de tela	1
Bordadora	1
Pulpos	2
Termofijado	2

Elaborado por: María Arequipa

¹³ Patronaje es la elaboración de moldes o patrones de prendas de vestir en relación a tallas industriales o de acuerdo a una ficha técnica de algún cliente.

4. Si el modelo tiene bordados o estampados a producir, se efectúa este proceso, aquí se entrega el diseño del estampado con los colores y técnicas a utilizar.
5. Seguidamente, pasa al área de control de calidad en donde se ejecuta el pulido de la prenda que consiste en eliminar el exceso de hilo, posteriormente; se procede a colocar botones, apliques, remaches y realizar un control de calidad exhaustivo. Después se procede al doblado, colocación de colgantes y código de barra.
6. Inmediatamente, las prendas se envían a la bodega de producto terminado donde son perchados según el tono y talla de las prendas.

En los anexos A -B-C-D- E, se puntualizan los flujos de trabajo en donde se describen los subprocesos de manufactura, necesarios para la confección y comercialización de una prenda de vestir que se realiza en la empresa Imagen Textil.

3.6 DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE PEDIDOS

Según (Davenport, 1996), la Gestión de Pedidos y Distribución consiste en un conjunto de actividades que permiten el cumplimiento de órdenes de pedido del cliente y asegura el máximo valor de la cadena de suministro y servicio al cliente.

Se entiende por cadena de suministro la unión de todas las empresas que participan en la producción, distribución, manipulación, almacenaje y comercialización. (Chopra & Meindl, 2008)

Un pedido se puede definir como un compromiso en firme entre dos partes (proveedor y cliente) que reúne todas las condiciones mínimas necesarias para establecer una relación comercial entre ellas de manera que una de las partes (el proveedor) pone a disposición de la otra (cliente) los productos o servicios comprometidos, bajo las condiciones pactadas. Según PricewaterhouseCoopers, el proceso comienza con la llegada de un pedido y termina cuando el pedido es enviado, aceptado y finalmente cobrado. En la figura 10 se especifica las actividades de la Gestión de Pedidos y Distribución.



Figura 10 Ciclo de la gestión de pedidos y distribución

Fuente: PricewaterhouseCoopers

Los procesos que se detallan en la figura 11, son los que se manejan en la empresa Imagen Textil para cumplir con el ciclo de la gestión de pedidos y distribución de las prendas de vestir.

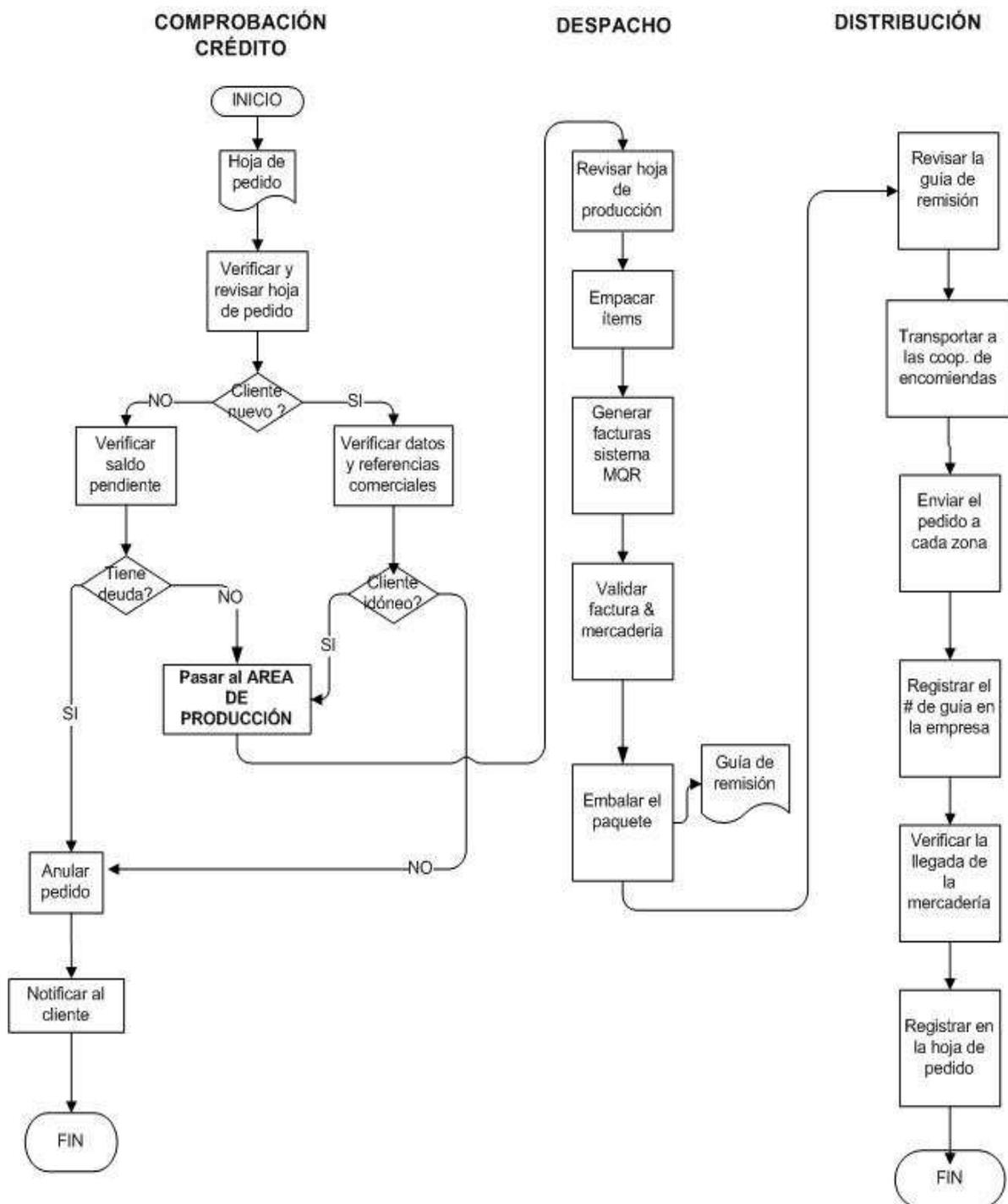


Figura 11 Gestión de pedidos – distribución Imagen textil
Elaborado por: María Arequipa

Para el presente proyecto se modelaron los procesos descritos en las figuras 15 y 16, para los ciclos de las actividades de comprobación de disponibilidad de existencia y cobro no se realizará el estudio; actualmente, la empresa guarda confidencialidad de sus

proveedores, de la cartera de clientes y medios que utiliza para efectuar el cobro; en lo que se refiere a la priorización de pedidos, la empresa trata en orden cronológico de la hoja de pedido para preparar los mismos y continuar con el ciclo de gestión y distribución indicado por PricewaterhouseCoopers.

La empresa Imagen Textil produce una variedad de 30 productos con diversos colores y diseños enfocados al segmento de mercado de niños, niñas, hombres y mujeres de diferentes edades. Según datos entregados por el sistema de inventarios MQR que maneja la empresa, en la figura 12, se puede observar que los productos más vendidos durante el periodo 2010 a 2012 fueron licras y blusas de niña, razón por la cual, las prendas a modelar son: LICRAS (modelos LEGGUINS – CAPRI-PANTORILLERAS y la blusa (modelo CAMILA). En las figuras 13 y 14 se encuentran los flujos de trabajo de la blusa Camila y licras.



Figura 12 Productos más vendidos Imagen Textil
Elaborado por María Arequipa y Sistema MQR

PROCESO DE PRODUCCIÓN - FACTURACIÓN – DISTRIBUCIÓN DE UNA BLUSA CAMILA

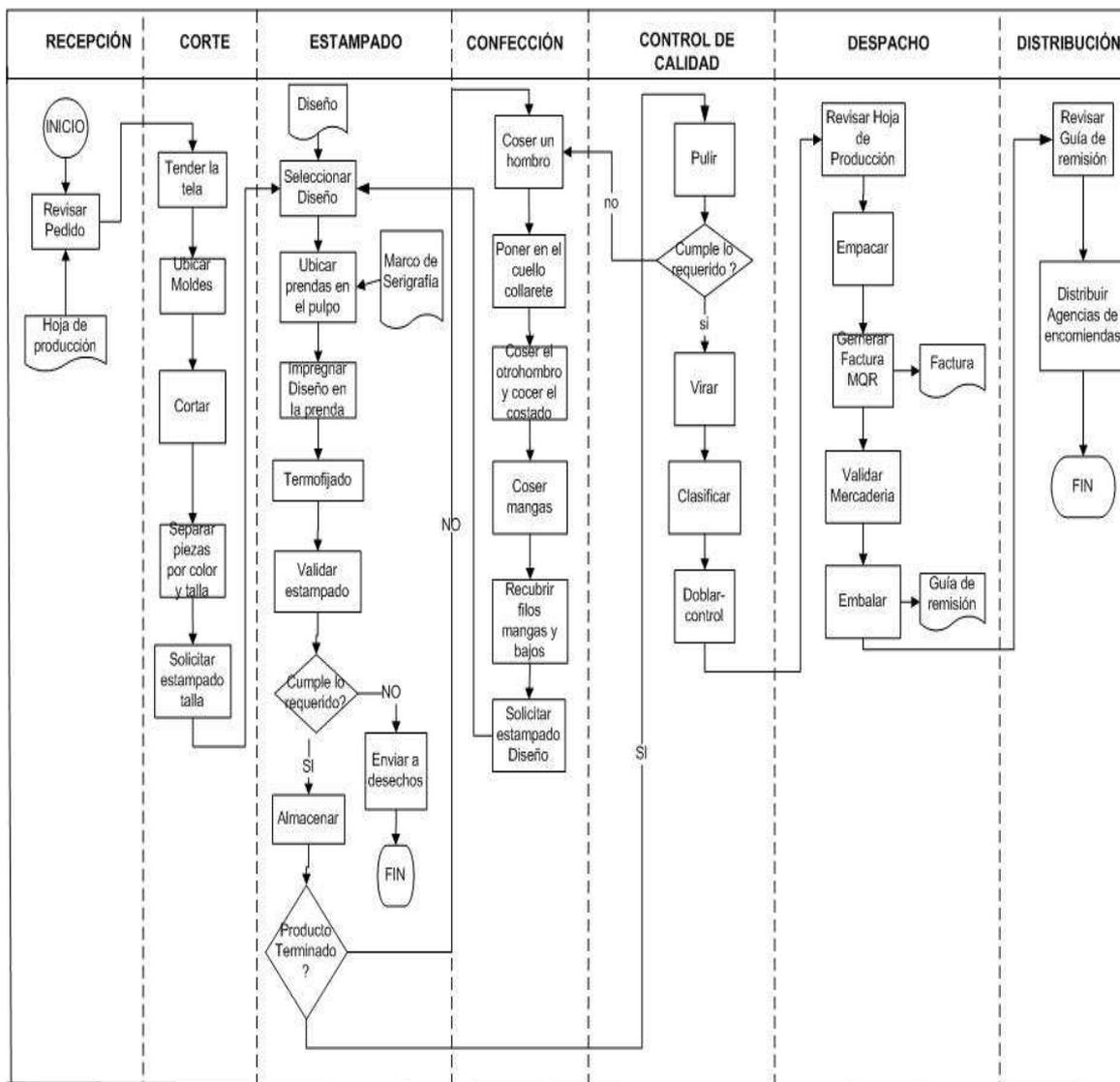


Figura 13 Flujo de actividades para la blusa camila
Elaborado por María Arequipa

PROCESO DE PRODUCCIÓN -FACTURACIÓN – DISTRIBUCIÓN DE UNA LICRA

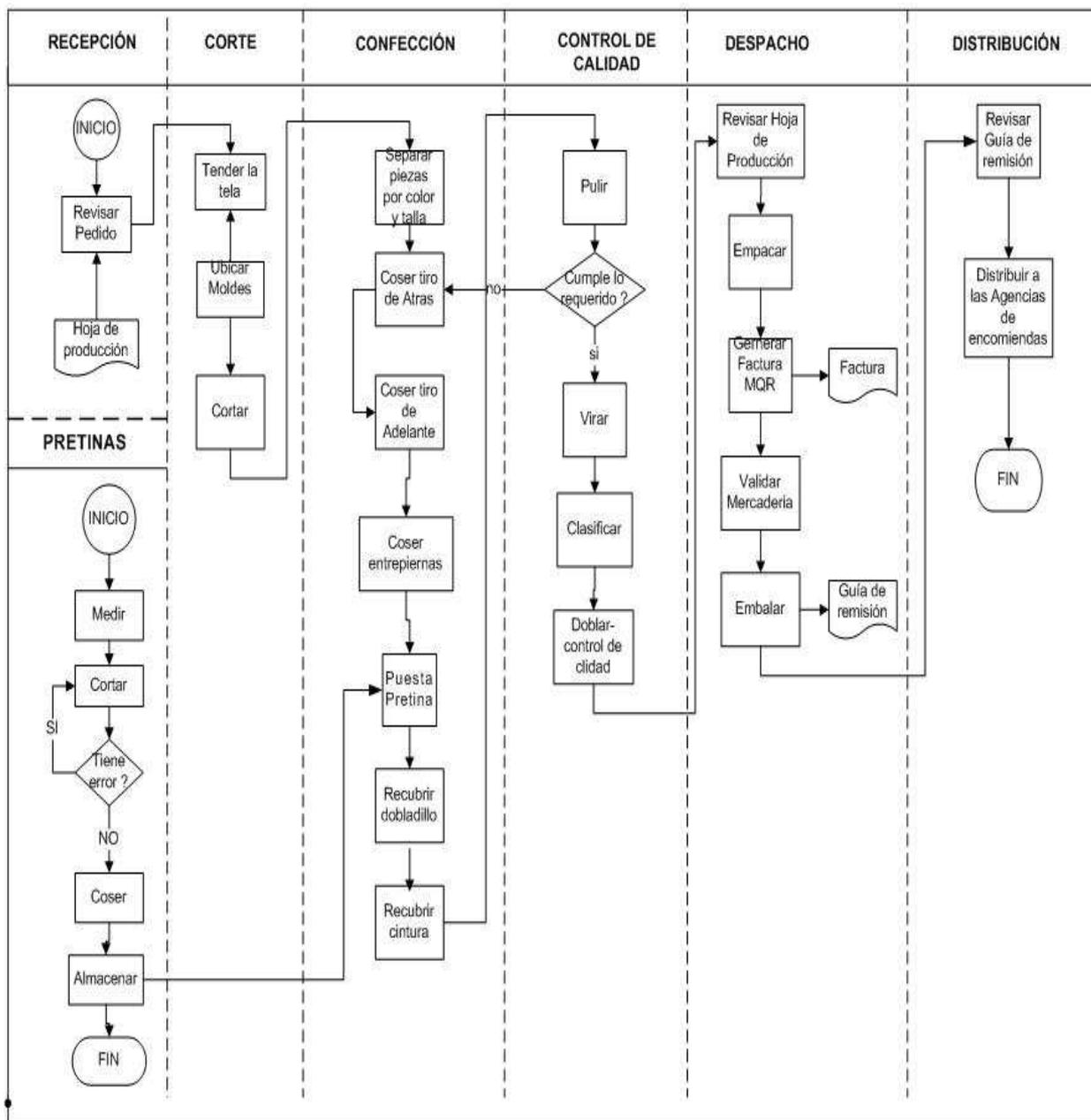


Figura 14 Flujo de trabajo de actividades para licras
Elaborado por María Arequipa

3.6.1 Simulación del proceso de Gestión de pedidos

3.6.1.1 Recolección de datos

La información que se especifica en las tablas de 3 a 6 , se obtuvo del formulario orden de pedido que se encuentra en el anexo F, el que es utilizado por la empresa para registrar el tipo de producto, cantidad, tipo de tela, colores y tallas a producir. Para recolectar los datos se realizaron varias entrevistas al gerente, supervisor y personal de la empresa, a través de visitas de observación. En el taller se recolectó los tiempos de las diferentes actividades para determinar el ciclo de la gestión de pedidos y distribución.

PRODUCTO LICRAS

PARÁMETROS DE ORDEN DE PRODUCCIÓN

Tabla 3 Parámetros orden de producción de licras

Producto:	LICRAS
Modelo:	CAPRI - PANTORILLERA -LEGGUINS
Tallas:	2, 4, 6, 8, 10, 12
Cantidad Total:	480 unidades

Elaborado por: María Arequipa

Tabla 4 Tiempos promedio de actividades para el subproceso de corte de licras

Actividades	t promedio (min)
Tendido de tela	520
Dibujar moldes	87
Cortar	175
Separar x tallas x color	7,260

Elaborado por: María Arequipa

En el Anexo G se encuentran los tiempos de las actividades para el proceso de manufactura de licras.

