

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE MANEJO DE BODEGAS *JUST ON TIME* PARA MAQUILAS
OUTSOURCING DE LA EMPRESA CALZADO COBÁN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

IVÁN DANIEL ARCE ORDÓÑEZ

ASESORADO POR EL ING. SERVIO DANILO SIERRA LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**DISEÑO DE MANEJO DE BODEGAS *JUST ON TIME* PARA MAQUILAS
OUTSOURCING DE LA EMPRESA CALZADO COBÁN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2008.



Iván Daniel Arce Ordóñez

Guatemala 4 de marzo de 2009

Ing. Francisco Gómez Rivera

Director de Escuela Mecánica Industrial

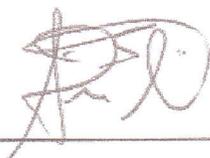
Facultad de ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio informo a usted en mi calidad de asesor del trabajo de graduación titulado: **“Diseño de manejo de bodegas Just on Time para maquilas outsourcing de la empresa Calzado Cobán”**, del estudiante **Iván Daniel Arce Ordóñez** con carne: **2002-12237**, he revisado el informe final del mismo, el cual cumple con los requisitos legales y calidad técnica, por lo que recomiendo su aprobación.

Dando por finalizada mi labor como asesor, se despide atentamente

INGENIERO INDUSTRIAL
SERVIO DANILO SIERRA LOPEZ
COL. 5375



Ing. Servio Danilo Sierra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE MANEJO DE BODEGAS JUST ON TIME PARA MAQUILAS OUTSOURCING DE LA EMPRESA CALZADO COBAN**, presentado por el estudiante universitario **Ivan Daniel Arce Ordoñez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Roberto Valle González
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial



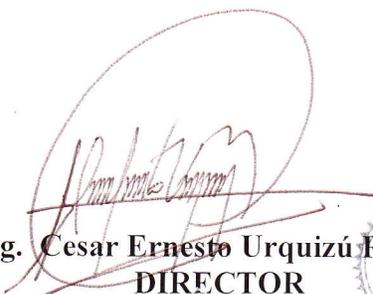
Guatemala, agosto de 2009.

/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 **DISEÑO DE MANEJO DE BODEGAS JUST ON TIME PARA MAQUILAS OUTSOURCING DE LA EMPRESA CALZADO COBÁN**, presentado por el estudiante universitario **Iván Daniel Arce Ordóñez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2010.

/mgp



DTG. 319.2010.

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: **DISEÑO DE MANEJO DE BODEGAS JUST ON TIME PARA MAQUILAS OUTSOURCING DE LA EMPRESA CALZADO COBÁN,** presentado por el estudiante universitario **Iván Daniel Arce Ordóñez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 11 de octubre de 2010.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS Por regalarme la vida y el tiempo suficiente para realizar este trabajo.
- MIS PADRES Por ser mi apoyo en todo el transcurso de mis estudios.
- MI ABUELA Por cuidarme en los momentos malos.
- MIS HERMANOS Por darme consejos útiles para la vida.
- MI NOVIA Por estar a mi lado siempre.
- LA UNIVERSIDAD Por prepararme en mis estudios.
DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
JUSTIFICACIÓN	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Antecedentes históricos de la empresa.....	1
1.2. Antecedentes de la producción vía maquilas.....	2
2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO	3
2.1. Situación actual general de maquilas.....	3
2.2. Situación actual de maquilas con la empresa.....	4
2.3. Situación actual de empresa.....	9
2.3.1. Situación actual de departamentos de planificación y programación.....	12
2.3.2. Situación actual de bodegas.....	15
2.3.3. Situación actual del departamento de ingeniería.....	17
2.4. Estudio de campo.....	19
2.4.1. Estudio de campo en maquilas.....	19
2.4.2. Estudio de campo en el departamentos de producción.....	21
2.5. Análisis de Pareto entre maquilas – fabrica.....	22
2.6. Evaluación financiera sin proyecto.....	23
2.6.1. Presupuesto mano de obra.....	23
2.6.2. Presupuesto materia prima.....	24
2.6.3. Presupuesto total.....	24
3. PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR	25
3.1. Propuesta general del proyecto.....	25
3.1.1. Producción en maquilas.....	26

3.1.2.	Desglose de modelo a implantar en fabrica	27
3.1.2.1.	Planificación y control individual de producción.....	27
3.1.2.2.	Sistema Just on Time en bodegas.....	28
3.1.2.2.1.	Compra de materiales	29
3.1.2.2.2.	Despacho de materiales.....	29
3.1.2.3.	Actualizaciones en departamento de ingeniería	29
3.2.	Comparación financiera y económica de la situación actual con propuesta.....	30
3.2.1.	Costo de proyecto	31
3.2.1.1.	Inversión inicial	31
3.2.1.2.	Costo mano de obra	31
3.2.1.3.	Costo materia prima	32
3.2.1.4.	Costo total de proyecto.....	32
4.	IMPLANTACIÓN DE PROYECTO SEGÚN ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO	35
4.1.	Estructura administrativa del proyecto.....	35
4.2.	Creación de plan de trabajo.....	36
4.2.1.	Mejora en estaciones de trabajo en maquilas	38
4.2.2.	Balance de líneas de operaciones de maquilas	40
4.2.3.	Implantación de método de pronósticos para planificación de producción.....	46
4.2.4.	Creación de sistema de gráficos de control para control de producción.....	49
4.2.5.	Implantación de sistema Just on Time para bodegas	58
4.2.6.	Actualizaciones en departamento de Ingeniería.....	60
4.2.6.1.	Actualización y comparación de costos y cédulas de consumo	60
4.2.6.2.	Creación de diagramas de flujo	61
5.	IMPACTO AMBIENTAL.....	63
5.1.	Focos de contaminación.....	63
5.1.1.	Principales desechos generados por maquilas y sus destinos...	63

5.1.2. Principales desechos generados por la empresa y sus destinos	64
5.1.2.1. Síntesis general de la industria.....	68
5.1.2.2. Etapa según diagramas de flujo de obtención de desperdicios.....	69
5.2. Medidas de mitigación	77
5.2.1. Medidas de mitigación en maquilas	77
5.2.2. Medidas de mitigación dentro de la empresa	78
5.2.2.1. Bodega de pieles	78
5.2.2.2. Área de corte	79
5.2.2.3. Área de preparado.....	79
5.2.2.4. Área de respunte	79
5.2.2.5. Área avíos	80
5.2.2.6. Área montado	80
6. SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA	83
6.1. Plan de seguimiento	83
6.2. Monitoreo y mejora continua.....	86
6.3. Evaluación gerencial y técnica.....	86
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación maquilas	8
2. Organigrama	13
3. Programa de control de producción	15
4. Gráficos de programa de control de producción	16
5. Bodegas de materia prima	16
6. Cédulas de consumo.....	19
7. Estudio de campo 1.....	20
8. Estudio de campo 2.....	21
9. Estudio de campo 3.....	21
10. Gráfica de Pareto	24
11. Estructura administrativa proyecto	35
12. Diagrama de Gantt.....	36
13. Formato de pronósticos.....	48
14. Gráfico de control.....	50
15. Formato tiempos	51
16. Formato gráficos de control.....	52
17. Formato resumen.....	53
18. Gráficos de control de calidad.....	55
19. Formato de registro de información.....	56
20. Formato archivo gráficos de control de calidad.....	57
21. Formato archivo control de inventarios	58
22. Diagrama de flujo actuales.....	61
23. Síntesis general de la industria	67
24. Diagrama de flujo preparado.....	68

25. Diagrama de flujo respunte hoja 1.....	69
26. Diagrama de flujo respunte hoja 2.....	70
27. Diagrama de flujo montado hoja 1.....	71
28. Diagrama de flujo montado hoja 2.....	72
29. Diagrama de flujo montado hoja 3.....	73
30. Diagrama de flujo avíos hoja 1.....	74
31. Diagrama de flujo avíos hoja 2.....	75
32. Plano de ubicación de ventiladores.....	80
33. Formato de evaluación de proyecto.....	82
34. Curvas de aprendizaje.....	83

TABLAS

I. Estilos en producción.....	5
II. Propietarios.....	5
III. Participación en producción.....	9
IV. Costos por estilos.....	9
V. Tipo de calzado por líneas.....	11
VI. Materiales a despachar a maquilas.....	17
VII. Operaciones de maquilas.....	22
VIII. Análisis de Pareto.....	23
IX. Presupuesto mano de obra.....	25
X. Presupuesto materia prima.....	25
XI. Presupuesto total.....	25
XII. Inversión inicial.....	32
XIII. Regla de 3, costo mano de obra.....	33
XIV. Presupuesto propuesto materia prima.....	33
XV. Comparación costos.....	34
XVI. Comparación estaciones de trabajo.....	37

XVII.	Decibeles aproximados según actividad.	38
XVIII.	Costo comparativo	39
XIX.	Cálculo factor de calificación	40
XX.	Cálculo de tolerancia de máquinas	41
XXI.	Tolerancia de máquinas	42
XXII.	Estudio de tiempos	42
XXIII.	Operaciones estilo casual	44
XXIV.	Comparación tiempos	44
XXV.	Balance de líneas	45
XXVI.	Cálculo de pronosticos	47
XXVII.	Gráficos de control	49
XXVIII.	Cálculo gráficos de control	50
XXIX.	Cálculo gráficos de control de calidad	54
XXX.	Comparación cédulas de consumo	60
XXXI.	Listado materiales de maquilas	62
XXXII.	Forma de almacenamiento de materiales	64
XXXIII.	Costos de mitigación	76
XXXIV.	Clasificación de desechos	81

GLOSARIO

Tenería	Lugar donde se realiza la transformación de la piel para calzado.
Talabartería	Taller o tienda donde se fabrican materiales a base de cuero, tales como cinchos, carteras, etc.
Destajo	Pago que se realiza por trabajo producido.
Capellada	Referente al calzado producido no ensuelado.
Máquina poste	Máquina de costura utilizada para producción de calzado.
Outsourcing	Referente a contratación exterior realizada por una empresa para una tarea en especial, ya sea operativa, de consultoría o asesoría.
Suela dieléctrica	Suela que previene la corriente eléctrica.
Preparado	Área donde el cuero es preparado para ser costurado.
Desbaste	Proceso en donde la piel es desgastada para su posterior costura.
Consumo de materiales	Referente a la cantidad de material necesario para producción.
Iluminancia	Cantidad de luz que recibe por segundo una unidad de superficie.
Entresuela	Parte del calzado ubicada entre suela y plantilla.
Avíos	Área de producción de subensambles de calzado.

RESUMEN

Un sistema Just on Time reduce los inventarios al máximo, mediante la implementación de herramientas de ingeniería.

El proyecto propone implementar esta filosofía en todo el sistema de producción, esto implica algunas áreas de producción dentro de la empresa, tales como departamento de planificación y programación, departamento de ingeniería, bodegas de materia prima, bodegas de producto en proceso y bodegas de producto terminado y las maquilas que trabajan en los alrededores.

El trabajo dentro de la empresa consistió en actualizar el sistema de pedidos de materia prima, mediante la modificación en las cédulas de consumo y la creación de un sistema de planificación de producción individual.

El trabajo realizado en maquilas consistió en la estandarización de producción, ya que el estado de estas era desigual. Se inició con un análisis de estaciones de trabajo, para mejorar las condiciones de los operarios y se realizó un balance de líneas, para determinar la cantidad de empleados necesarios para el proceso productivo.

Se creó un sistema de monitoreo mediante gráficos de control y curvas de aprendizaje para mantener conjugadas a las dos partes relacionadas con el proyecto.

OBJETIVOS

GENERAL:

Implementar el sistema Just on Time en las bodegas para una producción más eficiente en las maquilas outsourcing de la empresa Calzado Cobán.

ESPECÍFICOS:

1. Implementar pronósticos de producción para reducir el inventario de materia prima.
2. Obtener estandarización en las operaciones realizadas por maquilas, para reducción de inventario de producto en proceso.
3. Aumentar la capacidad de producción de maquilas.
4. Implementar los gráficos de control para maquilas para un control eficiente de producción.
5. Actualizar las cédulas de consumo para realizar una mejor compra de materia prima.
6. Realizar un estudio ambiental para proponer medidas de mitigación.

JUSTIFICACIÓN

- Implementación de un sistema Just on Time en bodegas de maquilas, para la reducción en el manejo de materia prima y producto en proceso.
- Implementación de un proyecto que modificará y actualizará los métodos de producción actuales, ya que la empresa maneja procedimientos y datos antiguos.
- Posibilidad de creación de proyecto de unificación de maquilas para un trabajo más eficiente.
- Modificación en las estaciones de trabajo de maquilas deterioradas por el transcurso del tiempo, por la falta de personal capacitado para analizarlas y modificarlas.
- Crear nuevos sistemas de control de producción para supervisar el estado de las maquilas.
- Documentar un trabajo de graduación que servirá de apoyo a otros estudiantes de la carrera.

INTRODUCCIÓN

Los inventarios son parte importante de toda empresa industrial, ya que estos son los encargados de administrar los materiales necesarios para la producción. Sin embargo las empresas no ponen énfasis en si son eficientes o no. Se preocupan en mantener materiales disponibles a toda costa para no romper la cadena de suministro.

Mantener inventarios inadecuados disminuye el flujo de efectivo en las empresas, el dinero invertido en exceso de materiales podría utilizarse de otra forma. Reduce el espacio físico de la empresa por la ocupación de material en un área determinada.

Los inventarios manejados por las empresas pueden ser de materia prima, de producto en proceso, producto terminado y de maquinaria, estos últimos representan un activo para la empresa y no pueden ser modificados con tanta facilidad.

La materia prima son todos los materiales necesarios para la transformación de un producto final. El inventario de materia prima representa los materiales adquiridos por la empresa para iniciar el proceso de producción. Cuando la materia prima entra al proceso de producción se convierte producto en proceso.

Un sistema Just on Time trata de reducir los inventarios al mínimo, mediante la filosofía de recibir y entregar todo a tiempo.

La implementación del sistema Just on Time requiere que todo el proceso productivo tenga fluidez para que no existan demoras en la producción.

Las demoras en producción se pueden deber a atrasos en la compra y recepción de materiales, mala planificación e ineficiencia en operaciones.

El proyecto en las maquilas de Calzado Cobán es una propuesta para reducir las demoras en producción mediante la implementación del sistema Just on Time.

La implementación del proyecto iniciará con el uso de pronósticos de producción en el departamento de planificación. Un pronóstico es una aproximación de ventas de un producto determinado. Se logra la reducción de inventario de materia prima debido a que se manejan datos sobre el mercado de ventas actual.

Mediante la actualización de costos y consumos de materiales a realizar en el departamento de ingeniería, la compra de materiales será más eficiente.

Debido a la reducción de inventario de materia prima, se reduce también inventario de producto en proceso. Sin embargo con la implementación de estándares de producción en el proceso productivo, las operaciones son más eficientes y existe reducción de producto en proceso.

Los estándares implican mantener un ritmo de producción estable. Ésto se logra mediante análisis de las estaciones de trabajo, es decir análisis operativo. Como la empresa Calzado Cobán subcontrata a maquilas para complementar el proceso productivo, la estandarización de operaciones se realizará en el exterior de la empresa.

Para mantener la estabilización en producción en maquilas, los gráficos de control, monitorearán las diferentes situaciones modificadas en el proceso productivo.

Con la implementación de pronósticos en planificación para reducir pedidos de materia prima y estandarización de métodos de producción en maquilas para reducir producto en proceso, se procede a la unificación de las modificaciones realizadas por cada área, que implican el uso del sistema Just on Time.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Antecedentes históricos de la empresa

En 1914, en el municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, se funda la Tenería Cobán por Alfonso Herring de origen alemán. Sus primeros productos fueron el cuero de res y el Mocasín Chiclero.

