



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOGISTICOS PARA LA
AUTOMATIZACION DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE
PRODUCCION DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**

Héctor Armando Polanco Bran

Asesorado por el Ing. Alberto Raúl Duarte Sandoval

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOGISTICOS PARA LA
AUTOMATIZACION DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE
PRODUCCION DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HÉCTOR ARMANDO POLANCO BRAN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL II	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOGISTICOS PARA LA AUTOMATIZACION DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE PRODUCCION DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.,

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 23 de julio de 2004.



Héctor Armando Polanco Bran

Guatemala, 12 de marzo del 2,007

Ingeniero
Francisco Gómez
Director de la Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

INGENIERO GÓMEZ:

Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección de Escuela, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado **REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOGISTICOS PARA LA AUTOMATIZACION DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE PRODUCCION DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**, desarrollado por el estudiante universitario Héctor Armando Polanco Bran.

El trabajo presentado por el estudiante Polanco Bran, ha sido desarrollado cumpliendo con los requisitos reglamentarios, consultando bibliografía adecuada y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, tanto el autor como el asesor son responsables por el contenido del mismo.

Considero que el trabajo ha cubierto el estudio planeado, habiendo proyectado soluciones de ingeniería en el campo de la administración y producción, ligados a la automatización, en tal virtud me permito recomendar su aprobación.

Atentamente,



Ing. Alberto Raúl Duarte Sandoval
Colegiado No. 4697
Asesor

Alberto Raúl Duarte Sandoval
Ing. Industrial
Colegiado No. 4697

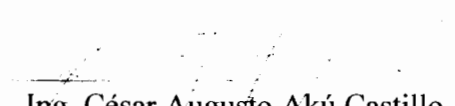
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOGISTICOS PARA LA AUTOMATIZACION DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE PRODUCCION DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Armando Polanco Bran**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala mayo de 2007

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y LOGÍSTICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Armando Polanco Bran**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial




Guatemala, junio de 2007.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y LOGÍSTICOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CAPTURA DE DATOS EN LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FOMAX, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Armando Polanco Bran**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, junio de 2007.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y a la Virgen María	Quienes guían e iluminan mi camino.
Mis padres:	Héctor Aníbal Polanco Lucero Marta Olga Bran Ortiz de Polanco (Q.E.P.D.), por su apoyo y esfuerzo en mi preparación profesional.
Mi Esposa e hijas:	Carla Geovanna Arriola Morales, Julia Rosina, María del Pilar y Victoria Giovanna, con amor.
Mis hermanos:	Olga Leticia, Doris Josefa, Rolando Aníbal, Maritza Elizabeth, Byron René (Q.E.P.D.), Flor de María, Alba Jovelinda y Marta Carolina, por su ejemplo y apoyo.
Mis cuñados y cuñada:	Gabriel, Carlos, Sergio, Daniel y Rosa, por sus constantes consejos.
Mis sobrinos:	Con mucho cariño.
La familia Arriola	En especial a Rosina Arriola Máximo Arriola (Q.E.P.D.), con mucho cariño y respeto.
A todos mis amigos y amigas:	Especialmente al equipo F-28.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

El Ingeniero Alberto Raúl Duarte Sandoval

Por la confianza que transmite, su entusiasmo, experiencia y por su excelente asesoría.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

La Facultad de Ingeniería

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1 Características de la empresa	1
1.2 Misión de la Empresa	7
1.3 Visión General	7
1.4 Estructura Organizacional	9
1.5 Parámetros de moda-calidad-precio, como factores determinantes en la industria	18
2. DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	23
2.1 Puntos de vulnerabilidad para el éxito	23
2.2 Sistema de obtención de datos actual	33
2.2.1 Características del sistema para recolectar información	34
2.2.2 Elementos utilizados para el cálculo de la producción	35
2.2.3 Flujograma de información actual	37

2.3	Pasos necesarios para implementar un sistema de automatización de captura de datos propuestos	38
2.3.1	Características requeridas del sistema	40
2.3.2	Pasos necesarios para la implementación	41
2.3.3	Planeación de la implementación	42
2.4	Requerimientos de equipo	45
2.5	Limitantes de los procedimientos	46
3.	PROPUESTAS DE EQUIPO PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN PRODUCCIÓN	47
3.1	Aspectos Generales a considerar	47
3.1.1	Objetivos a alcanzar mediante la propuesta	48
3.1.2	Compromiso de los altos mandos	49
3.2	Recepción de información a nivel de líneas de producción	49
3.2.1	Características de captura a nivel de líneas de producción	50
3.2.2	Captura de datos por medio de <i>scanners</i>	51
3.2.3	Captura de datos por medio de <i>handhels</i>	52
3.3	Recepción de información a nivel de operarios	53
3.3.1	Requerimientos de captura a nivel operarios	55
3.3.2	Captura de datos por medio de <i>scanners</i>	58
3.3.3	Captura de dato por medio de <i>handhels</i>	59

4.	MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPO, PARA LA CAPTURA DE DATOS, POR MEDIO DE CÓDIGOS DE BARRAS	61
4.1	Modelo para la solución a nivel de líneas de producción	61
4.1.1	Por medio de <i>scanners</i>	62
4.1.2	Por medio de <i>handhels</i>	63
4.1.3	Requerimientos para la implementación de la solución	64
4.1.4	Ventajas y desventajas	67
4.2	Modelo para la solución a nivel de operario	70
4.2.1	Por medio de <i>scanners</i>	71
4.2.2	Por medio de <i>handhels</i>	73
4.2.3	Requerimientos para la implementación de la solución	74
4.2.4	Ventajas y desventajas	81
5.	UTILIZACIÓN DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA EL SEGUIMIENTO EN MEJORA DE RESULTADOS	89
5.1	Aspectos estructurales del sistema	89
5.2	Procedimiento de funcionamiento	92
5.3	Objetivos a alcanzar	95
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Variación de producción semanal, unidades contra años	2
2	Variación de personal frente a Tiempo	3
3	Cantidad de personal por departamento	13
4	Líneas de acción de mando	14
5	Cantidad de personal por líneas de acción de mando	15
6	Interacción entre demanda, empresas, condiciones y estrategias	18
7	Comparativo FODA – ejecución del proyecto	32
8	Recursos – tiempo, en la captura de datos actual	34
9	Flujograma de generación de la información actual	37
10	Gantt de actividades para la implementación	44
11	Propuesta para la etiqueta que acompaña a los paquetes a lo largo del proceso	51
12	Hoja de etiquetas de códigos de barras que acompaña cada paquete	56
13	Hoja de trabajo de operario	57
14	Módulo de control a nivel de líneas de producción	61
15	Módulo de distribución de equipo a nivel de líneas de producción, utilizando <i>scanners</i> inalámbricos	62
16	Módulo de distribución de equipo a nivel de líneas de producción, utilizando <i>handhelds</i>	63
17	Módulo de control a nivel de operario	70

18	Módulo de distribución de equipo a nivel de operario, utilizando <i>scanners</i> alámbricos	71
19	Módulo de distribución de equipo a nivel de operario, utilizando <i>scanners</i> inalámbricos	72
20	Modelo de distribución de equipo a nivel de operario, utilizando <i>handhelds</i>	73
21	Flujo de retroalimentación de los departamentos involucrados en el control del sistema	74
22	Flujo de datos para terminal <i>Telnet</i>	92
23	Flujo de datos del programa de control a la base de datos	93
24	Flujo de datos de retorno de información para terminal <i>Telnet</i>	93
25	Reciprocidad del flujo de Información del programa a la base de datos y viceversa.	94

TABLAS

I	Número de etiquetas de operaciones diarias	76
II	Capacidad de lectura de códigos de barras	79
III	Análisis de costos	83
IV	Costos de inversión de control a nivel de operario	84
V	Depreciación de equipo de control a nivel de operario	84
VI	Costos Anuales por Control a nivel de Operario	85
VII	Costos de Inversión de Control a nivel de Líneas de Producción	85
VIII	Depreciación de Equipo de Control a nivel de Líneas de Producción	85
IX	Costos anuales por a nivel de líneas de producción	86

X	Valor presente neto de alternativa 1, seguir como hasta ahora	86
XI	Valor presente neto de alternativa 2, control por operario	87
XII	Valor presente neto de alternativa 3, control por líneas de producción	88

RESUMEN

La competitividad de la industria textil, tiene cada vez más influencia en el desarrollo de las organizaciones que se dedican a confeccionar prendas de vestir. La tecnología juega un papel muy importante en el desarrollo y control, desde los diseños hasta su puesta en el punto de venta

Fomax, S.A., es una empresa de más de 14 años en la industria textil, por lo que requiere una herramienta que sea innovadora para mejorar el control interno de sus procesos productivos. Por lo que el control por medios tecnológicos de la producción, hace más confiable el seguimiento interno de las unidades a producir, el punto exacto donde hay problemas y nos da una referencia muy real de la fecha en la cual se cumplirá con la exportación. De los modelos presentados, se contempla que el que mejor se adapta al control de la captura de datos y su automatización para esta empresa, es a nivel de Líneas de Producción, debido a la distribución física, logística y humana que maneja.

La empresa está consciente del cambio de filosofía que conlleva una nueva forma de controlar la producción y el seguimiento de órdenes de trabajo, por lo cual se tiene el respaldo para tomar de base este documento, para su análisis y puesta en marcha dicho proyecto.

La captura de información relacionada a una orden de producción al día de hoy, conlleva una serie de pasos y duplicidad de funciones entre el proceso y personal, que ocasionan incongruencias entre lo requerido, producido y exportado, lo cual se quiere eliminar con una solución factible y sin la intervención de la manipulación de datos por el personal.

De acuerdo a los resultados obtenidos de este trabajo, se puede demostrar que utilizando medios tecnológicos de fácil manejo, se reducen tiempos de ingreso de datos, manejo de hojas, personal que hace la misma función, y la información se tiene en tiempo real y no un día o dos después.

Si la empresa decidiera no hacer nada, significaría una pérdida de 16.5 millones de dólares, llevados a valor presente en los próximos cinco años. Esto refleja el costo de oportunidad, al cual puede caer si sigue como hasta ahora. Pero de acuerdo al análisis de flujo de efectivo, la mejor opción representa un ahorro y oportunidad de 13.7 millones de dólares llevados a valor presente, la cual se controla por medio de Líneas de Producción.

Para un cambio de cultura organizacional en la captura de información de los procesos de esta empresa, es necesaria la capacitación permanente, así como contemplar planes de contingencia por la vulnerabilidad que pueda afectar el sistema, proveniente de los ingresos a destiempo, impresión defectuosa o bajas en la carga del sistema.

OBJETIVOS

- **General**

Proporcionar los requerimientos tecnológicos y logísticos de captura de datos que ayuden a conocer y evaluar, de manera más eficiente y confiable, las líneas de producción en una industria manufacturera, conociendo así sus restricciones y capacidades, poder eliminar operaciones superficiales, reducción de tiempos muertos, de manera tal que se incremente la calidad y aprovechar mejor el espacio físico.

- **Específicos**

1. Controlar la eficiencia de los recursos productivos de la empresa. Así como controlar el avance de las órdenes de producción en cada una de las etapas del proceso de costura.
2. Ayudar a detectar los cuellos de botella en los procesos productivos de la empresa para la toma de decisiones en las diversas áreas productivas, en el momento de expandir la propuesta.
3. Agilizar la captura de la información al ingresar a los sistemas de información, para establecer un proceso de control eficiente, minimizar su impacto en los costos operativos de la organización.
4. Servir de medio para mejorar los mecanismos, para el cálculo de incentivos por desempeño.

5. Establecer los puntos de control estratégicos que permitan verificar las cantidades de trabajo en el área de proceso.
6. Desarrollar un sistema que permita una adaptación rápida al personal administrativo y operativo de esta área. Para lo cual, crear lineamientos que permitan evaluar permanentemente el proceso productivo.
7. Ejecutar reuniones de información de uso y manejo del equipo y documentación, para determinar los lineamientos necesarios logísticos y sistemáticos para la automatización.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se está dando un cambio profundo en la administración de la industria manufacturera en todo el mundo, reflejo de las exigencias del mercado. Es por ello que se consideran nuevas técnicas, que toman como base el trabajo en equipo, la optimización de recursos y el uso de nuevas tecnologías.

El vestido atraviesa por un período de incertidumbre y el estilo incuestionable de hace una o dos décadas, simbolizado en el traje de caballero, se está resquebrajando. Si reflexionamos sobre el momento histórico en que vivimos, apreciamos claramente que estamos inmersos en una época de cambio de duración imprevisible, lo cual ha hecho que desde su aparición durante la segunda mitad de la década de los años 60, se suceden las modas a un ritmo vertiginoso, algunas de ellas, incluso, mueren cuando acaban de nacer.

La utilización de herramientas que ayuden a conocer y evaluar, de manera más eficiente y confiable esos cambios dentro de las líneas de producción, en una industria manufacturera, es una carencia dentro de la industria textil guatemalteca. Hoy en día, este tipo de industria tiene que estar preparada para buscar alternativas de mejora y cambio para ser competitivas. Por medio de requerimientos tecnológicos, podrá hacer que las fábricas dedicadas a esta industria, puedan obtener información justo a tiempo para la toma de decisiones, ser más eficientes en el menor tiempo posible, en el momento de

producir cualquier estilo, utilizando al máximo sus recursos, ya que sólo de esta forma serán más competitivas y rentables, ante los retos que en el mercado textil se exigen hoy en día.

La metodología realizada dentro del presente trabajo muestra la forma en que en la actualidad se determinan las eficiencias y situación de productividad de la compañía, situaciones internas propias que afectan al mejor manejo de la información y factores externos que influyen a los cambios por la globalización dentro de la industria textil, lo cual, se muestra una opción para facilitar esa tarea, si bien la eficiencia debe ser vista como una cambiante y precisa medida para tener éxito, las utilidades serían el resultado de la diferencia entre la eficiencia y los gastos de operación. Por lo que se estima que bajo esta propuesta, se incremente al menos en un 12% la eficiencia, lo cual representaría utilidades por más del 30%.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 Características de la empresa

Para conocer las características de la empresa, es necesario hacer una breve reseña sobre su origen.

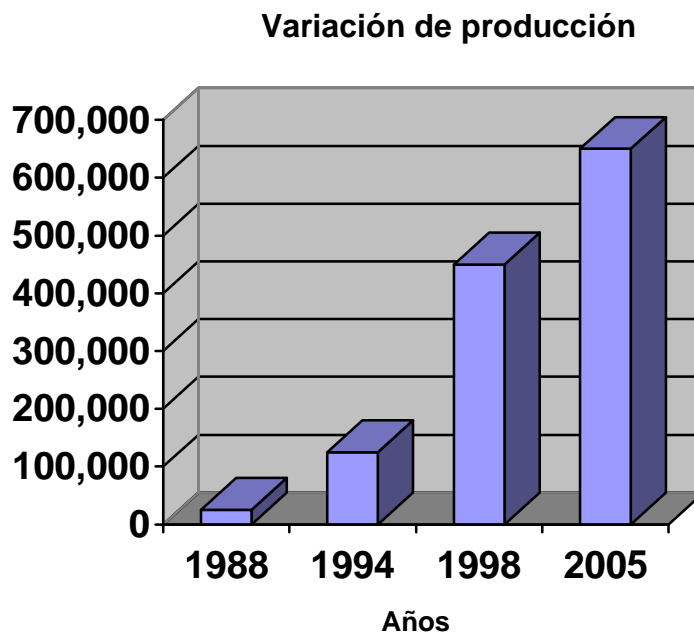
Fomax, S.A., se inicia en 1,988 como subcontratista para otras empresas confeccionistas. En aquel entonces estaba ubicada en las cercanías de lo que hoy es “Utatlan”, zona 11 de la ciudad de Guatemala, las instalaciones comprendían un solo edificio en el que trabajaban aproximadamente 400 empleados y 5 líneas de costura. La primera producción consistió en la elaboración de vestidos, luego a los 6 meses se iniciaron las negociaciones con Levis Strauss y Co; a partir de esto el primer producto que se confeccionó fueron pantalones Dockers, en twill y la cantidad inicial que solicitaron fue de 1,000 piezas por línea (25,000 unidades semanales).

Esta empresa desde sus inicios a desempeñado la función de dirigente de operaciones de maquila en Guatemala para Levis Strauss & Co.

Se confeccionaba solo en twill, debido a que al inicio no podía ofrecerse el servicio de lavado. Pero al año ya se contaba con 3 plantas de costura y una pequeña lavandería. Fue a partir de este momento en que se inició a producir pantalones básicos (el pantalón tradicional de Levis de 5 bolsas); se empezó a ampliar las instalaciones aproximadamente cada 18 meses; ya que la demanda del trabajo aumentó tanto para Levi´s como para otros clientes.

Dentro de las ampliaciones que se hicieron, se reubicó la empresa en la colonia "El Rodeo", zona 7, de ésta capital, dentro de un área aproximada de 100,000 m², se creó una sala de corte y azorado, un departamento de diseño y desarrollo donde se elaboran los patrones y muestras; de lo que es corte 807 y paquete completo. En lo que se refiere a costura ahora se cuenta con 6 plantas, las cuales suman 136 líneas semiautomáticas para elaborar modelos múltiples, con un aproximado de 6,315 maquinas con capacidad de producir 820 piezas por línea al día. Se cosen tejidos elásticos, lonas, algodones y mezclas.

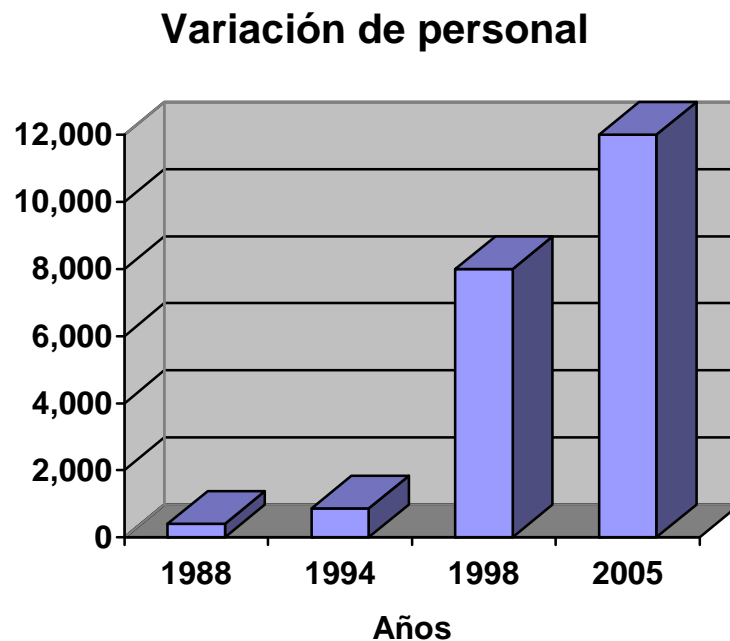
Figura 1. Variación de producción semanal, unidades contra años



Fuente: Departamento de Producción de Fomax, S.A.

La evolución ha llevado a la empresa, de elaborar lotes grandes de producción de productos básicos a pedidos de 10,000, 15,000, o cualquier cantidad de unidades; los cuales comprenden shorts, overoles, estilos cargo, estilos carpintero y jumpers. Así mismo ha estado innovando en lo que refiere a procesos de acabados especiales, ya que la tendencia es el Fashion¹.

Figura 2. Variación de Personal frente a Tiempo.



Fuente: Departamento de RRHH, Fomax, S.A.

¹ Término que se le da a las prendas de vestir en una combinación de tela, color, estampados o tendencias de presentación final.

La empresa no solo se dedica a maquilar (corte, confección y empaque); también ofrece el servicio de semi-paquete y paquete completo, cuya diferencia es que además de maquilar se compran telas, hilos y todos los accesorios de empaque. En el caso del Semi-paquete, el cliente provee la tela a utilizar, por lo que el resto de accesorios los compra la empresa. Es por ello, que se continúa invirtiendo en equipo; actualmente además del corte, la costura, lavandería, existe área de plancha y de finish o empaque final. Apareciendo desde ya hace más de año y medio en donde se adiciona otro proceso, el de “Acabados Especiales”, que son los que le dan una apariencia de desgaste a la prenda, ya sea localizada o en toda la prenda. Es en el área de empaque final donde se le da al producto la apariencia que tendrá antes de llegar a las manos del consumidor; este proceso requiere que toda pieza debe ir inspeccionada en cuanto a calidad, limpieza y presentación; se le deben de colocar todos los accesorios que indique el cliente y se embolsa y empaqueta para ir a los diferentes centros de distribución.