PRODUCTO BLUSA CAMILA

PARÁMETROS DE ORDEN DE PRODUCCIÓN

Tabla 5 Parámetros orden de producción de blusa

Producto:	BLUSA
Modelo:	CAMILA
Tallas:	2, 4, 6, 8, 10, 12
Cantidad Total:	216 unidades

Elaborado por: María Arequipa

Tabla 6 Tiempos promedio de actividades para el subproceso de corte de blusas

Actividades	t promedio (min)
Tendido de tela	121
Dibujar moldes	30
Cortar	43,52
Separar x tallas x color	3,180

Elaborado por: María Arequipa

En los Anexos H,I se encuentran los tiempos de las actividades para el proceso de elaboración y estampado de blusas.

ORDEN DE OPERACIONES - MAQUINARIA – CENTROS DE TRABAJO

En las tablas 7 a 10, se detalla el orden de las operaciones, maquinaria y centros de trabajo utilizados para una licra y blusa camila.

Tabla 7 Operación por maquinaria para manufacturar licras

No.	OPERACIONES	MAQUINARIA
CORTE		
10	Tendido de tela	MANUAL
20	Colocar moldes	MANUAL
30	Corte	CORTADORA
40	Separar x colores x talla	MANUAL
PREPARAR RESORTE		
50	Medida de resorte de la prenda	MANUAL
60	Cortar resorte	MANUAL
70	Cocer resorte	RECUBRIDORA
ARMADO DE PRENDA		
80	Coser tiro de Atrás	OVERLOCK
90	Coser tiro de Adelante	OVERLOCK
100	Cocer entrepiernas	OVERLOCK
110	Pegado resorte	OVERLOCK
DOBLADILLOS		
120	Recubrir dobladillo pies	RECUBRIDORA
130	Recubrir cintura	RECUBRIDORA
CONTROL DE CALIDAD		
140	Pulir licras	MANUAL
150	Virar prendas	MANUAL
160	Clasificación ,doblado y control	MANUAL
DESPACHO		
170	Empacar las prendas	MANUAL
180	Generar Factura	COMPUTADOR SISTEMA MQR
190	Embalar el paquete	MANUAL
DISTRIBUCIÓN		
200	Revisar Guía Remisión	MANUAL
210	Distribuir a las Agencias de encomiendas	VEHICULO

Elaborado por María Arequipa

Tabla 8 Centro de trabajo x proceso x MAQ para manufacturar licras

No. Operación	Proceso	Centros de trabajo
10 a la 40	Corte	1
50 al 70	Preparar resortes	1
80 al 130	Confección de prenda	7
140 al 160	Control de Calidad	2
170 a 190	Despacho	2
200-210	Distribución	1

Elaborado por María Arequipa

Tabla 9 Operación por maquinaria para manufacturar blusas Camila

No.	OPERACIONES	MAQUINARIA
CORTE		
10	Tendido de tela	MANUAL
20	Colocar moldes	MANUAL
30	Corte	CORTADORA
40	Separar x colores x talla	MANUAL
ESTAMPADO		
50	Seleccionar Diseño	MANUAL
60	Ubicar prendas en el pulpo	MANUAL
70	Impregnar en las prendas	PULPO
80	Termofijado	TERMOFIJADORA
CONFECCIÓN DE PRENDA		
90	Coser Unir un hombro	OVERLOCK
100	Poner en el cuello collarete	RECUBRIDORA
110	Unir otro hombro	OVERLOCK
120	Coser costados	OVERLOCK
130	Poner mangas	OVERLOCK
140	Recubrir filis, mangas y bajos	RECUBRIDORA
CONTROL DE CALIDAD		
150	Pulir	MANUAL
160	Virar prendas	MANUAL
170	Clasificación ,doblado y control	MANUAL

DESPACHO		
180	Empacar las prendas	MANUAL
190	Generar Factura	COMPUTADOR SISTEMA MQR
200	Embalar el paquete	MANUAL
DISTRIBUCIÓN		
210	Revisar Guía Remisión	MANUAL
220	Distribuir a las Agencias de encomiendas	MANUAL

Elaborado por: María Arequipa

Tabla 10 Centro de trabajo x proceso x MAQ para manufacturar blusas camila

No. Operación	Proceso	Centros de trabajo
10 a la 40	Corte	1
50 al 80	Estampado	2
90 al 130	Confección de prenda	7
140 al 160	Control de Calidad	2
170 a190	Despacho	2
200 a 210	Distribución	1

Elaborado por: María Arequipa

3.6.2 Tratamiento de Datos

Para determinar las distribuciones de cada Work Center se ha utilizado la herramienta Easyfit, en las figuras de la 15 a la 20 muestran los resultados de ajuste y parámetros de algunas actividades en función de la densidad de la probabilidad, datos que se utilizarán durante la simulación del modelo en el SIMUL8.

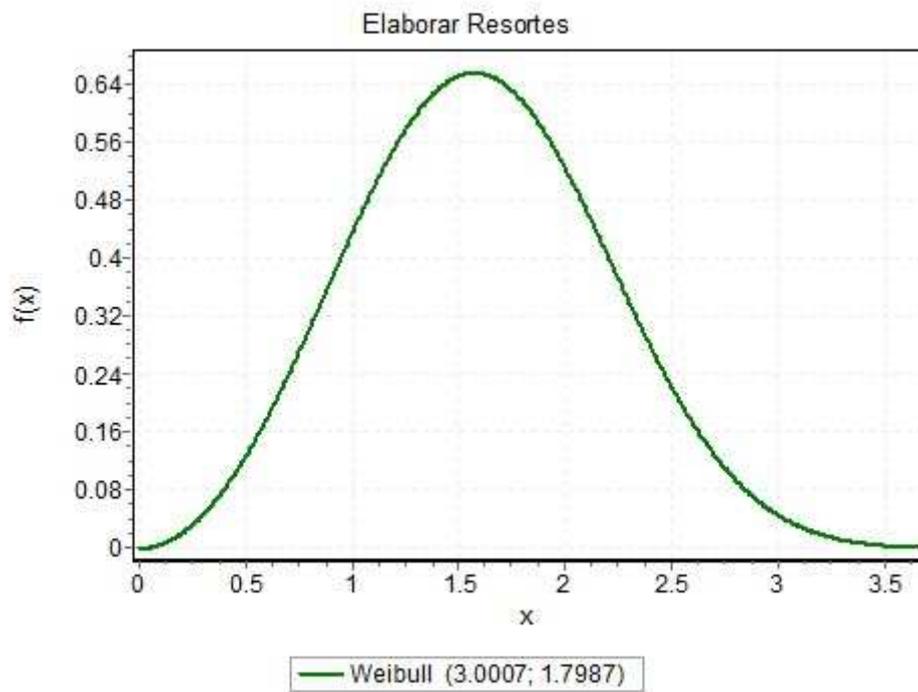


Figura 15 EasyFit Distribución de elaborar resortes
Elaborado por : María Arequipa

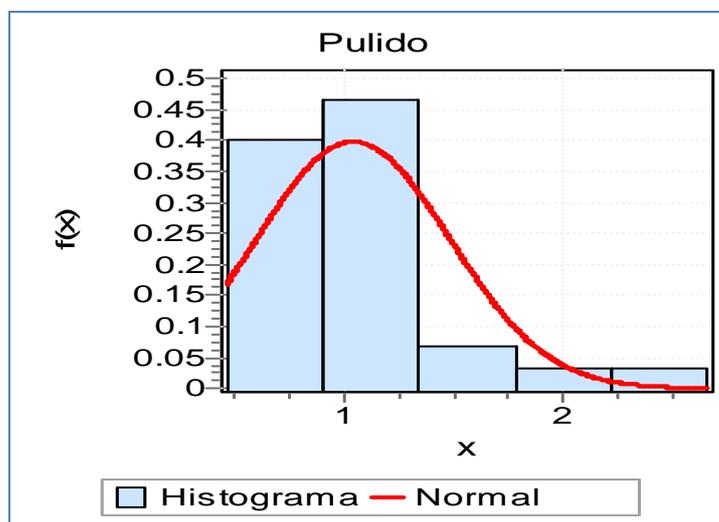


Figura 16 Easyfit - Distribución de pulido de una licra
Elaborado por: María Arequipa

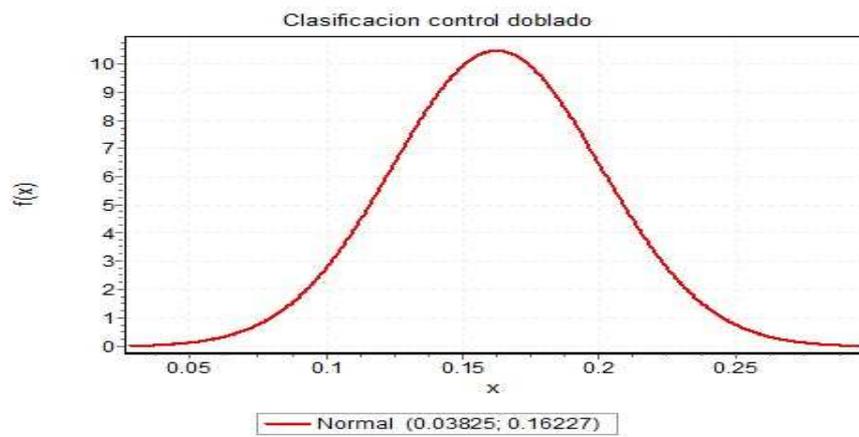


Figura 17 EasyFit Distribución de clasifica control doblado
Elaborado por : María Arequipa

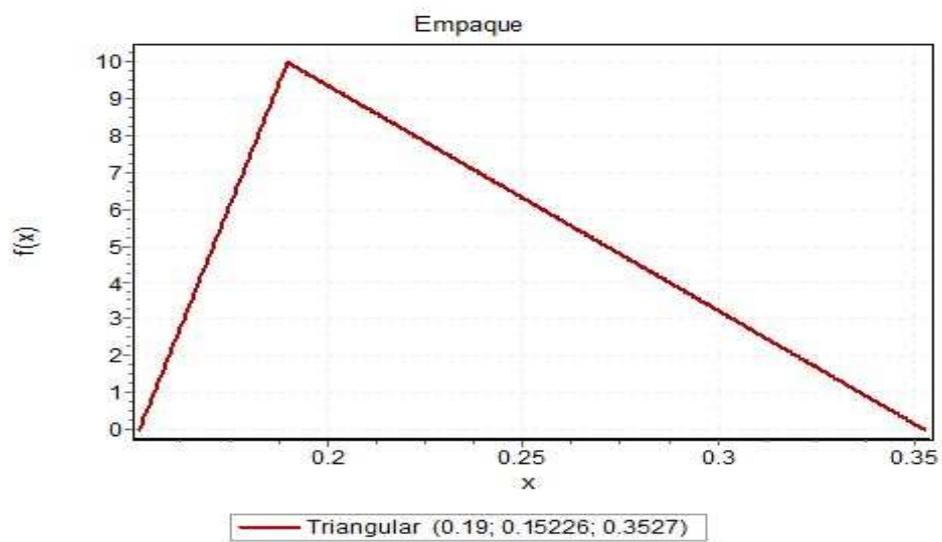


Figura 18 Easyfit- Distribución de Empaque
Elaborado por: María Arequipa

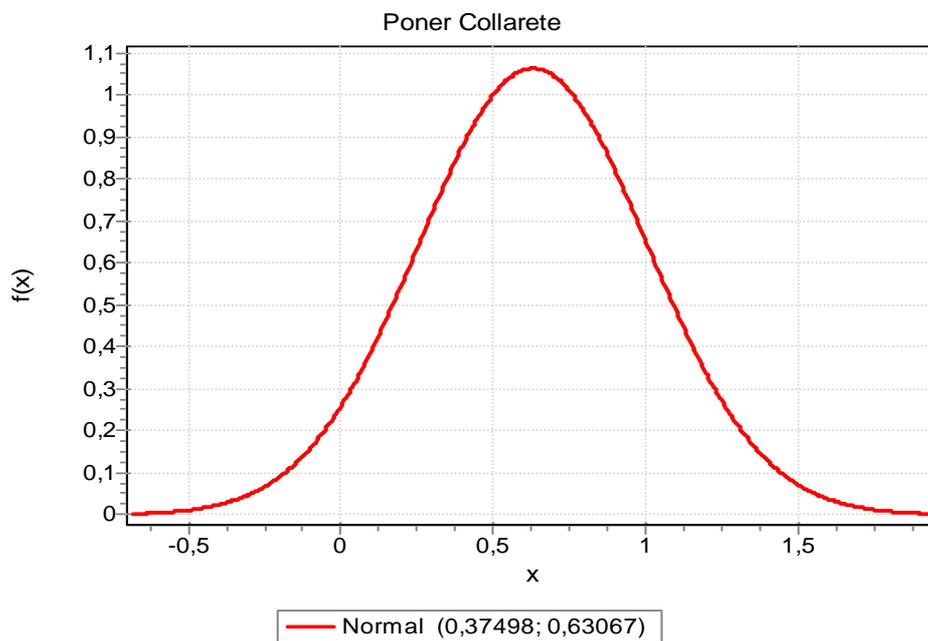


Figura 19 Easyfit- Poner Collarete
Elaborado por: María Arequipa

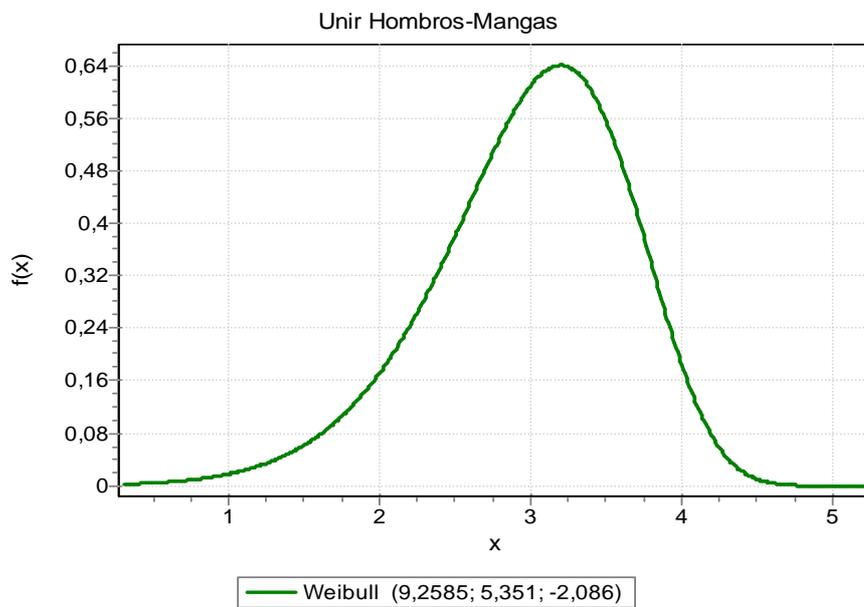


Figura 20 Easyfit- Unir hombros- mangas
Elaborado por: María Arequipa

3.6.3 Diseño del Modelo

3.6.3.1 Objetos de trabajo del SIMUL8

En la figura 21 se describen los objetos de trabajo que operan en SIMUL8 y que fueron utilizados para este diseño: Work Center, Work Items , Work Entry Point, Storage Bin (tank) ,Work exit Point, Resource, en la tabla 11 específica los ítems utilizados en el modelo.

FIGURA	OBJETO	FUNCIÓN
	Punto de Entrada (Work Entry Point)	Representa la llegada de elementos al sistema. Usualmente sólo describe el tiempo promedio de llegada entre los ítem que ingresan al modelo.
	Colas o depósitos de almacenamiento Storage Bin- Queue Object	Representa una cola o el almacenamiento parcial de elementos que estén en proceso en el sistema.
	Centro de trabajo Work Center Object	Representa el lugar donde se realiza un trabajo en particular.
	Recurso Resource	Son objetos como personas, herramientas u otros que permiten que una tarea definida ocurra en el Work Center. El único propósito de un Recurso es poner limitaciones a un Work Center para su operación.
	Salida Work Exit Object	Representa los trabajos que han sido procesados y declarados finalizados.