Ya en 1920 se establece la Talabartería para la fabricación de otros productos como valijas y zapato Burro, por el cual más adelante se tendría reconocimiento en la industria de calzado. En los años 40 debido a la Segunda Guerra Mundial se dejó de producir algunos productos.

En los años post-guerra se registró un aumento en la producción de calzado, lo que llevó al empresario Miguel Torrebiarte a la adquisición de la empresa Calzado Cobán en el año 1951, el cual logró colocar nuevos productos en el mercado. En 1955 se abre la primera tienda de calzado bajo el sello Cobán.

En el año 1965 fallece don Miguel Torrebiarte, motivo por el cual sus herederos asumieron el control de la fábrica. De ahí en adelante la empresa ha ido creciendo en el ámbito industrial. Con la adquisición de más maquinaria y contratación de personal, su capacidad de producción ha ido en aumento.

1.2. Antecedentes de la producción vía maquilas

El 30 de agosto de 1998, como propuesta del Gerente de Producción, arrancó el proyecto de maquilas en la empresa Calzado Cobán, debido a la

necesidad de producción, al exceso de demanda y a las limitaciones dentro de la planta.

Las limitaciones más importantes dentro de la planta son debido al espacio físico de la misma, además de que la distribución de trabajo se realiza acorde a estilos específicos en cada línea.

El proyecto al inicio contempló solamente a 3 maquiladores, que eran trabajadores próximos al retiro de la fábrica, de los cuales se esperaba una producción de 90 pares diarios durante los primeros 3 meses.

La empresa al inicio les otorgó las máquinas, sin embargo se requería que cumplieran con ciertas obligaciones tales como, tolerancias en calidad del producto, maquinaria únicamente para producir calzado para la fábrica, que estuvieran inscritos como pequeños contribuyentes y que respetaran el Código de Trabajo.

La empresa creó un sistema de pago por destajo, que al inicio era de Q1.50 por par.

En el año 2000, debido al creciente desarrollo de la fábrica, ya se contaba con 8 maquiladores. Para el año 2001, mediante la Asociación Solidarista de la fábrica, que ejerció como ONG, y por medio del Ministerio de Economía, se introdujo a los maquiladores dentro del Consejo Nacional para el fomento de la microempresa y mediana empresa, para que ejercieran como tal.

Desde la fecha se ha ido incrementando el uso de maquiladores en la fábrica. En la actualidad, la empresa cuenta con 7 maquilas, las cuales a su vez tienen contratados a personal vario, para la producción de calzado.

2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO

2.1. Situación actual general de maquilas

En la actualidad lo que tradicionalmente se llama maquila ha desaparecido, el viejo concepto de que los clientes mandaban materiales y el maquilador solo ensamblaba ya no existe. Casi un centenar de empresas en la región que se quedaron con este modelo han desaparecido. El negocio evolucionó no sólo a lo que se llama paquete completo, sino a servicio completo, proveer a los clientes, desde el diseño y la logística, hasta un asesoramiento más profesional. Sin embargo existen en Guatemala maquilas que manejan el sistema antiguo de sólo producir, es el caso de las maquilas de la empresa Calzado Cobán.

En términos de mercado, desde enero de 2005 cuando fue eliminado el sistema de cuotas, EE.UU. le abrió la puerta a Asia, aunque ahora ha puesto de nuevo ciertos controles a China. Eso provocó que hubiera una inundación de productos de Asia en el mercado estadounidense.

Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua tienen predominantemente maquila textil, sólo en Costa Rica se desarrolla más la maquila electrónica.

China es el más fuerte competidor, además de India, Bangladesh, Turquía y Pakistán. En América Latina, si hablamos de maquila textil, los fuertes son los países de Centroamérica y República Dominicana, México aún es importante pero viene decayendo aceleradamente en su participación, se ha movido más hacia la maquila automotriz y de electrónicos.

Los países de la región están muy enfocados en el mercado norteamericano. El 95 por ciento de la maquila textil de Centroamérica se

dirige a ese mercado. Estados Unidos compraba más del 60 por ciento de los textiles en este hemisferio y el 40 por ciento lo adquiría en el resto del mundo.

En 1999, China participaba con un 14% del vestuario en EE.UU. y ahora está arriba del 25%. Centroamérica se ha mantenido con 20%

En Guatemala la mayoría de maquilas están dedicadas a la producción textil, abarcan un 85% de la producción.

Las maquilas en la empresa Calzado Cobán son casos únicos, de ahí la importancia del proyecto.

2.2. Situación actual de maquilas con la empresa

En la actualidad las maquilas que trabajan para la empresa Calzado Cobán tienen la función única de producir el calzado (capellada) en los estilos de 4 pulgadas de altura en el talón.

Los estilos con sus códigos correspondientes son presentados en la tabla I.

Tabla I. Estilos en producción.

CODIGO	ESTILOS
421033	RHINO JR. ESCOLAR
421032	KIND.NIÑA C/VELC
421031	KIND.NIÑA C/HEB.
411506	46ST
422034	43M
421035	CASUAL
411004	EMAG 4"

Fuente: Programa de control de producción de Calzado Cobán

Las maquilas costuran el zapato, la empresa les proporciona las materias primas, tales como piel cortada, adhesivos, hilos, sintéticos cortados. Para tener un orden más adecuado en producción, los materiales se despachan de acuerdo a lotes de 12 pares cada uno. Calzado Cobán cuenta con 7 maquilas ubicadas en los alrededores del municipio:

Tabla II. Propietarios.

PROPIETARIOS
Augusto Calel
Santiago Cal
Santiago Moran
Faustino Valdez
Felipe Lem
María Gualim
Filiberto Quej

Fuente: Maquilas

Datos específicos de maquilas:

Augusto Calel (1):

- 4 operarios, 3 cosedores y 1 manual.
- 5 máquinas (3 máquinas de costura poste, 1 máquina de costura plana, 1 máquina de zigzag).
- Producción de entre 12 y 15 lotes.

Santiago Cal (2):

- 4 operarios, 3 cosedores y 1 manual.
- 4 máquinas (3 máquinas de costura poste, 1 máquina de costura plana).
- Producción de entre 10 y 12 lotes.

Santiago Moran (3):

- 3 operarios, 2 cosedores y 1 manual.
- 3 máquinas (3 máquinas de costura poste).
- Trabajo que se realiza en máquina plana es realizado por máquina poste.
- Producción de entre 10 y 12 lotes.

Faustino Valdez (4):

- 4 operarios, 2 cosedores y 2 manuales.
- 2 máquinas (1 máquina de costura poste, 1 máquina de costura plana).
- Producción de entre 6 y 8 lotes.

Felipe Lem (5):

- 4 operarios, 3 cosedores y 1 manual.
- 3 máquinas (2 máquinas de costura poste, 1 máquina de zigzag).
- Trabajo que se realiza en máquina plana es realizado por máquina poste.
- Producción de entre 10 y 12 lotes.

María Gualim (6):

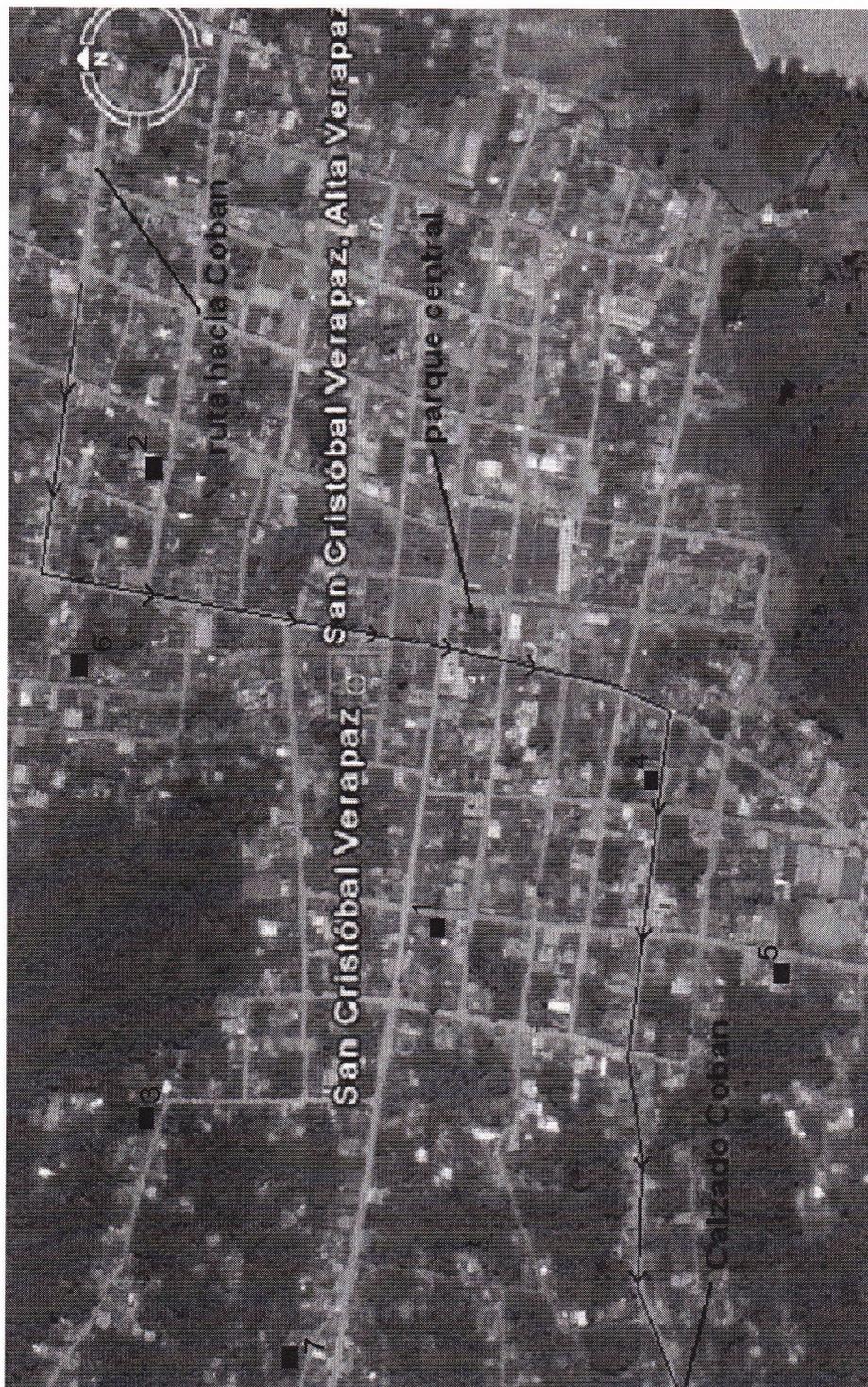
- 3 operarios, 2 cosedores y 1 manual.
- 3 máquinas (2 máquinas de costura poste, 1 máquina de costura plana).
- Producción de entre 10 y 12 lotes.

Filiberto Quej (7):

- 3 operarios, 2 cosedores y 1 manual.
- 3 máquinas (2 máquina de costura poste, 1 máquina de costura plana).
- Producción de entre 10 y 12 lotes.

La ubicación de las maquilas se muestra en la figura 1.

Figura 1. Ubicación maquilas.



Fuente: Google Earth

Las maquilas outsourcing tienen la capacidad de producir 840 pares de zapato diarios, los cuales representan el 28% de producción en área de costura, que están distribuidos según tabla III.

Tabla III. Participación en producción.

ESTILOS	% PARTICIPACIÓN EN PRODUCCIÓN
RHINO JR. ESCOLAR	4.20%
KIND.NIÑA	0.40%
46ST	5.20%
43M	6.90%
CASUAL	71.90%
EMAG 4"	7.90%

Fuente: Control de Producción

El sistema de pago a maquilas en la actualidad se realiza por destajo, con los siguientes costos por estilos:

Tabla IV. Costos por estilos.

CODIGO	ESTILOS	COSTO/PAR
421033	RHINO JR. ESCOLAR	Q 2.75
421032	KIND.NIÑA C/VELC	Q 2.65
421031	KIND.NIÑA C/HEB.	Q 2.65
411506	46ST	Q 3.08
422034	43M	Q 2.65
421035	CASUAL	Q 3.08
411004	EMAG 4"	Q 3.50

Fuente: Administración

2.3. Situación actual de empresa

Actualmente, la Industria de Calzado Cobán cuenta con más de 400 empleados en su planta de fabricación de calzado y una Tenería para el procesamiento de cueros. Cuenta con una capacidad instalada de más de 900,000 pares al año.

Después de 90 años, Calzado Cobán es aún una empresa joven y fuerte. Nuevas oportunidades se presentan, tales como el mercado europeo, al cual se le está produciendo en calidad de maquila.

La empresa Calzado Cobán en zapatería tiene la capacidad de producción de 3000 pares diarios, de los cuales un 40% es zapato de exportación que va directo a EEUU y Canadá, y el resto 60% es producto nacional repartido en varias sucursales alrededor del país.

La base de la empresa es la marca registrada RHINO, la cual le ha traído muy buenos dividendos en el marco comercial, ya que es una marca reconocida en el ámbito nacional e internacional.

Entre los productos están los zapatos industriales con punta de acero, suela dieléctrica, además de bota vaquera y el tradicional zapato casual para los estudiantes de colegio.

La empresa tiene subcontratadas a varias maquilas por no contar con la capacidad de producción en la planta, ya que la distribución de líneas dentro de la planta corresponde a estilos específicos de producción. Además de que es más barato producir en maquilas que dentro de la planta.

La tabla V muestra la distribución de productos por línea.

Tabla V. Tipo de calzado por líneas.

LÍNEA	TIPO CALZADO
LÍNEA 1	Bota 9"
LÍNEA 2	zapato 6" nacional
LÍNEA 3	zapato 6" exportación
LÍNEA 4	zapato exportación España

Fuente: Área de Producción

Las áreas relacionadas con la producción para maquilas outsourcing son:

- Bodega de materia prima.
- Bodega de pieles.
- Bodega de producto en proceso (bodega de corte).
- Depto. de planificación.
- Depto. de ingeniería.
- Depto. de programación.
- Área de corte.
- Área de preparado.