Anteriormente se mencionó que todo producto requiere de accesorios antes de ser empacado, los mismos deben estar completos y en fecha previa a la exportación. Cada cliente envía una hoja de especificaciones denominada hoja de accesorios, en la cual se indica el lugar y como deben de ir colocados los accesorios en la prenda. De éstos, algunos los compra la empresa y otros son enviados por el cliente, la razón es porque la empresa ofrece el servicio de maquila y de paquete completo; para que estos dos conceptos estén claros se define cada uno.

- Maquila

Según SEGEPLAN, se identifica por actividad maquiladora aquella que mediante procedimientos físicos o químicos, transforma la materia prima en producto de distintas características a sus materias primas originales, las cuales son propiedad de terceras personas o contratistas extranjeros y cuyo destino final es la exportación. Dentro de ella se realizan una, varias o todas las operaciones de un proceso de producción, utilizando insumos proporcionados por la empresa contratante, estos son telas, patrones, accesorios para costura y de empaque como: bolsas, cajas, etc. Esto significa que el productor proporciona al cliente el servicio de corte, costura y empaque.

- Proceso de paquete completo:

Es un proceso que nace desde la concepción de la idea del producto hasta llegar a la venta del mismo. El proceso tiene las siguientes etapas:

- Diseño del producto
- Elaboración de muestras
- Aprobación del corte
- Explosión de materiales
- Producción
- Entrega del producto

Es por ello que el control de la producción ha ido requiriendo que sea más eficaz y confiable, ya que el manejo y volumen en cada una de las áreas de producción es muy crítica, por lo que los medios que actualmente se utilizan para ello, requieren de herramientas que ayuden a agilizarlo, ante las demandas de la alta gerencia.

La empresa mantiene servicios de gran beneficio a sus empleados, siendo estos; atención médica básica, servicios dentales, de laboratorio, adquisición de medicamentos a bajo costo por medio de las farmacias internas y adquirir abarrotes a menor costo en las tiendas “Solidaristas”.

Todo esto se transforma a los familiares de cada empleado, por lo que si en la actualidad existen alrededor de 12,000 empleados, multiplicándolo por un promedio de 6 personas², gira hacia cerca de 100,000 personas que se benefician de estos servicios. Además se tiene una clínica para los ojos, la cual, esta abierta al público en general a bajos precios.

Adicionalmente, funciona una escuela interna, donde el empleado puede continuar con sus estudios, aprendiendo a leer o bien completar sus estudios hasta el diversificado.

² Estadística tomada promedio de las referencias de solicitudes de empleo registradas en la empresa.

1.2 Misión de la Empresa

La filosofía de trabajo empresarial que tiene esta empresa es mediante la “flexibilidad”, lo cual sugiere que aun ya definido un negocio, se esta dispuesto a “cambiar”, viendo conveniencias mutuas empresa-cliente.

Dentro de los aspectos que se pueden representar en el desarrollo de esta empresa a nivel mundial, es la estabilidad y el aumento que aporta al sector productivamente activo en nuestro país. Eso se ve representado en la misión que maneja como empresa reconocida en este sector textil, la cual dice: **“ Crear un ambiente de trabajo amigable y positivo, aumentar la calidad de vida de nuestros empleados, para proveer a nuestros clientes mayor productividad y servicios, que generen beneficios para todos”**

Demostrando el compromiso social que tiene esta compañía hacia:

- Los empleados
- La sociedad, creando oportunidades de trabajo en el país

1.3 Visión General

Dentro de la misma filosofía que ahora esta manejando la empresa, es la de utilizar la visión, donde establece lo siguiente: **”Somos las empresa #1 en América, en la elaboración de pantalones, proporcionamos el mejor servicio, en el menor tiempo, con calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes”**, esto conlleva el compromiso de involucrar a cada uno de sus empleados a compartir y ser parte de ese crecimiento que se pretende, así como de las metas a lograr.

Esa transformación, impone sus efectos sobre la industria manufacturera, concebido bajo la filosofía de Justo a tiempo, se destaca dentro de ello especialmente, la reducción de inventarios, incremento de la calidad y la velocidad de respuesta y la reducción de costos de producción y el desarrollo potencial y la actividad de cada individuo que forma parte de la organización.

Para cumplir y mantener su Visión y Misión, el departamento de RRHH, juntamente con la Alta Dirección, han elaborado un plan de despliegue a todo el personal mediante la identificación de cada trabajador con la empresa, mediante "Valores", como lo son: HONRADEZ, DISCIPLINA, RESPONSABILIDAD, COMPROMISO, CUMPLIMIENTO. Donde cada mes, representa un valor, reforzado con el canto del himno de Koramsa a un horario establecido a discreción, en cada departamento o planta de producción. Así hacer llegar el mensaje y que cada uno en su puesto de trabajo sea factor de mantenimiento a dichas estrategias de "Trabajo en Equipo".

1.4 Estructura Organizacional

El marco dentro del cual la estructura de esta empresa descansa, se presenta por los diferentes departamentos que contribuyen a la ejecución de los programas de producción, mantenimiento, ejecución, proyección de los empleados, como los son:

- **Recursos Humanos:** Este departamento es el responsable de administrar todo lo referente a los sueldos y salarios, contratación de personal, programas de capacitación, beneficios médicos, reconocimientos, beneficios para obtener productos de la canasta básica, mediar en conflictos de personal e informar sobre situaciones propias de la empresa.
- **Administración:** Se conforma por el personal que cumple tareas de seguimiento, manejo de los bienes de la empresa, mantiene contactos con altos directores de los clientes o proveedores de insumos y del comercio en general, por medio de asociaciones.
- **Contabilidad:** Es el departamento que tiene como función revisar los estados contables de cada departamento y programas, sirviendo de base para los resultados financieros de la empresa.
- **Importaciones / Exportaciones:** Este departamento es el que administra la entrada y salida de insumos, materiales o productos que la empresa requiere o envía, manejando a

diferentes compañías de servicio de envíos e informando sobre el estado en que se encuentre alguna mercadería. Documenta la información necesaria para la administración tributaria de una empresa.

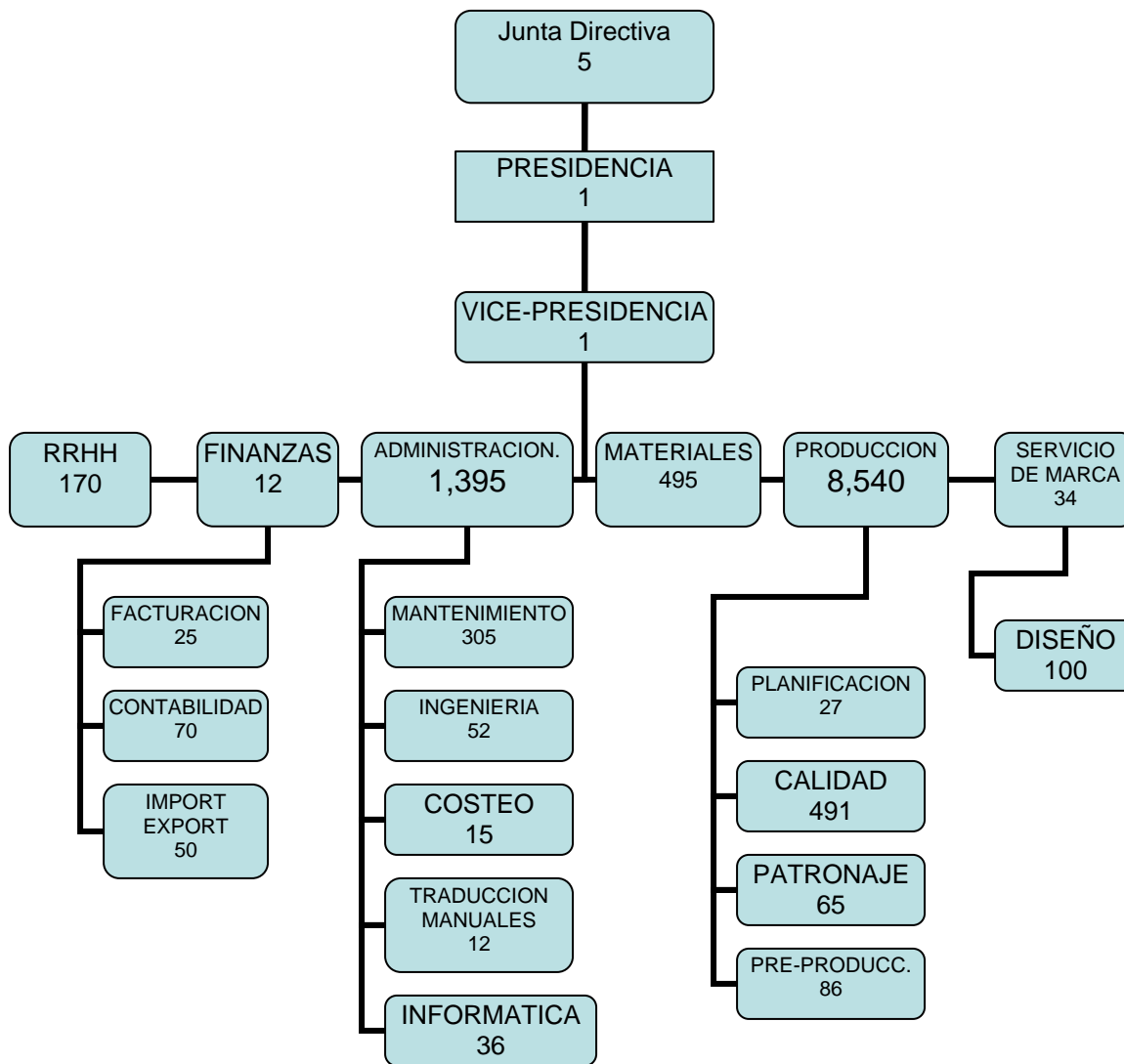
- **Finanzas:** Es el departamento encargado de velar por los estados financieros de la empresa, validando ante junta directiva los diferentes rubros realizados dentro de un período.
- **Facturación:** Es el departamento responsable de generar la papelería necesaria para enviarle a los clientes, y poder cobrar como empresa dichas facturas, dentro de un período establecido.
- **Materiales:** Este departamento abarca lo que son compras, administración de bodegas y logística de proveedores, por lo cual es responsable de todo insumo o material que se requiere para concretar la elaboración de un producto o servicio dentro de la empresa.
- **Producción:** Es el departamento donde se concentra el mayor porcentaje de personas, por lo que es el encargado de ejecutar tareas de proceso y elaboración, así como de empaque final, basados en una planificación.
- **Planificación:** Es el responsable de dar la dirección sobre que productos y en que tiempo se deben trabajar o procesar. Manejando las diferentes variables de materiales, capacidad, tiempos, cambios por los clientes, cumplimientos y recursos.

- **Servicio de Marca:** Es el departamento que enlaza la empresa con los diferentes clientes, haciéndolos participes de los desarrollos y procesos, busca atraer mejores productos y cantidades. Es un grupo que comercializa a la empresa para mantener producción, atraer nuevos clientes bajo ciertos niveles de producción así como nuevos diseños.
- **Diseño:** Es el encargado de mostrar a los clientes los desarrollos propuestos, de manera que sean factibles trabajarlos en un proceso industrial. Que van desde su idea, patrones, ensamblaje, lavados y acabados finales.
- **Calidad:** Departamento responsable de mantener los niveles permisibles de calidad de las prendas, así como de los materiales a utilizar. Informa sobre los índices registrados y retroalimenta a producción sobre las mejoras a hacer, contacta con supervisores de los clientes para establecer el grado de confianza en términos de calidad.
- **Mantenimiento:** Es el departamento que verifica, registra y sostiene el equipo de maquinas, calderas, edificios, electricidad y tratamiento de aguas.
- **Ingeniería:** El departamento encargado de hacer los estudios de tiempos, métodos, proyectos de mejora en procesos, estadísticas de eficiencia y producción. También es el encargado de velar por el cumplimiento de las normas o políticas dentro de cada área productiva.

- **Costeo:** Este departamento es el encargado de realizar un proceso de costeo preliminar o final de un producto que se requiera producir, dentro de un tiempo establecido.
- **Informática:** Aquí es donde se realizan las mejoras a los sistemas, desarrollan nuevas aplicaciones y se realizan los mantenimientos a las computadoras tanto de software como de hardware. Trabajan con ingeniería para las mejoras en el registro de información y ejecución de los datos.
- **Traducción y Manuales:** Es el departamento encargado de convertir los manuales de los clientes del idioma inglés al español, para facilitar al personal de producción el cómo se debe proceder y ejecutar el ensamblaje de un producto bajo las normas del cliente, cuidando sus especificaciones.
- **Pre-producción:** Este departamento es el encargado de revisar todas las especificaciones del cliente, adaptándolas a un proceso industrial y envía los comentarios respectivos a los clientes antes de iniciar una producción formal, para realizar los cambios, si fueran necesarios.
- **Patronaje:** Es el departamento encargado de revisar las medidas, tallas y formas de cada una de las piezas que conforman una prenda, con el objetivo que al unir todas sus partes, casen de la mejor forma con la maquinaria requerida, revisando que la apariencia, forma y especificaciones se cumplan. De acuerdo a esos resultados, se digitalizan en un programa de computadora para que se hagan los trazos y

llevar a corte una impresión, para iniciar el proceso de producción en el área de corte.

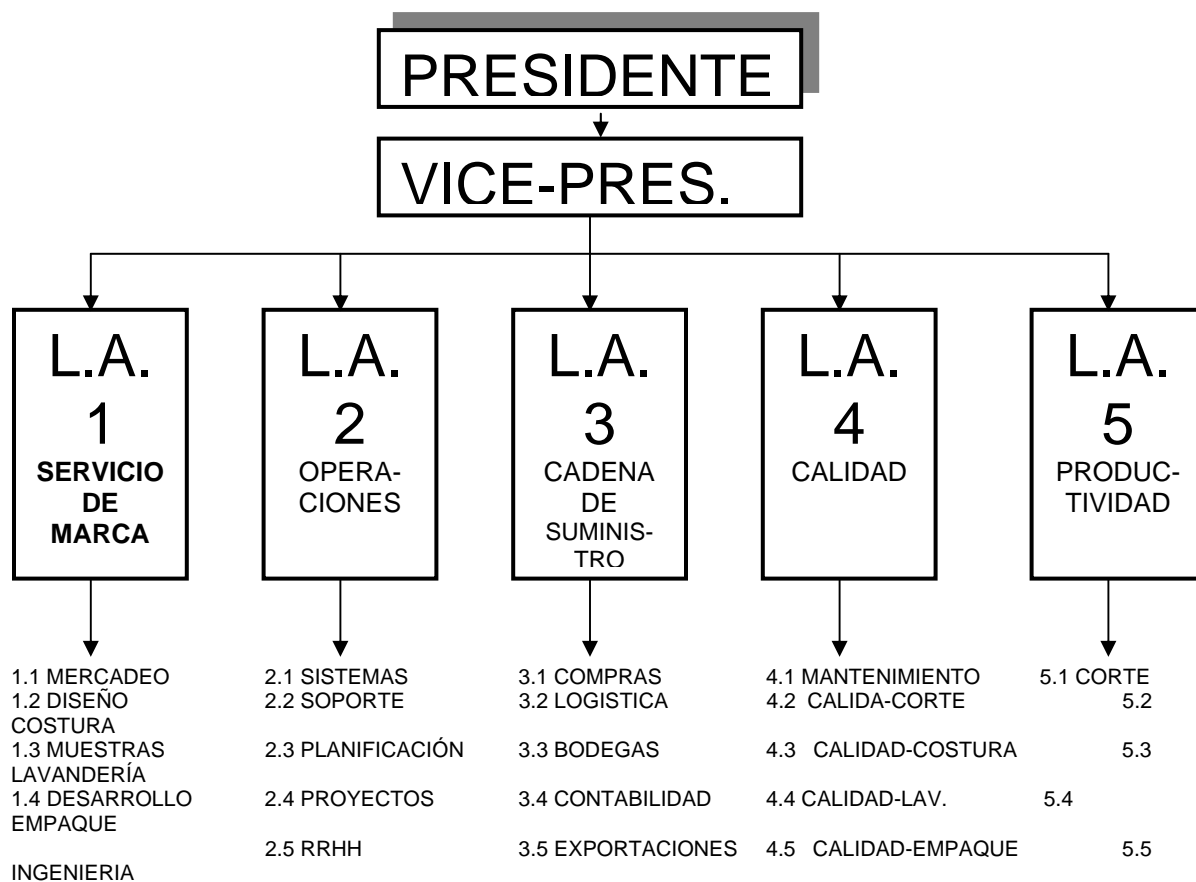
Figura 3. Cantidad de personal para cada departamento, registrada hasta febrero del 2005



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Fomax, S.A.

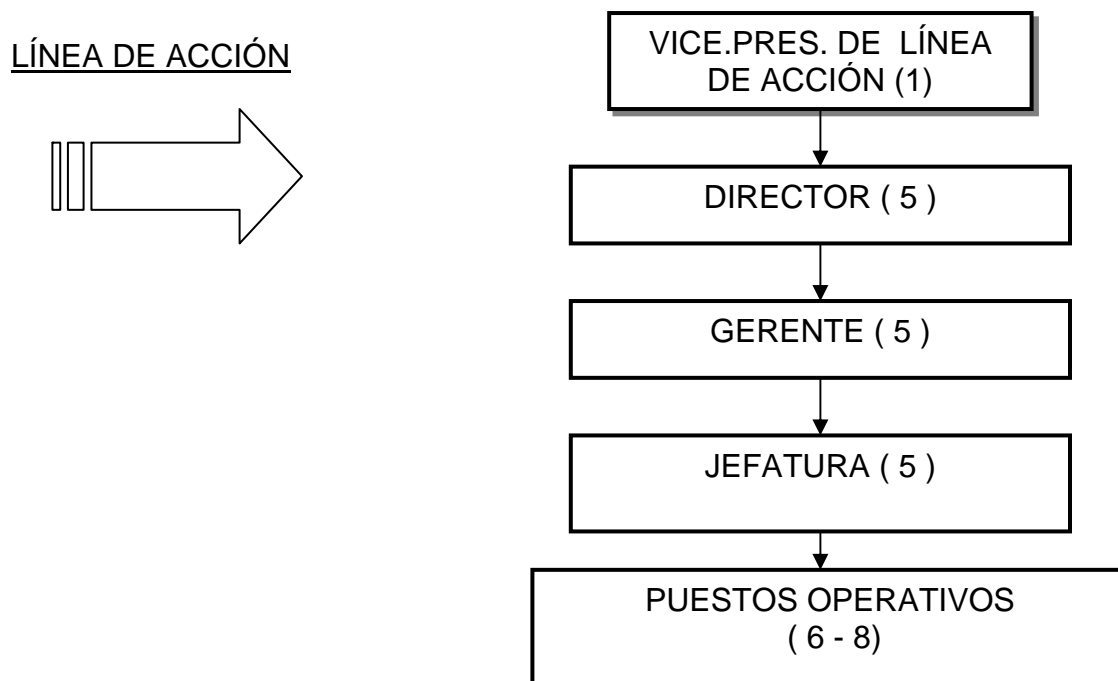
En forma gráfica, la interacción entre los departamentos que conforman esta empresa y sus líneas principales de mando, se representan por las llamadas “**Líneas de Acción**” (L.A.), donde cada una fusiona los departamentos que conllevan a lograr su desempeño, donde se presentan en el siguiente cuadro:

Figura 4. Líneas de acción de mando



En cada “Línea de Acción”, mantiene la siguiente estructura, bajando a cada uno de los departamentos indicados anteriormente, el número entre paréntesis indica la cantidad.

Figura 5. Cantidad de personal por línea de acción



En cada área o departamento existen alrededor de 6 a 8 puestos operativos, la cantidad para cada puesto va en relación al impacto que requiera el cumplir con las metas delimitadas por la empresa, su eficiencia y productividad.