Figura 21 Objetos de trabajo Simul8

Elaborado por: María Arequipa

Tabla 11 Objetos Simul8

Objeto	Tipo
Entrada pedido	entrada
Verificación_cliente	workcenter
Referencias	workcenter
saldos	workcenter
Orden producción	workcenter
Tendido	workcenter
Corte	workcenter
Separador talla	workcenter
Pulpo talla	workcenter
Termofijado talla	workcenter
Overlok 1	workcenter
Overlok 2	workcenter
Overlok 3	workcenter
Overlok 4	workcenter
Recubridor folder 1	workcenter
Recubridor folder 2	workcenter
Pulpo diseño	workcenter
Termofijado	workcenter
Pulido	workcenter
Control Calidad	workcenter
Empacado	workcenter
Fic_empacado	workcenter
Embalaje	workcenter
Fic_embalaje	workcenter
Factura	workcenter

resorte corte	workcenter
recta	resorte workcenter
cocido	
Pedido anulado	salida
Transporte	salida
Entradas resortes	entrada
P_Gerente	recurso
P_Cortador	recurso
P_Patinadora	recurso
P_Stampador 1	recurso
Costurera 1	recurso
Costurera 2	recurso
Costurera 3	recurso
Costurera 4	recurso
Costurera 9	recurso
Costurera 10	recurso
Costurera 5	recurso
Costurera 6	recurso
Costurera 7	recurso
Costurera 8	recurso
P_Stampador 2	recurso
P_Pulidor	recurso
P_Calidad	recurso
P_Empacador	recurso
P_Embalador	recurso

Elaborado por: María Arequipa

3.6.3.2 Creación de Sub ventanas de simulación

Para una mayor comprensión del sistema las actividades se han agrupado en tres centros de trabajo, los cuales contemplan 3 macro procesos para cumplir con el ciclo de gestión y distribución de pedidos, como se puede visualizar en las figuras 22 a 24.

a) Centro de trabajo del proceso: Comprobación de crédito

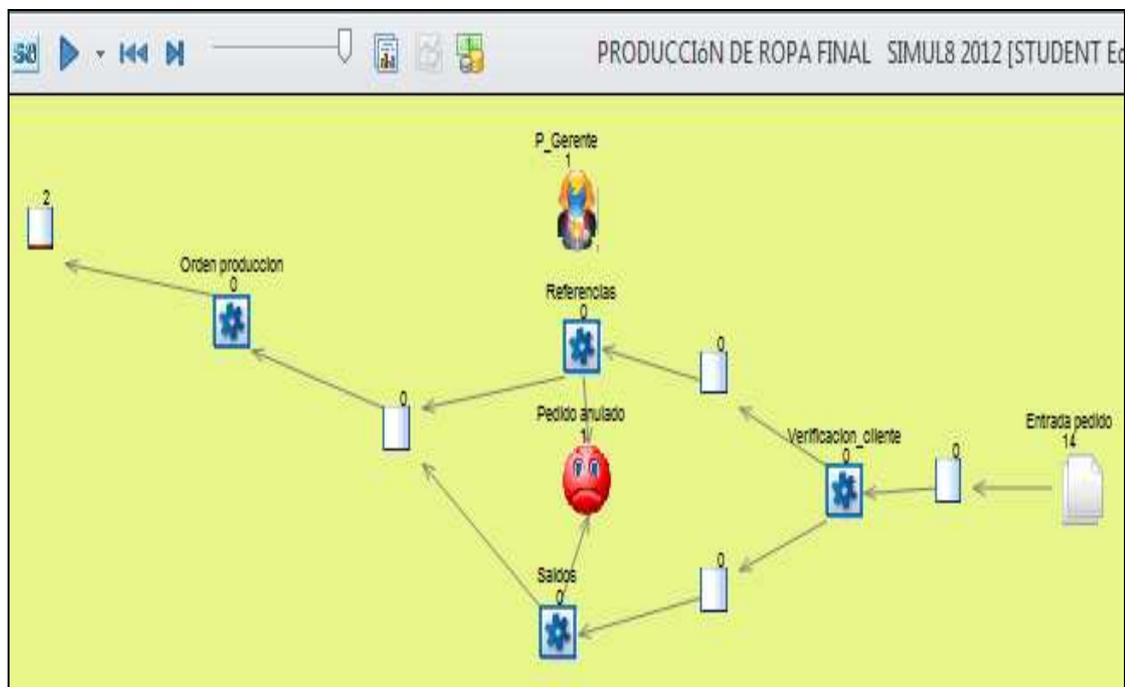


Figura 22 Centro de trabajo proceso: Comprobación de crédito

Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

b) Centro de trabajo de confección – control de calidad – facturación y distribución de las prendas de vestir

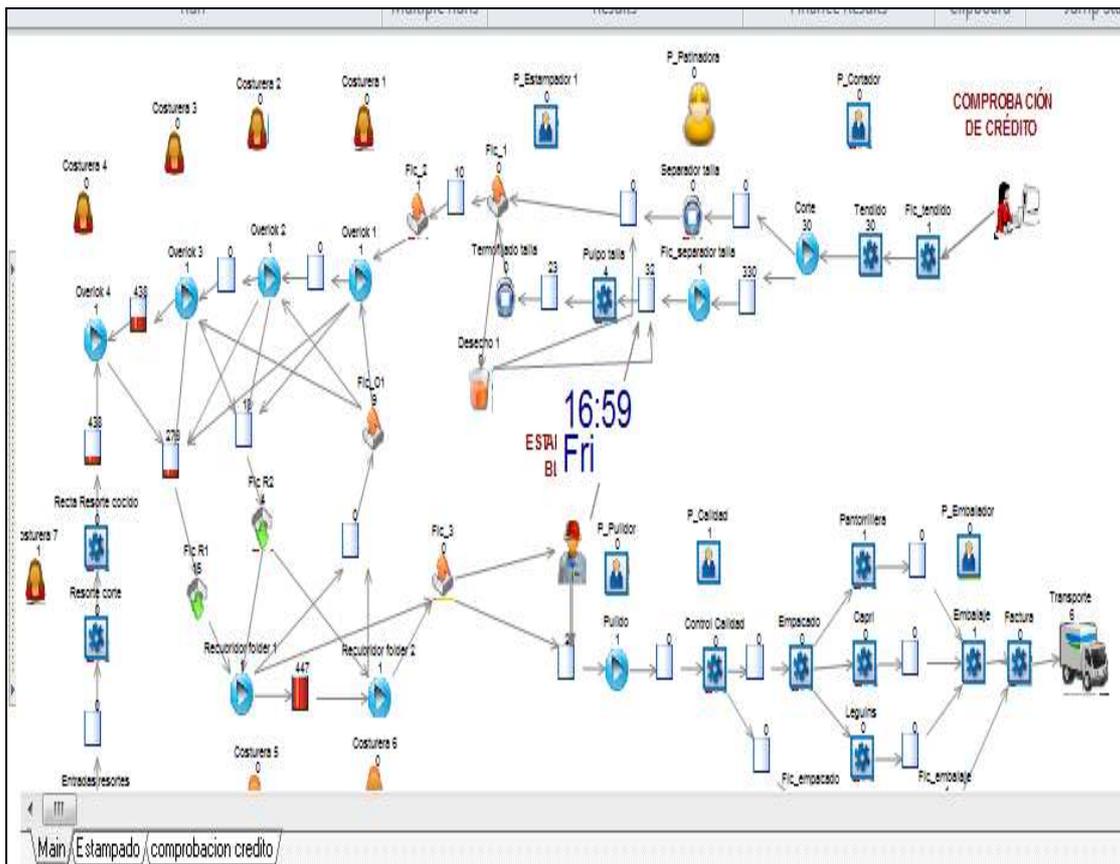


Figura 23 Centro de trabajo proceso de confección-control calidad-facturación y distribución
Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

c) Centro de trabajo del proceso de estampado

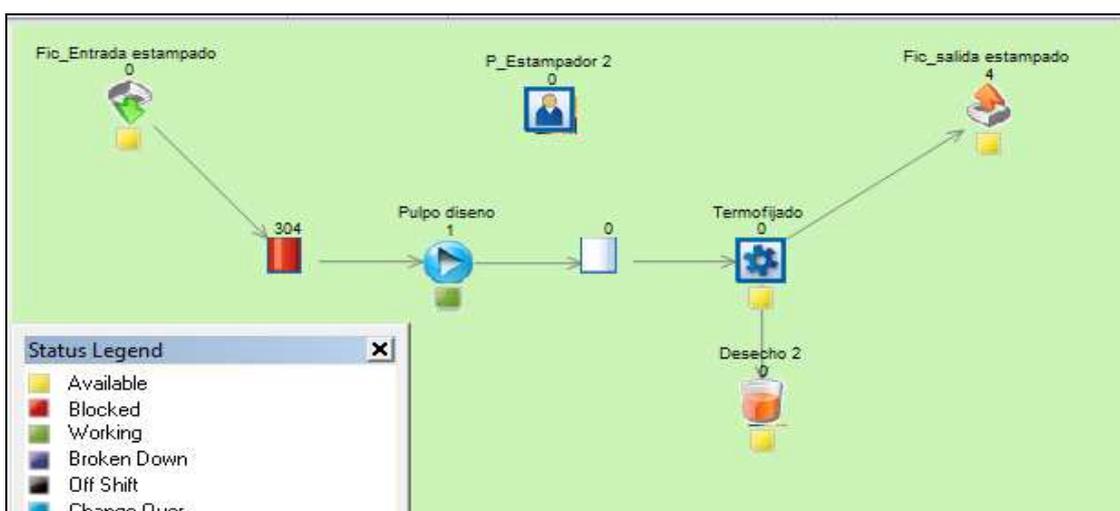


Figura 24 Centro de trabajo proceso de estampado
Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

3.6.3.3 Variables

Son localizaciones de memoria que contienen valores que son utilizadas para mirar el desempeño del sistema, el horizonte de simulación es de 2 semanas.

- ❖ Var_insumos utilizados.- Determina el número de entradas totales.
- ❖ Var_% hojas de pedido cumplidas.- Indica el porcentaje de facturas atendidas.
- ❖ Var_% producto defectuosos.- Presenta el porcentaje de productos defectuosos.
- ❖ Var_Producto en cola.- Contabiliza el numero de productos en cola.
- ❖ Var_Producto en proceso.-Contabiliza el número de productos que se encuentran en proceso.
- ❖ Var_producto total empacados.- Presenta el número de productos totales empacados.
- ❖ Var_Productividad materia prima.- Indica la productividad de la ejecución obtenida en dos semanas entre las entradas totales y el producto total.
- ❖ Var_número insumo licras.- Cuantifica el número de piezas para la elaboración de licras.
- ❖ Var_licras empacadas.-Cuantifica el número de licras empacadas.
- ❖ Var_indice licras elaboradas.- Número de licras terminadas.
- ❖ Var_indice blusas elaboradas.- Número de blusas terminadas.
- ❖ Var_número insumos de blusas.- Cuantifica el número piezas para la elaboración de blusas.
- ❖ Var_blusas empacadas.- Cuantifica el número de blusas empacadas.
- ❖ Var_empaques de 450 licras.- Número de paquetes de licras embalados para distribuir.
- ❖ Var_empaques de 480 blusas.- Número de paquetes de blusas embalados para distribuir.

Seguidamente, se muestran las fórmulas y variables definidas en visual logic en el evento VL SECTION: Stop Run Logic, a través de las cuales se realizan cálculos de indicadores de desempeño que posteriormente serán utilizados para el análisis costo beneficio.

$$1. \text{Índice de blusas elaboradas} = \frac{\# \text{ blusas empacadas}}{\# \text{ piezas de blusas planificadas}} \times 100$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_indice blusas elaboradas = [Fic_empacado.Completed*6]/Var_número insumo blusas

$$2. \text{ Índice de licras elaboradas} = \frac{\# \text{ licras empacadas}}{\# \text{ piezas de licra planificadas}} \times 100$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_indice licras elaboradas = [Empacado.Completed]/Var_número insumo licras

$$3. \text{ Unidades totales producidas} = \# \text{ blusas producidas} + \# \text{ licras producidas}$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_insumos utilizados = Var_número insumo blusas+Var_número insumo licras

$$4. \text{ Unidades totales empacadas} = \# \text{ blusas empacadas} + \# \text{ licras empacadas}$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_producto total empacados = [Empacado.Completed]+[Fic_empacado.Completed*6]

$$5. \text{ \% de hojas de pedido atendidas} = \frac{\# \text{ pedidos despachados}}{\# \text{ pedidos ingresados}} \times 100$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_% hojas de pedido cumplidas = [Fic_tendido.Completed/Entrada pedido.Arrived Count]*100

$$6. \text{ Unidades en producción} = \# \text{ blusas en máquinas} + \# \text{ licras en máquinas}$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_Producto en proceso = [Capri.Count Contents+Control Calidad.Count Contents]+Corte.Count Contents]+Embalaje.Count Contents]+Empacado.Count Contents]+Fic_embalaje.Count Contents]+Fic_empacado.Count Contents]+Fic_separador talla.Count Contents]+Leguins.Count Contents]+Overlok 4.Count Contents]+Overlok 1.Count Contents]+Overlok 2.Count Contents]+Overlok 3.Count Contents]+Pantorrillera.Count Contents]+Recta Resorte cocido.Count Contents]+Resorte corte.Count Contents]+Pulido.Count Contents]+Pulpo diseno.Count Contents]+Pulpo talla.Count

Contents]+Recubridor folder 1.Count Contents]+Recubridor folder 2.Count
 Contents]+Separador talla.Count Contents]+Tendido.Count Contents]+Termofijado.Count
 Contents]+Termofijado talla.Count Contents

$$7. \text{ \% de producto con errores} = \frac{\# \text{ unidades mal estampadas}}{\# \text{ unidades producidas}} \times 100$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_% producto defectuoso = [[Desecho 1.Completed+Desecho
 2.Completed]/Var_entradas totales]*100

$$8. \text{ Productividad materia prima} = \frac{\# \text{ unidades empaçadas delicias y blusas}}{\# \text{ unidades para manufactura}} \times 100$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_productividad materia prima = [Var_producto total empaçados/Var_insumos
 utilizados]*100

$$9. \text{ Unidades en cola} = \# \text{ blusas en colas} + \# \text{ licras en colas}$$

En Visual Logic Simul8:

SET Var_Producto en cola = [Cola calidad.Count Contents+Cola corte
 pretina.Count Contents]+Cola empaçado.Count Contents]+Cola empaçado 2.Count
 Contents]+Cola fic 1.Count Contents]+Cola fic O1.Count Contents]+Cola
 fic_embalaje.Count Contents]+Cola over 1.Count Contents]+Cola over 1a 2.Count
 Contents]+Cola over 2.Count Contents]+Cola over 2 a 3.Count Contents]+Cola over 3 a
 4.Count Contents]+Cola over 4.Count Contents]+Cola pulido.Count Contents]+Cola pulpo
 diseno.Count Contents]+Cola pulpo talla.Count Contents]+Cola separador.Count
 Contents]+Cola separador 2.Count Contents]+Cola termofijado dis.Count Contents]+Cola
 termofijado et.Count Contents]+Fic R1.Count Contents]+Fic R2.Count Contents]+Cola fic
 1.Count Contents]+Fic_2.Count Contents]+Fic_3.Count Contents]+Fic_O1.Count Contents

10. *Productividad del factor del trabajo relaciona el volumen de producción con el número de horas empleadas*

*Horas empleadas = # empleados * # horas semanales * # semanas*

$$\text{Productividad de trabajo hora} = \frac{\text{Productos obtenidos}}{\# \text{ horas empleadas}}$$

En Visual Logic Simul8:

$$\text{Horas empleadas} = 15 * 40 * 60 * 2 = 72000$$

SET Var_productividad trabajo hora = Var_producto total empacados/ *Horas empleadas*

3.6.3.4 Etiquetas

- Eti_tipo prenda.- Etiqueta para nombre tipo de prenda, donde 1: Licras y 2: blusas
- Eti_desperdicio.- Determina si pasó por el proceso de desperdicio, donde 1=No pasa y 2= Fue desperdicio
- Eti_tiempo overlock .- Para enumerar las veces que pasan las actividades por overlock 1: Unir hombros delantera , 2: Unir hombros trasera y 3: Unir lados
- Eti_tiempo recubridor.- Etiqueta para asignar los tiempos(distribución) a utilizarse en máquinas recubridoras:
 - ❖ Dis_rec dobladillo
 - ❖ Dis_rec collarete
 - ❖ Dis_rec cintura
 - ❖ Dis_rec fillos
- Eti_factura.- Etiqueta para numerar tipo de factura, donde 1: Factura para licras y 2: Factura para blusas.
- Eti_tipo de licra.- Especifica el tipo de licra, donde 1: pantorrillera, 2: capri y 3: legguins.
- Eti_proc recubridor.- Para enumerar las veces que pasa por recubridor, donde 1: Collarete y 2: Collarete ensisa

3.6.3.5 Selección de distribución de tiempos simulación SIMUL8

En la tabla 12 se describen las distribuciones del proceso de comprobación de crédito:

Tabla 12 Distribuciones para la comprobación de crédito

Objeto	Tipo	Descripción	Distribución	Parámetro
Entrada pedido	entrada	Asigna de acuerdo a la hoja de pedido, la etiqueta eti_factura =1 (licras) y eti_factura =2 (blusas camila), el cual se detalla en VL ref 1	fixed	5400
Verificación_cliente	workcenter	Valida el cliente por Routing out con un parámetro de 99,5% clientes antiguos	Average	0,5
Referencias	workcenter	Promedio de referencias de clientes nuevos.	Average	30
saldos	workcenter	Promedio de clientes con saldos pendientes.	Average	10
Orden producción	workcenter	La hoja de orden de producción, maneja fic1CC y fic2CC.	Average	10
Pedido anulado	salida	Salida del pedido anulados.		