En el ciclo de producción de maquilas están interrelacionadas las áreas de producción anteriormente mencionadas, el cual consiste en:

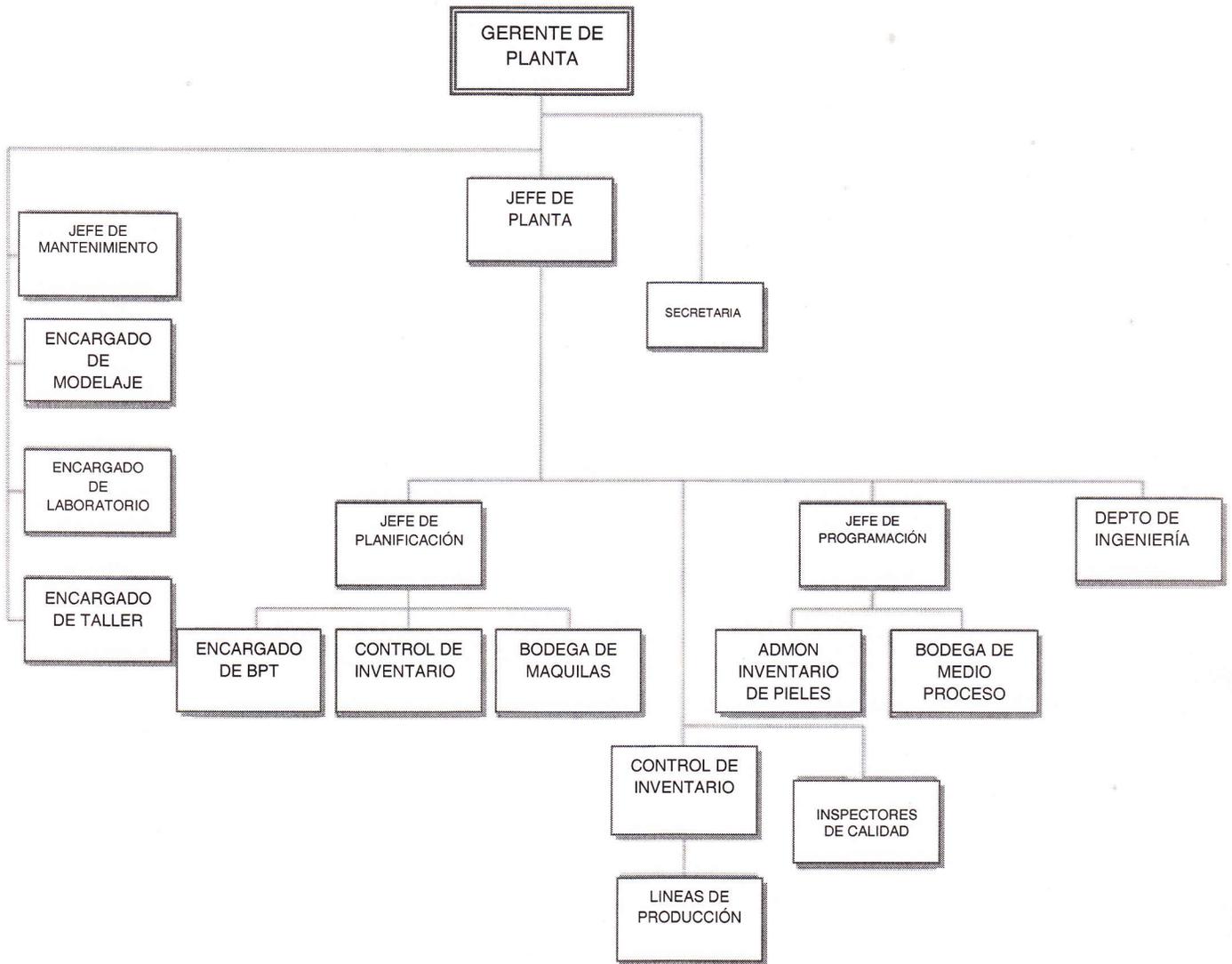
- Planificación recibe datos de ventas.
- Planificación realiza programación semanal según capacidad de producción.
- Bodegas de materia prima recibe programación semanal y realiza control de inventarios que es mandado a Compras.
- Bodegas de pieles reciben requerimiento según programación semanal.
- Compras maneja inventarios y realiza la compra.

Esta parte del ciclo se realiza con 8 semanas de anticipación para tener materiales con anticipación. Después de transcurridas las 8 semanas, se entra al proceso de manufactura, el cual consta de:

- Despacho de pieles de Tenería.
- Recibimiento de materia prima.
- Despacho de pieles a área de corte.
- Corte de pieles.
- Preparado.
- Despacho a maquilas de piel cortada y materia prima.
- Costura en maquilas.
- Recibimiento de costura completada a bodega de corte.
- Despacho de costura completada a área de montado.
- Despacho de materia prima a área de montado.
- Montado.
- Recibimiento de bodega de producto terminado.

La estructura de la empresa en el área de producción se presenta en la figura 2.

Figura 2. Organigrama.



Fuente: Recursos Humanos

2.3.1. Situación actual de departamentos de planificación y programación

Los departamentos de planificación y programación de producción son los encargados de desarrollar planes de producción de acuerdo a pedidos y a capacidad de producción.

En la actualidad el departamento de planificación realiza una planificación general para el área de costura, que consiste en el análisis de factores, tales como capacidad de producción, demanda y tiempo de entrega.

En lo que respecta a pieles, el departamento de planificación realiza las solicitudes directamente a la Planta de Tenerife ubicada a la par de la planta de producción de zapatería, utilizando la planificación general realizada anteriormente.

El problema del departamento de planificación es que existe un departamento de ventas que realiza sus pedidos independientemente. Por este motivo no se relaciona adecuadamente lo que se requiere con lo que realmente se puede producir o al contrario se produce de más y esto genera inventarios innecesarios.

El departamento de programación es el encargado de manejar los procedimientos de producción, distribución de programas diarios para cada línea y requerimientos de materiales.

En relación con maquilas, los procedimientos realizados por los departamentos de planificación y programación son:

- Programa diario para área de corte.
- Programa diario para área de preparado.
- Programa diario para maquilas.
- Requerimientos de materia prima para bodega de pieles.
- Requerimientos de materia prima para bodegas de materia prima.

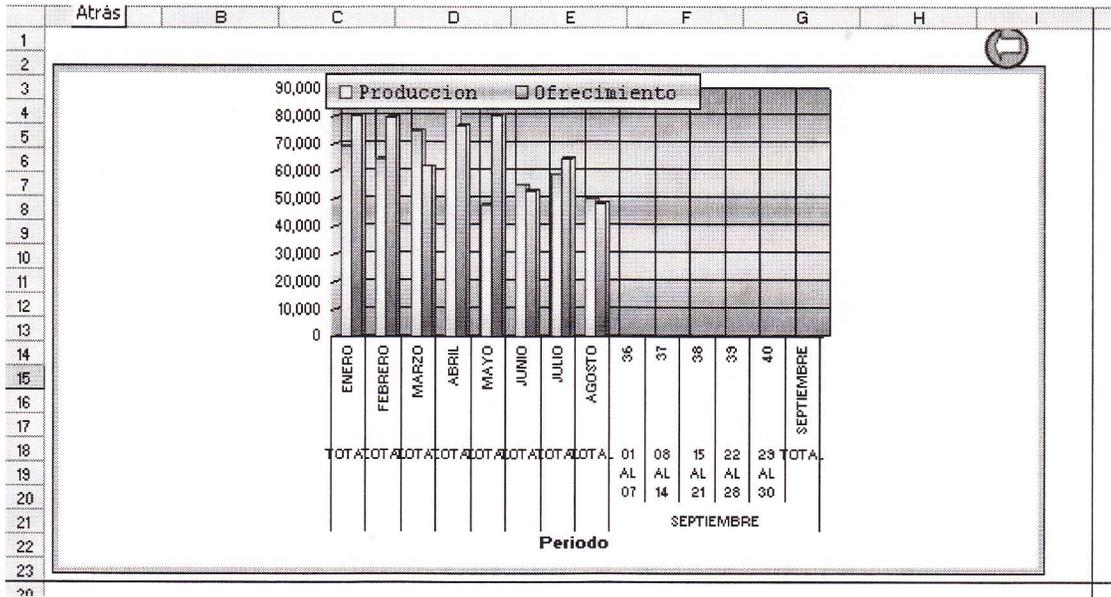
Para el control de producción actualmente se toman datos que manejan los supervisores de cada línea y se digitalizan conjuntamente en un archivo, el cual muestra tablas y porcentajes totales de producción. El programa genera reportes para cada línea de producción en respunte y montado, en el cual se pueden observar los datos actuales de la planta, tales como eficiencias, ordenes pendientes, inventarios, los cuales se logran mediante tablas dinámicas. Ver figuras 3 y 4.

Figura 3. Programa de control de producción.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I																				
1									KEP																				
2		REGISTRO Y CONTROL DE PRODUCCION PLANTA ZAPATERIA																											
3		DEPTO DE PESPUITE				REPORTES DE PRODUCCION																							
4		<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ROOPER 1 <input type="checkbox"/> WELT <input type="checkbox"/> MCKEY <input type="checkbox"/> MAQUILA <input type="checkbox"/> ROOPER 2 <input type="checkbox"/> MCKEY 2 <input type="checkbox"/> COMBAT 				<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ORDENES PENDIENTES DE CORTE <input type="checkbox"/> REGISTRO DE PRODUCCION LINEAS <input type="checkbox"/> PRODUCTO EN PROCESO DIARIO <input type="checkbox"/> PRODUCTO EN PROCESO SEMANA <input type="checkbox"/> CUADRO DE EFICIENCIAS 2,008 <input type="checkbox"/> RESUMEN DE PRODUCCION 2.008 <input type="checkbox"/> CONTROL DE EFICIENCIAS SEMANA 																							
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14		DEPTO DE MONTADO				GENERAR REPORTES																							
15		<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> WELT <input type="checkbox"/> MCKEY <input type="checkbox"/> AYB <input type="checkbox"/> INVECTADO <input type="checkbox"/> -6697 				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PEND CORTE</td> <td>PROD CORTE</td> <td>DESI</td> <td>OPEN</td> </tr> <tr> <td>INV PREP</td> <td>PROD PREP</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INV PESP</td> <td>PROD PESP</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INV MONTADO</td> <td>PROD MONTADO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INV BODG CORTE</td> <td>PROD/PROG</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				PEND CORTE	PROD CORTE	DESI	OPEN	INV PREP	PROD PREP			INV PESP	PROD PESP			INV MONTADO	PROD MONTADO			INV BODG CORTE	PROD/PROG		
PEND CORTE	PROD CORTE	DESI	OPEN																										
INV PREP	PROD PREP																												
INV PESP	PROD PESP																												
INV MONTADO	PROD MONTADO																												
INV BODG CORTE	PROD/PROG																												
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													

Fuente: Control de Producción

Figura 4. Gráficos de programa de control de producción.



Fuente: Control de producción

2.3.2. Situación actual de bodegas

En la actualidad existen 2 bodegas para despacho de materiales, la bodega de pieles que es la encargada de despachar los materiales a corte tales como piel y carnaza. Y la bodega de materia prima donde se despachan todos los demás materiales necesarios para completar el zapato.

Figura 5. Bodegas de materia prima.



Fuente: Bodegas de materia prima

Las bodegas proporcionan al encargado de cada maquila los materiales necesarios para una orden distribuida según capacidad de producción, de un programa elaborado por el departamento de planificación.

El encargado de maquila tiene que dirigirse a la fábrica para recoger los materiales y corroborar si el despacho es correcto.

Los materiales con más incidencia a despachar se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. Materiales a despachar a maquilas.

PIEL T-01
HILO NEGRO NB-69 (1/2 lb) C-200
HILO BLANCO NB-46 1/2 LIBRA
HILO NEGRO NB-138 C-200
ETIQUETA BORDADA RHINO
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 6 ½
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 8
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 10
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 10 ½
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 11
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 12
ADHESIVO 3080
PREMIUM CC-4433
TULUOL
PEGAMENTO LATEX
PREMIUM CC-4433

Fuente: Bodega de materia prima

Para ello existe un encargado del despacho de la piel cortada y materias primas a la vez.

La compra de materiales para abastecer las bodegas de materia prima, se realiza en base a la planificación y programación de producción y no existe mucha relación con bodegas, ya que compras maneja sus propios inventarios con un programa realizado por la empresa.

2.3.3. Situación actual del departamento de ingeniería

Encargado del manejo de consumos de materiales, cambios que surjan en estilos, flujos de operaciones y distribución de maquinaria.

El departamento de ingeniería maneja tablas, una por cada estilo de producción, en donde coloca datos de consumo de materiales necesarios para producir un par de zapatos, clasificados de acuerdo a las distintas áreas de producción. A estos archivos se les llama cédulas de consumo, que los maneja conjuntamente con las Hojas de Especificaciones.

Figura 6. Cédulas de consumo.

Luzesdel Norte S.A. - San Cristobal, A.V. INGENIERIA INDUSTRIAL		Fecha 04/06 /2006		1
CEDULA DE COSTOS				
Exilio:04-257 EST. CASUAL T-15 SUELA 1006 (Antiderrapante)				
Código	Material	Unidad	Consumo	Costo Total
01 CORTE Y PREPARADO				
4030208	PIEL T-15 1.8 mm		PIES	-----
4110214	PEGAMENTO LATEX		GALONES	-----
4110228	PEGAMENTO NEOPRENO 3006		GALONES	-----
Total Departamento CORTE Y PREPARADO ---->				
02 AVIOS				
SUELA NEGRA 1006 ANTIDERRAPANTE			PAR	-----
1411023010	005 Plancha Superlite Entresuela Negro 8 fs.		PLANCHA	-----
2741021352	99 Adhesivo 5299 (18 Lts= 4.8 gal)		GALONES	-----
4040108	HILO NEGRO B-369		LIBRA	-----
4040213	HILO NEGRO B-277 C-200		LIBRA	-----
4060205	CAMPRE NEGRO CALATEX		YARDAS	-----
4060940	FORRO IMIT CERDO NEGRO 0.7MM		METROS	-----
4061245	TERMOPLASTICO STANFLEX FR 600 BR.		PLIEGOS	-----
4061246	TERMOPLASTICO STANFLEX 300		PLIEGOS	-----
4061347	CARTON NANTEX DE 3 FS		PLIEGOS	-----
4063201	LATEX PIBULLON 5/TELA 10/20		YARDAS	-----
4070318	LONA L-51 NATURAL 60'		YARDAS	-----
4080113	PVC NEGRO G-65 IN/165-900		KILOS	-----
4110301	ACTIVADOR 114		GALONES	-----
4110305	SOLVENTE AT-9010		GALONES	-----
4110306	COLOR EN POLVO		KILOS	-----
4130406	ETIQUETA TRANSFER LOGO-RHINO		MILLARES	-----
Total Departamento AVIOS ---->				
03 PESPUNTE				
4040116	HILO NEGRO NB-69 (1/2 lb) C-200		LIBRAS	-----
4040117	HILO BLANCO NB-69 1/2 LIBRA C-100		LIBRAS	-----
4040226	HILO BLANCO NB-45 1/2 LIBRA		LIBRAS	-----
4050231	OBJETO GRABIRHINO REDONDO PAVONADO X		MILLAR	-----
4050611	FASTENERES PLASTICOS 43 mm		MILLARES	-----
4110216	PEGAMENTO NEOPRENO 3006		GALONES	-----
4110228	PEGAMENTO NEOPRENO 3006		GALONES	-----
4130576	ETIQUETA RHINO FRANCESA # 8		MILLARES	-----
Total Departamento PESPUNTE ---->				
04 MONTADO				
2741021352	99 Adhesivo 5299 (18 Lts= 4.8 gal)		GALONES	-----
4040213	HILO NEGRO B-277 C-200		LIBRA	-----
4050914	GRAPA 3/8 T1/10		MILLARES	-----

Fuente: Área de ingeniería

En la actualidad el departamento de ingeniería ha realizado cambios en las cédulas de consumo de distintos materiales, sin embargo no ha actualizado costos ni ha hecho modificaciones en los flujos de operaciones.