La ventaja de trabajar en una empresa como esta, es que al trabajador se le atiende de forma que pueda satisfacer ciertas necesidades que en un horario normal de trabajo no podría hacer. Eso se demuestra como la atención personalizada en cada beneficio al que tiene derecho, como lo son los préstamos por emergencias, tiendas de consumo de la canasta básica, medicinas, ortodoncia, medicina en general y electrodomésticos. Ligado a eso también están los beneficios, para el personal dentro de la estructura de producción que son los bonos por metas y producción, que si un día llegan a la

meta de producción, obtienen Q.50.00 extras y si toda la semana hacen lo mismo, se les duplica ese bono, a lo cual se le denomina “Meta Semanal”

El salario promedio de una persona que ingresa a la fábrica que se cataloga como operativa gira alrededor de los Q. 1,800.00, mientras que si es una persona en el lado administrativo y que inicia labores es de Q. 2,000.00. Dentro de los 3 meses siguientes y de acuerdo a su desempeño, se hace una revisión de su salario.

Para que la empresa siga posicionada dentro del mercado, es necesario planificar bien la producción, determinando con anticipación que producto debe introducirse y en que fecha.

Todo producto previo a ser empacado, necesita un proceso de planificación; que se inicia cuando el departamento de Mercadeo, de Costos y el cliente, se reúnen para determinar cual es el tipo de prenda que se desea trabajar, qué accesorios va a llevar y bajo qué condiciones de entrega se necesita el producto.

Generalmente el cliente presenta una idea de lo que necesita, esta puede ser una prenda física o un dibujo de la misma, con ella se elabora un análisis preliminar de costos, el cual incluye consumo de hilos, de telas, de manta y con esto generar un precio para el cliente.

Si el cliente acepta el precio se procede a elaborar un prototipo de lo que él desea, este se confecciona en el departamento de Desarrollo de muestras. A continuación se describe brevemente el proceso de elaboración de prototipos o muestras.

Primero el cliente envía un dibujo o una prenda, adjuntando especificaciones de medidas de construcción, tipos de hilos a utilizar, medidas de encogimiento de tela e indicaciones de lavado, planchado y empaque. La muestra prototipo se elabora con el objeto de que pueda observarse la apariencia final que tendrá el producto y se envía al cliente para que la revise, para verificar si necesita algún ajuste.

Si la muestra es aprobada, se procede a elaborar el patrón con las especificaciones finales, medidas de todas las partes que lo conforman y ajustes hechos, para luego digitalizarlo e imprimirlo.

En conjunto con la muestra el cliente envía una orden de producción, en donde detalla el estilo del producto, tipo de tela, nombre del producto, tipo de lavado, unidades por talla requerida, desglose de P.O.³ (siglas con las cuales se designa una orden de producción) o contratos y sus respectivos cortes.

Al recibir la orden de producción, el gerente del producto se encarga de enviarla al departamento de planificación, para que se programe las líneas de corte y de costura; para cumplir con las cantidades solicitadas. Teniendo los insumos necesarios como telas, accesorios de costura, manta, hilos, se procede a tender, cortar y azorar; seguidamente se confecciona en planta de costura, luego es trasladada a lavandería y finalmente al área de empaque o distribución.

³ P.O. orden de producción.

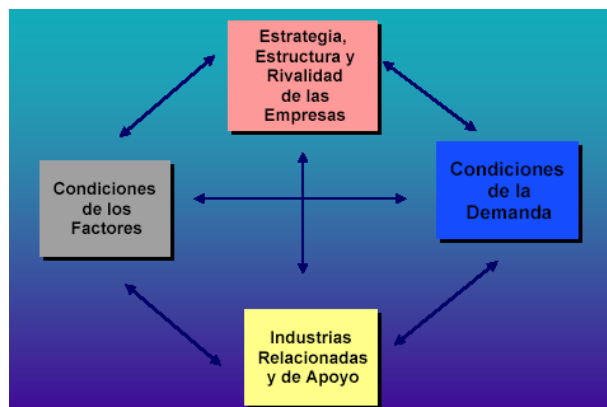
1.5 Parámetros de moda-calidad-precio, como factores determinantes en la industria

Los clientes actualmente no solo desean obtener producción, buscan el poder satisfacer todas sus necesidades bajo un mismo techo. Su objetivo es recibir productos de la mejor calidad, en pequeños lotes y en tiempos de proceso reducidos.

En la industria textil, en caso específico de la lona, que representa el 90% de la producción de esta empresa, cabe mencionar que este material ha sido denominado para prendas de trabajo, a través del tiempo ha ido evolucionando ese uso, además de hacer pantalones, y hoy muestra líneas de mercadeo para hacer shorts, faldas, chaquetas. También es usada para hacer bolsos o bien sombreros.

Si bien solo mediante la industria se puede volver competitivo al país, bajo industria textil, es muy importante que la interacción entre la demanda, empresas, condiciones y estrategias, se puedan enfrentar las amenazas del sector asiático.

Figura 6. Interacción entre demanda, empresas, condiciones y estrategias



Fuente: Gremial de Exportadores, año 2001

Esta empresa solo podrá sobrevivir si es capaz de cumplir con la permisa de valor de los minoristas y gerentes de marca que actualmente buscan precios bajos, tiempos de ciclo cortos y relaciones de mutua confianza, por ello la calidad y entrega a tiempo ya no son considerados como ventajas competitivas, ya son parte de un requisito.

Es por ello que se debe generar nuevas prácticas de manufactura, que propicien la reducción del ciclo de producción y que reduzcan los costos totales del producto, mejorando la calidad de servicio, atendiendo volúmenes menores y cambios frecuentes de estilo.

En este parámetro de moda-calida-precio, se debe buscar cambiar la forma de administrar los recursos e innovando para alcanzar el desarrollo y exigencias de información que los clientes requieren. Si bien ahora las tendencias requieren un producto con rallas en el frente, avellanados y destruidos, que parecen haberse usado hace 20 años o bien teñidos con acabados de aluminio y felpa.

El Denim esta haciendo brecha en el último bastión de la alta moda, la escena de gala/corbata negra, así como con incrustaciones de diamantes y perlas, por lo que ya no es un tabú usarlos con trajes de etiquetas.

A nivel macroeconómico, hay varias reglas de consumo, creatividad original para los productores de fibras, el desarrollo en el diseño de pantalones esta saturado en el mundo. Según encuestas americanas, las mujeres entre 16 y 24 años, tienen típicamente 8 pares de jeans. Tres cuartas partes de las mujeres dicen que el Denim juega un rol dominante en su guardarropa, y casi el 78% dicen que podrían comprar por lo menos una o dos piezas de Denim más el siguiente año. En ese sentido de búsqueda de mejora y acaparar mercado, se añade que los costos para los productores de la materia prima sean elevados y que el resto de elementos que integran una prenda tengan esa misma tendencia. Es por ello que el consumidor se irá por la prenda que este más a su alcance o que satisfaga su necesidad, por lo que se debe llevar a la balanza lo que los consumidores están dispuestos a pagar y en que cantidad.

Asimismo la segmentación de mercados ha incrementado la complejidad en la operación de las fábricas industriales, ya que el sistema tradicional de bajo costo promedio de producción, en función de altos volúmenes productivos ya no es aceptable. Sin olvidar que en la actualidad, se lucha contra la competencia desleal, el tratado comercial entre México y la Unión Europea, el cual representa una amenaza para los países de Centro América.

Debido a que este pacto, similar al de NAFTA(Tratado de Libre Comercio) deja a la industria de la confección guatemalteca sin ninguna ventaja de tipo arancelario, sobre la maquila mexicana; como consecuencia del tratado, los aranceles para el país mexicano continuaran reduciéndose hasta el 200 %.

Además, recientemente se adiciona como medida para contrarrestar las desventajas económicas con México, la región ha realizado un tratado de libre comercio con Estados Unidos, ratificado por el congreso estadounidense.

Teniendo como ventajas competitivas, entre otras, favorables a la región (Centroamérica y el Caribe):

- **Eliminación de Aranceles;** para los productos que cumplan la regla de origen, teniendo la particularidad que la medida es recíproca, significando apertura de industrias textiles o tecnificando las existentes, reduciendo los costos y tiempos.
- **Eliminación de restricciones cuantitativas;** los Estados Unidos se comprometió a eliminar las actuales restricciones cuantitativas (Cuotas) a la entrada en vigencia de Tratado.
- **Salvaguarda especial para textiles;** significa que durante el período de transición, los aranceles serán aplicados de nación más favorecida, los que actualmente se manejan, como vigentes. Este período de tiempo se acordó que será de 6 años.
- **Lista de escaso abastecimiento;** en este tema se incluyen las fibras, hilazas o telas, dando hasta un máximo de 44 días hábiles para que Estados Unidos responda ante la demanda solicitada, de lo contrario, se podrá utilizar como parte o total la producida en la región, eso si presentada bajo los programas y protocolos establecidos.
- **De Minimis;** una mercancía podrá utilizar hasta un 10% de su peso en fibras o hilados no originarios.

Todas estas ventajas se convierten en que se promueva un clima de negocios transparente y predecible, con reglas claras para contribuir a la atracción de producción, nuevos productos y el crecimiento económico de cada uno de las personas que laboran en esta empresa, ya que en el campo en que se desarrolla y trabaja, llegar a ser la número uno.

Asimismo, las estrategias entre sus proveedores serán más dinámicas y se fortalecerán las relaciones para crecer. En ello cabe decir que al no haber restricciones de importación sobre el origen de la tela, por ejemplo, una empresa que fabrica telas en Estados Unidos, podrá iniciar operaciones en la región, beneficiando a esta industria en la reducción de tiempos de entrega, producción y materiales, así como oportunidad de creación de nuevos empleos. Esto lleva consigo el desarrollo tecnológico, funcional y operativo en todos los niveles, de acuerdo a las exigencias del mercado y mantener a los clientes informados.

Si en este momento se tienen inconvenientes para obtener materiales, por lo que si es ratificado el tratado, se podrá generar una administración dinámica de cadena de suministros coordinando flujos, informáticos, financieros, de insumos, en una red compuesta por proveedores, manufactureros y distribuidores hasta llegar al cliente.

Debido a esto es necesario que la mayor parte de las fábricas guatemaltecas, se den cuenta que para permanecer viables como negocios tendrán que mejorar las áreas de producción y buscar los mecanismos, instrumentos y políticas que permitan transformar las economías sobre bases reales y encontrar el equilibrio entre la calidad, flexibilidad, precio y servicio, lo que constituirá la clave para poder triunfar en el mercado.

2. DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

2.1 Puntos de vulnerabilidad para el éxito

Debido a la naturaleza y las dimensiones del proyecto de los “Requerimientos técnicos y logísticos para la automatización de captura de datos en las plantas de producción de la empresa Fomax, S.A.”, se ha determinado que el proyecto es especialmente vulnerable en los siguientes puntos:

- 1- Comunicación interdepartamental. El proyecto requiere que distintas unidades administrativas se encarguen de realizar distintas funciones relacionadas y dependientes unas de las otras. El fallo de cualquiera de estas funciones puede alterar en mayor o menor medida el buen funcionamiento del sistema.

- 2- Volumen de la información. El monitoreo de la producción de una cantidad tan alta de operarios implica el manejo de cantidades considerables de información. Este volumen de datos será directamente proporcional al nivel en que se lleve a cabo el control de la producción. Si bien es cierto que el control total e individualizado de los operarios podría ser

factible técnicamente, siempre habrá que tomar en cuenta las implicaciones tecnológicas que tendría el extender este control a la totalidad del personal de las plantas.

- 3- Capacitación del personal. El analfabetismo y la falta de capacitación presentes en parte del personal, en las plantas de producción, pueden dificultar en gran medida la participación de este sector en el ingreso de información a los sistemas.
- 4- Compromiso de la Gerencia. Como parte del desarrollo de este proyecto, el involucramiento de la gerencia es de suma importancia, en forma dinámica y participativa para lograr el éxito, sin su respaldo a las decisiones o políticas a seguir para una eficaz implementación, culminaría en una idea.
- 5- Costo del Proyecto. En este aspecto, es donde la alta gerencia hace énfasis, que se traducirá en inversión, que en el tiempo, será el mejor aliado a reducir grandes gastos ocultos por operación o manejo de información.
- 6- Involucramiento de mandos medios y personal operativo. En este aspecto, es el grupo que manejará, proveerá y recibirá retroalimentación de los resultados de la captura de datos. Por lo tanto su participación, a base del uso y manejo de las herramientas que se les asignarán, deberá cumplir con las políticas generadas, luego de una capacitación efectiva y evaluada.

Para tener una idea más clara sobre los elementos que puedan afectar la obtención de información, se tomaran en cuenta sus fortalezas, debilidades y amenazas; pues las mismas darán a conocer todo lo interno con lo que cuenta la empresa y que le permita crecer, cumplir sus expectativas, observar lo que tiene a su alcance y que ofrece la competencia. Todo esto será la base para el desarrollo de este trabajo.

- **FORTALEZAS**

1. La empresa posee una cartera de clientes muy estable y de nombres reconocidos mundialmente; esto le permite expandir sus mercados y posicionarse entre las mejores industrias de confección. Como prueba de esto, se encuentra compitiendo con México, Colombia a nivel latinoamericano en lo que se refiere a exportaciones para Levis, pues aporta el 18 %, seguido por Colombia que cuenta con el 12 % y México que cuenta con el 35 %.
2. Existe disponibilidad por parte de la gerencia en implementar todo sistema, que les permita mejorar su eficiencia y continuar entre las mejores industrias dedicadas a la confección.
3. Ha expandido sus capacidades de producción, ya no se limita a volúmenes de productos básicos sino a lotes cortos de estilos variados.
4. Capacidad para trabajar toda clase de tejidos desde lonas hasta tejidos elásticos y mezclas.

5. La empresa sigue invirtiendo en equipos para las áreas de costura, de lavandería y empaque; lo cual le permite tener acceso a mayores mercados.
6. La empresa apoya programas de alfabetización para adultos en los que se enseña a leer y escribir y a los empleados a nivel supervisor reciben instrucción en inglés para poder servir mejor a los clientes de la compañía, como base para ir calificando a su personal.
7. Ofrece servicios sociales que incluyen atención médica para los empleados y familia, así como de superación mediante la escuela de estudios de Koramsa.
8. Cuenta con una cadena de suministros de materiales, que incluye alianzas con empresas extranjeras que le proporcionan el servicio de corte y lavados especiales, lo que aumenta su capacidad de recibir más producto para el área de empaque.
9. Personal calificado.
10. Solidez financiera.
11. Infraestructura y capacidad de producción.
12. Experiencia en paquete completo.

- **OPORTUNIDADES**

1. Fomax, S.A., tiene la oportunidad de aumentar su participación del negocio de maquila a paquete completo, el cual representa mayores programas de producción, de artículos de alta calidad con niveles de mayores ganancias generados.
2. La integración de la región Cuenca del Caribe, al Tratado de Libre Comercio Norteamericano; hará que las ventajas de las medidas preferenciales coloquen a las fábricas de confección en una posición más competitiva, por la eliminación del arancel en productos seleccionados, se aumente las operaciones de corte, terminación o empaque y el mejor manejo de la logística, con el resultado de la reducción de costos.
3. Las políticas de apertura comercial mundial que da un clima de confianza al inversionista.
4. La estabilidad política en el país.
5. Disponibilidad de mano de obra calificada.
6. Cada vez son mayores las demandas de los clientes por obtener variedad de opciones de procesamientos y capacidad de ofrecer modelos de última moda.

7. Las exportaciones hacia México se realizan incentivadas por el Acuerdo de Alcance Preferencial, el cual otorga preferencias arancelarias que permiten ingresar a ese mercado en condiciones favorables con relación a terceros países.
8. Conformación de una compañía comercial.
9. Acceso a nuevos mercados.
10. Alianzas estratégicas con proveedores y clientes.
11. Adquisición de equipo especializado.
12. Desarrollar su propia marca
 - Obtener licencias para vender marcas de sus clientes
13. Pasar a ser una zona franca.
14. La distancia del acceso hacia Norteamérica y países del Caribe, es corta en relación a otros.

- **DEBILIDADES**

1. Falta de un buen programa de producción, que permita cumplir con las fechas entrega establecidas.
2. Falta de estandarización en la obtención de datos en producción, lo cual ha generado constantes diferencias de capacidades y producción real para la compañía y oportunidad de captar mercado.
3. Deficiente sistema de auditoria en la validación de datos ingresados por producción.
4. Deficiente comunicación entre los departamentos de gerencia de producto, compras, bodega, lavandería, plancha y empaque.
5. No existe retroalimentación continua a problemas en algunos procesos.
6. Optimización del equipo existente para realizar la carga de datos.
7. Control de desperdicio de tiempo por el personal a cargo de tomar las producciones e ingreso al sistema.
8. Constante falta de ingreso a tiempo de la información.
9. Altos porcentajes de reingreso de datos por equivocaciones.
10. Falta de consistencia de procesos en sistemas y en la organización.

11.No hay buenos procesos de inducción del personal.

12.Duplicidad de funciones en el área.

13.No hay conciencia del manejo de costos e insumos relacionados al uso para tomar nota o llevar datos sobre la producción. Utilización de varios reportes sobre lo mismo.

14.No se conoce con certeza el costo unitario de producción de las unidades producidas.

- **AMENAZAS**

Bajo este concepto se visualizan los retos que se le presentan a la empresa para poder ser competitiva y mostrar a sus clientes como van sus ordenes en cada uno de los procesos, si fuera necesario, los cuales deben ser atendidos por las gerencias del área.

1. La paridad entre México y los países de la Cuenca del Caribe, abrirá ventajas de medidas preferenciales para la Industria manufacturera; ahora habrá muchas fábricas que podrán ofrecer el servicio de enviar datos a los clientes en forma directa.

2. El país se encuentra en riesgo de ser excluido de las concesiones que le brinda el Sistema Generalizado de Preferencias y la Iniciativa de la Cuenca del Caribe, debido a la desprotección a la propiedad intelectual relacionadas con el comercio.

3. El aumento del mercado en Asia como productor de la industria textil a gran escala, tanto operativo como tecnológico.
4. Que las inversiones locales y extranjeras sean afectadas, por el temor de que su propiedad intelectual este en riesgo de ser duplicada o desprotegida.
5. El país no cuenta con infraestructura competitiva de desarrollo de software que ayude a mejorar la calidad de captura y visibilidad de la información en tiempo.
6. Cambios radicales en la moda.
7. Competencia por mano de obra.
8. Políticas del gobierno.
9. Dependencia en un alto porcentaje de un solo cliente.
10. Inconsistencia en calidad de proveedores.
12. Catástrofes naturales

Figura 7. Comparativo FODA – Ejecución del proyecto

FODA	EJECUCIÓN DEL PROYECTO
<p align="center"><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Disponibilidad en la Gerencia en mejorar la calidad de información. -Manejo de diversidad de productos y clientes. -Inversión en equipo para aumentar capacidades. 	<ul style="list-style-type: none"> -Eficientar el proceso de registro de datos. -Conocer en que proceso se encuentra y volúmenes en proceso. -Conocer a que eficiencia manejan el recurso para la toma de desiciones.
<p align="center"><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Integración a un mercado de Libre Comercio con EEUU. -Variaciones de moda y procesos. -Alianzas estratégicas con clientes y proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> -Conocer los tiempos reales de ejecución en proceso para mejorar y captar mas mercado. -El cliente podrá ver los resultados de sus productos o etapas en las que se encuentre. -Proveer datos de cantidades y variaciones en línea reales y tiempos.
<p align="center"><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -El plan original no se sigue o cumple. -Falta estandarización en la obtención de datos en producción. -No conocimiento reales de los costos operativos por cada programa producido 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar la información capturada para determinar capacidades reales y eficiencias para cubrir los programas. -Registros reales y estándar para todas las áreas productivas, alimentando los reportes generados por el sistema. -Determinar todas las variaciones que intervienen en el proceso productivo para ejecutarlo en forma financiera.
<p align="center"><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Que empresas mantengan mejor informados a los clientes sobre sus productos. -Propiedad intelectual de los clientes afectada, reportes externos -Competencia por mano de obra 	<ul style="list-style-type: none"> -Llevar a la empresa a tener un portal on-line con los clientes, tomando la base de información de captura de datos en producción, automatizada. -Llevar una sola fuente de información generada por la transformación de datos en reportes propios del sistema. -Desarrollo de mejores políticas de pago y bonos a los empleados de acuerdo a sus resultados en los procesos de producción directa.