Elaborado por: María Arequipa

En la tabla 13 y figuras 25 a 26, se describen las distribuciones de los subprocesos de corte y separación de tallas.

Tabla 13 Distribuciones de los subprocesos de corte y separación de tallas

Nombre de objeto	Tipo	Descripción	Distrib. Personalizada	Combinación	Distribución simul8	Parámetro	Parámetro
fic_tendido	ficticio	Se realiza dobles tendidos parte posterior y delantera utilizando la			fixed	0	

		propiedad batching =2					
Tendido	workcenter	Determina el número de piezas, el cual se detalla en VL ref 2	dis_tendido	dis_dibujar molde	uniforme	a=32.2 7	b=45.6 7
			dis_tendido	dis_acomodar telas	Normal	$\mu=185$	$\delta=25$
Corte	workcenter	En la función acción: valida el tipo de desperdicios de acuerdo al siguiente parámetro eti_desperdicio=1 (no es desperdicio)			Average	1,152	
Separador talla	workcenter	Colecta y ensambla 2 piezas de licra, utiliza el visual logic que se describe en VL ref 3 , eti_tipo prenda =1 (licras)			Average	25	
Fic_separador talla	ficticio	Colecta y ensambla 4 piezas de blusa, utiliza el visual logic VL ref 4 , eti_tipo prenda =2 (blusas)			Average	25	



Figura 25 Batching de tendido

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

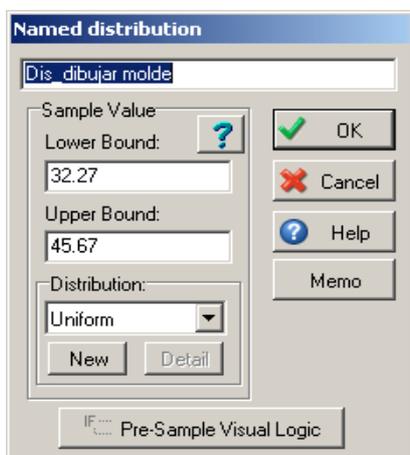


Figura 26 Distribución de Tendido

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

En la tabla 14 se describen las distribuciones del subproceso de estampado de talla en la prenda. En el Anexo J se describen las distribuciones del subproceso de confección para las licras y blusas.

Tabla 14 Distribuciones para el subproceso estampado de talla

Nombre de objeto	Tipo	Descripción	Distribución	Parámetro	Parámetro	Parámetro
Pulpo talla	workcenter	Impregna la talla en la prenda	Weibull	$\alpha=0.5451$	$\beta=0.15269$	min=0.99834
Termofijado talla	workcenter	Fijar o secar la talla	normal	$\mu=0.151$	$\delta=0.03356$	

Elaborado por: María Arequipa

En la tabla 15, se describen las distribuciones del subproceso de estampado con diseño.

Tabla 15 Distribución de los subprocesos de estampado con diseño

Nombre de objeto	Tipo	descripción	Dist.	Par. 1	Par.2	Par.3
fic_entrada estampado	Ficticio	Colecta 30 sin ensamblar, eti_tipo prenda = 2	Average	3		
Pulpo diseno	workcenter		Weibull	$\alpha=2.1$ 451	$\beta=0.35$ 269	min = 1.898 3
Termofijado	workcenter	Porcentaje el 0.05 % del producto mal estampado	normal	$\mu=0.1$ 51	$\delta=0.33$ 56	
fic_salida estampado	Ficticio	Colecta 30 sin ensamblar	Average	3		

Elaborado por: María Arequipa

En la tabla 16, se describen las distribuciones del subproceso de elaboración de resortes para las licras.

Nombre de objeto	Tipo	descripción	Dist.	Par. 1	Par.2	Par.3
Entradas resortes	entrada	Número de resortes a procesar con un batching de 370	fixed	1200		
resorte corte	workcenter	Tiempo promedio de corte de resortes	average	1		
recta resorte cocido	workcenter	Distribución para el cocido	Weibull	$\alpha=1$	$\beta=0,25$	min=0

Tabla 16 Distribución de elaboración de resortes

Elaborado por: María Arequipa

En la tabla 17, se describen las distribuciones de los subprocesos de pulido, control de calidad, empaclado, embalaje y facturación.

Tabla 17 Distribución del pulido-control de calidad-empacado-embalaje y factura

Nombre de objeto	Tipo	Descripción	Dist.	Par. 1	Par.2	Par.3
Pulido	workcenter	Distribución del pulido	normal	$\mu=0.0333$	$\delta=0.44471$	
Control Calidad	workcenter	Distribución de control de calidad y doblado	normal	$\mu=0.16225$	$\delta=0.03825$	
Empacado	workcenter	Utiliza el visual logic que se referencia en el VL ref 16 Cuenta el número de licras y avisa con un beep cuando se ensambla todas las licras.	triangular	a= 0.166	m=1.66	b=0.35371
Fic_empacado	workcenter	Utiliza el visual logic que se referencia en el VL ref 17 Cuenta el número de blusas empacadas y notifica con un beep cuando se ensambla todas las blusas.	triangular	a= 0.166	m=1.66	b=0.35371
pantorillera	ficticio		fixed	0		
capri	ficticio		fixed	0		
leguins	ficticio		fixed	0		
Embalaje	workcenter	Colecta 25 prendas y ensambla de acuerdo a la etiqueta	average	4		
Fic_embalaje	workcenter	Colecta 75 prendas y ensambla de acuerdo a la etiqueta	average	4		
Factura	workcenter	Realiza la facturación por prioridad de acuerdo al orden de pedido . Utiliza el visual logic que se referencia en el VL ref 18. Determina el número de licras y camisetas embaladas.	average	1		

Elaborado por: María Arequipa

3.6.3.6 Visual Logic VL

En el ANEXO K se encuentra la descripción de los visual logics.

3.6.3.7 Disponibilidad

En las figuras 27 - 28 se encuentra la configuración de disponibilidad de los recursos. Se han utilizado los siguientes parámetros: tiempo de ausencia que puntualiza el período para iniciar el refrigerio, en este caso luego de 150 y 180 minutos de haber iniciado sus labores y el tiempo de retorno que describe las veces que se ausentan los empleados de sus puestos de trabajo de 3 a 4.

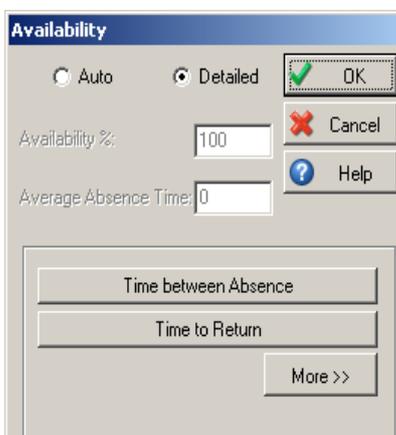


Figura 27 Tiempo para iniciar el refrigerio cortador
Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

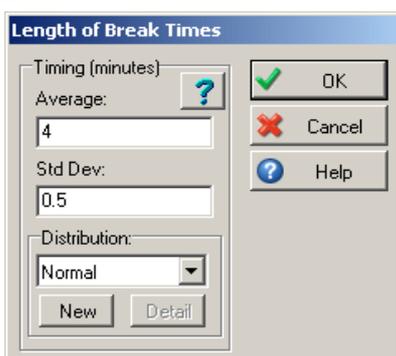


Figura 28 Tiempo para ir al baño mujeres
Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

3.6.3.8 Eficiencia

Para medir la eficiencia de las máquinas, se utilizó los tiempos de cambio de hilos, su configuraciones pueden ser visualizadas en las figuras 29 - 30.

Figura 29 Tiempo eficiencia de la máquina
Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

Figura 30 Distribución de eficiencia
Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

3.6.3.9 Reloj de simulación

En las figuras 31 - 32 describe las propiedades del reloj, en el cual se define los siguientes parámetros:

- Unidad de tiempo: medida utilizada para la toma de tiempos de los procesos.
- Días: Son los días de la semana que laboran en este caso son 5.
- Periodo de duración de la simulación: Se trabajaran con resultados de un rango de 2 semanas.
- Tiempo de ejecución: El horario de trabajo empieza a las 8:00 de la mañana con una duración de 9 horas diarias.

Figura 31 Propiedades Reloj

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

Figura 32 Período de colección de resultados

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

3.6.3.10 Cambios de horarios (shift Patterns)

La empresa Imagen Textil maneja 3 tipos de horarios, los cuales se detallan en las figuras 33 a 36:

- Lunch
- Primer Turno
- Segundo Turno

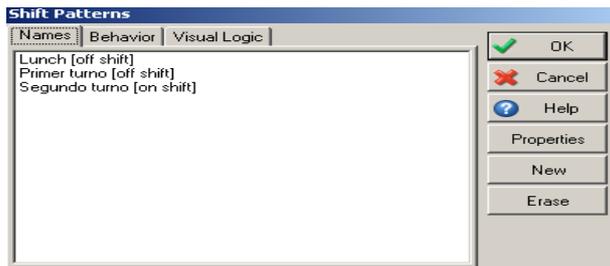


Figura 33 Tipos de Horario

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

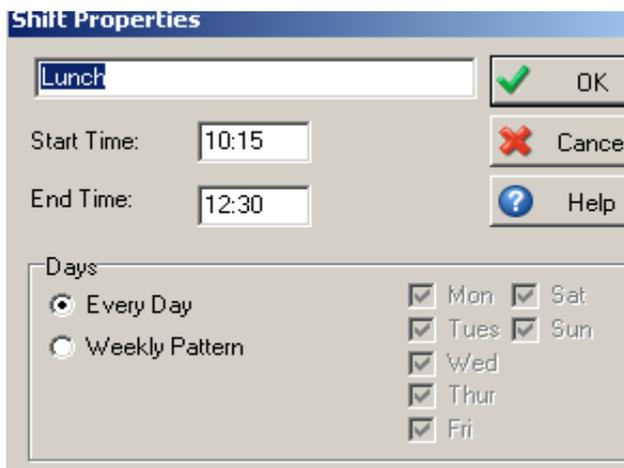


Figura 34 Horario de trabajo posterior al refrigerio

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

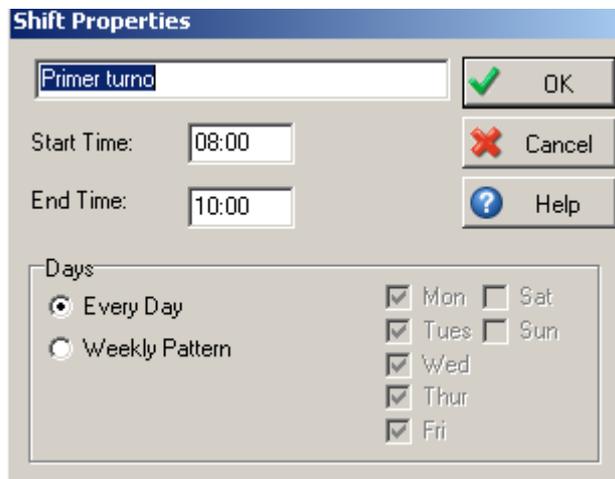


Figura 35 Horario de trabajo antes del refrigerio

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

Shift Properties

Segundo turno

Start Time: 13:15

End Time: 17:00

Days

Every Day

Weekly Pattern

Mon Sat

Tues Sun

Wed

Thur

Fri

OK

Cancel

Help

Figura 36 Horario de trabajo luego del almuerzo
Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ANÁLISIS DE LA CORRIDA DEL MODELO

Para el análisis de la corrida de simulación se diseñaron los procesos de comprobación de crédito, producción, facturación y distribución de las prendas de vestir licras y blusas Camila, se ha obtenido resultados de los Work Exit Point y de las variables creadas para la programación en visual Logic. Después de realizar la corrida del modelo en SIMUL8, se han obtenido los siguientes resultados, que sirven para determinar la producción y el desempeño en 2 semanas. En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos de la simulación desde el 14 de Mayo al 25 de Mayo del 2012, con los cuales se puede comprobar que se cumple con el 78,57% de pedidos, es decir, que con la capacidad instalada de maquinaria y recursos no se cumple con las expectativas de los vendedores y la visión de la empresa.

Tabla 18 Indicadores de desempeño

Indicadores	Valor
Var_número insumo licras	2700
Var_número insumo blusas	2054
Var_insumos utilizados	4754
Var_licras empacadas	1786
Var_blusas empacadas	1620
Var_producto total empacados	3406
Var_empaques de 450 licras	3
Var_empaques de 480 blusas	3
Var_Producto en cola	1611
Var_Producto en proceso	76
Var_productividad materia prima	71.64493
Var_productividad trabajo hora	2.83833
Var_% Hojas de pedido cumplidas	78.57143
Var_% producto defectuoso	27.345
Var_indice blusas elaboradas	78.87
Var_indice licras elaboradas	66.148
Var_producto en cola	1611
Var_producto en proceso	76

Elaborado por: María Arequipa

4.1.1 Validación del modelo

La validación del modelo se realizó con los datos reales del proceso de manufactura de los productos licras y blusas, obtenidos durante el mes de Mayo 2012, los datos fueron recopilados en varias entrevistas realizadas al gerente y supervisor del área de producción de la empresa Imagen Textil, con esta información se determinó que tan representativo es el modelo. La empresa no cuenta con ningún documento e historial de los tiempos de proceso, todo se maneja empírica y confidencialmente.

Tabla 19 Indicadores de valores reales y simulados

Indicador	Unidad	Valor simulado	valor real	Diferencia	% diferencia
Var_número insumo licras	piezas	2700	2550	150	6%
Var_número insumo blusas	piezas	2054	1958	96	5%
Var_insumos utilizados	piezas	4754	4508	246	5%
Var_licras empacadas	unidades	1786	1652	134	8%
Var_blusas empacadas	unidades	1620	1490	130	9%
Var_producto total empacados	unidades	3406	3142	264	8%
Var_empaques de 450 licras	paquetes	3	3	0	0%
Var_empaques de 480 blusas	paquetes	3	3	0	0%
Var_productividad materia prima	porcentaje	71.6%	69.7%	1.9%	3%
Var_productividad trabajo hora	porcentaje	4.73%	4.36%	0.37%	8%
Var_% Hojas de pedido cumplidas	porcentaje	78.57%	75.56%	3.0%	4%
Var_% producto defectuoso	porcentaje	0.27%	0.25%	0.02%	8%
Var_indice blusas elaboradas	porcentaje	78%	76%	0.02%	2%
Var_indice licras elaboradas	porcentaje	66%	65%	0.01%	2%

Elaborado por: María Arequipa

Como se aprecia en la tabla 19, el promedio del porcentaje de las diferencias es del 5% este valor no es significativo por lo que se concluye que el modelo si representa el sistema actual de la producción de la empresa Imagen Textil.

4.1.2 Diseño físico

El modelo físico del proceso de producción muestra una imagen real de la empresa, con los implementos y espacios físicos, tal como se muestran en las figuras 37 a 39, algunos objetos de trabajo del modelo lógico están ocultos ya que fueron creados para darle mayor funcionamiento al diseño.