2.4. Estudio de campo

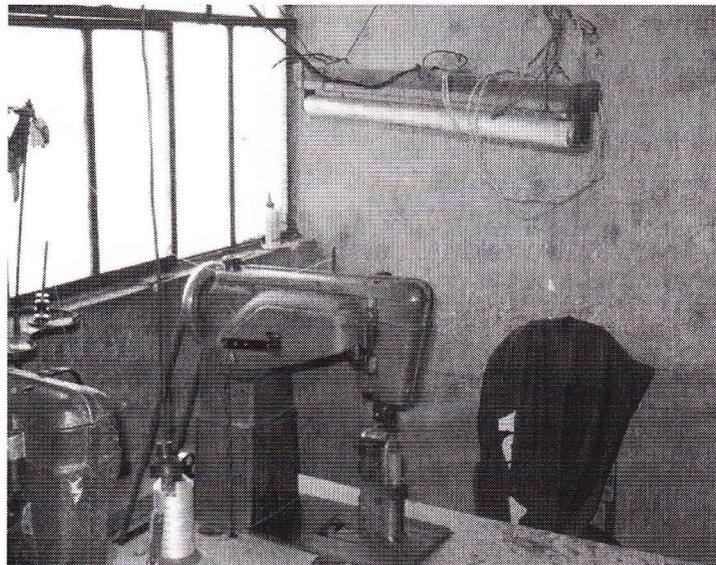
El estudio de campo se realizó en 2 partes:

- Estudio de campo en maquilas
- Estudio de campo en departamentos de producción

2.4.1. Estudio de campo en maquilas

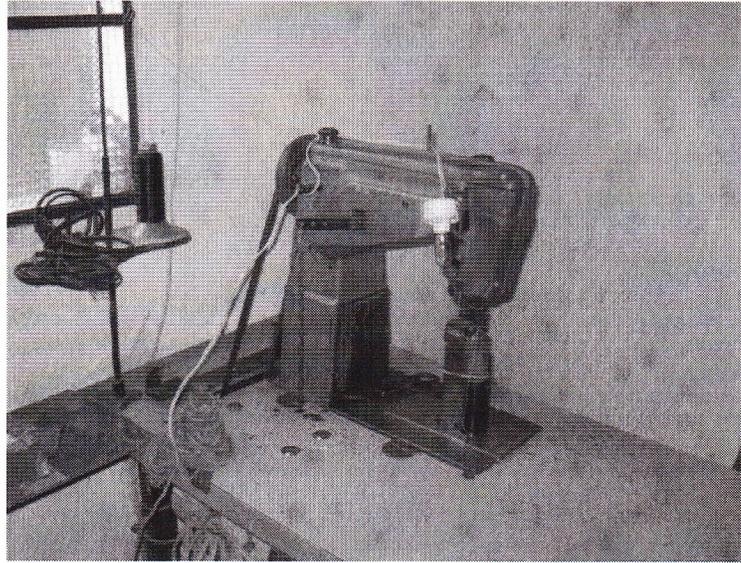
En el estudio de campo en maquilas se encontró como principal problema el deterioro en las estaciones de trabajo y todo lo que implica métodos de producción. Ver figuras 7,8 y 9.

Figura 7. Estudio de campo 1.



Fuente: Maquilas

Figura 8. Estudio de campo 2.



Fuente: Maquilas

Figura 9. Estudio de campo 3.



Fuente: Maquilas

En las estaciones de trabajo existe poca iluminación, mala distribución de maquinaria y maquinaria obsoleta.

La falta de organización entre los maquiladores hace que haya ineficiencia en el traslado de los materiales, ya que no todos los maquiladores cuentan con la maquinaria necesaria. Esto hace que los materiales tengan que ser transportados entre maquilas.

Operaciones realizadas por maquilas:

Tabla VII. Operaciones de maquilas.

Unir talones
Pespunte tira
Pespunte forro a talones
Pespunte forro a collar
Pegado bullón a talones
Pegado bullón a collar
Pegado collar a talón
Cerrado collar a talón
Pespunte collar a talón 2
Pegado martinete
Pegado guarnición
Pespunte martinete
Pegado etiqueta a forro
Pespunte etiqueta a forro
Unir forro a lengüeta
Pespunte lengüeta a pala
Cerrado 1
Cerrado 2(casual)
3ra costura
Pegado forro

Fuente: Propia

2.4.2. Estudio de campo en el departamentos de producción

En lo que respecta a los departamentos de producción relacionados con las maquilas, la desactualización sobresale como principal

problema, ya que se está trabajando con datos históricos y empíricos para planificar y controlar producción. Además de que en el departamento de ingeniería no se han realizado labores varias como la creación de flujos de operaciones, toma de tiempos y costos de cédulas de estilos.

2.5. Análisis de Pareto entre maquilas – fábrica

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías menos importantes.

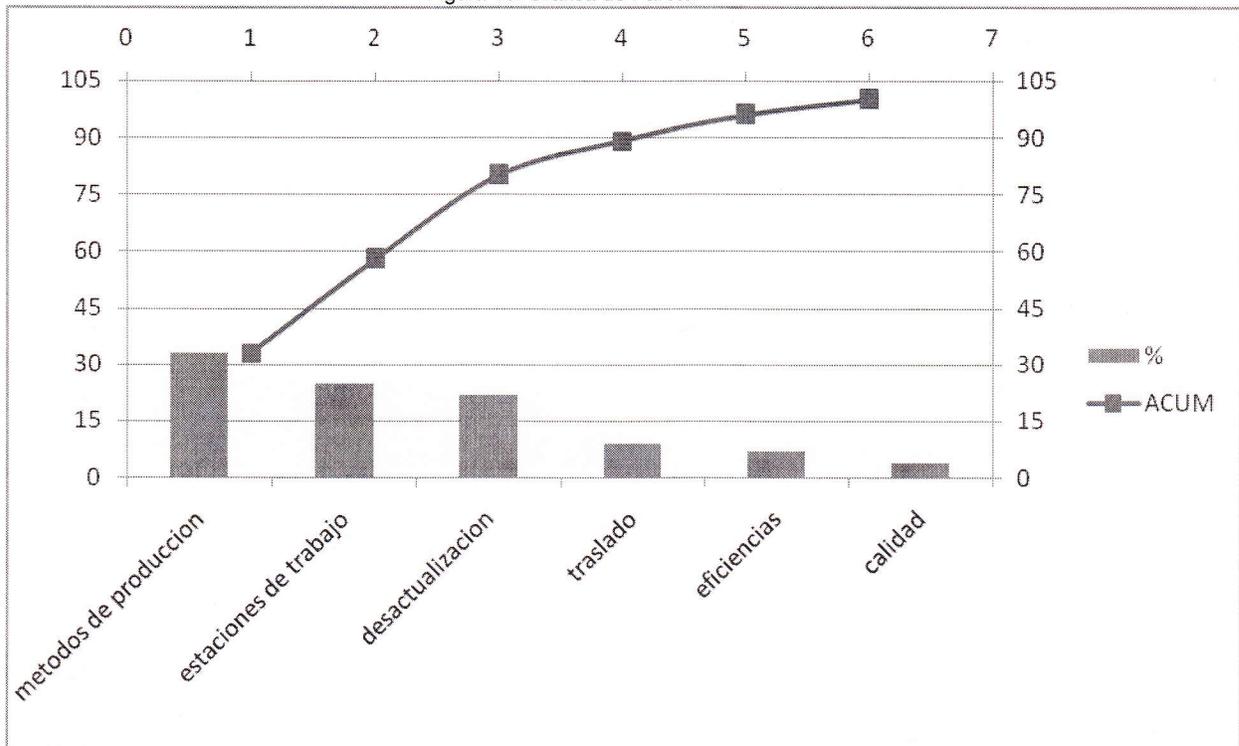
Según el estudio de campo el principal problema en la empresa radica en los métodos de producción ya que no se han realizado actualizaciones en la forma en la que se realizan los procedimientos de producción. La evaluación consistió en revisar y asignar acorde a la importancia de cada problema un porcentaje de atención, esto para priorizar problemas y ser eficientes.

Tabla VIII. Análisis de Pareto.

PROBLEMA	%	ACUM
métodos de producción	33	33
estaciones de trabajo	25	58
Desactualización	22	80
Traslado	9	89
Eficiencias	7	96
Calidad	4	100

Fuente: Propia

Figura 10. Gráfica de Pareto.



Fuente: Propia

Los métodos de producción son todos los procedimientos que se llevan a cabo para producir calzado, desde el proceso de producción hasta los procesos de manufactura mencionados anteriormente.

2.6. Evaluación financiera sin proyecto

2.6.1. Presupuesto de mano de obra

Se manejan presupuestos semanales de acuerdo a pedidos. Las fluctuaciones en el presupuesto se deben a las variaciones en los estilos pedidos. Ver tabla IX.

Tabla IX. Presupuesto mano de obra.

	ZAPATERIA		MES JULIO			
FECHA	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31	TOTAL
TOTAL POR SEMANA	Q 301,980	Q 353,320	Q 1,370,324	Q 285,694	Q 423,816	Q 2,735,134

Fuente: Archivo proporcionado por administración

2.6.2. Presupuesto materia prima

El estilo con más incidencia en producción de maquilas es el estilo CASUAL, el presupuesto semanal, se basa en el costo reflejado en la cédula de consumo de dicho estilo más el costo de inventario.

Tabla X. Presupuesto materia prima.

Presupuesto semanal compras

Costo Estilo casual	Q69.53/par
Producción diaria	840 pares
Presupuesto semanal	Q292,026.00

Fuente: Área de compras

2.6.3. Presupuesto total

Tabla XI. Presupuesto total.

Presupuesto total mensual

Presupuesto MOD	Q2,735,134.00
Presupuesto MP	Q6,424,572.00 + 25% INV
Presupuesto total	Q10,765,849.00

Fuente: Área de compras y administración

3. PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR

3.1. Propuesta general del proyecto

Ya que un sistema Just on Time en bodegas implica que lo pedido sea realmente lo que se produzca, sin inventarios ni desperdicios, habrá que realizar una reestructuración en el sistema de producción actual.

El proyecto consistirá en realizar en cada una de las áreas mencionadas, un análisis exclusivo para los estilos que se trabajen en maquilas.

En la actualidad se realiza una planificación general para todos los pedidos de la empresa, sin embargo con la creación de un sistema de planificación por pronósticos para maquilas, basado en la demanda de productos y no en llenar espacios de producción se trabajará más eficientemente.

Ya establecido el sistema de planificación, se procederá a la realización del plan de trabajo para las otras áreas de producción, y la forma de interacción de cada una de ellas.

Para que la producción sea eficiente y productiva, en el área de ingeniería se restablecerán las cédulas de consumo de materia prima y una reevaluación de metas de producción para cada una de las 7 maquilas que le trabajan a la empresa y los estilos relacionados.

Las bodegas de materia prima trabajarán conjuntamente con el área de compras para no exceder en los pedidos y en la recepción y despacho de productos, no existan atrasos que representen costo extra para las órdenes de producción. La implementación de este sistema requiere una evaluación

de cada uno de los aspectos actuales mediante diagrama de Pareto (Ver figura 10), para posibles mejoras y cambios en el sistema trabajado.

Con el restablecimiento de las metas, se llevará un mejor control de la producción. Se documentará mediante gráficos de control por variables y graficas de calidad.

En las maquilas se realizará un estudio de tiempos, que conllevará análisis operativo, documentación mediante diagramas de operaciones, porcentaje de eficiencia de operarios, estudios ergonómicos, tolerancias de máquinas y métodos de muestreo de productos. Se manejará un sistema de entrega de producto de maquila de acuerdo a metas establecidas por el estudio de tiempos.

El trabajo a realizar en maquilas es extenso, ya que no existe ninguna documentación previa, y cada maquila trabaja sus métodos por aparte. El proyecto unificará los sistemas de trabajo de cada una de las maquilas, mediante mejoras paralelas a cada una de ellas, es decir trabajar en igualdad de condiciones.

En el área de montado existirá una planificación exclusiva para todas las órdenes trabajadas en maquila, con similar metodología que la utilizada para la planificación de corte y preparado.

Se realizará un plan de evaluación de acuerdo a costos y presupuesto, para observar el comportamiento futuro del proyecto, y se apruebe un seguimiento y una mejora continua del mismo.

3.1.1. Producción en maquilas

Para la producción en maquilas se realizará un estudio de tiempos para las operaciones designadas.

Se realizará una evaluación de estaciones de trabajo, mediante una comparación de las operaciones realizadas por maquilas con las mismas operaciones dentro de la empresa.

Se realizará cronometración continua para determinar los tiempos estándar.

Para la obtención de los tiempos estándar es necesario realizar los cálculos de tolerancias y concesiones de maquinaria, las cuales se realizarán por muestreo, es decir, realizando visitas a las maquinas necesarias dentro de la planta y observar si se está utilizando en el momento de la visita.

Para el cálculo del factor de calificación del operario, se obtendrán datos por medio de la observación de los distintos factores que afectan el desenvolvimiento del operario y se ponderará de acuerdo a las tablas de Westinghouse.

El establecimiento de estándares en maquilas servirá además para mejorar los métodos de producción y establecer metas de producción para una mejor planificación.

3.1.2. Desglose de modelo a implantar en fábrica

3.1.2.1. Planificación y control individual de producción

La planificación para operaciones de respunte se hace de forma general, se realizará un análisis por aparte para la capacidad de producción de maquilas, mediante la modificación recomendada por el estudio de tiempos. Además de implementar los pronósticos para una mejor eficiencia en producción.

Los datos de estudio de tiempos servirán para realizar modificaciones en el control de producción, ya que las metas de producción para maquilas sufrirán cambios debido a la implementación de los estándares. Además de la implementación de Gráficos de Control para observar el comportamiento individual de cada maquila.

En el momento de la implementación de los pronósticos en el área de planificación, será incluida también el área de programación, ya que estas dos áreas están relacionadas.

3.1.2.2. Sistema Just on Time en bodegas

Los bajos inventarios ayudan principalmente a mantener flujo de efectivo dentro de la organización y a liberar espacio de almacenamiento. Reducir el inventario a cero ahorra muchísimo más espacio. El inventario de productos en proceso representa aumento de costos de operaciones de producción.

El objetivo es reducir el inventario de materia prima y producto en proceso al mínimo. Como un sistema Just on Time en bodegas tiene relación con los demás departamentos, las

bodegas trabajarán automáticamente cuando se implemente el proyecto en dichos departamentos.

3.1.2.2.1. Compra de materiales

Las bodegas de materia prima conjuntamente con el departamento de planificación realizarán informes semanales de los materiales que hayan en existencia y harán su requerimiento directamente a compras, para que no exista inventario alguno. Se implementará un control de inventarios por mínimos, es decir la compra de materiales se realizará con cantidades mínimas posibles para producción.

3.1.2.2.2. Despacho de materiales

Como las bodegas y el departamento de programación de producción trabajan conjuntamente, la implementación del sistema Just on Time aplicará para las dos partes.

Para que no existan sobrantes ni faltantes, se aplicarán los consumos actualizados en el departamento de ingeniería en los requerimientos realizados a bodegas.

3.1.2.3. Actualizaciones en departamento de ingeniería

Se realizará una actualización de las cédulas de costos de estilos trabajados por maquilas.

Para la actualización será necesario obtener datos nuevos de compras y la creación de archivos, por medio de los cuales se obtendrán los valores de las cédulas de consumo lo más actualizadas posible.

Con base al estudio de tiempos realizado en las maquilas, se reestructuran los flujos de operaciones y por ende las metas de producción, que servirán para una mejor planificación y programación de producción. Estos datos se pasarán a gerencia para ser aprobados.

3.2. Comparación financiera y económica de la situación actual con propuesta

El costo del proyecto está relacionado con las modificaciones que se implementen por la empresa, se tratará de llegar a un acuerdo entre las partes interesadas para que la empresa realice un préstamo a maquilas para las modificaciones de las estaciones de trabajo, a condición de que exista un incremento de la producción por parte de las maquilas.

Los costos de mano de obra y de materia prima están referidos a las modificaciones que se realicen en los datos manejados por producción, es decir los cambios realizados en las metas, costos.

Para el proyecto se espera una reducción en costo de materia prima por el manejo de inventarios al 8%, y en mano de obra existirán posibles mejoras,

las maquilas tendrán mayor capacidad de producción y por lo tanto un incremento en costo de mano de obra, pero que a largo plazo representará beneficios para la empresa, ya que aumentará la producción en ese ramo y podría asignárseles otros estilos para producir a un costo menor.