2.2 Sistema de obtención de datos actual

Para el control de las órdenes de producción se dividen en bultos o paquetes, lo cual resulta más manejable dentro de sus procesos (desde el área de corte hasta el área de empaque)

Las órdenes van asignadas en forma correlativa con un número de unidades establecidas por el departamento de Planificación, en un promedio de mil unidades por orden, pudiendo ser menos o más, de acuerdo a las necesidades de producción o el cliente. Estas pasan a los diferentes procesos productivos, donde se registra la cantidad producida durante el día y al final del día se cierra la producción con la cantidad registrada en el sistema de producción. Si la orden es terminada, será trasladada al siguiente proceso, si no, continuará en la planta hasta finalizarla, y hasta entonces se registrará su traslado.

Existen personas que van tomando nota de los datos que han acumulado las líneas de producción durante un período determinado, cada hora, y se traslada esa información a los digitadores de producción, los cuales alimentan el sistema de producción.

De esta forma, al requerir la alta gerencia datos sobre lo producido, toma como válidos, los que hasta ese día se han registrado en el sistema.

Para cada planta, se tiene asignada una persona como digitador de producción que además genera en formatos Excel otros reportes hacia la gerencia de los datos obtenidos, además se tiene a una persona que lleva el control en cada línea de costura, por ejemplo, para cuantificar la cantidad de unidades que lleva en un período determinado. Esto conlleva a que los tiempos

entre la captura de datos y el ingreso de información al sistema lleva entre 30 a 45 min., dependiendo de la cantidad de puestos de trabajo que el digitador tiene que recorrer para realizar esta función.

Figura 8. Recursos – tiempo, en la captura de datos actual

TOTAL PUESTOS DE TRABAJO	PERSONAL	CANTIDAD	REGISTRO	TIEMPO
184	-Empacadores o Cuadradores -Digitadores	146 38	-Hojas de control	-1 min. X puesto de trabajo
	Digitadores	38	- Sistema - Formatos en Excel	- 15 min. X planta - 15 min. X planta
			Tiempo total invertido en actualizar	214 min./personal /total de puestos de trabajo

2.2.1 Características del sistema para recolectar información

El flujo de producción dentro del sistema es en sentido inverso, esto significa que el personal que interviene dentro del módulo o línea de producción moviliza hacia "sí " el trabajo; acude al proceso de operación anterior para recoger las unidades necesarias, en la cantidad y en el momento adecuado; esto es denominado "Pull production".

Queda atrás el sistema americano de empujar la producción para adelante; que consiste en que la primera operación empuja la segunda, la segunda la tercera y así hasta que se dé por terminado.

Esto se traduce en que al momento de que la persona que recoleta los datos, en forma manual, que luego entregará al digitador de producción dependerá de la información que la persona que termina el proceso le entregue en base a sus cálculos registrados, en cada período de tiempo que pase.

Esto tiende a que en periodos no se pueda llevar registro de la producción, por la falta de esa persona que ha tenido que movilizarse por razones propias del trabajo o bien no haya contabilizado las unidades. Teniendo el dato real hasta el final del día.

2.2.2 Elementos utilizados para el cálculo de la producción

Los elementos utilizados para el cálculo de la producción son:

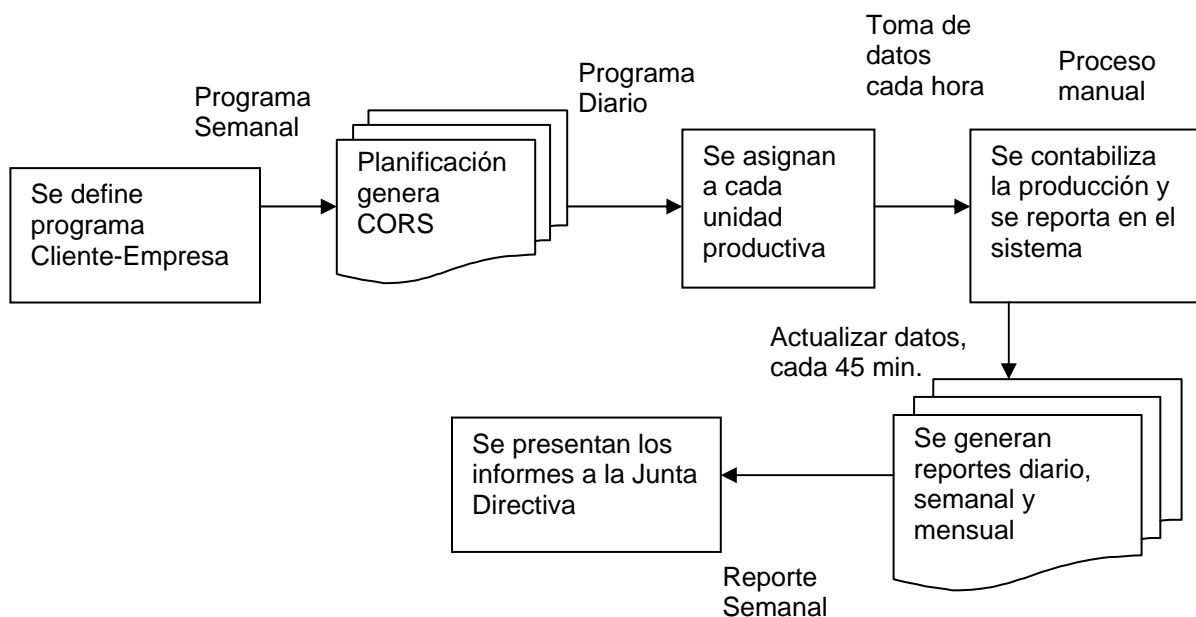
- Cantidad de unidades requeridas por cada unidad de producción
- Programa para ingresar los datos al sistema por cada proceso
- Sistema de recolección de información periódica para ir alimentando el acumulado por cada unidad de producción

- Estadística en Excel para determinar las cantidades producidas de acuerdo a la meta fijada por los departamentos de Planificación e Ingeniería.
- Se toma como unidad de producción una línea o módulo o equipo total por planta para el reporte de cada proceso productivo.
- Se lleva un registro diario, semanal y mensual de las cantidades que reportan las plantas por tipo de proceso.
- Se genera un documento llamado COR, el cual representa la orden de producción, la cual esta registrada en el sistema de la empresa, para que al momento de reportar producción, se haga asignada al registro que lleve dicha orden en alguna unidad de producción o planta.
- Tallas asignadas a cada orden de producción, la sumatoria de la cantidad de cada una, representará el total de la orden.

2.2.3 Flujograma de información actual

Actualmente, el flujo de los datos conlleva de mucho trabajo manual y la confiabilidad en que el dato que se entregó o ingresó, es poco preciso y desfasado en el tiempo real en que se esta ejecutando un proceso, por lo que se traduce en el siguiente esquema:

Figura 9. Flujograma de generación de la información actual



El tiempo que tarda desde el ingreso hasta la presentación de resultados haciendo entre 24 a 36 horas.

2.3 Pasos necesarios para implementar un sistema de automatización de captura de datos, propuesto

Se proponen 2 opciones para la automatización de los puestos de trabajo, cada una de ellas con sus propias características y beneficios:

- Automatización a Nivel de Operarios
- Automatización a Nivel de Líneas de Producción

Los criterios establecidos para ambas propuestas, se basan en los siguientes conceptos:

- A. Informar desde la alta gerencia hasta el nivel mas bajo de la organización sobre los procedimientos de trabajo para efectuar la automatización.
- B. La unidad de control del corte es el paquete, debiendo ser este el elemento importante para hacer los conteos correspondientes de una orden de producción.
- C. Se reconocerán como etapas del proceso o subprocesos, a aquellas actividades que transformen o modifiquen la materia prima o producto, reconociendo para el efecto las siguientes etapas o subprocesos:

- 1 Etapa de Corte y Azorado
- 2 Etapa de Construcción o Costura
- 3 Etapa de Integración o Puertos de Exportación
- 4 Etapa de Lavandería y Secado

- 5 Etapa de Plancha
- 6 Etapa de Etiquetado, Inspección y Empaque
- 7 Etapa de Auditoria y Exportación

- D. El encargado o persona nombrada de cada etapa del proceso será la responsable de entregar el corte totalmente integrado separada por paquetes y acompañado de la documentación correspondiente a la persona encargada o nombrada de la etapa siguiente del proceso.
- E. La persona encargada o nombrada de la etapa que reciba el proceso no aceptará el corte de la persona que entregue sin que este esté perfectamente integrado, cuadrado por paquetes y acompañado de la documentación correspondiente.
- F. Facilitar por medio del departamento de Sistemas, la adquisición del equipo requerido para la automatización.
- G. De acuerdo al equipo a utilizar para ejecutar la automatización, generar programas de capacitación al personal que directamente tendrá en sus manos el recurso para ejecutar dicha tarea, así como a los usuarios de reportes para su búsqueda e interpretación.

2.3.1 Características del sistema

- Un programa de captura de información, el cual debe leer y desglosar los códigos de barras para luego ingresarlos o actualizarlos en la base de datos.
- Interfaz entre el sistema de procesamiento de datos y el sistema de planillas de la empresa para el cálculo del rubro correspondiente al pago a destajo de los operarios.
- Proceso de migración de la información del sistema de procesamiento de datos a tablas de históricos, esto para minimizar los efectos que podría tener el alto volumen de los datos registrados en la base de datos.
- En caso de utilizar *handhelds* como equipo para la captura de datos, se requeriría de *software* para el funcionamiento de este tipo de equipo.
- Reducción de tiempo en la captura de datos, información en línea, reflejándose en reportes que la organización tendrá acceso a su consulta.
- Dentro de las características o beneficios por el uso del sistema están el disminuir el papeleo y equivocaciones a la hora de capturar datos, por el factor humano al transcribir la información generada por un puesto de trabajo.
- Reducción de personal de control, ahorro en sueldos y prestaciones

2.3.2 Pasos necesarios para la implementación

- A. Se requiere un muy buen canal de comunicación entre el departamento de recursos humanos de la empresa y el personal encargado de la impresión de las etiquetas de los códigos de barras con la identificación del personal. Esto para minimizar las consecuencias de la alta rotación de personal en los departamentos productivos de la empresa.

- B. Debe de establecerse un programa de capacitación sobre el uso de las hojas de trabajo a los operarios y especialmente a los supervisores de línea de producción. La capacitación debe incluirse en el proceso de entrenamiento inicial que reciben los nuevos operarios que ingresan a las líneas de producción.

- C. El departamento de planillas deberá procesar de manera periódica y puntual la información producto del proceso de captura de las hojas de trabajo, el no hacerlo de esta manera puede provocar graves consecuencias al disminuir los recursos disponibles del servidor de base de datos.

- D. Es necesario que la empresa cuente con un administrador de base de datos (DBA) altamente capacitado, éste deberá encargarse de labores de *tuning*(4) y mantenimiento de la base de datos. Cabe mencionar que el alto volumen de los datos que almacena y procesa este modelo hace que el *tuning* de la base de datos sea un factor crítico para el éxito

(4) Flujo de información desde una fuente receptora y su medio para transmitirlo y procesarlo, de acuerdo a su velocidad de respuesta.

2.3.3 Planeación de la implementación

Las actividades que llevarán a la implementación son:

- Evaluación de la mejor propuesta para el equipo de automatización.
- Evaluar el mejor modelo para la captura de datos.
- Ejecutar la compra del equipo para realizar la prueba piloto.
- Realizar pruebas de uso y mantenimiento de equipo y software.
- Elegir un recurso para la prueba piloto (Línea o planta)
- Hacer una reunión con el personal involucrado con el recurso elegido.
- Demostración del sistema propuesto a través de ejercicios en línea con el recurso asignado.
- Determinar la situación actual del recurso asignado (producción, eficiencia, rotación de personal, calidad)
- Desarrollar el lay-out para la adaptación al sistema de control.
- Evaluación y mejora de la propuesta.
- Balance del recurso humano y físico.

- Desarrollar un plan de incremento de producción y eficiencia, de acuerdo al historial del recurso asignado.
- Determinar los niveles de iluminación y ubicación de las lámparas que sean los correctos, de no ser así, corregirlos.
- Desarrollar o mejorar las estaciones de trabajo.
- Capacitación a supervisores y jefes en aspectos de administración del sistema propuesto.
- Elegir un programa de producción para el inicio de proyecto
- Monitoreo del desarrollo y evaluación de resultados
- Aceptación de la propuesta
- Completar la expansión de la automatización.

Figura 10. Gantt de actividades para la implementación

No.	ACTIVIDADES	SEMANA																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Evaluación de la mejor propuesta para el equipo de automatización	█																	
2	Evaluar el mejor modelo para la captura de datos	█																	
3	Ejecutar la compra del equipo para realizar la prueba piloto		█																
4	Realizar pruebas de equipo y software		█																
5	Elegir un recurso para la prueba piloto (Línea o planta)			█															
6	Hacer una reunión con el personal involucrado con el recurso elegido			█															
7	Demostración del sistema propuesto a través de ejercicios en línea con el recurso asignado			█															
8	Determinar la situación actual del recurso (producción, eficiencia, rotación de personal, calidad)				█														
9	Desarrollar el lay-out para la adaptación al sistema de control				█														
10	Evaluación y mejora de la propuesta					█													
11	Balance del recurso humano y físico						█												
12	Desarrollar un plan de incremento de producción y eficiencia por recurso asignado.							█											
13	Determinar los niveles de iluminación y ubicación, que sean los correctos								█										
14	Desarrollar o mejorar las estaciones de trabajo									█									
15	Capacitación a supervisores y jefes en aspectos de administración del sistema propuesto.										█								
16	Elegir un programa de producción para el inicio de proyecto											█							
17	Monitoreo del desarrollo y evaluación de resultados												█						
18	Aceptación de la propuesta													█					
19	Completar la expansión de la automatización														█	█	█	█	█

2.4 Requerimientos de Equipo

De acuerdo a las necesidades planteadas, el equipo necesario que se requiere consiste en:

Impresión:

- Impresoras para la impresión de códigos de barras; se recomienda la utilización de impresoras térmicas, ya que éstas ofrecen una mayor velocidad y precisión.
- Para las etiquetas, se recomienda utilizar rollos de etiquetas ya que es más sencillo su traslado de puesto de trabajo a puesto de trabajo.

Captura de Información:

- Equipo para la captura de información. Se requieren *scanners* para la lectura de códigos de barras. Se recomienda la adquisición de inalámbricos o *handhelds*. Cada uno de estos equipos ofrece diferentes rendimientos, los cuales dependen en gran parte de la persona que los utilice, del estado de los códigos de barras que se capturen y del tiempo de respuesta del programa que captura e interpreta el código leído.
- Se requerirán terminales en cada punto de control, dependiendo la forma en que se requiera, bajo la administración de una base de datos muy fuerte para manejar el procesamiento y respuesta a las aplicaciones que se requieran consultar o bien, ejecutar reportes.

- Por ello se recomienda que el equipo sea de alta calidad, respaldo y mantenimiento proporcionado por la empresa a la cual se le adquirirá este recurso, así como que sea de preferencia con proveedores locales, garantizando que en cualquier momento se pueda disponer de su respaldo.

Los costos referentes al equipo y materiales ligados al control de la automatización, son los siguientes:

- Impresora, \$ 5,000.00
- Formato de control, \$ 0.0125
- Lector de código de barras, \$ 100.00
- Terminal, \$ 653.59
- Software, \$ 0.00, ya que se desarrollará en la empresa
- Sticker, \$ 0.0047

2.5 Limitantes de los procedimientos

Dentro de este aspecto, las limitantes se identifican a nivel operativo y conocimiento de tecnología, uso y manejo de las herramientas de control. Sin embargo la falta de comunicación de cómo ejecutar los procedimientos para el uso de este equipo y sistema, es de los mayores retos a enfrentar.

Otros aspectos como la rotación de personal, la disciplina y el orden, así como el involucramiento del personal a cumplir con las disposiciones asignadas para la correcta ejecución, son marcados como “Culturales”, ya que la naturaleza del personal, en promedio, no tiene un nivel de educación para este tipo de requerimientos.

3. PROPUESTAS DE EQUIPO PARA LA AUTOMATIZACIÓN EN PRODUCCIÓN

Basándose en los criterios demostrados anteriormente, las propuestas para la automatización son:

- Automatización a Nivel de Líneas de Producción
- Automatización a Nivel de Operarios

3.1 Aspectos generales a considerar

Conociendo el tipo de utilización y manejo que se le dará al equipo, así como el ambiente al que estará expuesto, debe tomarse en cuenta el aspecto del mantenimiento y como utilizarlo, ya que si bien ayudara a agilizar la captura de datos, puede convertirse en un dolor de cabeza cuando no esta en condiciones optimas o bien las aplicaciones no respondan a la demanda requerida.

Además, si bien el manejo de información en tiempo requiere velocidad y exactitud, una alternativa es la utilización de computadoras personales para la recepción de la información leída con el equipo de captura. Aún cuando la cantidad de computadoras personales podría variar dependiendo del tipo de equipo que se utilice, debido a que la lectura de códigos de barras es bastante rápida, se recomienda que por cada dispositivo de lectura se utilice una

computadora para acortar el tiempo de respuesta del programa. De acuerdo a los costos descritos anteriormente, el equipo a utilizar es de alto rendimiento, con lo cual se pueden cumplir los objetivos y aun así reducir costos.

3.1.1 Objetivos a alcanzar mediante la propuesta

La aplicación del sistema, para cada propuesta busca obtener excelencia en la producción, bajo los objetivos de; trabajar con los recursos necesarios y en la cantidad precisa; eliminar operaciones superfluas, acortando tiempos; incrementar la calidad del producto, reducir costos; aprovechar al máximo el espacio físico.

Esta manera de trabajo, ha demostrado redituar amplios beneficios, consiguiendo que la organización de la empresa donde se le implementa sea ágil y vigorosa. En el aspecto técnico permite establecer cantidades óptimas a producir por día y en lo humano, aplicando dinámica grupal se motiva al trabajador y desarrolla su potencial personal.

Dentro de los beneficios económicos se puede citar el aumento de la productividad de la mano de obra directa e indirecta, aumento en la capacidad de los equipos, reducciones en los costos por concepto de fallas y en el tiempo de fabricación.

3.1.2 Compromiso de los altos mandos

Para tener la oportunidad de ser más competitivos, es importante hacer cambios en el sistema de manufactura, por lo que la implementación de soluciones tecnológicas se hace cada vez más importante. Los clientes actualmente no sólo desean obtener producción, buscan el poder satisfacer todas sus necesidades bajo un mismo techo, uno de ellos es poder conocer el avance de sus productos en proceso. Su objetivo es recibir productos de la mejor calidad, en pequeños lotes y en tiempos de proceso reducidos.

Todo ello conlleva a que los altos mandos se sientan comprometidos a saber, que si bien al principio los costos son elevados, mediante la inversión de equipo para esta automatización, se paga mediante un eficiente control, uso del mismo y la reducción de prendas perdidas. La alta gerencia tiene la responsabilidad de promover, involucrarse y mantener un proyecto de tal magnitud y han tomado como propios los esfuerzos que se hagan para introducir, capacitar, comunicar, e implementar el mismo.

3.2 Recepción de información a nivel de líneas de producción

De manera previa a la implantación del sistema se establecen puntos de control en las líneas de producción de la forma que se crea conveniente. Como mínimo se recomienda localizar un punto de control al inicio y final de las líneas de producción (o su esquema análogo, módulo, celda). En cada uno de estos

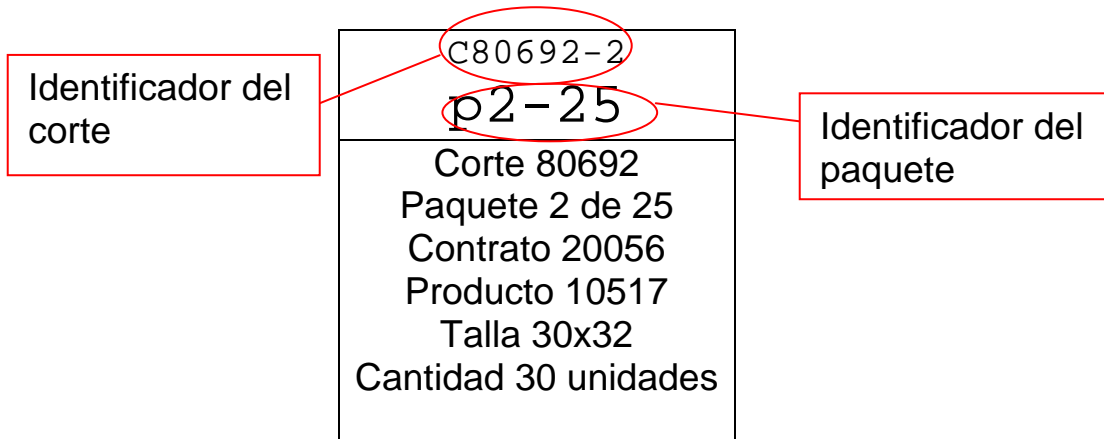
puntos se localiza un *scanner* de código de barras, el cual se utilizará para monitorear el estado de los paquetes conforme avanzan en las líneas de producción, manejado por el operario que inicia el proceso y también el que lo finaliza. Obtenida la información, llega hasta los servidores de bases de datos para armar reportes, así poder distribuir la información.