Figura 37 Modelo físico de la oficina Imagen Textil
Elaborado por: María Arequipa SIMUL8



Figura 38 Modelo físico de los talleres de: corte-confección- estampado-distribución
Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

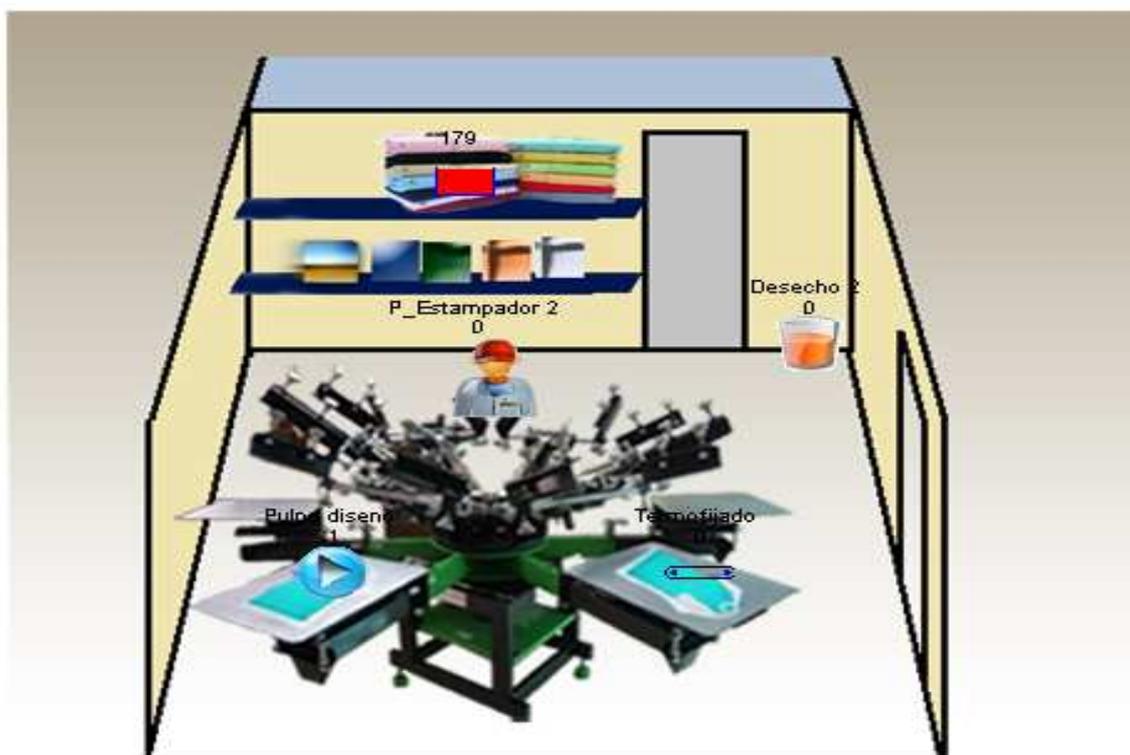


Figura 39 Modelo físico de taller de estampado
Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

4.1.3 Resultados

En el anexo F se puede observar el desempeño de los objetos de simulación en cada fase del proceso de producción, las corridas fueron generadas con la opción Múltiples Run de Simul 8 con un grado de confianza del 95 % y error del 5%.

4.2 PROPUESTA DE LA MEJORA

La insatisfacción de los clientes se ve reflejada en los resultados de la simulación, donde el porcentaje de pedidos no atendidos es 21.43 %, con los indicadores calculados en la sección anterior se han cuantificado las variables que se desea reducir o aumentar , en efecto, las alternativas que se plantean a continuación están basadas en la observación y el análisis del proceso de producción, verificando en qué colas queda acumulada la mayoría del producto, que empleados están sobrecargados de trabajo y localizando los cuellos de botella.

Las propuestas de mejora son:

- a) En el área de diseño se debería usar Autocad para entregar al área de corte un impreso de la ubicación de los patrones de las prendas a confeccionar. Con esto se ahorraría tiempo en el proceso de corte.
- b) Priorizar el tipo de prenda a manufacturar, en este caso se procesan primero las licras y luego las blusas.
- c) Reorganizar las tareas de la patinadora de tal manera que apoyé al proceso de pulido, para que su trabajo sea más equitativo y pueda llenar las horas huecas.
- d) Los pulpos de estampado diseño y talla deberán trabajar por lo menos con 6 brazos.
- e) Se debería contratar una persona para trabajar en la máquina overlock ayudando al proceso de coser tiro atrás y puesta de pretina.

- f) Se debería contratar una persona que utilice la máquina recubridora que está en bodega con la finalidad de disminuir los cuellos de botella que existen en estas actividades.

4.2.1 Diseño del modelo mejorado

En la figura 40 podemos distinguir los cambios realizados en el diseño para obtener los beneficios propuestos en la mejora.

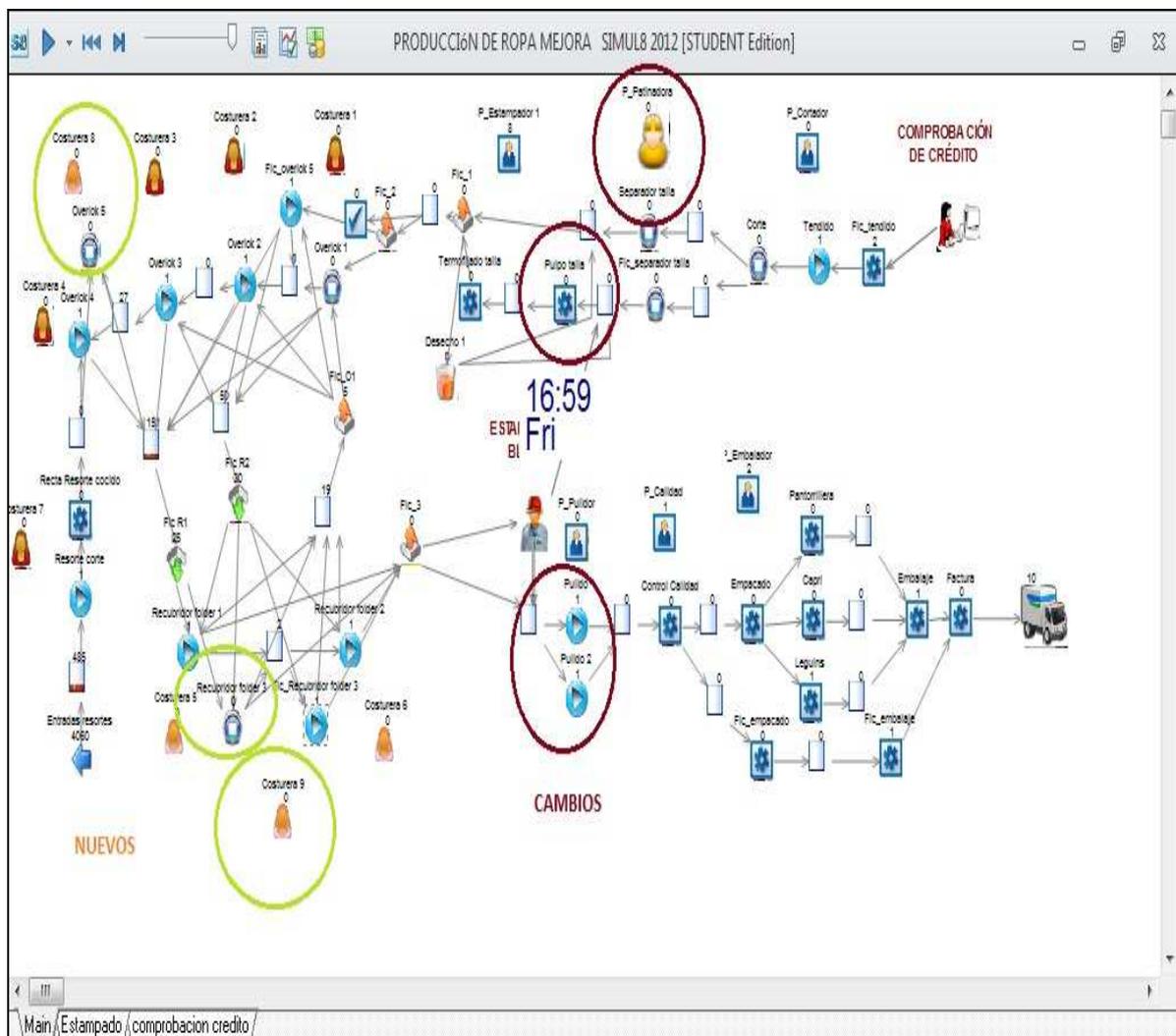


Figura 40 Diseño físico de modelo mejorado

Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

4.2.2 Análisis de la corrida con la mejora

Se modificó el diseño del modelo con las propuestas de mejora indicadas en el punto 4.3 y se obtuvieron los resultados que se presentan en la tabla 20:

Tabla 20 Indicadores de desempeño mejoradas

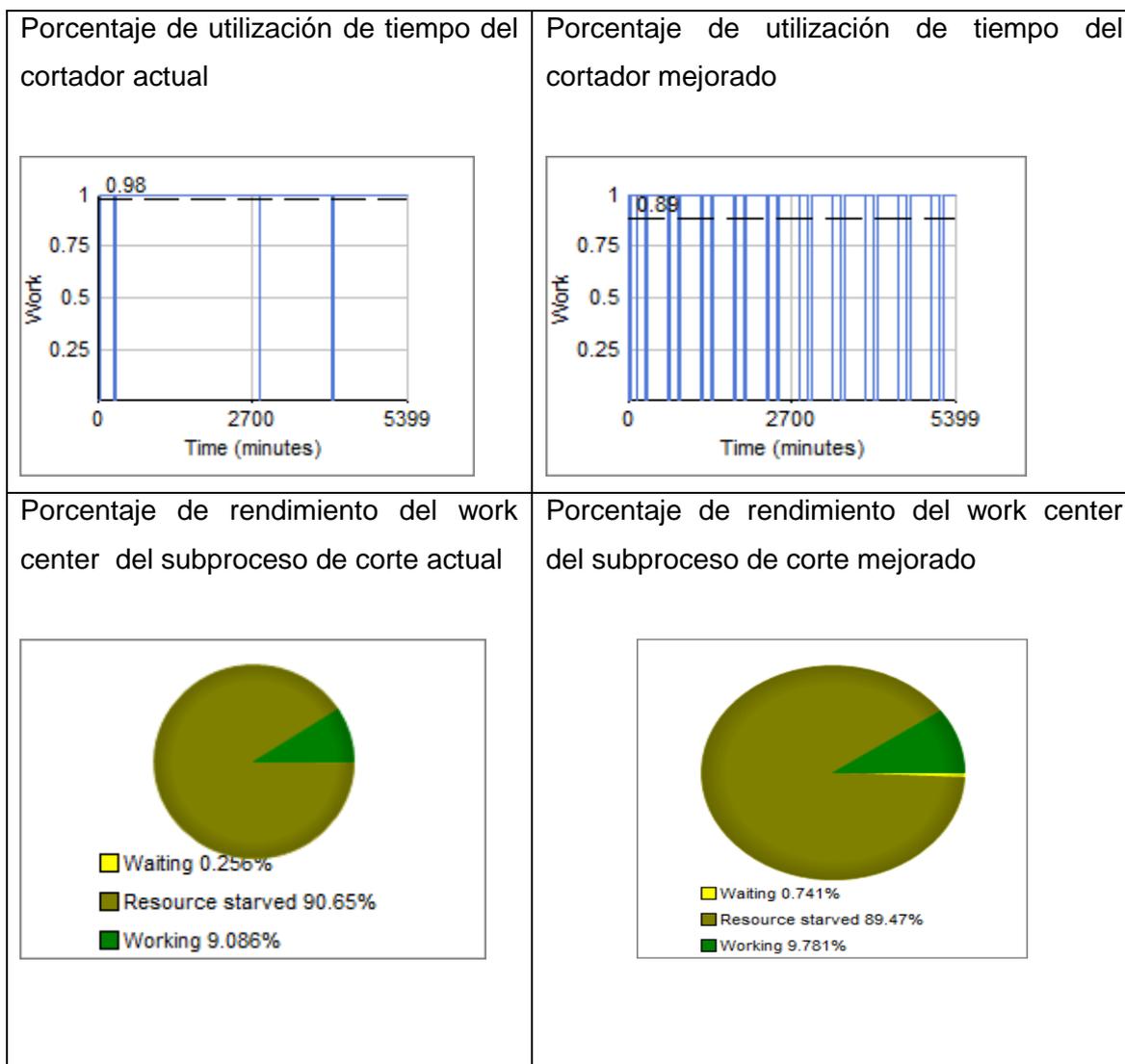
Indicadores	Unidades de medida	Valor mejorado
Var_número insumos licras	piezas	3600
Var_número insumos blusas	piezas	1680
Var_insumos utilizados	piezas	5280
Var_licras empacadas	unidades	3539
Var_blusas empacadas	unidades	1380
Var_producto total empacados	unidades	4919
Var_empaques de 450 licras	paquetes	7
Var_empaques de 480 blusas	paquetes	3
Var_productividad materia prima	porcentaje	93.16
Var_productividad trabajo hora	porcentaje	6.03
Var_% hojas de pedido cumplidas	porcentaje	92.86
Var_% producto defectuoso	porcentaje	0.72
Var_indice blusas elaboradas	porcentaje	0.82
Var_indice licras elaboradas	porcentaje	0.98
Var_Producto en cola	unidades	314.00
Var_Producto en proceso	unidades	11.00

Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

4.2.2.1 MEJORA EN EL PROCESO DE CORTE

Como se puede observar en la figura 40, el subproceso-corte es aquel que da inicio al proceso macro de manufactura y de acuerdo a los resultados que muestran en el ANEXO G, se puede observar que el operario encargado de este proceso se encuentra sobrecargado de trabajo e inclusive debe trabajar tiempo extra para cumplir en el 78 % de los pedidos. En la tabla 20 se puede visualizar el impacto que presenta esta mejora.

Tabla 21 Porcentajes del subproceso: corte actual y mejorado



Elaborado por: María Arequipa, herramienta SIMUL8

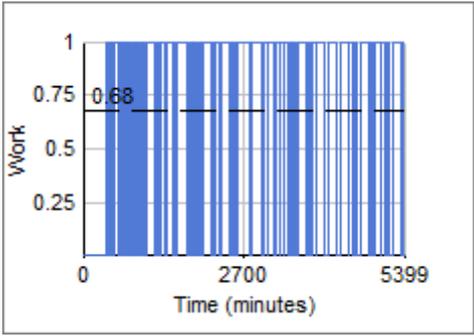
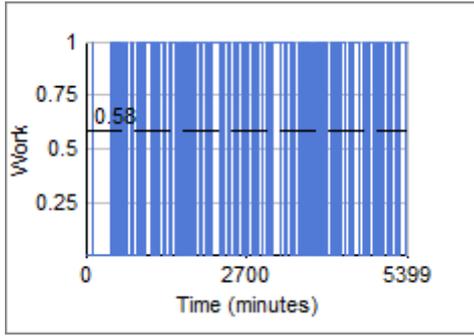
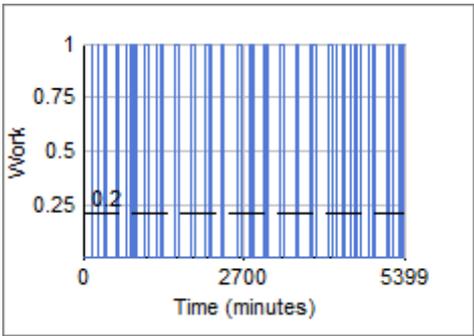
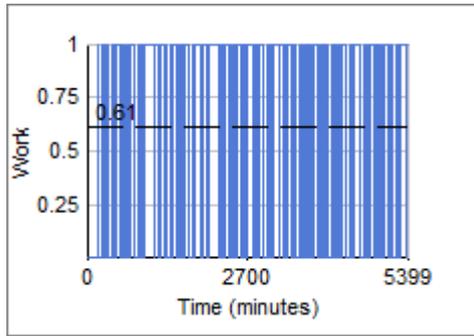
Interpretación: En la tabla 21, se observa que el porcentaje de agotamiento del operario cortador en tiempo real es de 98% con la mejora se obtiene una disminución del 9% , y un incremento del 2% número de piezas cortadas.

4.2.2.2 REASIGNACIÓN DE FUNCIONES DEL OPERARIO PATINADORA

De acuerdo a los resultados que muestran en el ANEXO 7, se puede observar que el operario encargado del subproceso-separar las piezas por talla y modelo-tiene un 22 % de tiempo utilizado, y el operario pulidor tiene un 68%, por lo que se incrementa a sus

funciones apoyar al área de pulido. En la tabla 20 se puede visualizar el impacto que presenta esta mejora.