No existirá costo relacionado con mano de obra para realización de proyecto, ya que el encargado del proyecto será la gerencia de planta.

3.2.1. Costo de proyecto

3.2.1.1. Inversión inicial

El costo de modificación en estaciones de trabajo es parte de la inversión inicial, ya que se realizará el préstamo para implementar mejoras en las estaciones de trabajo.

Tabla XII. Inversión inicial.

COSTO DE MODIFICACIÓN	
modificación estaciones de trabajo	Q 48,550.00

Fuente: Servicio Eléctrico

3.2.1.2. Costo mano de obra

Con la implementación de estándares y con las modificaciones en las estaciones de trabajo, se espera un incremento de 100 pares en la capacidad de producción, con esta modificación se elevará el presupuesto semanal de mano de obra.

Ya que a las maquilas se les paga por destajo, al incrementarse su productividad en cantidad de pares automáticamente el presupuesto de la empresa se elevara proporcionalmente de acuerdo a la regla de tres presentada en la tabla XIII.

Tabla XIII. Regla de 3 Costo mano de obra.

Q	2,735,134	840 par/diario
	X	940 par/diario

$$X = Q 3,060,745.19$$

Fuente: Propia

3.2.1.3. Costo materia prima

Se espera reducir el costo de la cédula del estilo casual mediante actualización de costos y reducción de inventario al 8% mencionado con anterioridad.

Tabla XIV. Presupuesto Propuesto materia prima.

costo Estilo casual	Q68/par + 8% INV
producción diaria	940 pares
presupuesto mensual	Q 6,824,400.00

Fuente: Propia

3.2.1.4. Costo total de proyecto

Las ganancias para la empresa están representadas por medio de la comparación entre los costos totales actuales y los costos si se realiza el proyecto. Ver tabla XV.

Tabla XV. Comparación costos.

	COSTO SIN PROY		COSTO CON PROY
INVERSION INICIAL	-----		Q 48,550.00
MOD	Q 2,735,134.00		Q 3,060,745.19
MP	Q 7,998,592.14		Q 7,593,696.00
TOT	Q 10,733,726.14		Q 10,702,991.19
		Q 30,734.95	

Fuente: Propia

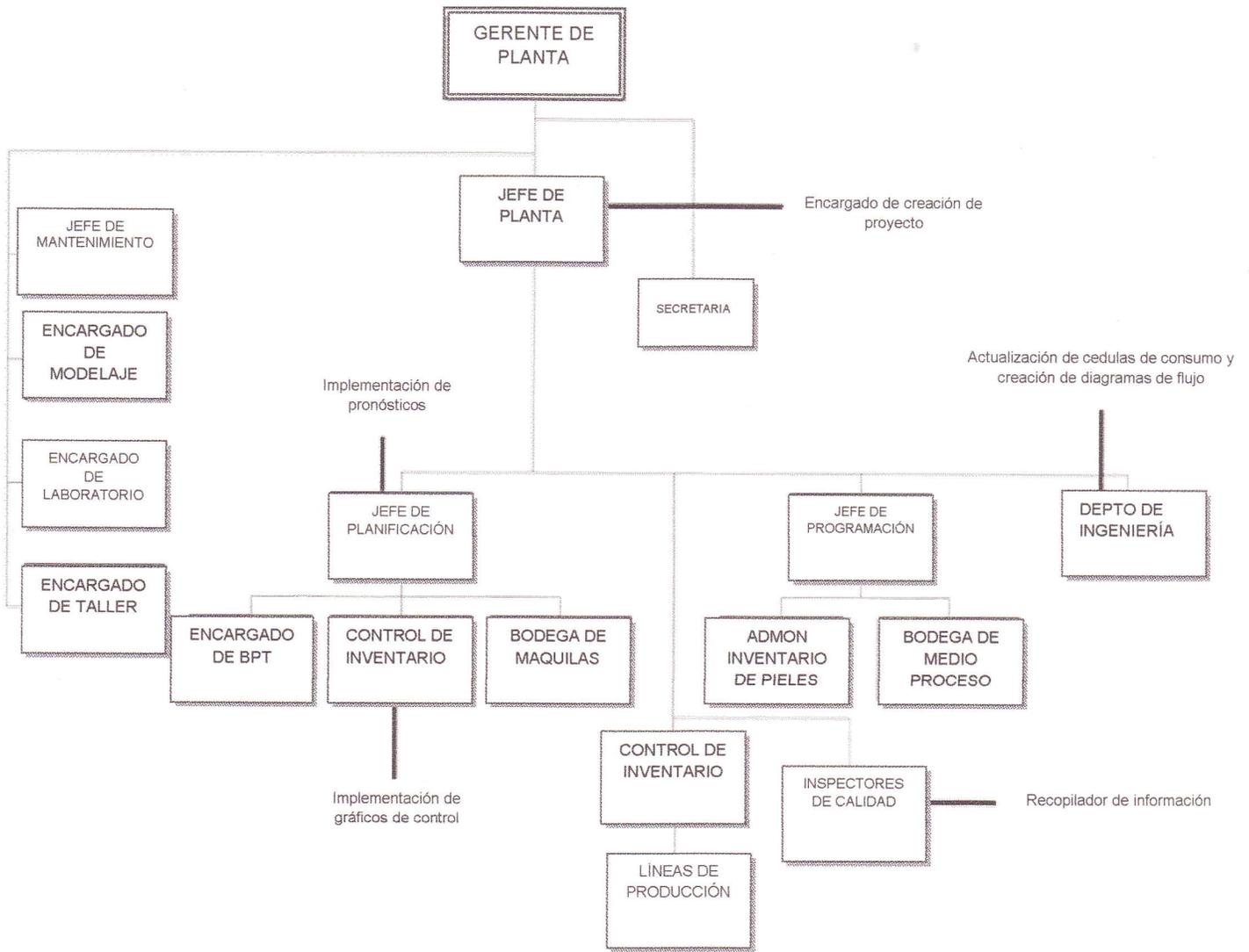
La inversión inicial repercutirá solamente en el primer mes. La diferencia en los costos en los meses subirá, debido al incremento gradual de producción.

4. IMPLANTACIÓN DE PROYECTO SEGÚN ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO

4.1. Estructura administrativa del proyecto

Ya que dentro de la empresa existe una estructura administrativa definida, los puestos donde se hagan las modificaciones en procedimientos de trabajo no tendrán cambios, es decir, el organigrama de producción permanecerá intacto. La única modificación surgiría en la asignación de tareas nuevas. El jefe del proyecto será el jefe de planta. Sin embargo este sería temporal ya que tendría la función de ejecutar el proyecto. El monitoreo del mismo lo realizaría la gerencia de planta. Ver figura 11.

Figura 11. Estructura administrativa proyecto.



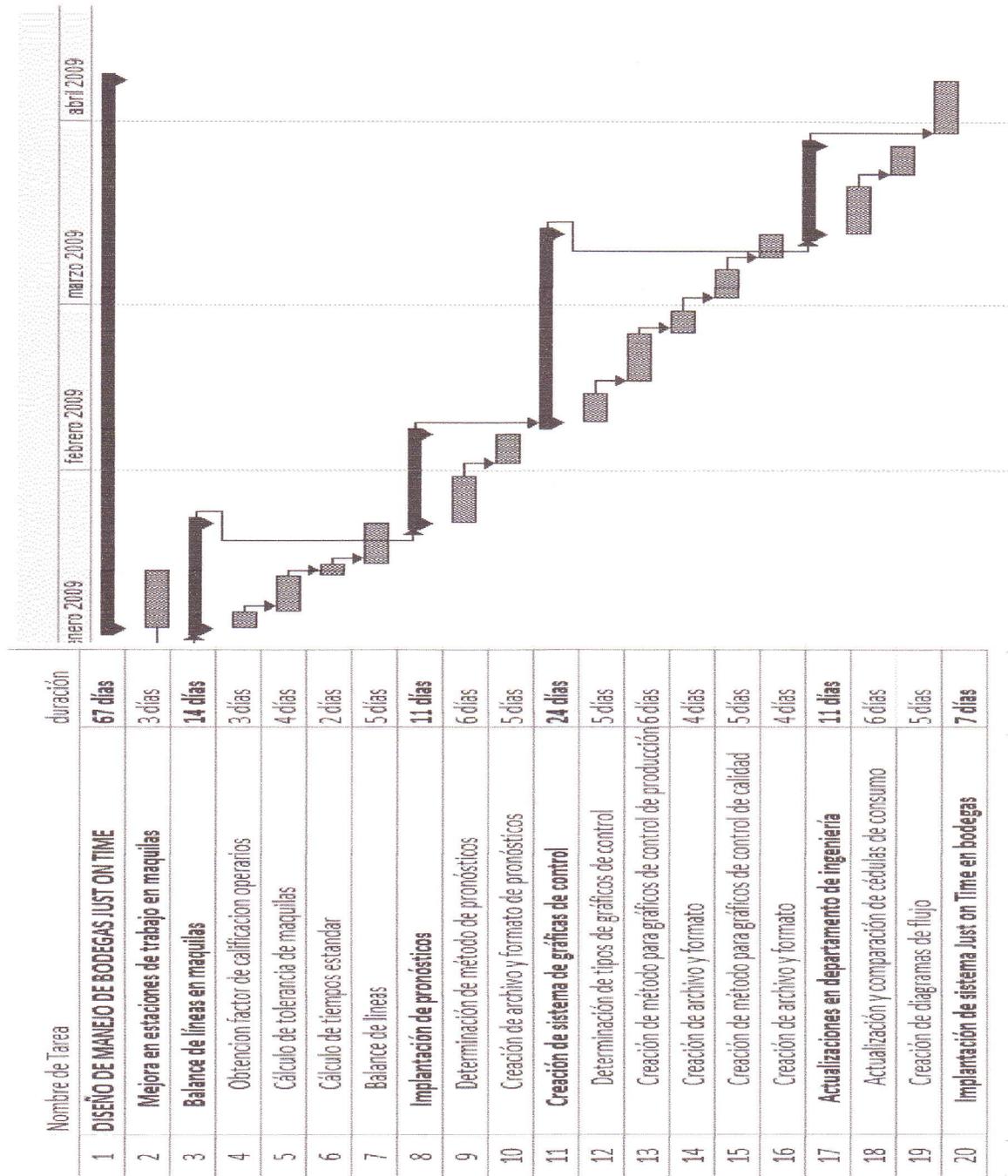
Fuente: Recursos Humanos, Propia

4.2. Creación de plan de trabajo

El plan de trabajo se realizará basado en la propuesta del proyecto, con su desglose para cada área relacionada con el mismo y con una secuencia lógica para un mejor desarrollo del mismo.

El plan de trabajo será estructurado con base a las necesidades y la propuesta de trabajo de cada área. Ver figura 12.

Figura 12. Diagrama de Gantt.



Fuente: Propia

4.2.1. Mejora en estaciones de trabajo en maquilas

La mejora en las estaciones de trabajo en maquilas, se realizarán con referencia a la situación dentro de la planta, ya que las condiciones de trabajo dentro de la misma son mejores, debido a que cuentan con mejor maquinaria, mejor iluminación, mejor distribución.

Se trabajará con base a los datos comparativos entre las dos diferentes situaciones:

Tabla XVI. Comparación estaciones de trabajo.

ESTACIONES DE TRABAJO			
EN MAQUILAS		EN FABRICA	
Visibilidad	Buena	Visibilidad	buenas
Iluminancia		Iluminancia	
categoría actividad	E	categoría actividad	E
fuente de luz	Fluorescente Incandescente	fuente de luz	fluorescente
Luminarias suplem.	Si	Luminarias suplem.	Si
Colocación	Inadecuada	Colocación	para prevenir reflejos
Intensidad de ruido	aprox. 70 db	Intensidad de ruido	aprox. 90 db
Temperatura	Buena	Temperatura	moderada
Ventilación	Buena	Ventilación	moderada
Herramienta y maq.	Inadecuada	Herramienta y maq.	buenas

Fuente: Ingeniería Industrial, Niebel, propia

Los datos presentados en la tabla XVI se obtuvieron con base a tablas predeterminadas.

En lo que respecta a visibilidad y luz artificial, el problema de las maquilas es que utilizan luminarias incandescentes y algunas en mala colocación, lo que ocasiona un porcentaje de reflectancia mayor y mas dificultad en las operaciones. Además de existir riesgos industriales debido a que pueden haber cortos circuitos.

Como en las maquilas se cuentan con maquinaria y personal reducido, el ruido, la temperatura y la ventilación son adecuadas para el trabajo que realizan, según comparaciones realizadas por tablas establecidas.

Tabla XVII. Decibeles aproximados según actividad.

ACTIVIDAD	DB
Silencio	0
Pisadas	10
Hojas de arboles en movimiento	20
Conversación en voz baja	30
Biblioteca	40
Despacho tranquilo	50
Conversación grupal	60
Trafico de una ciudad	80
Aspiradora	90
Motocicleta	100
Concierto rock	120
Martillo neumático	130
Despegue de avión	150
Explosión de artefacto	180

Fuente: Ingeniería Industrial, Niebel

El problema mayor radica en las herramientas y maquinaria necesarias para operar, algunas maquilas cuentan con maquinaria vieja y en mal estado, con repuestos inadecuados.

El estudio comparativo de las estaciones de trabajo, se realizó con base a las características que le hacen falta a las maquilas, para estar en igualdad de condiciones con las estaciones de trabajo de la empresa

Tabla XVIII. Costo comparativo.

MODIFICACION	COSTO
cambio iluminación	Q 12,000.00
reacomodo iluminación	Q 15,500.00
Actualización herramientas y maq.	Q 20,000.00
TOTAL	Q 47,500.00

Fuente: Servicios Eléctricos, área mantenimiento de Calzado Cobán

El cambio y reacomodo en la iluminación consiste específicamente en realizar el cambio de luminarias incandescentes por fluorescentes, lo cual requiere cambio de plafoneras e interruptores, cambio de conexiones y colocación de luminarias a 1.5 m contra reflejos.

La actualización de herramientas consiste en la compra de utensilios necesarios para una mejor eficiencia en las operaciones, tales como, tijeras, brochas, agujas e instalación de partes nuevas en máquinas

4.2.2. Balance de líneas de operaciones de maquilas

Un balance de líneas consiste en realizar cálculos relacionados con una o varias líneas de producción, para obtener la cantidad de operarios necesarios según la capacidad de los mismos y según los requerimientos necesarios de producción.

Según los datos obtenidos en el estudio de campo y mediante el análisis de estaciones de trabajo, se realizó el balance de líneas.

El factor de calificación de operarios se obtuvo mediante datos empíricos observados en el estudio de campo y tabulados, según las tablas de factor de calificación del Sistema Westinghouse.

Tabla XIX. Cálculo factor de calificación.

SISTEMA WESTINGHOUSE		
Factor	calificación	Valor
Habilidad	C2	0.03
Esfuerzo	E1	-0.04
Condiciones	F	-0.07
Consistencia	E	-0.02
Suma aritmética		-0.1
Factor de desempeño		0.9

Fuente: Ingeniería Industrial, Niebel

Para la tolerancia de máquinas, se realizó un muestreo cada 20 minutos de las máquinas en la planta. Si la máquina está siendo ocupada en el momento de la visita se coloca un número 1. La suma aritmética dividida la cantidad de visitas representa el porcentaje total, que se divide por el total de máquinas y se realiza un ajuste final dependiendo de la dificultad de las máquinas. Ver tabla XIX.

Tabla XX. Cálculo de tolerancia de máquinas.