3.2.1 Características de captura a nivel de líneas de producción

Cada paquete lleva adjunto una etiqueta de código de barras que incluye el número de corte y el número de paquete. En caso de que la etiqueta se separe del paquete, para facilitar su identificación se incluye como información adicional (no codificada con barras) el número de contrato, el número de paquete, el código de producto, la talla de las prendas y la cantidad de unidades que incluye el paquete. (Ver Figura 11)

A lo largo de todo el proceso productivo la etiqueta acompaña el paquete, cada vez que llega a un punto de control, la persona asignada (el supervisor, el operario o quien se considere conveniente) se encarga de pasar la etiqueta del paquete por el *scanner* que está localizado junto a su puesto de trabajo

Figura 11. Propuesta para la etiqueta que acompaña a los paquetes de prendas a lo largo del proceso productivo



3.2.2 Captura de datos por medio de *scanners*

El equipo para la captura de datos en las líneas de producción puede conformarse de varias maneras dependiendo del equipo de captura que se utilice:

- Captura de datos por medio de *scanners* alámbricos. La implementación de este modelo de captura de datos utilizando este tipo de equipo no resulta práctica y aparenta ser poco viable. El establecimiento de un *scanner* alámbrico en cada punto de control requeriría montar una estación de trabajo en cada punto de control, lo cual no solo resultaría ser sumamente costoso sino también que traería implicaciones importantes en la distribución del espacio en la planta de producción.

- Captura de datos por medio de *scanners* inalámbricos. Cada punto de control cuenta con un *scanner* inalámbrico. La señal con el dato leído llega a una base receptora que no debe permanecer a más de 15 metros de distancia del punto de control. Una vez que la señal ha llegado a la base receptora, ésta es transmitida por medio de cable hacia la estación de trabajo. Como se ha indicado, a diferencia de los *scanners* alámbricos, este tipo de *scanner* tiene la ventaja de que a cada estación de trabajo (PC) pueden conectarse hasta nueve *scanners* (que están todos conectados a una sola base receptora). En caso de que la distancia entre la base y la estación de trabajo sea mayor a 20 metros se recomienda la utilización de repetidores de señal para así evitar los problemas que pueden provocar un fuerte atenuamiento de la señal.

3.2.3 Captura de datos por medio de *handhels*

Al igual que los *scanners*, dependiendo del tipo de producto a utilizar, así serán las diferencias en cuanto su utilización y el impacto que tenga a la hora de manejarlo.

- Cada punto de control cuenta con un *handheld*. Cuando un paquete pasa por un punto de control y es leída una etiqueta con la identificación del paquete, el *handheld* envía una señal que es recibida directamente por el *accesspoint* o por una antena en caso de que el rango de operación de los *handhelds* sea muy amplio. En caso de que la señal llegue a la antena, la señal es enviada por

medio de cable hacia el *accesspoint*. Cuando la señal arriba al *accesspoint* inmediatamente es retransmitida al servidor de automatización. Como puede verse, la totalidad de los *handhelds* se conectan a una sola estación, pero para que se puedan obtener tiempos de respuesta aceptables es necesario que ésta estación cuente con suficientes recursos computacionales (CPU y memoria RAM). En el servidor, un programa se encarga de procesar los códigos leídos en forma individual (no un programa para todos los *handhelds*) lo que habilita la validación individual de los códigos capturados y consecuentemente aumenta la confiabilidad. Como desventaja con respecto a los otros modelos, debe indicarse que el servidor debe contar con suficientes recursos computacionales, sin embargo la gran ventaja es que solo se requiere una estación y no una estación por cada *scanner* o conjunto de *scanners*.

3.3 Recepción de información a nivel de operarios

Esta solución tiene como prioridad ejercer un control estricto sobre la cantidad de operaciones y paradas que realiza cada operario de las líneas de producción. De esta manera, el sistema podrá informar sobre la eficiencia individual de los operarios, también se podrá estimar la eficiencia a nivel de línea de producción, áreas, plantas o a otro nivel operacional.

Esto conlleva que al inicio de cada jornada de trabajo, se deberá manejar un formato de control individual con los datos más importantes del operario, como el nombre, número de registro en la empresa, puesto de trabajo, fecha y

hora de inicio-final. Será en éste formato donde se registren las paradas autorizadas por el supervisor para su registro, las cuales estarán codificadas según sea el caso y deberán ser autorizadas por el supervisor del puesto de trabajo.

Se deberán tener los puestos de trabajo estandarizados, esto es, tener todas las líneas con el mismo estilo distribuidas de la misma forma, es decir con la misma secuencia de operaciones, según lay-out aprobado o mejor práctica demostrada.

De cada paquete que ellos trabajen, deberán quitar una etiqueta de la operación que ellos realizan al finalizarlo, y colocarlo en el espacio indicado para el mismo, en las hojas de control individual. Sólo debe haber una etiqueta por espacio designado, si en algún caso debe pegar más etiquetas de las que tiene capacidad la hoja, debe solicitar una hoja extra al supervisor, colocándole nuevamente todos los datos de identificación solicitados en el encabezado de la misma.

Cada operario deberá avisar cuando inicia y finaliza el paquete en proceso, al siguiente operario, sin perder el orden del paquete. Al terminar de procesar cada paquete, el operario deberá despegar la etiqueta de su operación, y pasar la tira de etiquetas de operaciones de ese paquete, al siguiente puesto de trabajo.

3.3.1 Requerimientos de captura a nivel operarios

Cada paquete de prendas lleva adjunto una o más hojas de etiquetas adhesivas con los códigos de barras de las operaciones por las que debe pasar este paquete hasta convertirse en producto terminado (ver Figura 12).

Por otro lado, cada operario cuenta con una hoja de trabajo donde éste se encargará de pegar todas las etiquetas con los códigos de barras de las operaciones que complete, así como las etiquetas con los códigos de barras de las paradas que el operario vaya realizando durante la jornada (ver Figura 13).

Conforme el paquete se va desplazando por cada puesto de trabajo, el operario que se encarga de realizar la operación respectiva a ese puesto de trabajo toma la etiqueta con el código de barras de la operación que acaba de realizar y la adhiere a su hoja de trabajo. De esta manera, al final del día al leer la hoja de trabajo se podrá conocer el total de cantidad de operaciones terminadas por el operario.

Utilizando el esquema sugerido hasta el momento, en caso de que un operario requiera realizar una parada (con autorización del supervisor de su línea de producción), su supervisor adhiere una etiqueta con el código de barras del tipo de parada que tuvo que realizar y anota en la hoja de trabajo del operario el tiempo de parada.

Figura 12. Hoja con etiquetas de códigos de barras de las operaciones que acompaña cada paquete de prendas en proceso de producción

OPTEND	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPVC	Código de barras correspondiente a una de las operaciones por las que debe pasar el paquete
OPHRR	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPR	
OPSB1	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPCI	Identificador de la hoja de etiquetas
OPCYD	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPFC	
OPCBP	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPBI	
OPPBD	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPRBT	
OPSB	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPMAR	
OPCOR	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPSJB	
OPCI	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPUFR	
OPSBR	Corte 1A23 Paq 1 de 25 Cantidad 25 Estilo 43	OPPP	

Con el fin de acelerar y hacer más seguro el proceso de captura de datos, debería evitarse al máximo la utilización de información escrita a mano en las hojas de trabajo, como es el caso de los tiempos de inicio y final de paradas del operario. El ingreso manual de los datos no solo es más lento, sino también menos confiable.

Figura 13. Hoja de trabajo de operario para el registro de operaciones y paradas realizadas durante la jornada de trabajo

Producción Diaria			
Operario: 00125			
Operaciones realizadas / Paradas	Inicio	Fin	Firma
OPTEND1			
OPHRR1			
OPTEND1			
OPTEND1			
OPTEND1			
OPTEND1			
JP001			

Etiqueta con identificación del operario

Código de operación o de parada

Hora de inicio y fin de parada (escrita por el supervisor)

Firma del supervisor para autorizar los tiempos de parada

Como medio alternativo para el registro de los tiempos de parada de los operarios, se sugiere la utilización de *handhelds*. Bajo este esquema, cada supervisor de línea contaría con un *handheld*. Cuando un operario requiera hacer una parada se dirige a su supervisor con su hoja de trabajo a la mano, el supervisor lee el código de operario indicado en la hoja de trabajo y selecciona una justificación de parada de un menú que aparece en la pantalla del *handheld*. En ese momento queda registrado en el sistema el tiempo de inicio y la justificación de parada del operario. Cuando el operario este listo para volver al puesto de trabajo, el supervisor vuelve a leer el código de identificación del operario y le indica al programa que la parada ha finalizado. Tanto el tiempo de inicio como el de fin de parada quedan registrados con la hora del sistema del servidor de la base de datos, de esta manera se evita la manipulación de tiempos de parada por parte del supervisor de línea.

Diariamente las hojas de trabajo de todos los operarios son recolectadas para ingresarlas al sistema. Desde un centro de captura de datos, los códigos de todas las hojas de trabajo se leen y se ingresan inmediatamente al sistema. Este centro de captura de información puede conformarse de varias maneras dependiendo del equipo de captura que se utilice.

3.3.2 Captura de datos por medio de scanners

- Captura de datos por medio de *scanners* alámbricos. Cada persona encargada de la captura de datos cuenta con un *scanner* que se encuentra conectado a una estación de trabajo (PC). En cada estación se debe de ejecutar una *forma* del sistema de que se

encargue de capturar e interpretar el código leído. Como el programa que se ejecuta en la estación se dedica a procesar solo los datos capturados por un *scanner*, es de esperar que el tiempo de respuesta sea suficiente para que las lecturas se realicen en forma fluida y libre de errores.

- Captura de datos por medio de *scanners* inalámbricos. Cada persona encargada de la captura de datos cuenta con un *scanner* inalámbrico. A diferencia de los *scanners* alámbricos, se tiene la ventaja de que a cada estación de trabajo (PC) pueden conectarse hasta nueve *scanners*. En el programa de la estación se ejecuta una *forma* del sistema que se encarga de capturar e interpretar los códigos leídos por todos los *scanners* conectados a esta estación de trabajo. Al considerar la cantidad de *scanners* que se conectan a cada terminal debe tomarse en cuenta el tiempo de respuesta del programa, de manera tal que sea lo suficientemente rápido para capturar todos los códigos de todos los *scanners* sin problemas de velocidad ni confiabilidad.

3.3.3 Captura de datos por medio de handhelds

- Captura de datos por medio de *handhelds*. Cada persona encargada de la captura de datos cuenta con un *handheld*. La totalidad de los *handhelds* se conectan a una sola estación (servidor de automatización) que cuente con suficientes recursos computacionales (CPU y memoria RAM) para ofrecer tiempos de respuesta aceptables. En el servidor se sigue un esquema similar al de la primera opción, ya que por cada *handheld* que se esté utilizando, un programa se

encarga de procesar los códigos leídos en forma individual (no un programa para todos los *handhelds*) lo que aumenta la confiabilidad y disminuye el tiempo de respuesta para el usuario. Como desventaja con respecto a los otros modelos, debe indicarse que el servidor debe contar con suficientes recursos computacionales, sin embargo la gran ventaja es que sólo se requiere una estación y no una estación por cada *scanner* o conjunto de *scanners*.

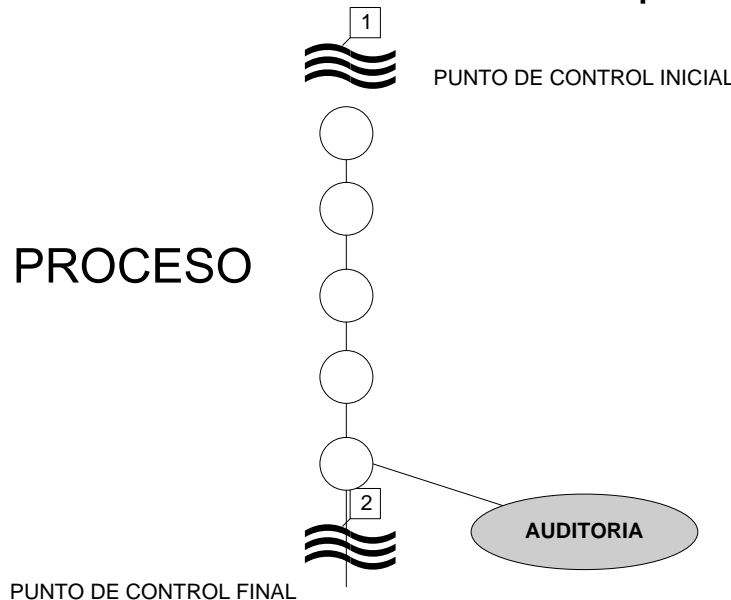
En base al análisis y situación de la empresa, la opción que mejor se adapta a las características operacionales es la de “Automatización por medio de Líneas de Producción”. Sin embargo, por requerimiento de la alta gerencia, se proporcionará información relacionada de ambas opciones mostrando las características de cada una y cualidades, aunque la recomendación de la propuesta esta hecha y evaluada financieramente.

4. MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPO, PARA LA CAPTURA DE DATOS, POR MEDIO DE CÓDIGOS DE BARRAS

4.1 Modelo para la solución a nivel de líneas de producción

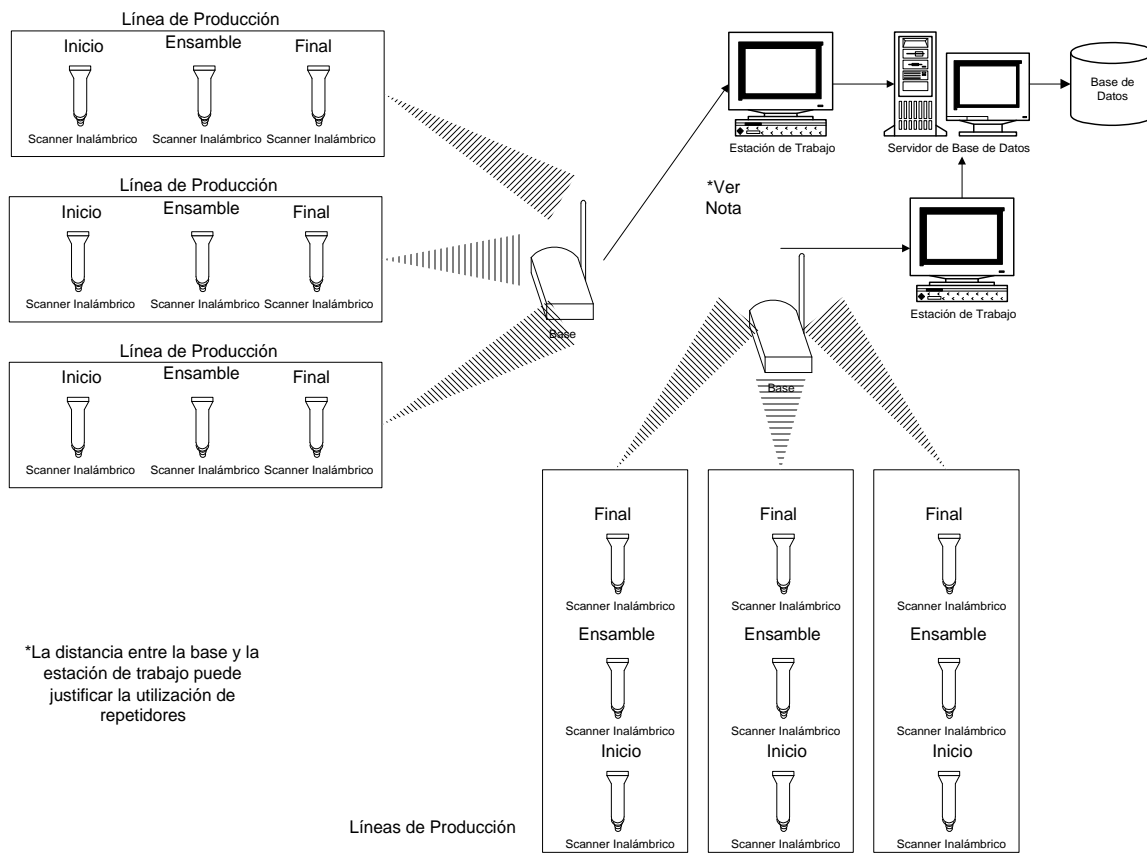
Este modelo de captura de datos, presenta aspectos que cumplir y mantener para una utilización eficiente del equipo y recurso, tanto tecnológico como logístico. Se deben establecer puntos de control en las líneas de producción de la forma que se crea conveniente. Si bien se requiere como mínimo un punto de control al inicio y final de las líneas de producción (o su esquema análogo, módulo, celda). En cada uno de estos puntos se localiza un *scanner* o *handheld* para la lectura del código de barras, el cual se utilizará para monitorear el estado de los paquetes conforme avanzan en cada línea de producción, como ejemplo podemos mencionar la utilización del modelo en el proceso.

Figura 14. Modelo de control a nivel de líneas de producción



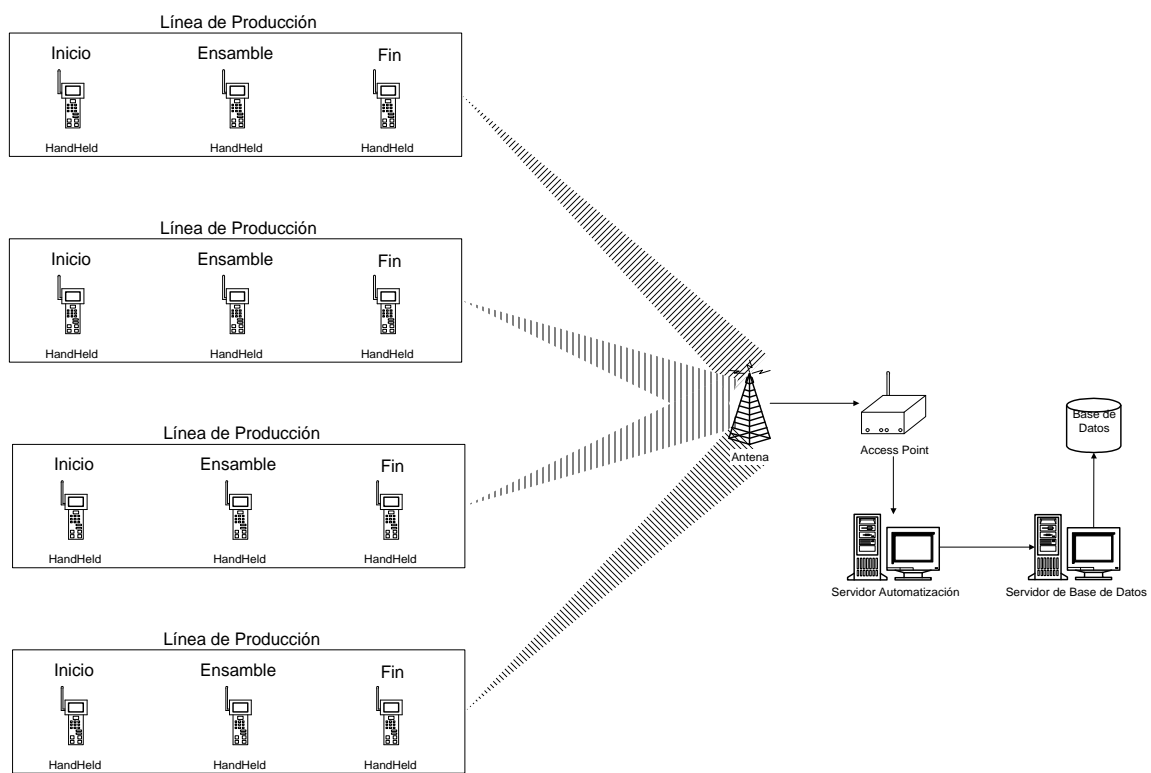
4.1.1 Por medio de *scanners*

Figura 15. Modelo de la distribución del equipo de captura de datos en las líneas de producción utilizando *scanners* inalámbricos



4.1.2 Por medio de *handhelds*

Figura 16. Modelo de la distribución del equipo de captura de datos en las líneas de producción utilizando *handhelds*



4.1.3 Requerimientos para la implementación de la solución

Logística

- Debe de establecerse un programa de capacitación para las personas encargadas de pasar las etiquetas por los puntos de control.
- En caso de que los supervisores de línea utilicen *handhelds* para el registro de tiempos muertos, éstos deberían ser capacitados en el uso del *software* del *handheld*.
- Es necesario un suministro seguro y constante de etiquetas de códigos de barras. Si bien es cierto que la cantidad de etiquetas a utilizar no es tan alta como en el modelo anterior, la impresión de etiquetas continúa siendo un factor determinante para el funcionamiento del sistema. Una parada en el suministro de etiquetas afectaría completamente el monitoreo y registro de la información, haciendo imposible el funcionamiento del sistema.