Tabla 22 Porcentajes del subproceso pulido real y mejorado

<p>Porcentaje de utilización de tiempo real del operario pulidor</p> 	<p>Porcentaje de utilización de tiempo mejorado del operario pulidor</p> 
<p>Porcentaje de utilización de tiempo real del operario patinador.</p> 	<p>Porcentaje de utilización de tiempo mejorado del operario patinador.</p> 

Elaborado por: María Arequipa SIMUL8

Interpretación: En la tabla 22, se observa que el tiempo de trabajo del patinador aumenta en 41% y del pulidor disminuye un 10%, este cambio permite incrementar en 36% el número de piezas que serán procesadas en el área de control de calidad. Ver tabla 23 Porcentaje de mejoras en colas.

4.2.2.3 AUMENTO DE MÁQUINAS: RECUBRIDORA Y OVERLOCK

En la empresa Imagen Textil existe maquinaria que no es utilizada por falta de personal, para poder solventar los problemas que existen en la overlock 4, en la actividad-unir las licras con el resorte- se ha puesto en funcionamiento el equipo overlock, y para las actividades recubrir fillos, dobladillos y cintura se ha incluido una recubridora adicional, esto ha permitido que el número piezas que transitan por el proceso de transformación aumenten en un promedio 22 %. Ver en la tabla 23, para este fin, se contrató dos costureras. El cambio en el diseño puede ser examinado en la figura 40.

Tabla 23 Porcentaje de mejora en las colas

Colas (Piezas)	Items ingresados real	Items ingresados mejora	Diferencia	Porcentaje de mejora
Cola tendido	15.40	14.20	-1.20	
Cola separador	5.310,00	6.030,00	720,00	14%
Cola separador 2	7.854,00	8.832,00	978,00	12%
Cola pulpo talla	1.945,20	2.219,00	273,80	14%
Cola termofijado et	1.926,40	2.217,80	291,40	15%
Cola over 1a 2	2.655,00	2.999,80	344,80	13%
Cola over 2 a 3	2.655,00	2.999,40	344,40	13%
Cola over 3 a 4	2.639,40	2.950,00	310,60	12%
Cola corte pretina	2.700,00	2.940,00	240,00	9%
Cola over 4	2.700,00	2.940,00	240,00	9%
Cola over 1	4.019,20	4.898,20	879,00	22%
Cola over 2	1.431,00	1.962,60	531,60	37%
Cola fic O1	1.453,40	2.086,00	632,60	44%
Cola pulpo diseno	1.404,00	1.860,00	456,00	32%
Cola termofijado dis	1.404,00	1.854,00	450,00	32%
Cola pulido	3.340,20	4.531,20	1.191,00	36%
Cola calidad	3.318,00	4.515,00	1.197,00	36%
Cola empacado	1.933,60	2.697,20	763,60	39%
Cola empacado 2	1.383,80	1.816,40	432,60	31%
			PROMEDIO	22%
			DE MEJORA	

Elaborado por: María Arequipa

4.2.3 Resultados

En el ANEXO G, se puede observar el desempeño de los objetos de simulación en cada fase del proceso de producción, las corridas fueron generadas con la opción Múltiples Run del simul 8 con un grado de confianza del 95 % y error del 5%.

4.2.4 Cuadro comparativo

En la tabla 24, 25 y figuras 41 - 42, muestran los resultados de las corridas de los indicadores de desempeño y productividad de la situación actual de la empresa y su mejora.

Tabla 24 Indicadores de desempeño de la situación real y mejora

	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	REAL	MEJORA	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE MEJORA
1	Número insumo licras	piezas	2.700	3.600	900	33%
2	Número insumo blusas	piezas	2.054	1.680	-374	-18%
3	Total insumos utilizados	piezas	4.754	5.280	526	11%
4	Licras empacadas	unidades	1.786	3.539	1.753	98%
5	Blusas empacadas	unidades	1.620	1.380	-240	-15%
6	Total productos empacados	unidades	3.406	4.919	1.513	44%
7	Producto en cola	piezas	1.611	314	-1.297	-81%
8	Producto en proceso	piezas	76	11	-65	-86%
9	Empaques de 450 licras	paquetes	3	7	4	133%
10	Empaques de 480 blusas	paquetes	3	3	0	0%
	PROMEDIO					12%

Elaborado por: María Arequipa

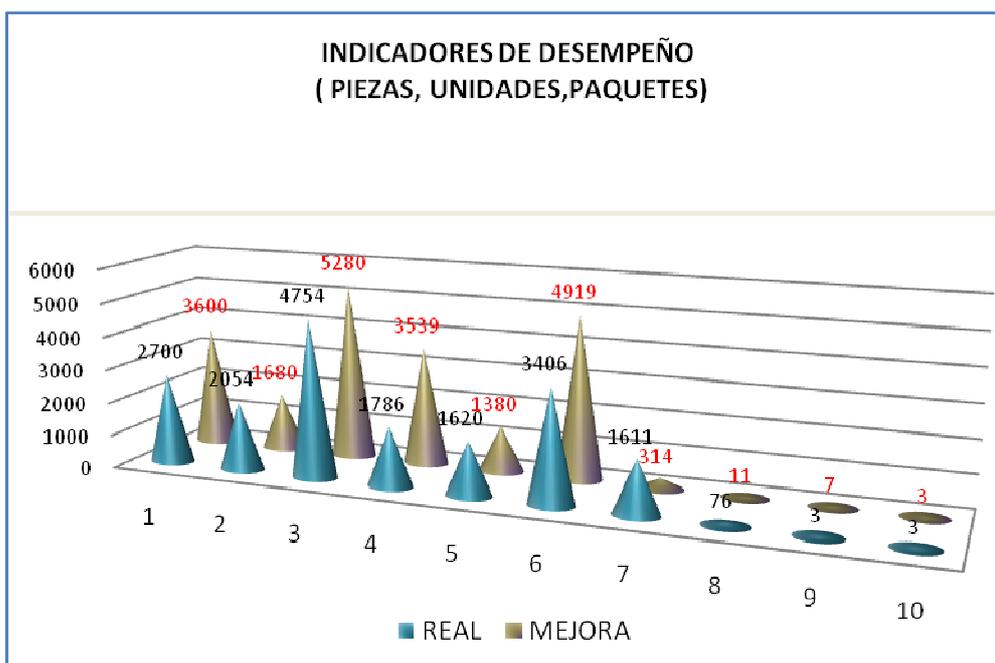


Figura 41 Indicadores de desempeño actual y mejora (piezas, unidades, paquetes)
Elaborado por: María Arequipa

Interpretación: Comparando los resultados de los datos obtenidos en los modelos antes y después de las mejoras propuestas, se puede distinguir que: Los insumos utilizados, el total de productos empacados tienen un incremento del 11 y 44 % respectivamente. Los valores de los productos que se quedan encolados y en proceso disminuyen en 81 y 86 %, en consecuencia, se obtiene un aumento del 12% en el promedio del desempeño y el despacho de 4 paquetes adicionales de 450 licras.

Tabla 25 Porcentajes de los indicadores de productividad real y mejora

	Indicador (porcentajes)	REAL	MEJORA	PORCENTAJE DE MEJORA
1	Productividad de materia prima	71,64	93	30%
2	Productividad de trabajo hora	4,73	6	27%
3	Hojas de pedido cumplidas	78,57	93	18%
4	Índice de blusas elaboradas	78,87	82.143	4%
5	Índice de licras elaboradas	66,15	98.306	49%

Elaborado por: María Arequipa

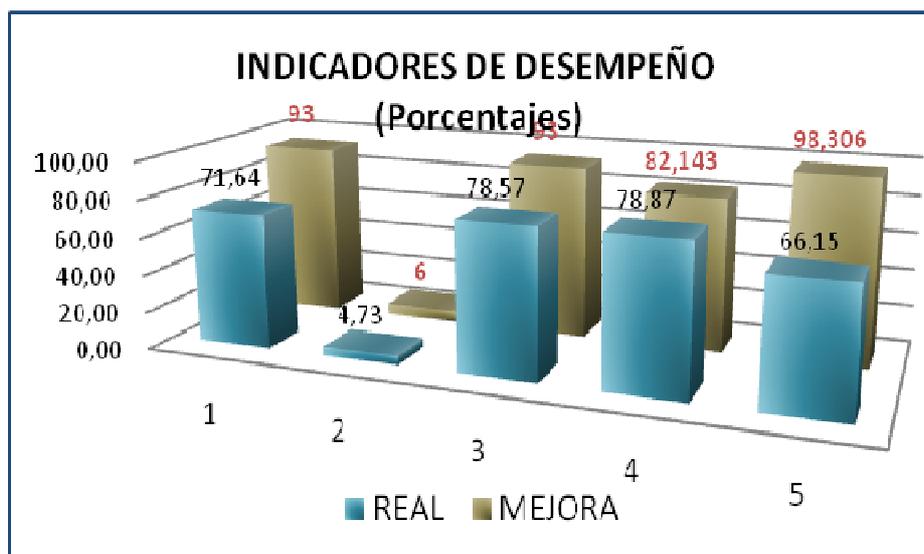


Figura 42 Porcentaje de desempeño actual y mejora
Elaborado por: María Arequipa

Interpretación: En la tabla 25 y figura 42, se puede apreciar que se tiene un incremento de 30% en la productividad, 18% en los pedidos despachados. Se puede evidenciar que el índice de manufactura para la elaboración de licras y blusas incrementa en 4 y 49 %, esto implica que las alternativas propuestas permiten entregar oportunamente al 93% de clientes que ingresaron sus pedidos hace 15 días.

Tabla 26 Tiempos en el sistema del ciclo de Gestión de pedidos y distribución

Tiempo en el sistema (minutos)	Real	Mejora	Diferencia	porcentaje de mejora	Tiempo (horas)
Gestión de Pedidos y Distribución	2.910	2.431	-480	-16%	-8

Elaborado por: María Arequipa

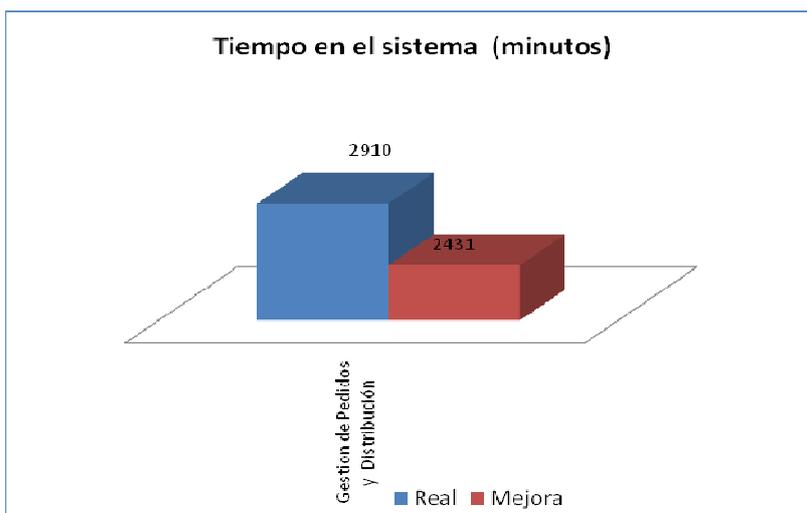


Figura 43. Tiempos de la gestión de pedido y distribución
Elaborado por: María Arequipa

Interpretación: Comparando los resultados de los datos obtenidos en los modelos actual y mejorado, en la tabla 26 y figura 43 se puede distinguir que el tiempo de duración del proceso en el sistema, para cumplir con el ciclo de gestión de pedidos y distribución es 2.910 minutos en un escenario real y 2.430 minutos en la mejora, donde se evidencia que, con la mejora, los paquetes a distribuir son entregados 8 horas antes. Esta alternativa mejora el índice en pedidos despachados en un 16%.

4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para este estudio se utilizó la utilidad del costo de venta real de la empresa Imagen Textil de los diferentes modelos y tallas de las blusas y licras, posteriormente, se realizó el cálculo de la utilidad en venta con los datos actuales de la empresa y con los datos mejorados. Se obtuvo el incremento de la utilidad anual esperada. En la tabla 27 se hace referencia a esta información con un horizonte de análisis de 1 año.

Tabla 27 Utilidad de ventas actuales y de mejora

HORIZONTE DE ANÁLISIS DE 1 AÑO	UNIDADES (MES)	UNIDADES (ANUAL)	UTILIDAD DE COSTO UNITARIO (DOLARES)	UTILIDAD EN VENTA	UNIDADES (ANUAL) CON LA MEJORA	UTILIDAD DE VENTA ESPERADO (dólares)	UTILIDAD ADICIONAL ANUAL ESPERADA (dólares)	DIFERENCIA DE UNIDADES CON LA MEJORA
LICRAS	3.572	42.864	1,49	63.867,36	84.936	126.554,64	62.687,28	42.072
BLUSAS	3.240	38.880	,41	54.820,8	33.120	46.699,2	-8.121,6	-5.760
				118.688,16		173.253,84	54.565,68	36.312

Elaborado por: María Arequipa

En la figura 44, se puede apreciar el porcentaje de utilidad esperado adicional.

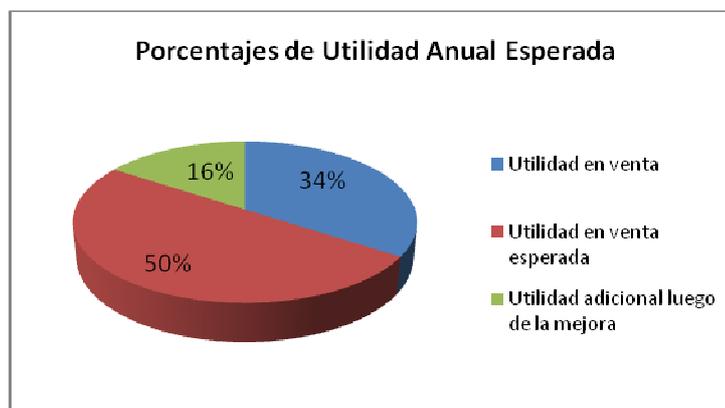


Figura 44 Porcentaje de la Utilidad Esperada
Elaborado por: María Arequipa

En la tabla 28, se detallan los costos fijos para la elaboración de las prendas adicionales generadas por la mejora y el costo de contratar 2 operarias nuevas, donde el total de costos es de 49.790 dólares anuales.

Tabla 28 Total Costos para la mejora

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	COSTO/ANUAL (DOLARES)
COSTOS FIJOS		
MATERIA PRIMA	1,47	53.378,6
MANO OBRA	0,35	12.70,2
ESTAMPADO	0,5	18.156
INSUMOS	0,3	10.893,6
TOTAL COSTOS FIJOS		41.758,8
COSTOS FIJOS POR LA MEJORA		
	MENSUAL	
SUELDO BÁSICO	636	7.632
BONOS		200
CAPACITACIÓN		200
TOTAL COSTOS FIJOS POR LA MEJORA		8.032
COSTO TOTAL		\$49.790,8

Elaborado por: María Arequipa

4.3.1 Cálculo de la utilidad con la mejora implementada

Para el cálculo de la utilidad se consideran los datos de las tablas 26 y 27.

$$COSTO\ TOTAL = COSTOS\ FIJOS + COSTOS\ VARIABLES$$

$$COSTO\ TOTAL = 41758.8 + 8032 = 49790.8$$

$$UTILIDAD = INGRESOS\ TOTALES - COSTOS\ TOTALES$$

$$UTILIDAD = 54565.68 - 49790.8 = 4779.90$$

$$UTILIDAD\ SOBRE\ EL\ COSTO = \frac{UTILIDAD}{COSTO\ TOTAL} \times 100$$

$$UTILIDAD\ SOBRE\ EL\ COSTO = 10\%$$

$$UTILIDAD\ SOBRE\ VENTAS = \frac{UTILIDAD}{VENTA\ TOTAL} \times 100$$

$$UTILIDAD\ SOBRE\ VENTAS = 9\%$$

Para aplicar la mejora se necesita una inversión anual de 8.032 dólares, con la cual se obtiene un ingreso en ventas anuales esperado de 54.565,68 dólares. Luego de los ajustes realizados en el diseño con las mejoras propuestas, se puede indicar que a la empresa le queda una utilidad adicional bruta (antes de impuesto a las ganancias) sobre costos del **10 %** y sobre ventas de **9 %**, después de retribuir a los dueños de la misma.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con el levantamiento de los procesos y la toma de datos en tiempo real se logró dar una medición aproximada de los rendimientos y pérdidas reales en la cadena de producción, detectar cuellos de botella y rendimiento del recurso humano y equipo, e identificar la mejor opción de mejoramiento de los procesos con un incremento de productividad e ingresos por las ventas (ver tablas 24-26).
- La herramienta SIMUL8 utilizada, permitió diseñar el modelo propuesto, con el que se pudo apreciar varios escenarios reales de los procesos de manufactura, generar reportes que permitan a la jefa de producción y gerentes analizar las frecuencias de fallos, los historiales detallados de máquinas y los tiempos de espera en las colas y evaluar indicadores KPI¹⁴, lo que ayudará a tomar decisiones estratégicas de mejora.
- Se evidenció que el subproceso que bloquea los trabajos en la cadena de producción es en el área de corte con un porcentaje de tiempo promedio de 12%, esto hace que las siguientes actividades como separación de piezas, estampado de talla, tengan un mayor tiempo de espera, por lo que se le considera como un proceso sensible en la empresa y debe ser evaluado de acuerdo a la alternativa propuesta.
- El análisis financiero muestra factible la implementación de la alternativa, ya que la inversión es del 13 % respecto a la utilidad esperada (ver tablas 27 y 28), este porcentaje puede ser asumido por la empresa en los periodos estipulados.
- Comparando el número de prendas a distribuir entre las licras y blusas se observa que en la mejora, el número de blusas disminuye y aumenta las unidades de licras, por lo que se concluye que manufacturar licras es más rentable para la empresa.