No.	M	PL1	PL2	PT1	PT2
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0
6	1	0	0	1	0
7	0	0	1	0	0
8	1	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0
10	1	0	0	1	0
11	1	0	1	0	0
12	1	1	0	1	0
13	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0
16	0	0	0	1	0
17	1	0	1	1	1
18	1	1	0	0	1
19	0	1	1	0	0
20	0	1	0	1	1
21	1	1	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	1	0
24	1	0	0	0	0
25	1	0	0	1	0
26	1	0	0	1	1
Tol	0.35	0.31	0.27	0.23	0.19
Tolt	0.07	0.10	0.13	0.06	0.05
Tolf	0.09	0.19	0.22	0.15	0.14

Fuente: Propia

Tolerancia total de máquinas:

Tabla XXI. Tolerancia de máquinas.

M	Operación manual	9%
PL1	Máquina plana 1 aguja	19%
PL2	Máquina plana 2 aguja	22%
PT1	Máquina poste 1 aguja	15%
PT2	Máquina poste 2 aguja	14%

Fuente: Propia

Datos obtenidos según el estudio de tiempos:

Tabla XXII. Estudio de tiempos.

		prom t	TN	maq	tol	TS
1	Unir talones	11.34	12.46	pl1	0.19	14.83
2	Pespunte tira	28.49	31.31	pt1	0.15	36.01
3	Pespunte forro a talones	24.25	26.64	pt1	0.15	30.64
4	Pespunte forro a collar	26.11	28.69	pl1	0.19	34.15
5	Pegado bullón a talones	21.38	23.50	m	0.09	25.61
6	Pegado bullón a collar	47.91	52.65	m	0.09	57.39
7	Pegado collar a talón	31.49	34.60	m	0.09	37.71
8	Cerrado collar a talón	34.85	38.29	pt1	0.15	44.04
9	Pespunte collar a talón 2	23.29	25.59	pt2	0.14	29.17
10	Pegado martinete	21.39	23.50	m	0.09	25.62
11	Pegado guarnición	21.39	23.50	m	0.09	25.62
12	Pespunte martinete	73.39	80.65	pt1	0.15	92.75
15	Pegado etiqueta a forro	29.06	31.94	m	0.09	34.81
16	Pespunte etiqueta a forro	27.47	30.18	pl1	0.19	35.92
17	Unir forro a lengüeta	23.02	25.29	pl1	0.19	30.10
18	Pespunte lengüeta a pala	21.38	23.49	pl1	0.19	27.96
19	Cerrado 1	48.94	53.78	pt1	0.15	61.84
20	Cerrado 2(casual)	71.96	79.07	pt2	0.14	90.14
21	3ra costura	41.74	45.87	pt1	0.15	52.75
22	Pegado forro		0.00	m	0.09	0.00

Fuente: Propia

La empresa les paga a las maquilas por destajo, independiente de la cantidad de personal que tengan, se sugerirá a los propietarios de maquilas la cantidad de personas necesarias para mantener balanceada su producción.

Los datos de la tabla anterior muestran los tiempos estándar de todas las operaciones realizadas por maquilas, independiente de cada estilo.

Para realizar el balance de líneas se tomarán únicamente las operaciones del estilo Casual, ya que es el que se trabaja con mayor incidencia por las maquilas.

Como cada maquila cuenta con diferente cantidad de personal a su cargo, se estandarizará el personal a 3 operarios. Según estos datos se procede a realizar el Balance correspondiente.

Tabla XXIII. Operaciones de estilo casual.

	TS
unir talones	14.8
pespunte tira	36
pespunte forro a talones	30.6
pegado bullón a talones	25.6
pespunte collar a talón	29.2
pegado martinete	25.7
pegado guarnición	25.6
pespunte martinete	92.8
pegado etiqueta a forro	33.1
pespunte etiqueta a forro	34.2
unir forro a lengüeta	30.2
pespunte lengüeta a pala	27
cerrado 1	90.1
pegado forro	15.2
TOTAL	8.50

Fuente: Propia

Tabla XXIV. Comparación tiempos.

Comparación tiempo real con tiempo esperado			
TS	8.50	T esperado	7.45
tiempo traslado	3.00	tiempo traslado	3.00
pares/hora	5.22	pares/hora	5.74
pares/hora maquila	15.65	pares/hora maquila	17.22
pares/día maquila	125.20	pares/día maquila	137.80
pares totales/maquila	876.42	pares totales/maquila	974.59

Fuente: Propia

Con base a los datos siguientes se calculó el balance de líneas. Ver tabla XXIV.

Tabla XXV. Balance de líneas.

7.45 min/par
0.13 pares/min

	TS	TS(min)	balance
unir talones	14.8	0.25	0.54
respunte tira	36	0.60	0.22
respunte forro a talones	30.6	0.51	0.26
pegado bullón a talones	25.6	0.43	0.31
respunte collar a talón	29.2	0.49	0.28
pegado martinete	25.7	0.43	0.31
pegado guarnición	25.6	0.43	0.31
respunte martinete	92.8	1.55	0.09
pegado etiqueta a forro	33.1	0.55	0.24
respunte etiqueta a forro	34.2	0.57	0.24
unir forro a lengüeta	30.2	0.50	0.27
respunte lengüeta a pala	27	0.45	0.30
cerrado 1	90.1	1.50	0.09
pegado forro	15.2	0.25	0.53
TOTAL	8.50		4.00

Fuente: Propia

En total, es necesario contar con 4 operarios en cada una de las maquilas para un incremento de 100 pares diarios en producción total de maquilas, según los datos obtenidos.

4.2.3. Implantación de método de pronósticos para planificación de producción

Un pronóstico es una aproximación de ventas de un producto que se debe realizar en cada empresa.

Para estimar la producción se debe planificar con base a 2 tipos de criterios: el primer criterio se basa en el mercado actual y el otro criterio es cuantitativo, es decir interpretar el historial de ventas de la empresa, entonces existirán variaciones en base a datos matemáticos y datos históricos.

Para que los pronósticos tengan importancia y relevancia en la producción, se ordenará al departamento de planificación que trabaje conjuntamente con el departamento de ventas para un mejor desenvolvimiento en el área de producción.

Se utilizará el método de Promedio Móvil Ponderado ya que este método depende de los factores que están imperando en el momento, este método incorpora los datos de ventas más recientes con el propósito de actualizar lo más posible el dato de pronóstico¹.

Se trabajará con ciclos semanales ya que la empresa realiza su planificación semanal.

Para empezar el ciclo de pronósticos es necesario calcular el factor que se multiplicará por cada ciclo. Esto se puede realizar cada 3 meses dependiendo de las decisiones gerenciales. Se sugiere realizar trimestral para obtener valores actualizados.

Se realizarán 3 pronósticos con sumatoria de factor igual a 4, ya que el pronóstico se calculará con 4 datos de ventas. Según la regla de este método, el valor máximo de ponderación no puede ser mayor que el número de periodos involucrados en el ciclaje. El menor valor de error de los 3 pronósticos servirá para planificar el siguiente mes o

trimestre. Se utilizarán los valores de ponderación correspondientes al pronóstico seleccionado, como se muestra en el siguiente ejemplo.

Tabla XXVI. Cálculo de pronósticos.

1ER TRIMESTRE							
SEMANA	VENTAS	PR1	E1	PR2	E2	PR3	E3
1	3000						
2	3200						
3	2800						
4	2650						
5	3120	2725	395	2831	289	2813	308
6	2980	3046	-66	2889	91	2948	33
7	2765	2966	-201	2959	-194	2942	-177
8	3080	2807	273	2905	175	2878	202
9	2870	3037	-167	2946	-76	2985	-115
10	2990	2897	93	2936	54	2910	80
11	2750	2967	-217	2948	-198	2963	-213
12	2830	2808	22	2883	-53	2853	-23
ACUMULADO			133		88		94

PR1 factor: 0.25, 0.25, 0.5, 3

PR2 factor: 0.25, 0.75, 1.5, 1.5

PR3 factor: 0.25, 0.75, 1, 2

Fuente: Propia

Según los datos presentados, el pronóstico de menor error es el número 2 (PR2), entonces se utilizarán los factores de ponderación correspondientes. Esto quiere decir que para la semana 13 se utilizarán los últimos 4 datos de ventas (semana 9, semana 10, semana 11, semana 12) y los valores de ponderación: 0.25, 0.75, 1.5, 1.5.

Para un mejor desarrollo de los pronósticos para planificación se creará un archivo en EXCEL con las fórmulas correspondientes. Los pronósticos se pueden realizar cada mes para obtención de datos

más puntuales, realizando el mismo método anteriormente mencionado.

Figura 13. Formato de pronósticos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	COBAN	Departamento de planificación							
2		Pronósticos de Producción							
3									
4		1ER TRIMESTRE							
5	SEMANA	VENTAS	PR1	E1	PR2	E2	PR3	E3	
6	1	3000							
7	2	3200							
8	3	2800							
9	4	2650							
10		$=(0.25*(B6)+0.25*(B7)+0.5*(B8)+3*(B9))/4$				289	2813	308	
11	6	2980	3046	-66	2889	91	2948	33	
12	7	2765	2966	-201	2959	-194	2942	-177	
13	8	3080	2807	273	2905	175	2878	202	
14	9	2870	3037	-167	2946	-76	2985	-115	
15	10	2990	2897	93	2936	54	2910	80	
16	11	2750	2967	-217	2948	-198	2963	-213	
17	12	2830	2808	22	2883	-53	2853	-23	
18	ACUMULADO			133		88		94	
19									
20		PR1	factor: 0.25, 0.25, 0.5, 3						
21		PR2	factor: 0.25, 0.75, 1.5, 1.5						
22		PR3	factor: 0.25, 0.75, 1, 2						

Fuente: Propia

4.2.4. Creación de sistema de gráficos de control para control de producción

Los gráficos de control sirven para observar comportamientos y detectar problemas en producción, tales como variaciones en la calidad del producto y fluctuaciones en tiempos de producción.

Para el registro de datos, el encargado del proyecto realizará 3 visitas a la semana a todas las maquilas y recopilará datos de producción, para compararlas entre ellas.

Los datos a recopilar son tiempos de producción de operaciones y en los gráficos de control se mostrará la suma de los tiempos totales de cada maquila y se comparará con los estándares anteriormente determinados. Los cálculos para los gráficos de control se presentan en las tablas XXVI y XXVII.

La tabla XXVI muestra los tiempos estándar recopilados en los estudios de tiempos correspondientes. La tabla XXVII muestra totales de cada maquila.

Tabla XXVII. Gráficos de control.

PESPUNTE	maq1	maq2	maq3	maq4	maq5	maq6	maq7	TS
unir talones	16.74	17.54	17.13	17.07	15.98	17.45	16.3	14.8
pespunte tira	39.08	40.72	41.67	42.8	44.95	45.26	45.9	36
pespunte forro a talones	21	23.06	22.24	25.34	28.22	26.7	25.1	30.6
pegado bullón a talones	25.4	20.72	23.94	21.68	27.94	22.43	21	25.6
pespunte collar a talón	25.34	23.52	20.85	21.03	30.18	24.14	22.4	29.2
pegado martinete	34.99	34.86	33.98	31.41	28.97	29.79	29.7	25.7
pegado guarnición	34.99	34.86	31.7	31.12	28.97	29.79	29.7	25.6
pespunte martinete	94.95	94.46	94.78	95.51	102.5	96.99	95.2	92.8
pegado etiqueta a forro	32.57	28.7	26.12	27.93	27.3	26.16	24.7	33.1
pespunte etiqueta a forro	26.7	32.53	27.3	26.16	32.12	24.77	23.5	34.2
unir forro a lengüeta	21.24	23.04	25.01	24.77	26.09	22.33	24	30.2
pespunte lengüeta a pala	28.41	29	31.68	27.02	26.21	28.25	24.5	27
cerrado 1	84.75	85.9	83.99	82.65	82.03	81.86	82.8	90.1
pegado forro	11.78	13.4	11.66	12.45	11.56	13.07	13	15.2
TOTAL	8.30	8.37	8.20	8.12	8.55	8.15	7.96	8.50

Fuente: Propia

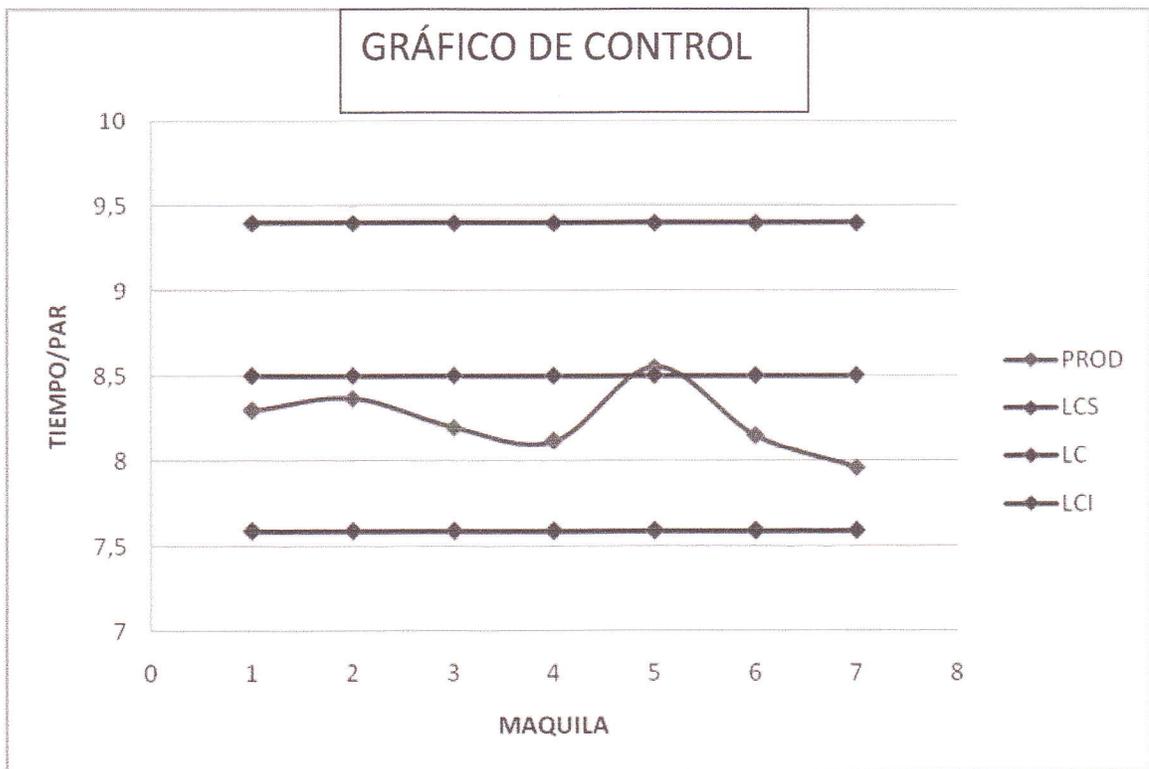
X	8.5	
LCS \bar{x}	$X + 3(R/p)$	
LCS \bar{x}	$8.5 + 3(0.34/1.128)$	9.40
LCC \bar{x}	8.5	
LCL \bar{x}	$X + 3(R/p)$	
LCL \bar{x}	$8.5 - 3(0.34/1.128)$	7.59

Tabla XXVIII. Cálculo gráficos de control.

	X	R	LCS _x	LCC _x	LCI _x
maquila 1	8.3	-	9.4	8.5	7.59
maquila 2	8.37	-0.07	9.4	8.5	7.59
maquila 3	8.2	0.17	9.4	8.5	7.59
maquila 4	8.12	0.08	9.4	8.5	7.59
maquila 5	8.55	-0.43	9.4	8.5	7.59
maquila 6	8.15	0.4	9.4	8.5	7.59
maquila 7	7.96	0.19	9.4	8.5	7.59
Sumatoria		0.34			

Fuente: Propia

Figura 14. Gráfico de control.