Hardware

- Impresoras para la impresión de códigos de barras. Dado que este modelo requiere un menor volumen de etiquetas (solo una etiqueta por cada paquete que se vaya a procesar) pueden utilizarse impresoras láser de menor velocidad. Aún cuando el volumen de etiquetas no es muy alto, no se recomienda la utilización de impresoras de inyección de tinta, ya que la nitidez de las impresiones no es tan buena y además en caso de que la etiqueta se mojara, el código de barras se estropearía más fácilmente. En caso de querer utilizar etiquetas adhesivas, la utilización

de impresoras de transferencia térmica es una posibilidad viable, ya que como se ha indicado, la cantidad de etiquetas a imprimir no es tan alta como en el caso del modelo anterior.

- Equipo para la captura de información. Se requieren *scanners* para la lectura de códigos de barras. Para realizar este proceso, pueden utilizarse *scanners* inalámbricos o *handhelds*. En el caso de utilizar *scanners*, dependiendo de la distancia entre el *scanner* y la estación que recibe el dato, podrían necesitarse repetidores de señal. Los *handhelds* no presentan este problema, ya que en caso de utilizar *handhelds* de captura por lotes los datos se almacenan en el mismo *handheld* hasta que se conecte el dispositivo a un computador para su posterior ingreso a la base de datos. En caso de utilizar *handhelds* de radiofrecuencia los rangos de alcance son bastante amplios (abarca toda la planta), por lo que la utilización de repetidores es poco probable. Si el rango de cobertura de los *handhelds* fuera muy amplio, se recurriría a la utilización de antenas. En caso de considerarse necesario el registro de los tiempos de parada de los operarios, también se requeriría de un *handheld* para cada persona encargada de registrar esa información.
- Computadoras personales para la recepción de la información leída con el equipo de captura. Dependiendo del equipo de lectura que se utilice, la cantidad de computadoras personales necesarias para la utilización de ese equipo puede variar:
 - Los *scanners* inalámbricos vistos hasta el momento, permiten conectar un máximo de 9 unidades a una sola estación.
 - Los *handhelds* permiten conectar un número mayor pero no ilimitado de unidades a una estación servidor (hasta unas 40 o 50 unidades). El número de unidades que es capaz de soportar la estación depende en gran medida de los recursos computacionales (CPU y memoria RAM) de la estación. Este

modelo permite conectar más *handhelds* a una sola estación debido a que el proceso de lectura de códigos se realiza en forma relativamente aislada (una lectura cada vez que un paquete pasa por un punto de control) y de manera constante durante toda la jornada de trabajo, lo que requiere un menor tiempo de respuesta del sistema que en el caso de que los códigos se lean en forma muy intensa como en el modelo de captura de datos anterior.

Con respecto a la cantidad de unidades de captura requeridas, la cantidad depende directamente de la cantidad de puntos de control que se establezcan a lo largo de las plantas de producción. Como punto importante, hay que resaltar que los *handhelds* ofrecen de cierta “inteligencia” y despliegue de información que no presentan los *scanners*, de manera que en el eventual caso de considerarse necesario, un *handheld* puede servir como medio de captura para más de un punto de control. Para esto bastaría con que el *software* que corre en el *handheld* permita al usuario seleccionar el punto de control desde donde está transmitiendo.

Software

- Un programa de captura de información, el cual debe leer, validar y desglosar los códigos de barras para luego ingresar o actualizar los datos en la base de datos. El tipo de programa puede cambiar dependiendo del tipo de equipo de captura de datos que se utilice. Al igual que en el modelo anterior, en caso de utilizar *scanners* puede utilizarse una *forma* de captura de datos del sistema. En caso de utilizar *handhelds* para este

propósito debería desarrollarse un programa en modo consola que se encargue de procesar los códigos que son capturados.

- En el caso de que los supervisores utilicen *handhelds* para el registro de los tiempos de parada de los operarios, se requeriría el desarrollo de un programa en modo consola que sea capaz de realizar esa función.

4.1.4 Ventajas y desventajas

Ventajas

- La utilización de este modelo requiere de una considerable menor cantidad de recursos:
 - A nivel de recursos computacionales en el(los) servidor(es), la cantidad de espacio en disco y la necesidad de procesamiento es mucho mas reducido, ya que el volumen de datos a registrar en la base de datos es considerablemente menor.
 - A nivel de impresión de etiquetas. Como se ha indicado, a diferencia del modelo de control por operario, que utiliza una etiqueta de código de barras por cada operación de cada paquete que se vaya a producir, este modelo requiere de una etiqueta de código de barras por cada paquete que se procesa en las líneas de producción. Esto significa que la cantidad de etiquetas requeridas se reduce tantas veces como la cantidad de operaciones tengan los paquetes. Por ejemplo para el caso de ésta empresa, en el peor de los casos, cuando un paquete requiere de 120 operaciones para ser terminado, la cantidad de etiquetas se reduciría 120 veces.

- El personal a capacitar es mínimo, ya que en lugar de tener que capacitar a la totalidad de los operarios, solo se requiere capacitar a los operarios que van a trabajar en los puestos donde se establecerán los puntos de control.
- El nivel de exigencia a la base de datos no es tan alto, ya que el volumen de datos a registrar es muchísimo menor, por lo que el rendimiento del sistema no se afectaría tanto como en el caso de utilizar el otro modelo de captura de datos.
- El modelo permite contar con información en línea.
- Al ser un modelo más sencillo donde hay menos unidades administrativas involucradas, el modelo tiene menos tendencia a fallas que el modelo basado en el control a nivel de operario.
- Aspectos como la alta rotación del personal y el analfabetismo a nivel de operarios no afecta en gran medida el funcionamiento del sistema.

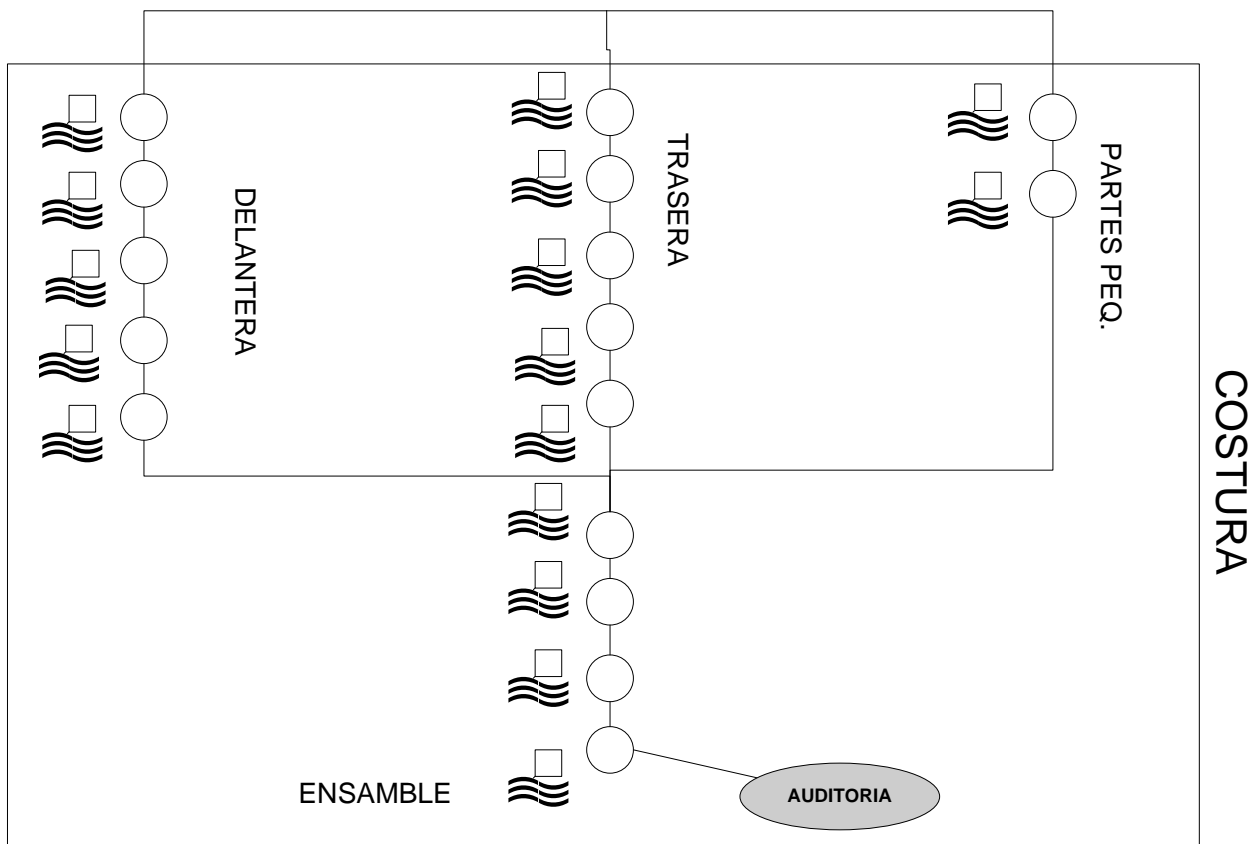
Desventajas

- El detalle de los datos que se recoge no es tan alto, como consecuencia solo puede conocerse la eficiencia a partir del nivel de línea de producción y no a nivel de operario.
- La información que se recolecta puede utilizarse para conocer la eficiencia de las líneas de producción, pero no para calcular el monto del rubro correspondiente al pago a destajo de los operarios.
- En caso de cambiar el paradigma de trabajo de los empleados (por ejemplo cambiar el modelo de línea de producción por el modelo basado en módulos) la relocalización de los puntos de control también debe ser reconsiderada.
- La inversión inicial en equipo de captura de datos es mucho mayor, ya que en lugar de utilizar un dispositivo para cada persona que se dedique a esta función, se requiere de un dispositivo de captura en cada punto de control (como se mencionó anteriormente, como mínimo se requeriría de un punto de control al inicio y final de cada línea de producción).

4.2 Modelo para la solución a nivel de operario

Para este modelo de captura de datos, si bien cada paquete tendrá una etiqueta y a su vez cada operario mantendrá una hoja de control para ir registrando su producción, de acuerdo a las operaciones asignadas por cada estilo, representa un estricto seguimiento y responsabilidad del operario para no quitar una etiqueta que no le corresponda a la operación que realice.

Figura 17. Modelo de control a nivel de operario



4.2.1 Por medio de *scanners*

Figura 18. Modelo de la distribución del equipo de captura de datos a nivel de operarios, utilizando *scanners* alámbricos

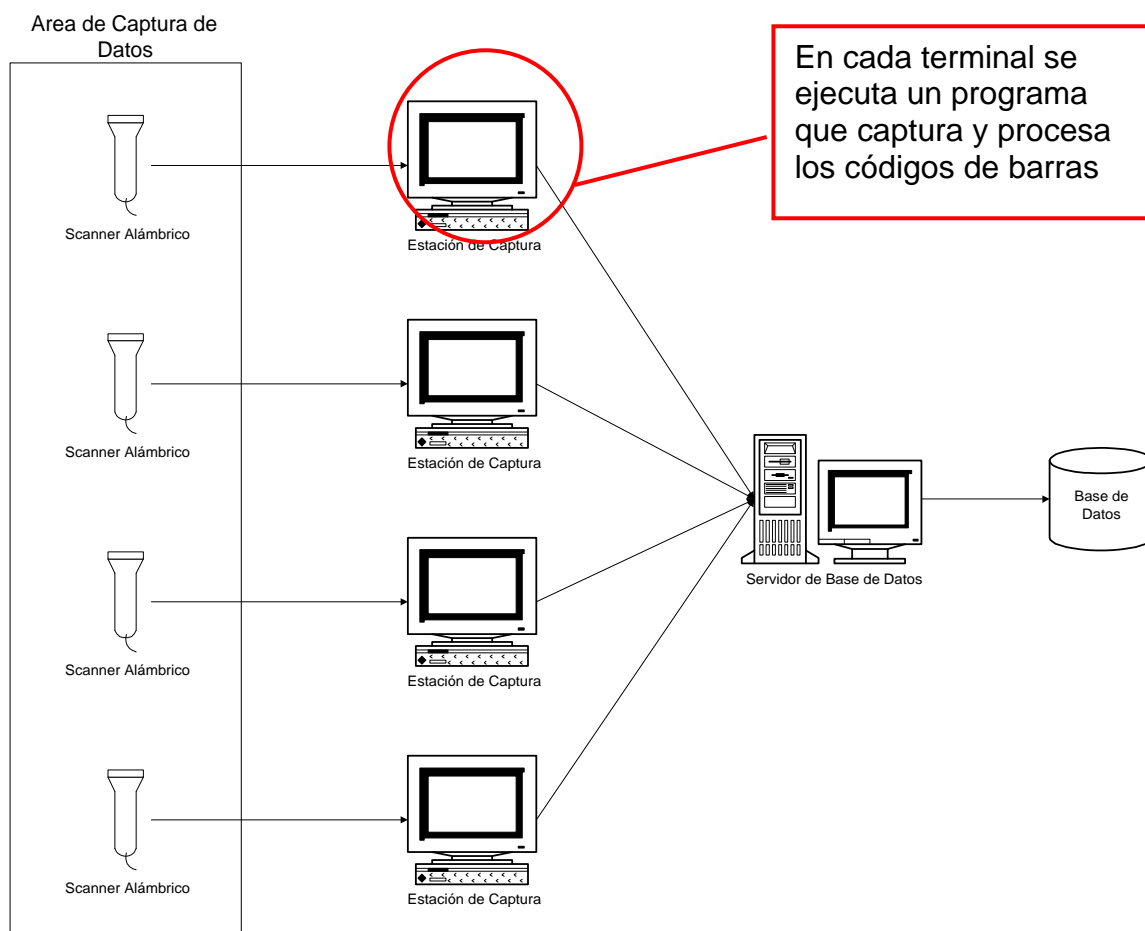
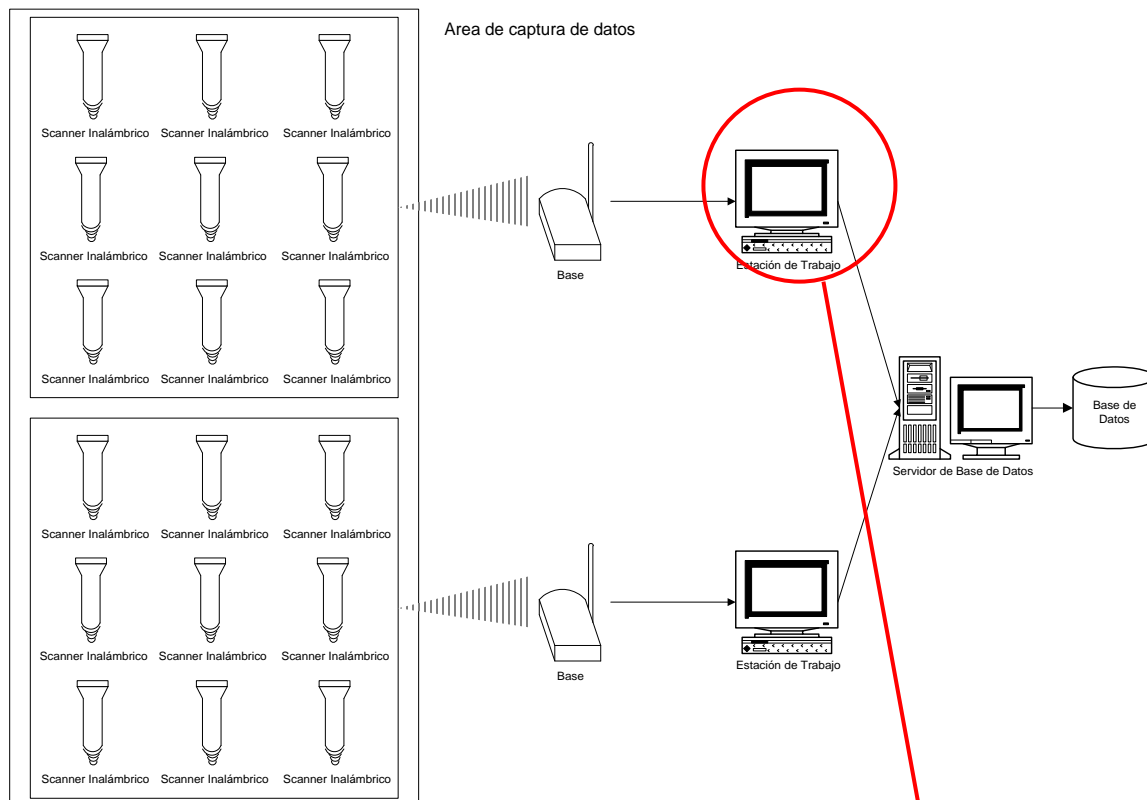


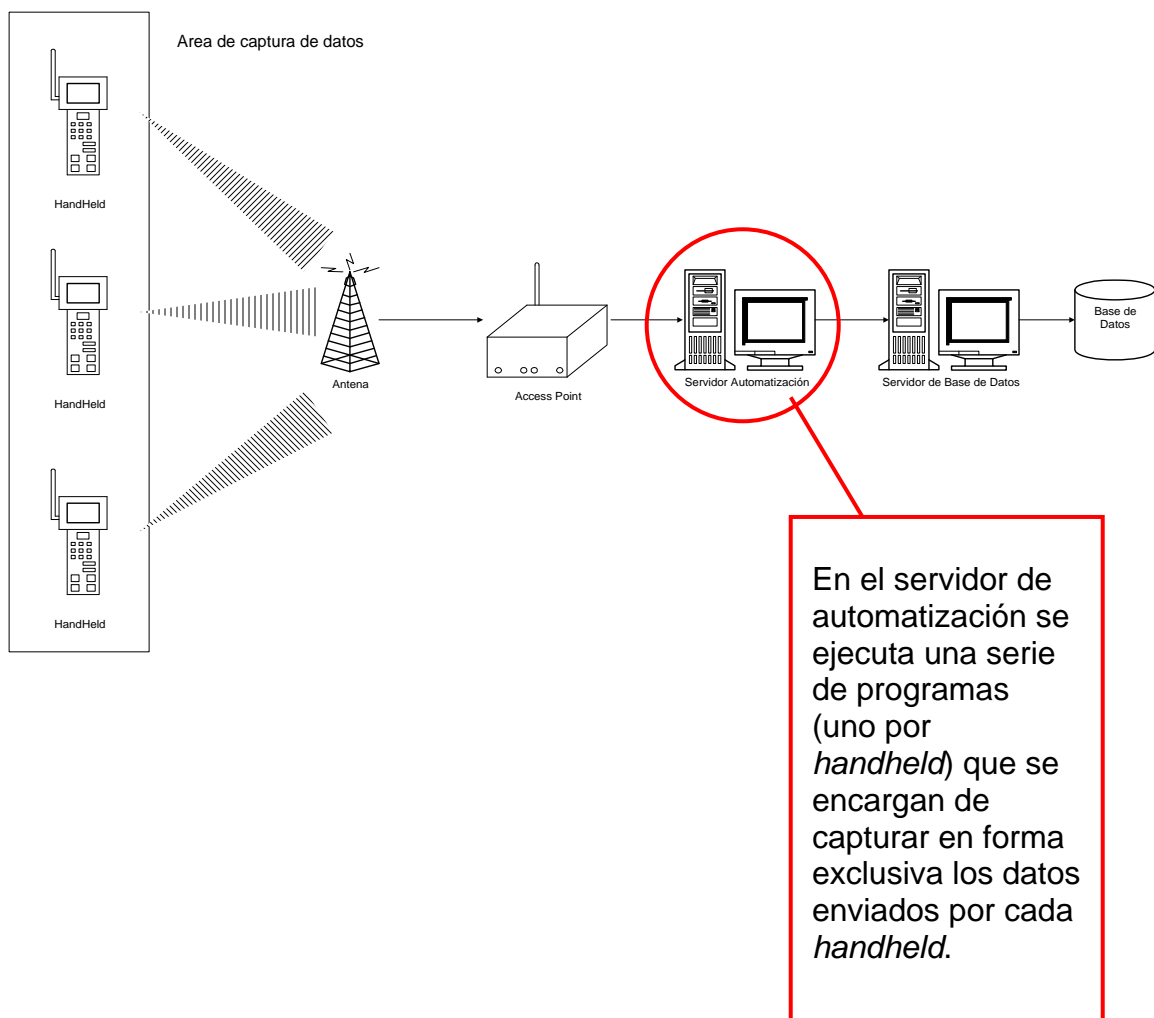
Figura 19. Modelo de la distribución del equipo de captura de datos a nivel de operarios, utilizando *scanners* inalámbricos.