¹⁴ KPI (Key Performance Indicators o Indicadores Básicos de Rendimiento)

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de las mejoras sugeridas y descritas en la propuesta de mejoramiento, ya que se prevé un impacto financiero importante, se incrementaría el índice de atención de los pedidos; además no implica elevadas inversiones ya que se recurrirá a las máquinas que están sin uso y a la contratación de dos operarias.
- Disminuir el agotamiento del recurso del área corte ya que tiene sobrecarga de trabajo por lo que se debería buscar un ayudante y generar un plan de transferencia de conocimiento. La persona nueva que ingrese a esta área debería tener conocimiento de AUTOCAD.
- Documentar los flujos de los procesos y tiempos de las prendas que tengan mayor movimiento en la empresa, para que sirvan de base en los futuros productos. Los implicados en producción, desde operarios, mandos intermedios y alta dirección, necesitan información específica sobre la producción y el rendimiento. Normalmente, un operario se interesará por la máquina que tiene a cargo y por las órdenes de trabajo durante su turno, y el jefe de producción deseará comparar los objetivos con las cifras reales de producción y conocer su equipo de trabajo.
- Establecer planes de capacitación e incentivos al personal, para que genere un mayor compromiso, motivación, mejorar el clima laboral y lograr los objetivos de la empresa.
- Como se puede observar en el layout, la empresa está distribuido en 3 plantas dispersas. Tomando en cuenta que las instalaciones actuales no fueron creadas para este propósito, sería conveniente que se integren las estaciones de trabajo, puesto que un buen entorno visual de trabajo permite la reducción de desperdicios, mejorar comunicación entre áreas, y el ahorro en tiempo de traslado de piezas de un lugar a otro.

REFERENCIAS

LIBROS:

- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro: estrategia, planificación y operación. Mexico: Pearson Educación Ed. 3.
- Coss Bu, R. (2003). Simulación un enfoque Práctico. Mexico: Limusa.
- Davenport, T. (1996). Innovacion de procesos. En T. H. Davenport. España: Diaz de Santos S.A.
- Gonzalez, L. (2006). 10 PASOS PARA AUMENTAR SU RENTABILIDAD. ESPAÑA: DIAZ SANTOS.
- Hammer, M., & Champy, J. (1994). Tecnología y Procesos en la Reingeniería. Bogotá: Norma.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). Principios de la administración de operaciones. México: Prentice Hall.
- Horngren, C. (2007). Contabilidad de Costos. Mexico: Prentice Hall.
- HORNGREN, G. (2006). Contabilidad Administrativa. Mexico: Prentice Hall.
- Mariño, H. (2003). Gerencia de Procesos. En M. Hernando. Colombia: Alfaomega S.A.
- Naylor, T. H. (1977). Experimentos de Simulación en computadoras con modelos de sistemas. Mexico: Limusa.
- Pearson, R., & Heizer, J. (2004). Principios De Administración De Operaciones. Texas: Pearson.
- Perez, J. (2007). Gestion por Procesos. Madrid: ESIC.
- Pickle, H., & Abrahamson, R. (1982). Administración de empresas pequeñas. Mexico: Limusa.
- Quiros, B. (1974). Estadística y simulación aplicadas a la ingeniería civil. En B. d. Robles. España: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Shannon, R. E. (1988). En Simulación_de_sistemas. Mexico: Trillas.
- SHEIKH, E. A.-T. (2003). I.J. of SIMULATION Vol. 8 No 2. *Simulacion de paquetes* , 76.
- Singh Soin., S. (1997). Control de la Calidad Total. En S. S. Soin. Mexico: Mc. Graw Hill.
- Stoner, J. (1996). Administración. Mexico: Prentice Hall sexta edicion.

VARIOS:

- Corporation, S. (2003). SIMUL8 User's Manual. Boston: Corporation Simul8.
- Correa Rafael. (2011). Registro Oficial No. 450 - SUPLEMENTO. Quito.
- Guillermo Rodriguez. (1973). Ley de fomento de la pequeña Industria. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INTEL8, 2. (2010). Guía de estudio SIMUL8 2010. Boston: SIMUL8 CORPORATION.
- MICIP. (2000). Estudio de Contetitividad del Sector TEXTIL y CONFECCIONES. Iber-Geo Internacional.
- SHEIKH, E. A.-T. (2003). I.J. of SIMULATION Vol. 8 No 2. *simulacion de paquetes* , 76.
- Zamora, G., Villamarin, X., & Peña, H. (2011). INGENIERIA DE NEGOCIOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE LAS PYMEs. En Proyecto de Investigación. Quito.
- ZARATIEGUI, J. R. (1999). La gestión por procesos:su papel e importancia en la empresa. *Economia Industrial N 330* , 8.

DIRECCIONES ELECTRONICAS:

- AITE. (1943). *INDUSTRIA TEXTIL Ecuador*. Recuperado el 10 de 05 de 2011, de <http://www.aite.com.ec/>
- Constante, S. (01 de 06 de 2006). *pymes*. Recuperado el 26 de 05 de 2011, de http://www.wikilearning.com/curso_gratis/introduccion_a_los_negocios-discutir_el_papel_la_importancia_y_los_efectos_economicos/13613-7
- *Evaluacion Del Costo Beneficio*. (06 de 05 de 2010). Recuperado el 03 de 05 de 2011, de <http://www.mitecnologico.com/Main/EvaluacionDelCostoBeneficio>
- Harrington, J. (1993). Recuperado el 04 de 05 de 2011, de www.monografias.com/trabajos/.../mejorcont.shtml
- LEAL, Vicente. (s.f.). http://www.profes.net/rep_documentos/Propuestas_Bachillerato/2%20BA%20Productividad_3.PDF. Recuperado el 15 de 04 de 2011, de Problemas de Economía y Organización de Empresas:

http://www.profes.net/rep_documentos/Propuestas_Bachillerato/2%20BA%20Productividad_3.PDF

- Lehoczky, Pablo. (s.f.). *Simulación de Procesos*. Obtenido de <http://www.google.com/search?hl=es&source=hp&q=metodologias+del+SIMUL8&aq=f&aqi=&aql=&oq=>
- SRI. (s.f.). *SRI-PYMES*. Recuperado el 13 de 05 de 2011, de SRI: <http://www.sri.gov.ec/web/10138/32@public>

TESIS:

- JIMENEZ, C. G. (2012). Mejoramiento en el proceso de atención al cliente en el departamento de calidad de la empresa Dataactiva S.A con base en la simulación de procesos. Quito: EPN
- MONSERRATE, J. M. (2011). Propuesta de mejora del proceso de elaboración de quesos de la organización campesina de la reforma agraria Arauco con base en simulación. Quito, Ecuador: EPN
- Carrasco Zurita, D. S. (2011). Mejoramiento de la productividad para la empresa textil Dextel. Quito, ECUADOR: UDLA.

ANEXOS

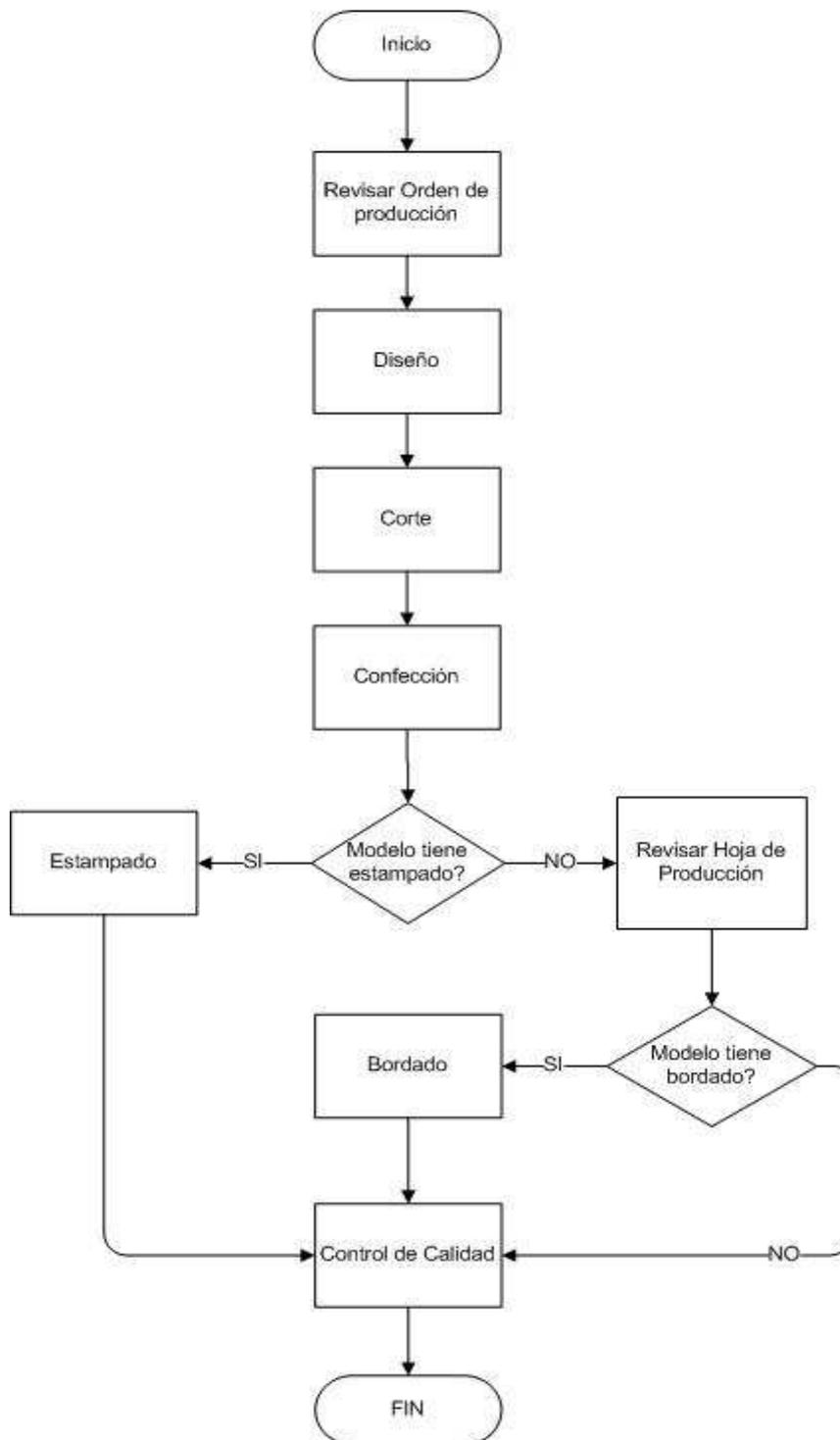
ANEXO A - Procesos de Manufactura**PROCESO DE MANUFACTURA**

Figura 45 Proceso de Manufactura Empresa Imagen Textil
Elaborado por: María Arequipa