Fuente: Propia

Figura 16. Formato gráficos de control.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		COBAN	Departamento de planificación													
2			Control de producción													
3			Control de tiempos por maquila													
4																
5			MAQUILA 1		PROPIETARIO											
6																
7																
8			NO.	OPERACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	PROM	FC	TN	MAQ	TOL	TE	
9			1								91%					
10			2								91%					
11			3								91%					
12			4								91%					
13			5								91%					
14			6								91%					
15			7								91%					
16			8								91%					
17			9								91%					
18			10								91%					
19			11								91%					
20			12								91%					
21			13								91%					
22			14								91%					
23			15								91%					
24			16								91%					
25			17								91%					
26			18								91%					
27			19								91%					
28			20								91%					
29				TOTAL											0.000	
30																
31																

Fuente: Propia

Para el límite inferior (X_i) se dividirá el tamaño de la orden por la cantidad de maquilas evaluadas y se multiplicará por el requerimiento.

El límite superior (X_s) serán los pares por orden asignados a cada maquila.

Tabla XXIX. Cálculo gráficos de control de calidad.

orden	pares/orden	pares maq(ρ_m)	$P*0.85$
p-90	420	60	51

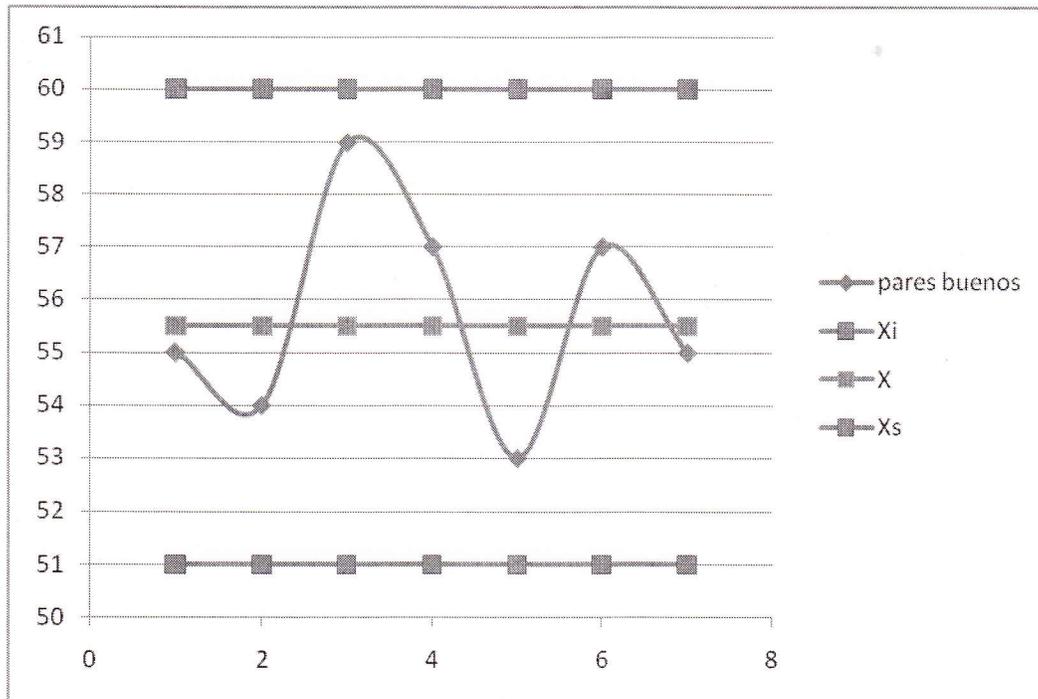
48 pares buenos por maquila 12 pares por inspeccionar
--

X_i		51
X	$51 + (\rho_m - 51)/2$	
X_s		60

Maquila	pares buenos	pares totales	X_i	X	X_s
1	4	55	51	55.5	60
2	3	54	51	55.5	60
3	8	59	51	55.5	60
4	6	57	51	55.5	60
5	2	53	51	55.5	60
6	6	57	51	55.5	60
7	4	55	51	55.5	60

Fuente: Propia

Figura 18. Gráficos de control de calidad.



Fuente: Propia

El plan de inspección se realizará cada 3 días, con la revisión de calzado en proceso y terminado, por el encargado de calidad, en cada una de las maquilas.

El formato para registro de información se presenta en la figura 19.

El encargado de control de producción, deberá registrar los datos de los 2 tipos de gráficos de control. El archivo para mostrar los gráficos de control se presenta en la figura 20.

Figura 19. Formato de registro de información.

COB/IN Departamento de planificación
Control de Calidad
Gráficos de Control

MAQUILA _____	PARES ORDEN _____
PARES A INSPECCIONAR _____	PARES BUENOS _____
PARES INSPECCIONADOS BUENOS	<input type="text"/>

MAQUILA _____	PARES ORDEN _____
PARES A INSPECCIONAR _____	PARES BUENOS _____
PARES INSPECCIONADOS BUENOS	<input type="text"/>

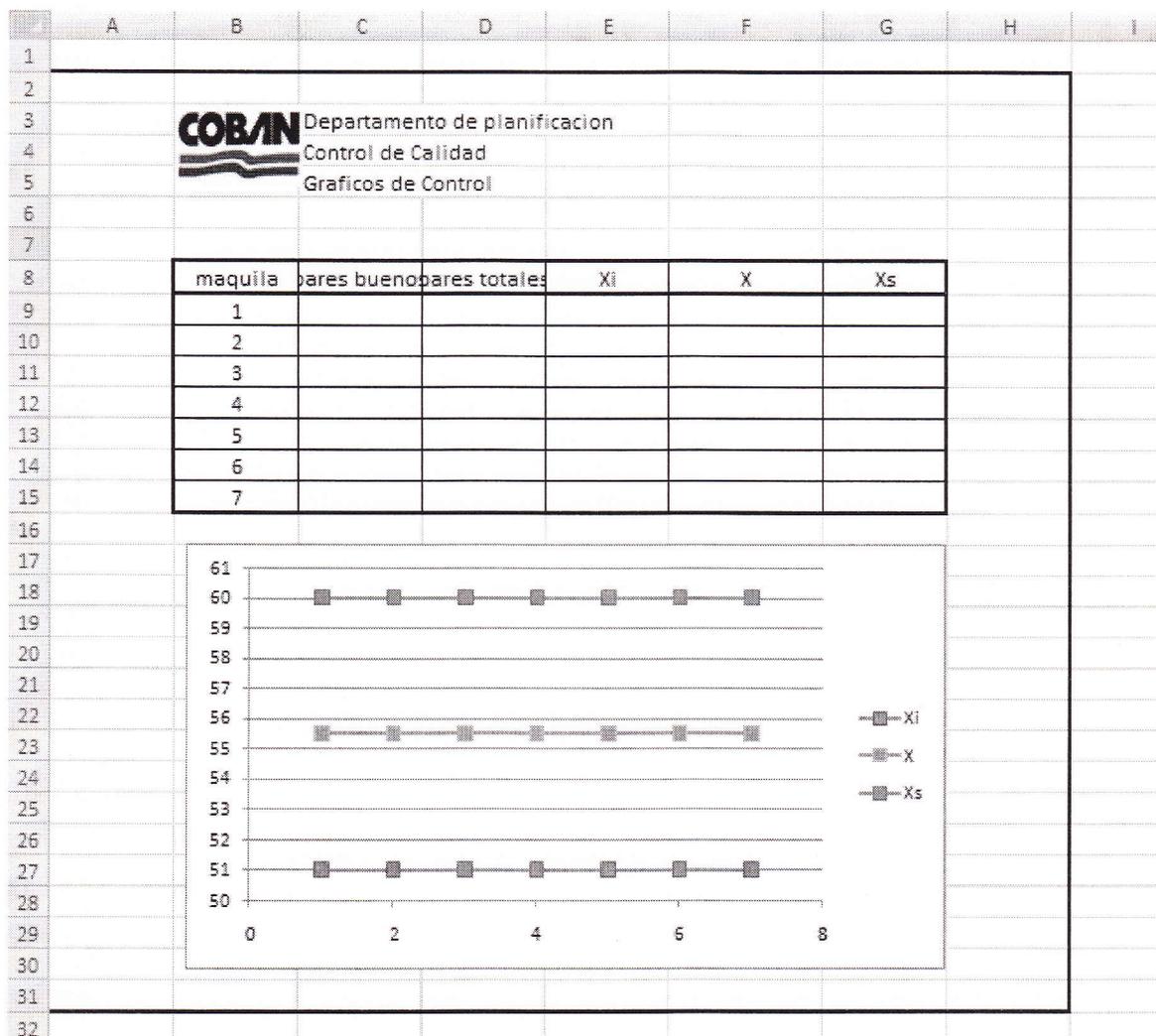
MAQUILA _____	PARES ORDEN _____
PARES A INSPECCIONAR _____	PARES BUENOS _____
PARES INSPECCIONADOS BUENOS	<input type="text"/>

MAQUILA _____	PARES ORDEN _____
PARES A INSPECCIONAR _____	PARES BUENOS _____
PARES INSPECCIONADOS BUENOS	<input type="text"/>

MAQUILA _____	PARES ORDEN _____
PARES A INSPECCIONAR _____	PARES BUENOS _____
PARES INSPECCIONADOS BUENOS	<input type="text"/>

Fuente: Propia

Figura 20. Formato archivo gráficos de control de calidad.



Fuente: Propia

4.2.5. Implantación de sistema Just on Time para bodegas

Ya con la implementación de pronósticos para planificación de producción y la actualización de cédulas de costos, no se realizarán pedidos de más, existirá reducción de inventario real, y con los cálculos de estándares habrá menor cantidad de producto en proceso y lo que se planeará es lo que se producirá. Es aquí donde

los encargados de bodegas jugarán un papel importante, ya que planificación pasará un reporte a bodega para corroborar que no haya exceso de materiales en bodega. Se usarán tolerancias mínimas para el control de materiales a despachar para maquilas.

Figura 21. Formato archivo control de inventarios.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2		COBAIN	Bodegas de Materia Prima						
3			Control de Inventarios						
4									
5			MATERIAL	CONSUMO	PAIRES/PRONOS	CANTIDAD	INVENTARIO	CANTIDAD TOTAL	
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									

Fuente Propia

En el formato de Control de Inventarios se anotarán los materiales necesarios para producción con su respectivo consumo actualizado. El Departamento de Planificación llenará la columna de los pares pronosticados y en la columna de cantidad de material se colocará el consumo necesario, para cumplir con los pronósticos con su respectiva tolerancia establecida con anterioridad menos la cantidad en existencia en inventario.

4.2.6. Actualizaciones en Departamento de Ingeniería

4.2.6.1. Actualización y comparación de costos y cédulas de consumo

La modificación de cédulas de consumo de estilos para maquilas, se realizará con base a los datos actuales de compras y datos manejados por el departamento de ingeniería industrial.

Para la actualización de las cédulas de consumo se utilizarán fórmulas de búsqueda interrelacionadas entre la base de datos de compras y los códigos de materiales de las cédulas de consumo.

La tabla XXX presenta los costos de cédulas actualizados, comparados con los que se tienen actualmente. El listado de estilos son todos los correspondientes a los estilos de referencia, con los cambios en piel y algún otro material.

Tabla XXX. Comparación cédulas de consumo.

Cédulas de Consumo actualizadas				
PRODUCTO	CODIGO	COSTO ACTUAL	COSTO ACTUALIZADO	DIF
ESTILO 1.1	421035	Q69.66	Q68.32	Q1.34
ESTILO 1.2	421037	Q60.25	Q59.96	Q0.29
ESTILO 1.3	421030	Q66.39	Q66.57	(Q0.18)
ESTILO 1.4	422036	Q69.91	Q68.00	Q1.91
ESTILO 1.5	422037	Q72.55	Q71.41	Q1.14
ESTILO 1.6	422038	Q62.89	Q62.73	Q0.16
ESTILO 2	421033	Q34.31	Q35.61	(Q1.30)
ESTILO 3.1	421031	Q30.67	Q30.12	Q0.55
ESTILO 3.2	421032	Q30.58	Q29.96	Q0.62
ESTILO 4.1	411505	Q80.20	Q81.95	(Q1.75)
ESTILO 4.2	411506	Q73.22	Q68.89	Q4.33
ESTILO 5.1	422034	Q75.59	Q72.50	Q3.09
ESTILO 5.2	422035	Q78.64	Q75.26	Q3.38
ESTILO 5.3	421040	Q74.58	Q71.88	Q2.70
ESTILO 5.4	425007	Q82.81	Q80.10	Q2.71
ESTILO 5.5	421042	Q73.88	Q70.33	Q3.55
ESTILO 5.6	425001	Q69.44	Q72.04	(Q2.60)
ESTILO 6	411004	Q91.94	Q95.65	(Q3.71)

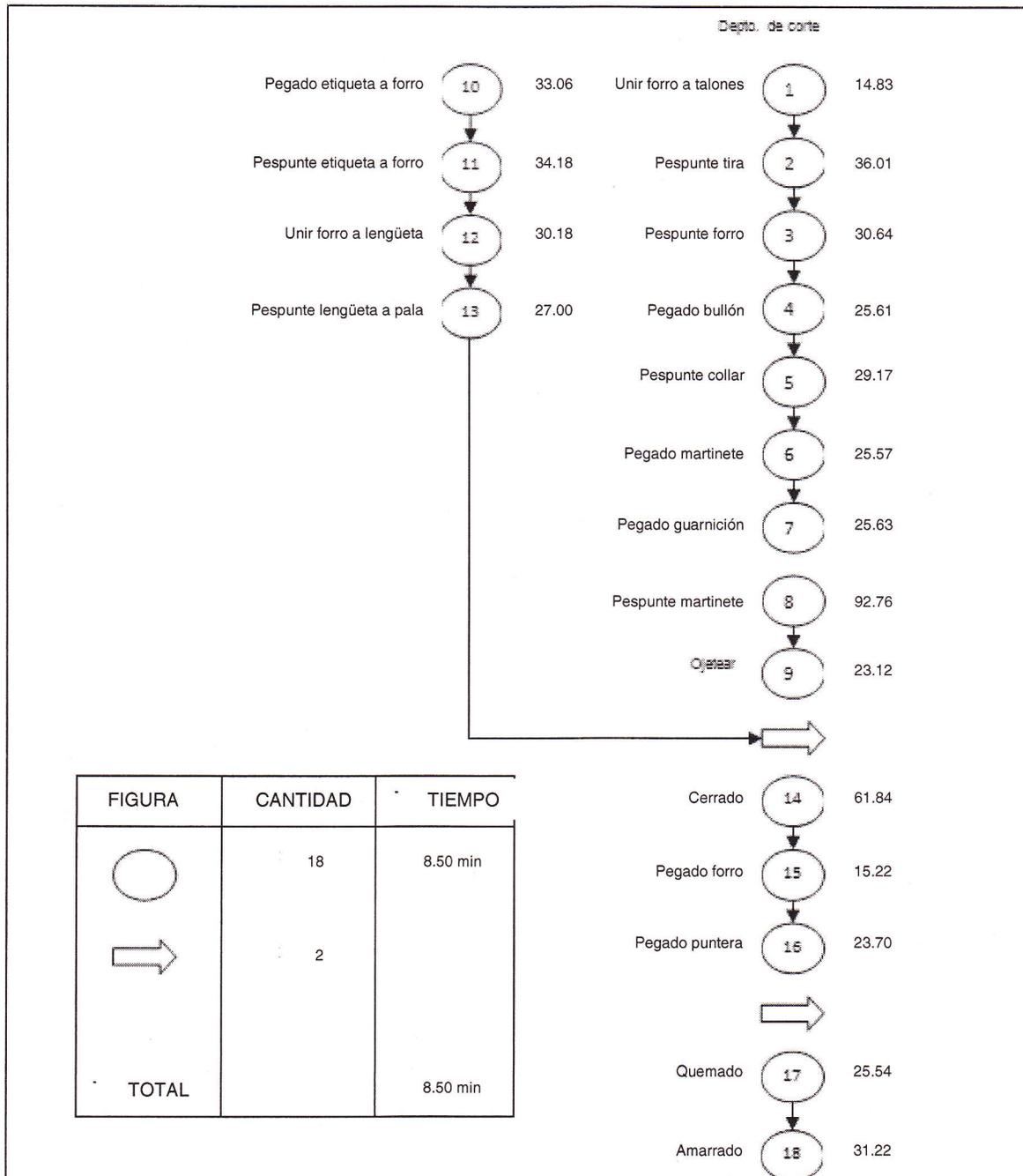
Fuente: Área de Ingeniería

4.2.6.2. Creación de diagramas de flujo

Los diagramas de flujo de operaciones corresponden a los datos registrados por la toma de tiempos realizada con anterioridad en el balance de líneas para maquilas. Ver figura 22.