En cada terminal se ejecuta un programa que procesa los datos capturados por todos los *scanners* que estén conectados a la base correspondiente

4.2.2 Por medio de *handhels*

Figura 20. Modelo de la distribución del equipo de captura de datos a nivel de operarios, utilizando *handhels*.

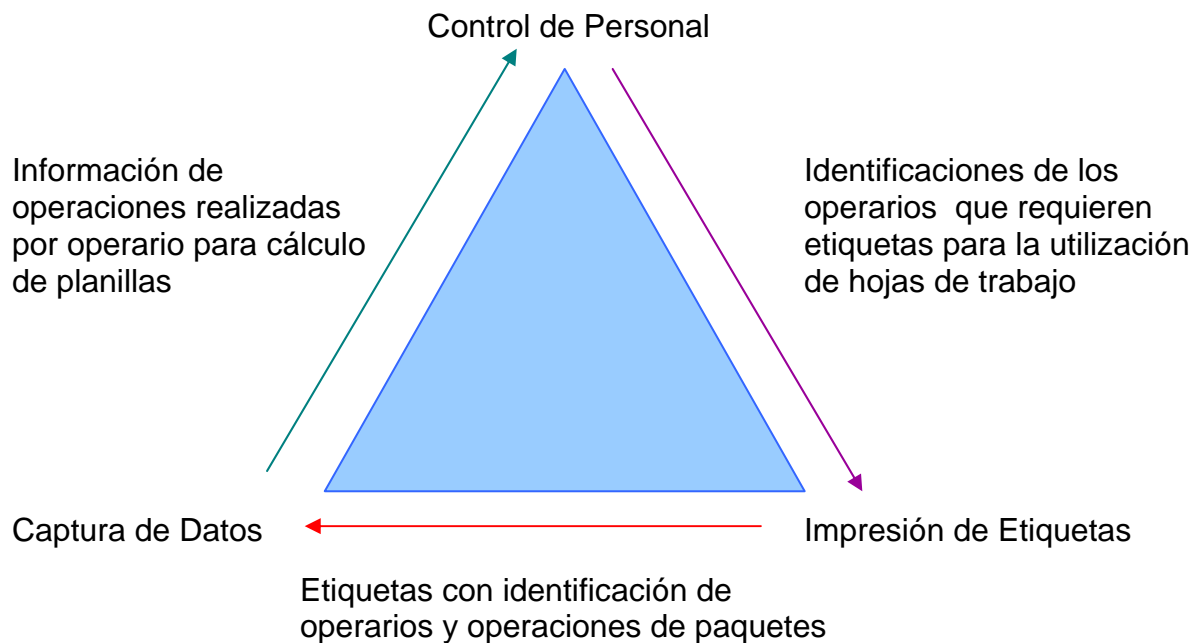


4.2.3 Requerimientos para la implementación de la solución

Logística

- Con el fin mantener en buen funcionamiento este modelo, es necesario un canal de comunicación fluido entre el departamento de recursos humanos de la empresa, el personal encargado de la impresión de las etiquetas de los códigos de barras y el personal encargado de la captura de los datos. Los tres departamentos requieren de retroalimentación constante por parte de los demás, como lo muestra la siguiente figura.

Figura 21. Flujo de retroalimentación de los departamentos involucrados en el sistema



La interrupción o el mal funcionamiento de cualquiera de los flujos mostrados podría afectar e incluso colapsar el sistema. A manera de ejemplo, el envío de identificaciones de operarios que ya no laboran en la planta generaría

desperdicio de etiquetas. El no envío de identificaciones de operarios en la planta traería anomalías en el registro de operaciones realizadas y consecuentemente al cálculo de planillas de esos operarios.

- Debe de establecerse un programa de capacitación sobre el uso de las hojas de trabajo a los operarios y especialmente a los supervisores de línea de producción. La capacitación debe incluirse en el proceso de entrenamiento inicial que reciben los nuevos operarios que ingresan a las líneas de producción.
- En caso de que los supervisores de línea utilicen *handhelds* para el registro de tiempos muertos, éstos deberían ser capacitados en el uso del *software* del *handheld*.
- El departamento de planillas deberá procesar de manera periódica y puntual la información producto del proceso de captura de las hojas de trabajo, el no hacerlo de esta manera puede provocar graves consecuencias en el rendimiento del sistema al disminuir los recursos computacionales disponibles del servidor de base de datos.
- Es necesario que la empresa cuente con un administrador de base de datos (DBA) altamente capacitado, éste deberá encargarse de labores de *tuning* y mantenimiento de la base de datos. Cabe mencionar que el alto volumen de los datos que almacena y procesa este modelo hace que el *tuning* de la base de datos sea un factor crítico para el éxito.
- La complejidad de este modelo hace necesario la implementación de planes de contingencia que minimicen las consecuencias que se derivarían de una falla en cualquiera de las partes del sistema.
- La utilización de este modelo necesitaría un alto suministro de etiquetas de códigos de barras. Al no contar con cifras exactas, las cantidades proyectadas se han calculado tomando como base cantidades aproximadas (empleados en la planta de producción y número de

paquetes procesados diariamente) o cantidades máximas (número de operaciones por paquete).

Tabla I. Número de etiquetas de operaciones diarias

Dato	Cantidad
Operarios en planta	9000
Paquetes procesados diariamente	2900
Cantidad máxima de operaciones por paquete	120

Número aproximado de etiquetas de operaciones diarias (tomando como base la máxima cantidad de operaciones):

$$(2900 \times 120) = 348000 \text{ etiquetas}$$

La cantidad necesaria de etiquetas con la identificación de los operarios no puede estimarse, ya que la cantidad diaria de hojas de trabajo que necesitará cada operario depende directamente de la cantidad de operaciones realizadas durante la jornada. Cifra que depende a su vez de la naturaleza de las operaciones realizadas y por supuesto del rendimiento individual del operario (que es exactamente lo que el sistema está tratando de calcular).

Puede mencionarse, eso sí, que de utilizarse una presentación de etiquetas presentado a finales de octubre (donde las etiquetas vienen agrupadas en hojas de 32 etiquetas), la impresión de una hoja de etiquetas por operario significaría un aproximado de:

$$(9000 \times 32) = 288000 \text{ etiquetas}$$

Hardware

- Impresoras para la impresión de códigos de barras. Para esta función pueden utilizarse diferentes tipos de impresoras, en caso de utilizar hojas con etiquetas adhesivas (propuestas hasta el momento) se recomienda la utilización de impresoras láser. Si se decide utilizar rollos de etiquetas, se requeriría la utilización de impresoras de transferencia térmica, ya que éstas ofrecen una mayor resolución. Por el tipo de aplicación, se recomienda la utilización de hojas de etiquetas ya que es más sencilla su traslado de puesto de trabajo a puesto de trabajo, además de que hace más sencillo y manejable la impresión masiva de etiquetas.

La impresión de un volumen tan alto de etiquetas requerirá de impresoras de muy alta velocidad. Analizando algunas de las impresoras láser más veloces, se han encontrado impresoras con capacidades de hasta 32 páginas por minuto.

En caso de utilizar hojas con 32 etiquetas adhesivas, una impresora con esta capacidad podría imprimir hasta (32×32) 1024 etiquetas por minuto.

Para imprimir solo las 348000 etiquetas diarias con los códigos de las operaciones a realizar, se requerirían de $(348000 / 1024)$ 339.84 minutos (5.66 horas) utilizando solo una impresora.

Si bien en la actualidad, la toma de datos para una planta con 25 líneas promedio, gira alrededor de 30 min., sabiendo que entre cada período hay cambios en el conteo o cantidad producida, sabiendo que esa lectura puede

manipularse. Por ello se debe contemplar una impresora adicional para efectuar los cambios no previstos sin interrumpir el proceso de la impresora titular.

- Equipo para la captura de información. Se requieren *scanners* para la lectura de códigos de barras. Dependiendo de la forma en que quiera realizarse este proceso, pueden utilizarse *scanners* alámbricos, inalámbricos o *handhelds*. Cada uno de estos equipos ofrece diferentes rendimientos, los cuales dependen en gran parte de la persona que los utilice, del estado de los códigos de barras que se capturen y del tiempo de respuesta del programa que captura e interpreta el código leído. Las personas encargadas de manipular este equipo, de acuerdo a la propuesta, serán parte de la línea o bien se asignaran por la planta.

- Computadoras personales para la recepción de la información leída con el equipo de captura. Dependiendo del equipo de lectura que se utilice, la cantidad de computadoras personales necesarias para la utilización de ese equipo puede variar:
 - Los *scanners* alámbricos se requieren de una estación por cada *scanner*
 - Los *scanners* inalámbricos vistos hasta el momento, permiten conectar un máximo de 9 unidades a una sola estación.
 - Los *handhelds* permiten conectar un número mayor pero no ilimitado de unidades a una estación servidor (hasta unas 20 o 30 unidades). El número de unidades que es capaz de soportar la estación depende en gran medida de los recursos computacionales (CPU y memoria RAM) de la estación.

Para estimar la cantidad de *scanners* o *handhelds* necesarios para capturar todas las etiquetas (aprox. 348000) se ha estimado que de 3 a 5 segundos (4 segundos en promedio) es un tiempo aceptable de lectura y procesamiento por etiqueta.

Asumiendo que la lectura de códigos de barras es una actividad lineal (con ritmo constante) se puede estimar que una persona podría capturar (60 / 4) 15 etiquetas por minuto o 900 etiquetas por hora. Linealmente, significaría que una persona requeriría de (348000 / 900) 386.66 horas para capturar las 348000 diarias.

Al proyectar esta capacidad de lectura con una mayor cantidad de personas, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla II. Capacidad de lectura de códigos de barras

Cantidad de personas capturando información (n)	Horas requeridas para capturar 348000 etiquetas (386.66/n)
20	19.33
30	12.88
40	9.67
50	7.73
60	6.44

Aún cuando la cantidad de personas dedicadas a la captura de la información es bastante alta, una proyección de este tipo es bastante optimista, ya que no toma en cuenta factores como el cansancio tras varias horas de labor repetitiva, errores de las personas, aumento en los tiempos de respuesta del sistema debido al gran volumen de información.

En síntesis, la cantidad de personas (y consecuentemente la cantidad de unidades de captura de información) que se dediquen a esta actividad debe calcularse tomando en cuenta el total de personas que registrarán sus operaciones diarias (cantidad total de etiquetas), así como el tiempo en el que se desea ingresar todos los datos al sistema.

Software

- Un programa de captura de información, el cual debe leer y desglosar los códigos de barras para luego ingresar o actualizar los datos en la base de datos. El tipo de programa puede cambiar dependiendo del tipo de equipo de captura de datos que se utilice.
- Debe desarrollarse una interfaz (conexión) entre el Sistema de Captura e Interpretación de datos y el sistema de planillas de la empresa para el cálculo del rubro correspondiente al pago a destajo de los operarios.
- Proceso de migración de la información del Módulo de Interpretación de Datos a tablas de históricos, esto para minimizar los efectos que podría tener el alto volumen de los datos registrados en la base de datos.
- En el caso de que los supervisores utilicen *handhelds* para el registro de los tiempos de parada de los operarios, se requeriría el desarrollo de un programa en modo consola que sea capaz de realizar esa función.

4.2.4 Ventajas y desventajas

Ventajas

- Se registran las operaciones al nivel de operario. El sistema es capaz de conocer de manera individual la cantidad de operaciones que ha realizado cada operario en un lapso determinado de tiempo.
- Los esquemas de producción pueden cambiarse sin que el modelo de captura de información se vea alterado, ya que aunque se cambie la posición y función de los operarios, éstos sencillamente continúan registrando la cantidad de operaciones realizadas de la misma manera y el equipo de captura de datos permanece físicamente en el área de captura de datos.
- La información que se recolecta puede utilizarse tanto para conocer la eficiencia individual de los operarios, como para calcular el monto de sus ingresos.
- La información permite conocer el estado de los bultos al final del día (en caso de que el proceso de captura se haga todos los días).
- El alto detalle en la información recolectada permite que se pueda deducir información sobre la productividad de las líneas, módulos, plantas...

Desventajas

- El modelo a seguir necesita etiquetas de códigos de barras para la identificación de todos los operarios y de todas las operaciones de todos los bultos, lo que requiere que diariamente se imprima un alto volumen de etiquetas. Una falla en este proceso puede afectar el control de la producción.

- La cantidad de datos que se registra en el sistema es lo suficientemente alta como para tener implicaciones importantes en el rendimiento del mismo.
- El proceso de captura de información depende de la totalidad de los operarios, lo que requiere que absolutamente todos reciban una capacitación sobre el uso de sus hojas de trabajo. Esto puede presentar complicaciones especialmente si se toman en cuenta el analfabetismo y la alta rotación del personal de las plantas de producción.
- La información sobre el rendimiento del personal está disponible a lo sumo un día después, lo que atrasa la retroalimentación para la toma de medidas correctivas.
- El tipo de captura de información por lotes no permite que el estado de los bultos pueda obtenerse en línea en cualquier momento, solo una vez que se ha finalizado el proceso de captura de información al final de la jornada.
- Los costos fijos para mantener este modelo son bastante altos. Aún cuando la inversión inicial en equipo de captura de datos puede no ser tan alta, diariamente se requiere imprimir una gran cantidad de etiquetas, así como mantener en planilla una cantidad considerable de personas que se encarguen de capturar esta información.
- La implantación de este modelo debe ir acompañada de un estricto control en la calidad de los productos. Al proponer un monitoreo individual de los operarios, éstos pretenderán realizar la mayor cantidad de operaciones posibles para así verse beneficiados. Si bien esto puede mejorar en gran medida el rendimiento del empleado, debe ponerse sumo cuidado a que esta actitud no vaya en detrimento de la calidad del producto.

El modelo en base a las cualidades propias de la empresa y que se adapta mejor a la forma de trabajo para la Automatización de la captura de información, será al nivel de Líneas de Producción, por medio de radio frecuencia.

A continuación, se presenta la relación Costo / Beneficio de las opciones propuestas, en base a datos proporcionados por personal de ésta empresa.

Tabla III. Análisis de costos

RECURSO	COSTO ESTIMADO POR PRENDA \$				COSTO POR PRENDA \$		COSTO ACTUAL \$
	Cantidad	Por Operario	Cantidad	Por Línea	Por Operario	Por Línea	
Impresoras	11	0.031	8	0.022	0	0	0
Formatos	1,884,960	0.04	53,856	0.03	0.04	0.03	0.05
Lectores	13	0.0001	10	0.000085	0	0	0
Terminales	8	0.003	8	0.003	0.003	0.003	0.002
Software	1	0	1	0	0	0	0
Stiker	5,140,800	0.0047	489,600	0.00044	0.0047	0.00044	0
Digitadores	13	0.0091	0	0	0	0	0
		TOTALES			0.0477	0.0334	0.052
		DIFERENCIAS	-	-	0.0043	0.0186	
		Ahorro Total / mes			\$11,180	\$48,256	

Fuente: Cálculos propios del proyecto

El cuadro anterior esta realizado haciendo referencia a que la empresa factura alrededor de 2,600,000 unidades/mes. Además existen costos que se cuantifican como pérdida, como lo son las unidades no declaradas o que inician su proceso pero que no llegan al final en el empaque y por consecuencia al Cliente, lo cual gira alrededor de 400,000 unidades al año, lo cual representa una desventaja de aproximadamente \$ 4,800,000. Esto demuestra que con sólo la inversión en el primer año, se paga bajo este rubro de unidades perdidas. Llevando como beneficio el control sistemático y periódico del avance de cada

unidad productora, se tiene previsto la tendencia a la baja en este rubro de costos por unidades perdidas convirtiéndose en una real ventaja adicional.

-Alternativa de control **a nivel de Operario**, costos de inversión.

Tabla IV. Costos de inversión a nivel de operario

Equipo	Cantidad	Costo \$
Equipo de Captura	11	\$56,039.00
Servidor	1	\$12,500.00
Computadoras	9	\$9,850.00
Mobiliario y Equipo	9	\$2,880.00
	TOTAL	\$80,999.00

Valor de rescate = \$ 15,000

Tabla V. Depreciación de equipo a nivel de operario

CALCULO DEPRECIACION	Valores \$
Valor del Equipo	-80999
Valor de Rescate	15000
Monto a depreciar	-95999
MONTO ANUAL	-31999.66

Debido a que es equipo de cómputo, se calcula una depreciación lineal en tres años.

Tabla VI. Costos anuales a nivel de operario

Equipo	Cantidad	Costo \$
Personal de Computo	36	\$137,520.00
Stickers / Rollos	12324	\$1,800.00
	TOTAL	\$139,320.00

-Alternativa de control a nivel de **Líneas de Producción**, costos de inversión:

Tabla VII. Costos de inversión a nivel de líneas de producción

Equipo	Cantidad	Costo \$
Equipo de Captura	8	\$40,756.00
Servidor	1	\$12,500.00
Computadoras	0	\$0.00
Mobiliario y Equipo	2	\$640.00
	TOTAL	\$53,896.00

Valor de rescate = \$ 10,000

Tabla VIII. Depreciación a nivel de líneas de producción

CALCULO DEPRECIACION	Valores \$
Valor del Equipo	-53896
Valor de Rescate	10000
Monto a depreciar	-63896
MONTO ANUAL	-21298.67

Debido a que es equipo de cómputo, se calcula una depreciación lineal en tres años.

Tabla IX. Costos anuales a nivel de líneas de producción

Equipo	Cantidad	Costo \$
Personal de Computo	0	\$0.00
Stickers / Rollos	2760	\$397.44
	TOTAL	\$397.44

Análisis de Alternativas:

Flujo de Efectivo;

Tabla X. Alternativa 1, seguir como hasta ahora

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión	0					
Ahorros por control pieza		0	0	0	0	0
Ahorros por pérdidas		0	0	0	0	0
Total Ahorros		0	0	0	0	0
Gastos						
Piezas perdidas		-4800000	-4800000	-4800000	-4800000	-4800000
Personal		0	0	0	0	0
Materiales (sticker, formatos)		0	0	0	0	0
Mantenimiento		0	0	0	0	0
Depreciación		0	0	0	0	0
Impuestos		0	0	0	0	0
Total		-4800000	-4800000	-4800000	-4800000	-4800000
Flujo de efectivo anual		-4800000	-4800000	-4800000	-4800000	-4800000
Valor de rescate						0
Flujo de efectivo real		-4800000	-4800000	-4800000	-4800000	-4800000

VALOR PRESENTE NETO	(\$16,478,788.65)
----------------------------	--------------------------

Si no se hace nada, se tendrá una pérdida de \$16.5 millones, a valor actual en los próximos 5 años, a una tasa esperada del 14%.