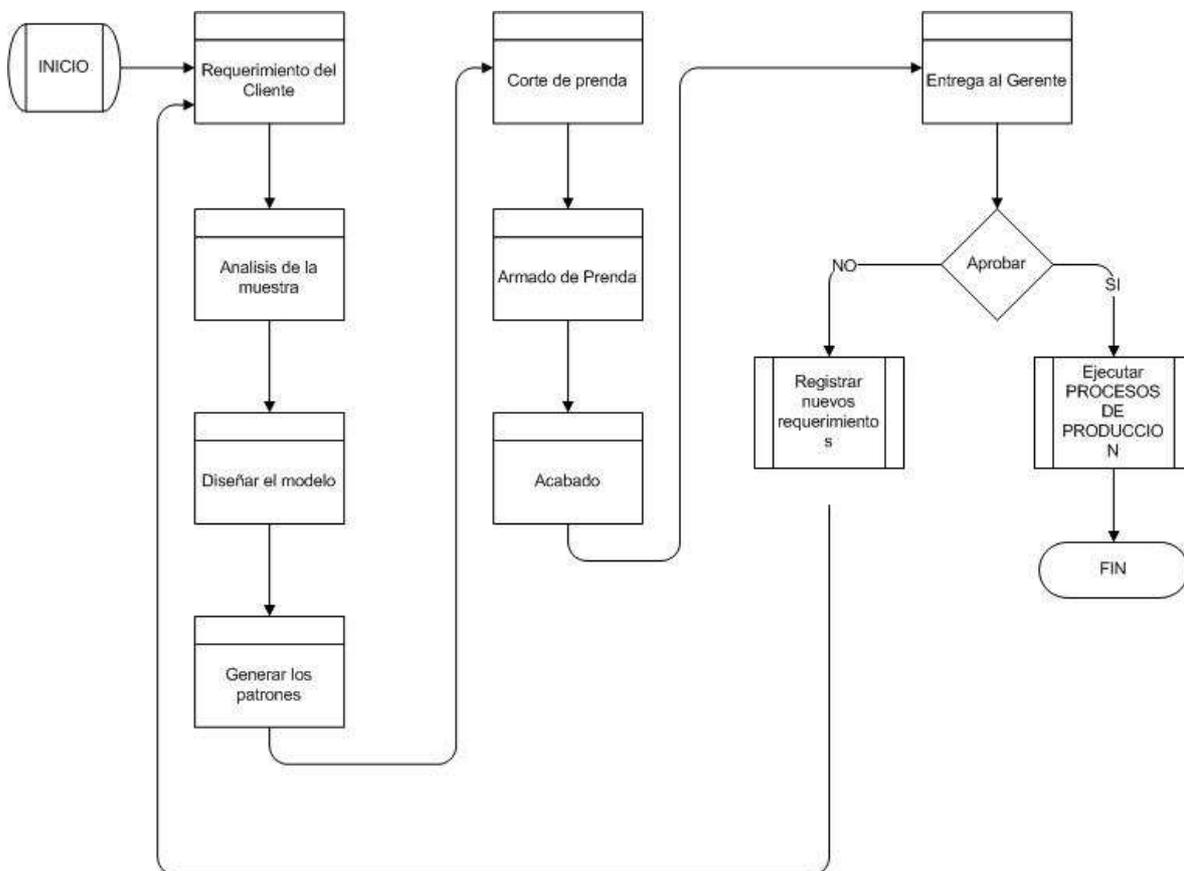
ANEXO B - Subproceso de muestras

Figura 46 Subproceso de muestras
Elaborado por: María Arequipa

ANEXO C - Subproceso Corte - Confección

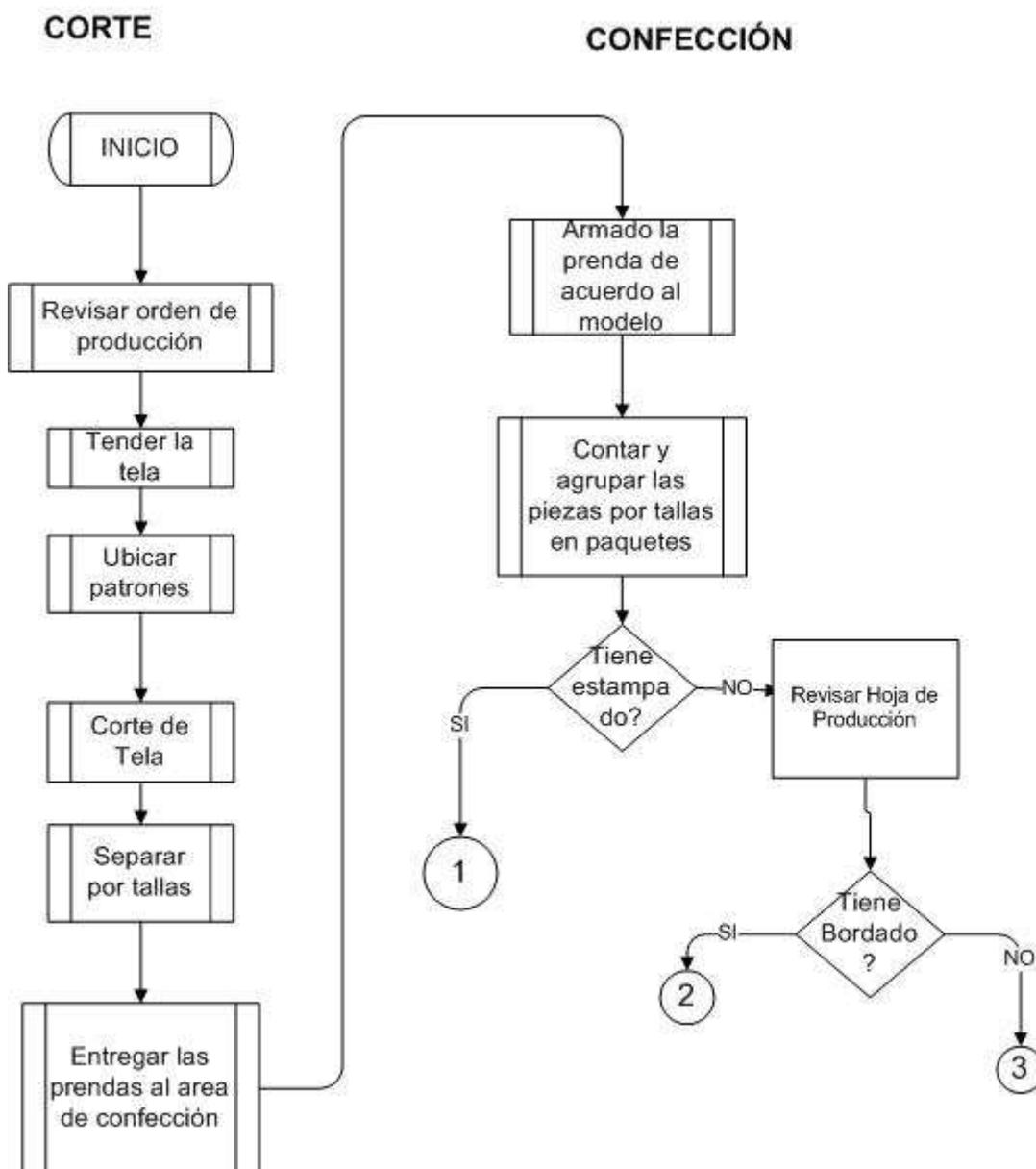


Figura 47 Subprocesos Corte - Confección empresa Imagen Textil
Elaborado por: María Arequipa

ANEXO D - Subproceso estampado-bordado-control calidad

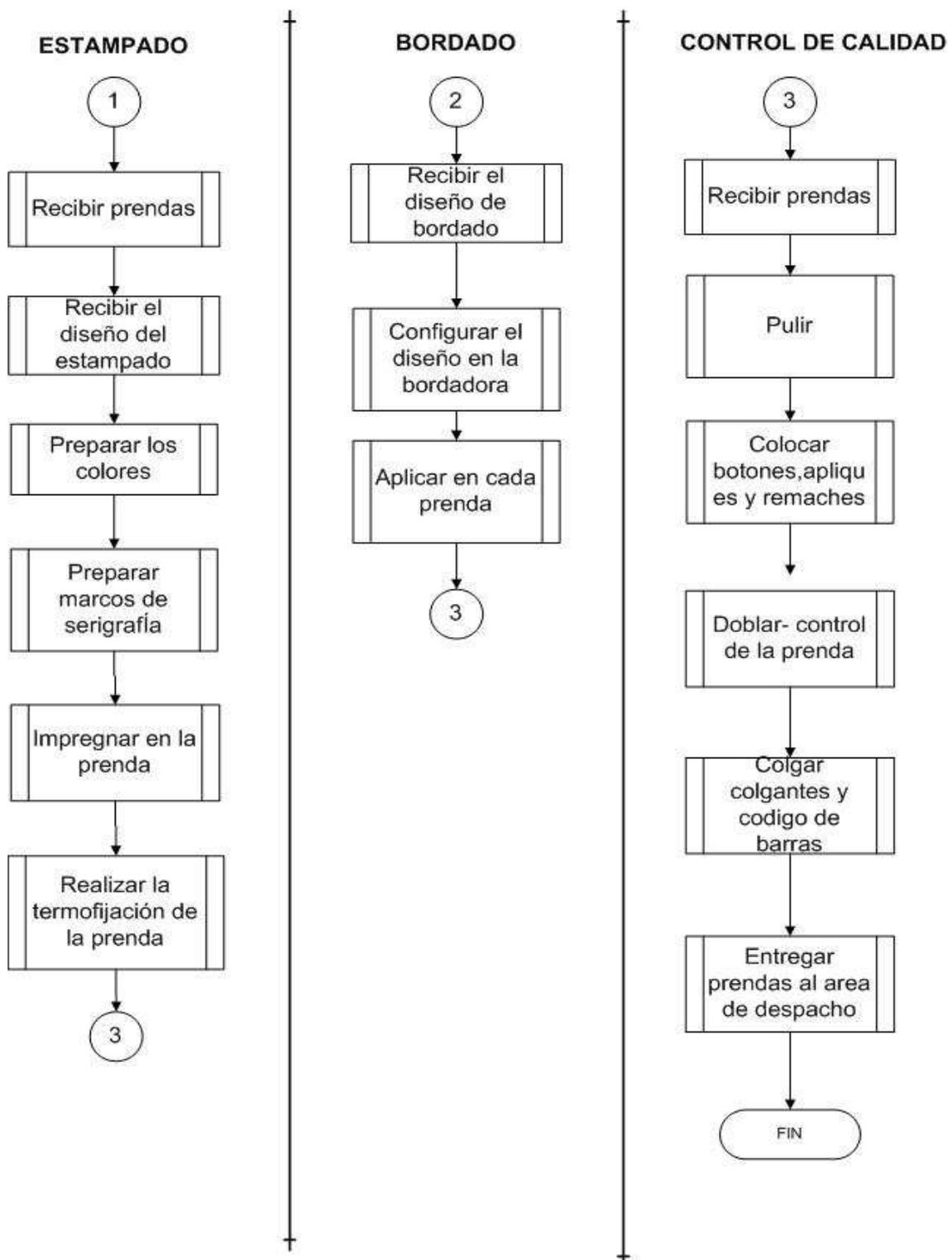


Figura 48 Subproceso estampado-bordado-control calidad

Elaborado por: María Arequipa

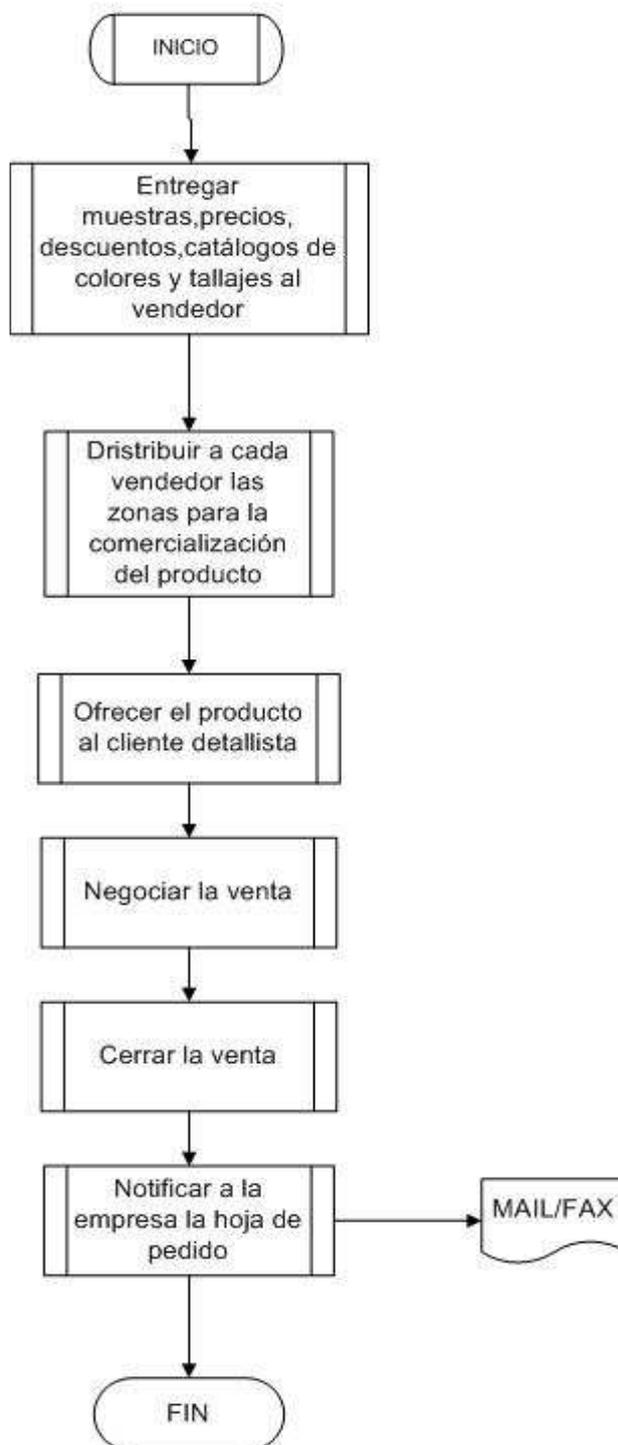
ANEXO E - Subproceso de comercialización**COMERCIALIZACIÓN**

Figura 49 Subproceso de comercialización Imagen Textil
Elaborado por: María Arequipa

ANEXO G - Tiempos de actividades para la elaboración de licras

ANEXO H - Tiempos de actividades para la elaboración de blusas.

ANEXO I - Tiempos de actividades para estampar diseño en las prendas

ANEXO J- Distribuciones del subproceso de confección

ANEXO K - Descripción de Visual Logics.

1. VL ref 1 Determina el tipo de factura (1-Licra; 2-Blusa camila) de acuerdo a la hoja de pedido, en donde el 60% de pedidos es para licras

```

VL SECTION: Entrada pedido Entry Logic
SET aleatorio = RANDOM[0]
IF aleatorio <= 0.6
  SET Eti_factura = 1
ELSE
  SET Eti_factura = 2

```

2. VL ref 2 Determina número de piezas según el tipo de factura (1-Licra; 2-Blusa camila)

```

VL SECTION: Tendido Work Complete Logic
IF Eti_factura = 1
  SET Tendido.Batching Out Size = 450
ELSE
  SET Tendido.Batching Out Size = 960

```

3. VL ref 3 Determina el tipo de prenda licras, con una variable cambiante (Var_Días)(1-pantorrilleras; 2-Capris; 3-Leguins) y contabiliza número de licras a confeccionar

```

VL SECTION: Separador talla Work Complete Logic
SET Var_número de licras = Var_número de licras+1
LOOP 0 >>> Var_días >>> 11
  IF Var_número de licras >+[Var_días*450]
    IF Var_número de licras <= 150+[Var_días*450]
      SET Eti_tipo de licra = 1
    IF Var_número de licras > 150+[450*Var_días]
      IF Var_número de licras <= 300+[450*Var_días]
        SET Eti_tipo de licra = 2
      IF Var_número de licras > 300+[450*Var_días]
        IF Var_número de licras <= 450+[450*Var_días]
          SET Eti_tipo de licra = 3

```

4. VL ref 4 Contabiliza el número de blusas a confeccionar

```

VL SECTION: Fic_separador talla Work Complete Logic
SET Var_número de blusas = Var_número de blusas+1

```

5. VL ref 5 Determina la distribución según el tipo de prenda para los WC de Overlocks y recubridoras

```
VL SECTION: Fic_2 Action Logic
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_tiempo overlock = Dis_over tiro atras
  SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec dobladillo
IF Eti_tipo prenda = 2
  SET Eti_tiempo overlock = Dis_over unir hombro
  SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec collarete
```

6. VL ref 6 Da figura al work ítem según proceso de overlock

```
VL SECTION: Overlok 1 Work Complete Logic
IF Eti_proc overlock = 1
  Set Work Item Image Ballgrey
ELSE IF Eti_proc overlock = 2
  Set Work Item Image Ballgreen
ELSE IF Eti_proc overlock = 3
  Set Work Item Image Ballindented
```

7. VL ref 7 Asigna nuevo valor a la etiqueta tipo de prenda y las distribuciones respectivas

```
VL SECTION: Overlok 1 Action Logic
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_proc overlock = 3
  SET Eti_tiempo overlock = Dis_over tiro adelante
  SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec cintura
```

8. VL ref 8 Da figura al work item según proceso de overlock

```
VL SECTION: Overlok 2 Work Complete Logic
IF Eti_proc overlock = 1
  Set Work Item Image Ballgrey
ELSE IF Eti_proc overlock = 2
  Set Work Item Image Ballgreen
ELSE IF Eti_proc overlock = 3
  Set Work Item Image Ballindented
```

9. VL ref 9 Asigna nuevo valor a la etiqueta tipo de prenda y las distribuciones respectivas.

```
VL SECTION: Overlok 2 Action Logic
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_proc overlock = 3
  SET Eti_tiempo overlock = Dis_cocer entrepiernas
```

10. VL ref 10 Da figura al work item según proceso de overlock

VL SECTION: Overlok 3 Work Complete Logic

```
IF Eti_proc overlock = 1
  Set Work Item Image Ballgrey
ELSE IF Eti_proc overlock = 2
  Set Work Item Image Ballgreen
ELSE IF Eti_proc overlock = 3
  Set Work Item Image Ballindented
```

11. VL ref 11 Asigna nuevo valor a la etiqueta tipo de prenda y las distribuciones respectivas.

VL SECTION: Overlok 3 Action Logic

```
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_proc overlock = 3
```

12. VL ref 12 Asigna figura al work ítem del proceso terminado

VL SECTION: Overlok 4 Work Complete Logic

```
Set Work Item Image Sphere_24
```

13. VL ref 13 Asigna distribuciones para proceso de overlock y recubridora

VL SECTION: Fic_O1 Action Logic

```
SET Eti_tiempo overlock = Dis_over hombro mangas
SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec fillos
```

14. VL ref 14 Asigna nuevo valor a la etiqueta tipo de prenda y las distribuciones respectivas

VL SECTION: Recubridor folder 1 Action Logic

```
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_proc overlock = 3
  SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec cintura
```

15. VL ref 15 Asigna nuevo valor a la máquina recubridora

VL SECTION: Fic R1 Action Logic

```
IF Eti_tipo prenda = 1
  SET Eti_tiempo recubridor = Dis_rec dobladillo
```

16. VL ref 16 Cuenta el número de licras empacadas y avisa con un beep cuando se ensambla un paquete de 450 licras

VL SECTION: Empacado Work Complete Logic

```
SET Var_licras empacadas = Var_licras empacadas+1
IF Empacado.Number Completed Jobs = 450
  Beep
IF Empacado.Number Completed Jobs = 900
  Beep
IF Empacado.Number Completed Jobs = 1350
  Beep
```

```
IF Empacado.Number Completed Jobs = 1800  
Beep
```

17. VL ref 17 Cuenta el número de blusas empacadas y avisa cuando termina de empacar un paquete de 480 blusas con un beep

```
VL SECTION: Fic_empacado Work Complete Logic  
SET Var_blusas empacadas = Var_blusas empacadas+6  
IF Fic_empacado.Number Completed Jobs = 80  
Beep  
IF Fic_empacado.Number Completed Jobs = 160  
Beep  
IF Fic_empacado.Number Completed Jobs = 240  
Beep  
IF Fic_empacado.Number Completed Jobs = 320  
Beep
```

18. VL ref 18 Imprime en las variables var_empaques de 450 licras y 480 blusas el número de productos embalados

```
VL SECTION: Factura Work Complete Logic  
SET Var_empaques de 450 licras = Embalaje.Number Completed Jobs  
SET Var_empaques de 480 blusas = Fic_embalaje.Completed
```

ANEXO L - Resultados simulados por el trial de simul8 de la situación real de la empresa

ANEXO M- Resultados simulados por el trial de simul8 de la situación mejorada de la empresa