Tabla XI: Alternativa 2, flujo por operario

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión	-80999					
Ahorros X Control Pieza		1488240	414960	414960	414960	414960
Ahorros X Pérdidas		4800000	4800000	4800000	4800000	4800000
Total Ahorros		6288240	5214960	5214960	5214960	5214960
Gastos						
Piezas perdidas (1%)		48000	48000	48000	48000	48000
Personal		137520	151272	166399.2	183039.12	201343.03
Materiales (Sticker / Formatos)		1800	1800	1800	1800	1800
Mantenimiento		0	1200	1200	1200	1200
Depreciación		31999.67	31999.67	31999.67	0	0
Total		219319.67	234271.67	249398.87	234039.12	252343.03
Utilidad antes de Impuestos		6068920.3	4980688.3	4965561.1	4980920.9	4962617
Impuestos (31% anual)		1881365.3	1544013.4	1539324	1544085.5	1538411.3
Utilidad Neta		4187555	3436674.9	3426237.2	3436835.4	3424205.7
(+)Depreciación		31999.67	31999.67	31999.67	0	0
Valor de Rescate						15000
Flujo de Efectivo Real	-80999	4219554.7	3468674.6	3458236.8	3436835.4	3439205.7

Valor Presente Neto : \$ 12,444,706.76

Si se implementa el control por operario, se tiene un ahorro a valor presente de \$ 12.44 millones, a una tasa del 14%.

Tabla XII: Alternativa 3, flujo por líneas de producción

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión	-53896					
Ahorros X Control Pieza		1042080	1042080	1042080	1042080	1042080
Ahorros X Pérdidas		4800000	4800000	4800000	4800000	4800000
Total Ahorros		5842080	5842080	5842080	5842080	5842080
Gastos						
Piezas perdidas (1%)		48000	48000	48000	48000	48000
Personal		0	0	0	0	0
Materiales (Sticker / Formatos)		397.44	397.44	397.44	397.44	397.44
Mantenimiento		0	1200	1200	1200	1200
Depreciación		21298.67	21298.67	21298.67	0	0
Total		69696.11	70896.11	70896.11	49597.44	49597.44
Utilidad antes de Impuestos		5772383.9	5771183.9	5771183.9	5792482.6	5792482.6
Impuestos (31% anual)		1789439	1789067	1789067	1795669.6	1795669.6
Utilidad Neta		3982944.9	3982116.9	3982116.9	3996813	3996813
(+)Depreciación		21298.67	21298.67	21298.67	0	0
Valor de Rescate						10000
Flujo de Efectivo Real	-53896	4004243.6	4003415.6	4003415.6	3996813	4006813

Valor Presente Neto : \$ 13,688,735.31

Si se implementa el control por líneas de producción, se tiene un ahorro a valor presente de \$ 13.7 millones, a una tasa del 14%.

5. UTILIZACIÓN DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA EL SEGUIMIENTO EN MEJORA DE RESULTADOS

5.1 Aspectos estructurales del sistema

Este modelo de captura de datos, presenta aspectos que cumplir y mantener para una utilización eficiente del equipo y recurso, tanto tecnológico como logístico. Se deben establecer puntos de control en las líneas de producción de la forma que se crea conveniente. Si bien se requiere como mínimo un punto de control al inicio y final de las líneas de producción (o su esquema análogo, módulo, celda).

El modelo propone como punto de partida el departamento de planificación, aquí se establecerá el orden de ingreso de los diferentes contratos a las líneas basándose en las prioridades establecidas por el cliente, teniendo como requisito que todo artículo a ingresar deberá tener listo todos los elementos necesarios para el control de las prendas, en cada proceso

Esta información será transferida al sistema, cuya función será mostrar al usuario, que en este caso representa a personal que controla y monitorea la producción, mandos medios, recursos humanos y la alta gerencia, mostrando así el estado de un producto en proceso en ese momento mediante una orden de producción o contrato, con sus respectivas especificaciones.

Se requerirá llevar un control de cuanto ingresa a cada modulo, línea o persona a través de el scaneo de etiquetas de control, para saber cuanto se está procesando por hora, por ejemplo, o en el instante que se ejecuta una

lectura. Esto permitirá que las ordenes de producción o contratos sean cargados en el momento preciso. Esta lectura de datos debe hacerse en el transcurso de cada turno de trabajo, para representar la producción real.

Siguiendo la línea de comunicación, el departamento de ingeniería será el encargado de recopilar la información sobre inquietudes o problemas que se originen dentro del proceso, el objetivo principal será presentar información sobre el estado de las eficiencias y productividad de los puestos de trabajo, y que los tiempos de operación se mejoren, a medida que se monitoree la información.

Dicha comunicación debe estar basada en cada departamento que interviene o apoya al proceso productivo mediante los siguientes parámetros:

- Información interna, a todo nivel, determinando el proceso a seguir, ya sea por controlar a nivel de operario o bien por línea, así como las cantidades que representa cada programa de producción a procesar.
- Planificación, velará por establecer un plan de producción tomando en cuenta todos los aspectos que afecten o apoyen la producción, cubriendo compromisos de entrega, suministros, logística de embarque hasta donde se ha hecho la negociación.
- Compras, ejercerá la facultad de garantizar que todos los insumos estén en tiempo y disponibles para los procesos productivos hasta el empaque.
- Facturación, deberá tener en tiempo, las licencias y medios de transporte necesarios para llevar el producto hasta su destino.

- Mercadeo, mediante la capacidad disponible, negociará la mayor parte del tiempo disponible de los recursos para optimizar su utilización, cubriendo compromisos y fechas de entrega.
- Recursos Humanos, dispondrá de la decisión de retribuir a los empleados su pago directo sobre la eficiencia generada por la producción, cumpliendo con los tiempos establecidos.
- Los clientes, podrán monitorear los avances de sus ordenes y mantener o aumentar la confianza para negociar nuevos volúmenes de producción

Mediante esta comunicación, se deberá hacer énfasis en la información de fechas de entrega, cantidades y especificaciones de manejo, las cuales se les deben proveer a los jefes de producción, para que ellos transmitan los puntos críticos de la productividad y no afectar la calidad del producto, proceso e información del estado de la orden de producción o contrato.

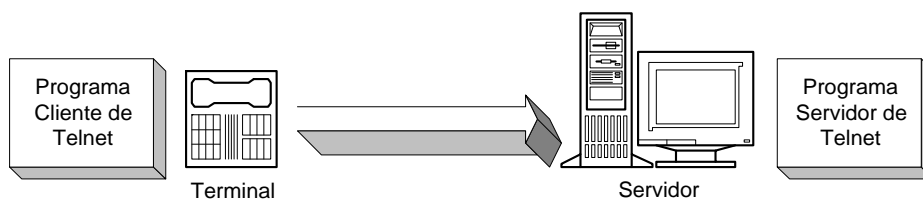
Es por ello que las aplicaciones desarrolladas para el área de automatización han seguido el esquema de conexión de terminales a través de servicios de *Telnet*. En este esquema el programa servidor de *Telnet* se encarga de atender solicitudes que pueda realizar una terminal con respecto al inicio de una sesión remota.

5.2 Procedimiento de funcionamiento

En el marco de trabajo para este proceso, una sesión es un procedimiento en el cual un usuario puede controlar desde su computadora otra computadora, en forma remota; de esta manera, se pueden ejecutar programas desde un computador remoto (servidor) y visualizar los datos en el computador local (cliente o terminal). Cuando una terminal de captura de datos se enciende, automáticamente realiza una solicitud de inicio de sesión al programa servidor de *Telnet* ubicado en el servidor.

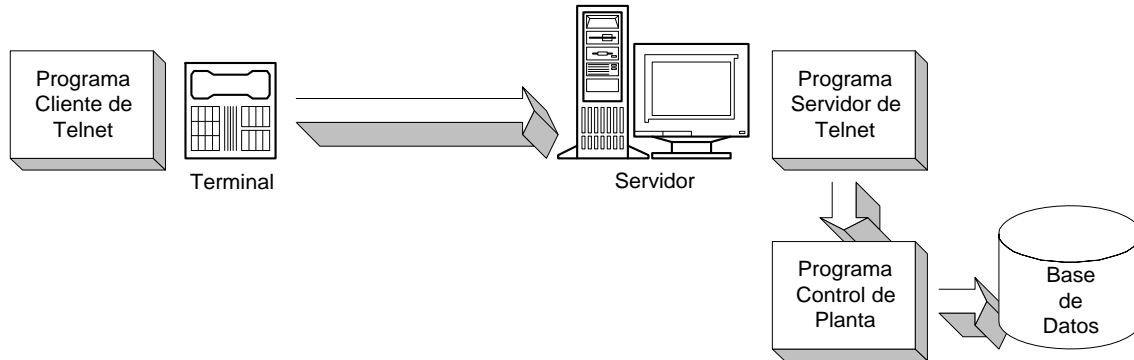
Esto significa, que si una persona en el área de mercadeo, podrá colocar órdenes en el sistema integrado, lo cual permitirá que no importando donde se encuentre, iniciará el proceso y el resto de la organización podrá ver y sugerir cambios o aceptar la orden, así la interacción entre cliente y proveedor se vuelve dinámica.

Figura 22. Flujo de datos para terminal *Telnet*



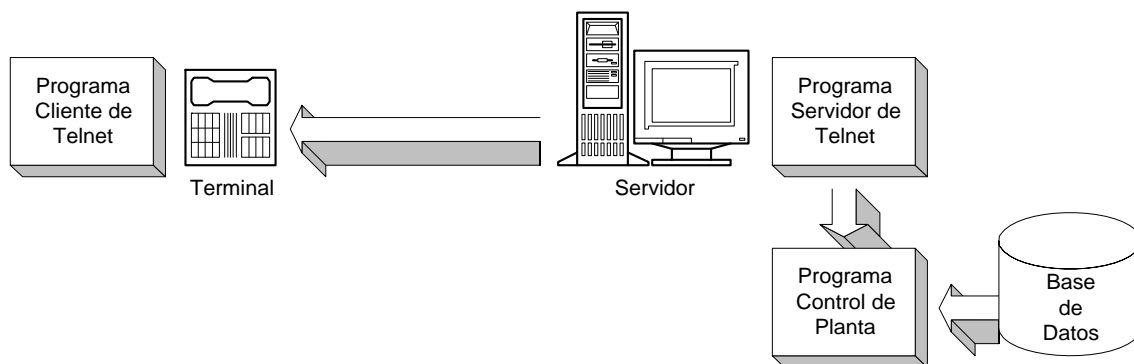
Una vez iniciada la sesión, el programa servidor de *Telnet* ejecuta automáticamente en la terminal el programa de captura de datos desde el servidor. Este programa tiene acceso a las bases de datos del Sistema de Captura de Información.

Figura 23. Flujo de datos del programa de control a la base de datos



Mientras se ejecuta el programa, el servidor de *Telnet* se encarga de enviar a la terminal el despliegue del programa, de modo que en el servidor no se visualizan las pantallas del programa, solo se observan en la terminal. Por ello, no es necesario que cada computadora conectada tenga el sistema instalado, sino que lo comanda el servidor de base de datos mediante una conexión establecida sistemáticamente.

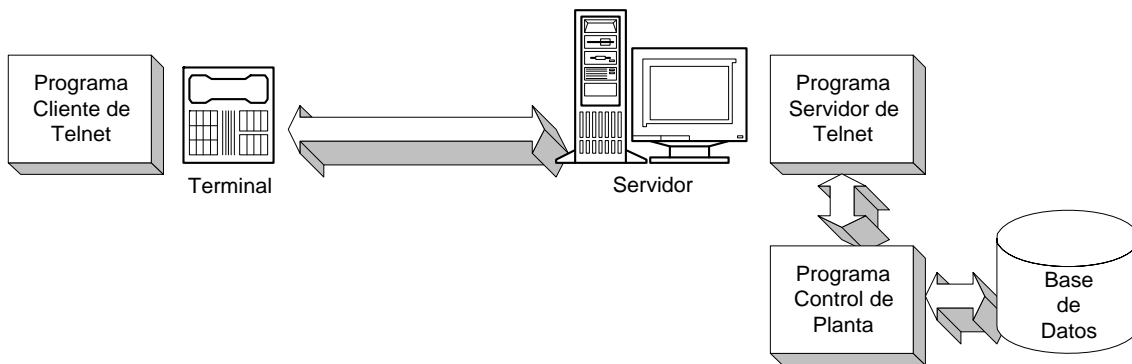
Figura 24. Flujo de datos de retorno de información para terminal *Telnet*



Posteriormente, se establece una comunicación en ambos sentidos, de modo que el operario ingresa comandos en la terminal y el servidor de *Telnet* los transmite al programa de captura de datos. El programa de captura realiza las órdenes que se le especifican y retorna los resultados de esas operaciones. Luego el servidor de *Telnet* se encarga de mostrar los resultados en la terminal del operario.

Esto significa que, teniendo una terminal de captura, podrá enlazarse automáticamente al servidor mediante los datos registrados, haciendo en forma más dinámica el procesamiento de datos y generando los reportes requeridos o establecidos para el momento que sean solicitados, manteniendo la actualización permanente. Esto se basa mucho en los procedimientos establecidos para la captura de datos por medio de radiofrecuencias, con la diferencia de la configuración de que en el caso de la radiofrecuencia, debe tener un software de interpretación de datos adicional, mientras que via *Telnet*, los datos llegan sin que pasen por un interpretador, lo cual aumenta el tiempo de respuesta de los sistemas y optimización del rendimiento de la base de datos.

Figura 25. Reciprocidad del flujo de información del programa a la base de datos y viceversa



5.3 Objetivos a alcanzar

Mediante la automatización, su principal función es proporcionar toda la información a tiempo y completa, verificando que producción esta cumpliendo con las fechas de entrega entre procesos, para así tomar las acciones necesarias en un eventual atraso.

Utilizar la información que se empieza a archivar, como parámetros de planificación de capacidades y tiempos de entrega probabilísticos para eventuales sistemas de mercadeo y expansión de nuevos productos en los puestos de trabajo.

Incluir a cada persona que intervenga en el proceso de captura de información, en una capacitación sobre su rol y lo que representa para la compañía, así como beneficios que se pueden desprender de la información recopilada, hacia la mejora del desempeño individual o colectivo.

Mejorar el rendimiento de los recursos de manejo de los sistemas de información, aprovechando los tiempos de respuesta del servidor para generar los reportes hacia la alta dirección y accionistas.

Diseñar estrategias que permitan incluir a los clientes a razón de establecer un enlace de cliente-servidor, garantizando confianza y actualización, desechando la utilización o compra de licencias por parte de los clientes, para poder interpretar información generada desde cada planta.

Si bien el manejo de información en tiempo requiere velocidad y exactitud, para mejorar su captura, se recomienda la utilización de computadoras personales. Aún cuando la cantidad de computadoras personales podría variar dependiendo del tipo de equipo que se utilice, debido a que la lectura de códigos de barras es bastante rápida, se recomienda que por cada dispositivo de lectura se utilice una computadora para acortar el tiempo de respuesta del programa. Esto dependerá de que tanta inversión se requiera hacer, aun así, con equipo estándar de trabajo y de alta potencia, se puede mantener los objetivos y reducir costos.

CONCLUSIONES

1. Un control de procesos por medios tecnológicos en la elaboración de prendas de vestir, permite facilitar y optimizar las tareas, mostrando los avances de cada orden de producción dentro del flujo y tomar acciones inmediatas. De acuerdo al análisis de flujo de efectivo, la mejor opción para el control de la producción es a nivel de líneas de producción, ya que el ahorro a nivel presente representa \$. 13.7 millones. Este valor representa un ahorro y una oportunidad de mejorar el proceso actual.
2. El análisis técnico, demuestra que se debe implementar en la empresa Fomax, S.A., un sistema de control de producción basado a nivel de líneas de producción, controlando así, la información generada en los puntos de control, el flujo del proceso y el avance de las órdenes.
3. Para obtener información real y en tiempo, se debe utilizar el sistema de control por medio de *handhelds* y radiofrecuencias, ya que denota un tiempo menor de respuesta de lectura e interpretación de datos en el sistema. Permitiendo así identificar en forma eficaz los cuellos de botella que puedan generarse y anticiparse a ellos. Hacer nada, significaría una pérdida de 16.5 millones llevados al valor presente en los próximos cinco años.

4. Para lograr obtener cambios significativos dentro de los procesos, es necesario anteponer a los requerimientos internos de la institución, las necesidades de los clientes y las normas que internacionalmente rigen los mercados, es entonces donde se puede generar un buen sistema de planificación y de remuneración por incentivos, que se obtiene por información confiable desde sus bases de datos. Significando así ser la herramienta adecuada para mejorar los mecanismos para el cálculo de incentivos por desempeño, aplicación dinámica de grupos, motivar al personal y desarrollo potencial de los empleados.
5. Debido al manejo de los recursos de la empresa, como el personal, equipo y la distribución logística de los dispositivos para la captura de información, el mejor modelo que se adapta a las necesidades es el de control a nivel de líneas de producción, con los puntos al inicio y al final del proceso.
6. El análisis de Costo/Beneficio, indica que la recuperación se transforma en beneficio desde el primer año de implementación de la solución, por medio del control por líneas de producción, utilizando medios controlados por radiofrecuencia, a lo cual se reducen los costos por control en un 35.8%. Esto demuestra que con los formatos actuales de control manual, no se cumplen con las expectativas requeridas. Se estima que existirá un 1% de pérdidas de piezas, por factores del proceso productivo y no por control.
7. Basado en la Figura 10, “Gantt de actividades para la implementación”, donde se detalla los diferentes pasos que se deben realizar para una implementación exitosa de la propuesta, incluyendo las pruebas iniciales para la adaptación al nuevo proceso, los lineamientos sistemáticos y logísticos e involucramiento del personal necesario, en un tiempo de 18 semanas.

RECOMENDACIONES

1. Con base en los modelos presentados, se recomienda utilizar el sistema de control por medio de líneas de producción, por lo que es importante que la empresa cuente con una infraestructura tecnológica apropiada, que le permita enfrentar los problemas de almacenaje y procesamiento de información que implicará el manejo de volúmenes tan grandes.
2. La elaboración de planes de contingencia debe recibir un énfasis especial. Como se ha indicado, la ejecución de este sistema requerirá del trabajo coordinado de varios departamentos, por lo que es de esperar que esto aumente la vulnerabilidad del sistema. La elaboración y puesta en marcha de estos planes permitirá enfrentar situaciones especiales, minimizando el impacto que éstas podrían tener sobre el flujo de información en la organización.
3. Para el proceso de mejoramiento continuo es básica la comunicación bilateral entre jefes y subordinados. El involucramiento de todos los miembros de la organización facilitará el aumento de la productividad y la búsqueda de mejores opciones de interacción, para que la obtención de resultados por medios tecnológicos sea eficiente.

4. Motivar la asesoría empresarial sobre sistemas de incentivos adaptado a los requerimientos de la empresa, como medida a seguir, luego de implementar la automatización de captura de datos, ya que la empresa carece de recursos para hacerlo internamente.

5. El equipo de captura de datos debe contar con mantenimiento adecuado, por lo que se recomienda que al escoger al proveedor especializado del equipo, tenga un departamento de soporte técnico debidamente reconocido por la empresa fabricante del *hardware*. Además, se recomienda que Fomax, S.A., cuente con equipo de captura de datos de respaldo, para que en caso de una falla en el mismo, el proceso no se vea alterado.

BIBLIOGRAFÍA

1. SHIM, Jae K. **Operations Management. Barron's**. Educational Series, INC, 1999.
2. LÓPEZ, Sergio. **Tratado de Libre Comercio Estados Unidos-Centro América**. Guatemala: Ediciones Industria de Vestuario y Textiles de Guatemala, febrero de 2004.
3. CÁRDENAS, Agustín J. **Administración con la técnica japonesa**. 2ª. Ed. México: Cía. Editorial Continental, 1993.
4. Curso **Visual Manufacturing**. VESTEX. Guatemala , Junio, 2002.
Revista **Apparel and Textile Industry**. Semanario VESTEX, Guatemala, Edición abril, 2001.
6. JAMES, P Lewis. **Project Planning, Scheduling and Control** Revised Edition, USA, McGraw-Hill. 1995.
7. Art and Soft. **Modelos de sistematización** Costa Rica, 2001.
8. REDECOM, **Sistemas de Redes y tecnología**. Guatemala, s.e. 2001.
9. KOONTZ Harold, Heinz W. **Administración una perspectiva global**. 10ª. Ed. México, Mc Graw Hill, 1994