Figura 22. Diagrama de flujo actuales.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES	
Empresa: Calzado Cobán	Fecha: 15/06/08
Área: ingeniería	Depto.: pespunte
Estilo: Casual	Hoja: 1 de 1



Fuente: Propia.

5. IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Focos de contaminación

Los focos de contaminación en su mayoría se dan en la planta de producción, ya que ellos manejan cantidades altas de productos.

En lo que respecta a maquilas, la mayor contaminación se debe al desperdicio restante de la producción.

5.1.1. Principales desechos generados por maquilas y sus destinos

Listado de materiales con potencial contaminante manejados por la empresa para producción en maquilas.

Tabla XXXI. Listado materiales de maquilas.

PIEL T-01
HILO NEGRO NB-69 (1/2 lb) C-200
HILO BLANCO NB-46 1/2 LIBRA
HILO NEGRO NB-138 C-200
ETIQUETA BORDADA RHINO
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 6 ½
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 8
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 10
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 10 ½
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 11
ETIQUETA RHINO FRANCESA # 12
ADHESIVO 3080
PREMIUM CC-4433
TULUOL
PEGAMENTO LATEX
PREMIUM CC-4433

Fuente: BMP

De los materiales utilizados por las maquilas, los agentes químicos tales como adhesivos Artestick, 3080 y Premium CC-4433 son los que producen más daño al medio. Los residuos de estos materiales se encuentran en restos de cartón utilizados para engomar, agua utilizada para diluir recipientes, botes plásticos para depositar sobrantes. Aproximadamente se manejan 20 libras de desecho a la semana por maquila según el estudio de campo realizado. Todos los desechos en las maquilas son manejados con la basura ordinaria.

Los residuos de hilos son insignificantes y estos si se pueden depositar con la basura ordinaria.

5.1.2. Principales desechos generados por la empresa y sus destinos

La empresa por ser una productora industrial produce gran cantidad de desechos tóxicos los cuales se manejan de una manera adecuada, ya que estos se depositan por aparte de los desechos ordinarios. Con aproximadamente 1 ton. de peso a la semana.

La forma de almacenamiento de éstos influye en la cantidad de desecho que origina. La empresa posee su propio basurero en donde deposita su basura, ubicado en las afueras del municipio.

A continuación se presentan de forma general los principales materiales utilizados en la empresa y su forma de almacenamiento. Ver tabla XXXII.

Tabla XXXII. Forma de almacenamiento de materiales.

MATERIA PRIMA	FORMA DE ALMACENAMIENTO
Piel	Sobre mesas clasificadas para cada tipo de piel en bodega de pieles
Hilos	Cajas de cartón sobre estantes metálicos en bodega de materias primas
Ojetes	Cajas de cartón sobre estantes en bodega de materias primas
Fasteners	Cajas de cartón sobre estantes en bodega de materias primas
Cambre	Rollo cubierto de nylon sobre estantes en bodega de materias primas
Esponjilla	Rollo cubierto de nylon en bodega de sintéticos
Súper collar	Rollo cubierto de nylon en bodega de sintéticos
Termoplástico	Planchas sobre tarimas en bodega de materias primas
Cartón nantex	Planchas sobre tarimas en bodega de materias primas
Bolsas	Bolsas sobre tarimas en bodega de cajas
Plantillas	Bolsas sobre tarimas en bodega de materias primas
Látex	Rollo cubierto de nylon en bodega de sintéticos
Vivo	Rollo cubierto de nylon en bodega de materias primas
Cordura	Cajas de cartón sobre estantes en bodega de materias primas
Lona	Rollo cubierto de nylon en bodega de sintéticos
Manta	Rollo cubierto de nylon en bodega de sintéticos
Cinta	Bolsas de nylon sobre estantes en bodega de cajas
Ribete	Rollo cubierto de nylon sobre estantes en bodega de materias primas
Papel parafinado	Rollos en cajas sobre estantes en bodega de cajas
Papel china	Rollos en cajas sobre estantes en bodega de cajas
PVC	Costales sobre tarimas en bodega de materias primas

Cerco	Rollo sobre estantes en bodega de materias primas
Masterbach	Bolsas de un kilo sobre estantes en bodega de sintéticos
Caja master	Fardo sobre estantes en bodega de cajas
Tapadera	Fardo sobre estantes en bodega de cajas
Fondo	Fardo sobre estantes en bodega de cajas
Inserto	Fardo sobre estantes en bodega de cajas
Cartón fibra	Planchas sobre tarimas en bodega de materias primas
Adhesivos	Recipientes de proveedores en bodega de adhesivos
Etiquetas	Bolsas en cajas sobre estantes en bodega de cajas
Superlite	Planchas sobre tarimas en bodega de materias primas
Suela microcelular	Costales sobre estantes en bodega de materias primas
Suela sólida	Costales sobre estantes en bodega de materias primas
Tacón	Costales sobre estantes en bodega de materias primas

Fuente: Propia

Los desechos producidos por el manejo de suela y entresuela se recolectan para producir nuevo material utilizado para la fabricación de cerquillo. En el área de Avíos se encuentra la máquina utilizada para este proceso.

Todos los demás desechos se manejan conjuntamente y son depositados en el basurero general. Con algunos materiales sintéticos que no pueden ser reprocesados se utiliza una máquina que los corta para reducir el volumen de los desechos para después ser enviados al basurero propio de la empresa.

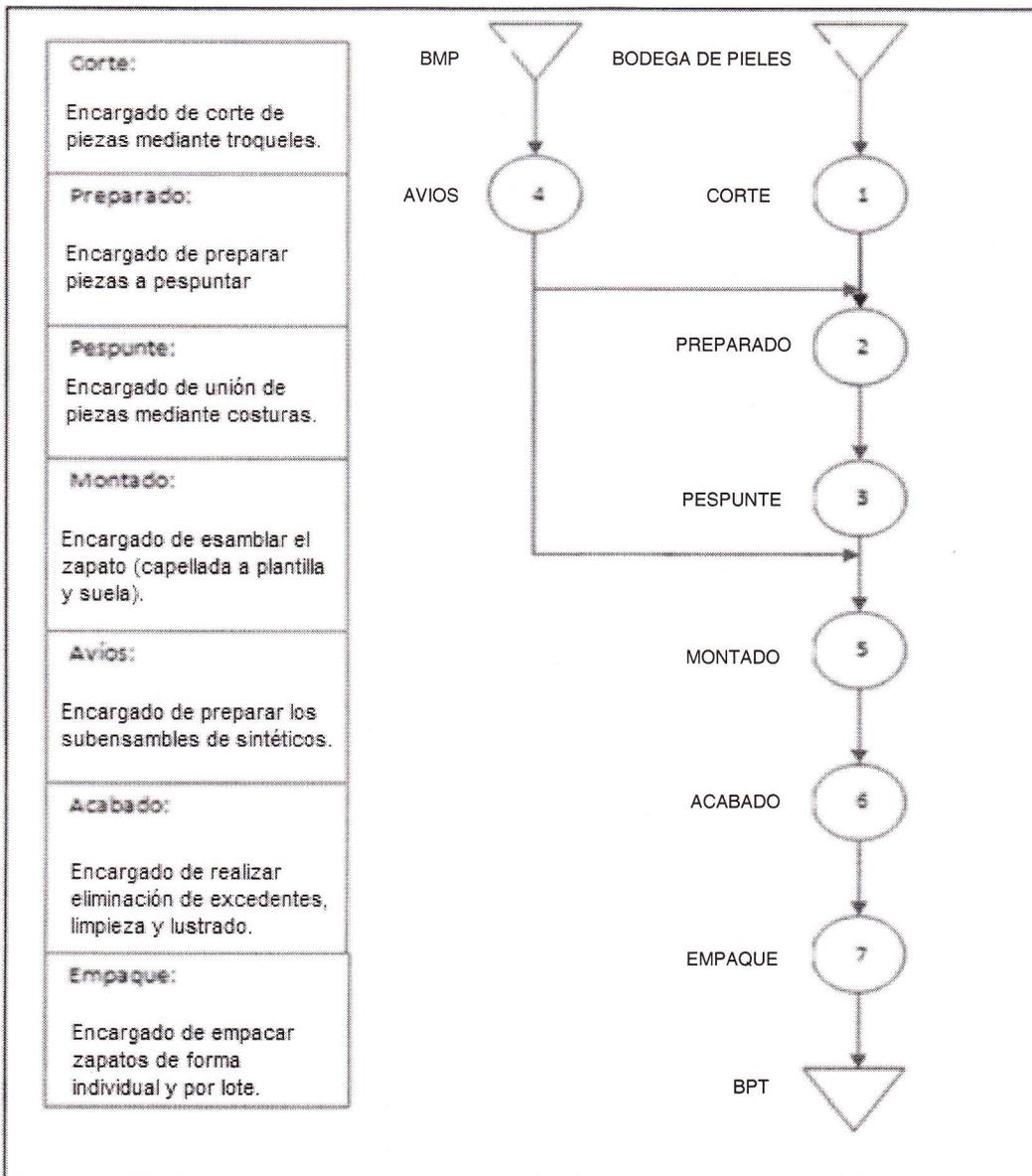
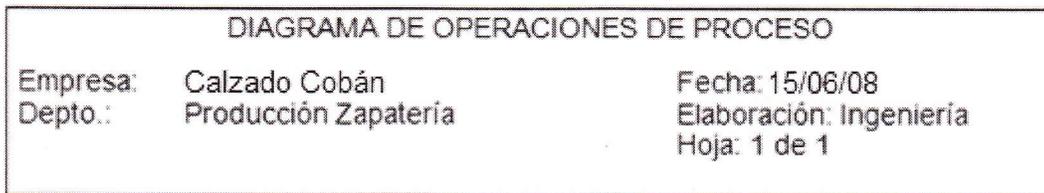
Todo el material tóxico e inflamable se tiene en bodega de adhesivos, la cual está separada y aislada de la bodega de materia

prima. Se manejan conjuntamente con los desechos sintéticos producidos por la empresa.

- Solvente AT-9014
- Pegamento látex
- Tolueno
- Hexano
- Adhesivo 5299
- Brillo AK-40
- Contact cement 4435, 4438, 4437
- Activador ID 114
- Adhesivo 8002
- Adhesivo 3080
- Sombra 65^a
- Laca
- Solvente 2601
- Alcohol Isopropílico
- Cloro
- Pegamento PI-8020
- Pegamento HPC-0124
- Desmodur
- Crema Luc

5.1.2.1. Síntesis general de la industria

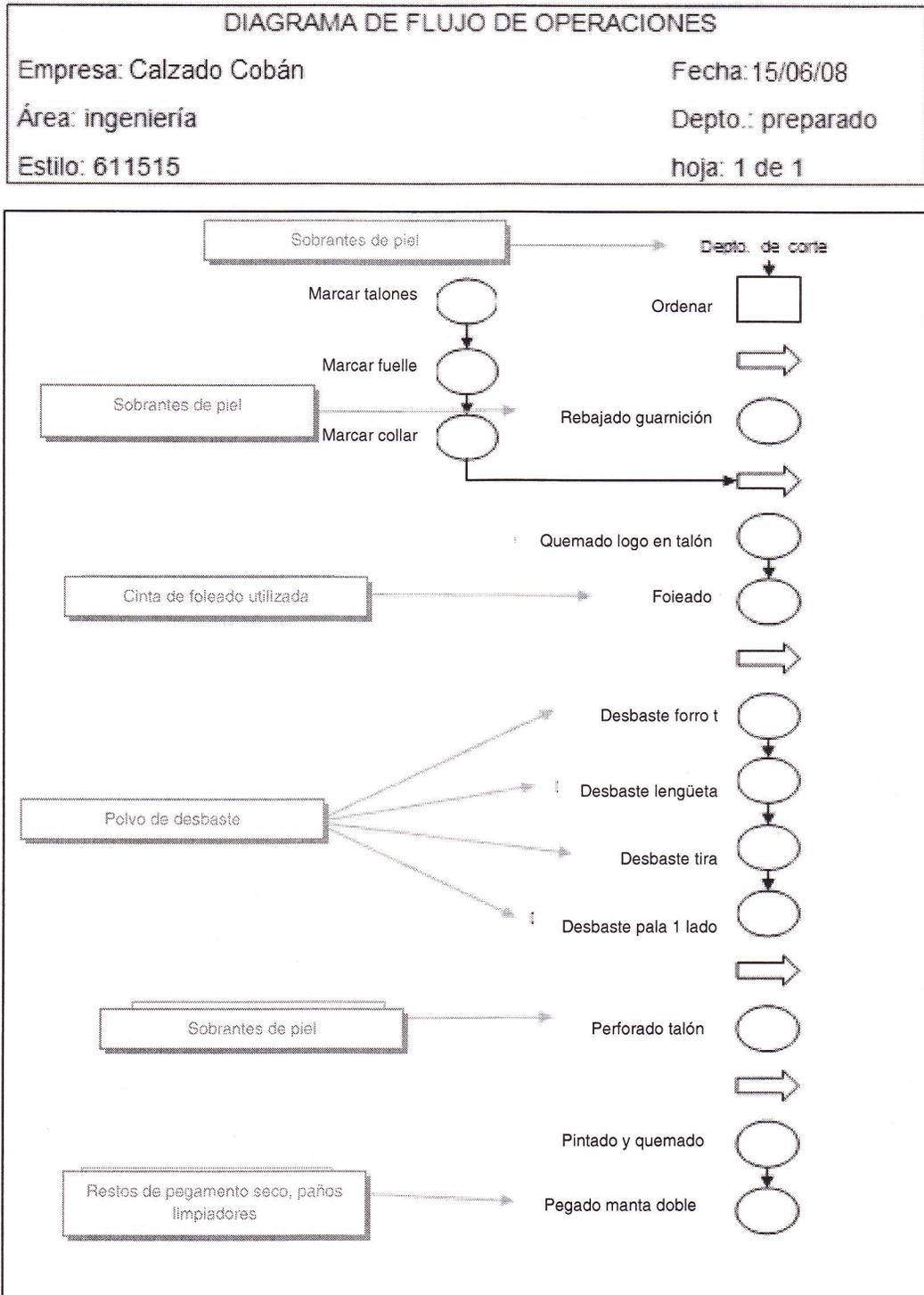
Figura 23. Síntesis general de la industria.



Fuente: propia.

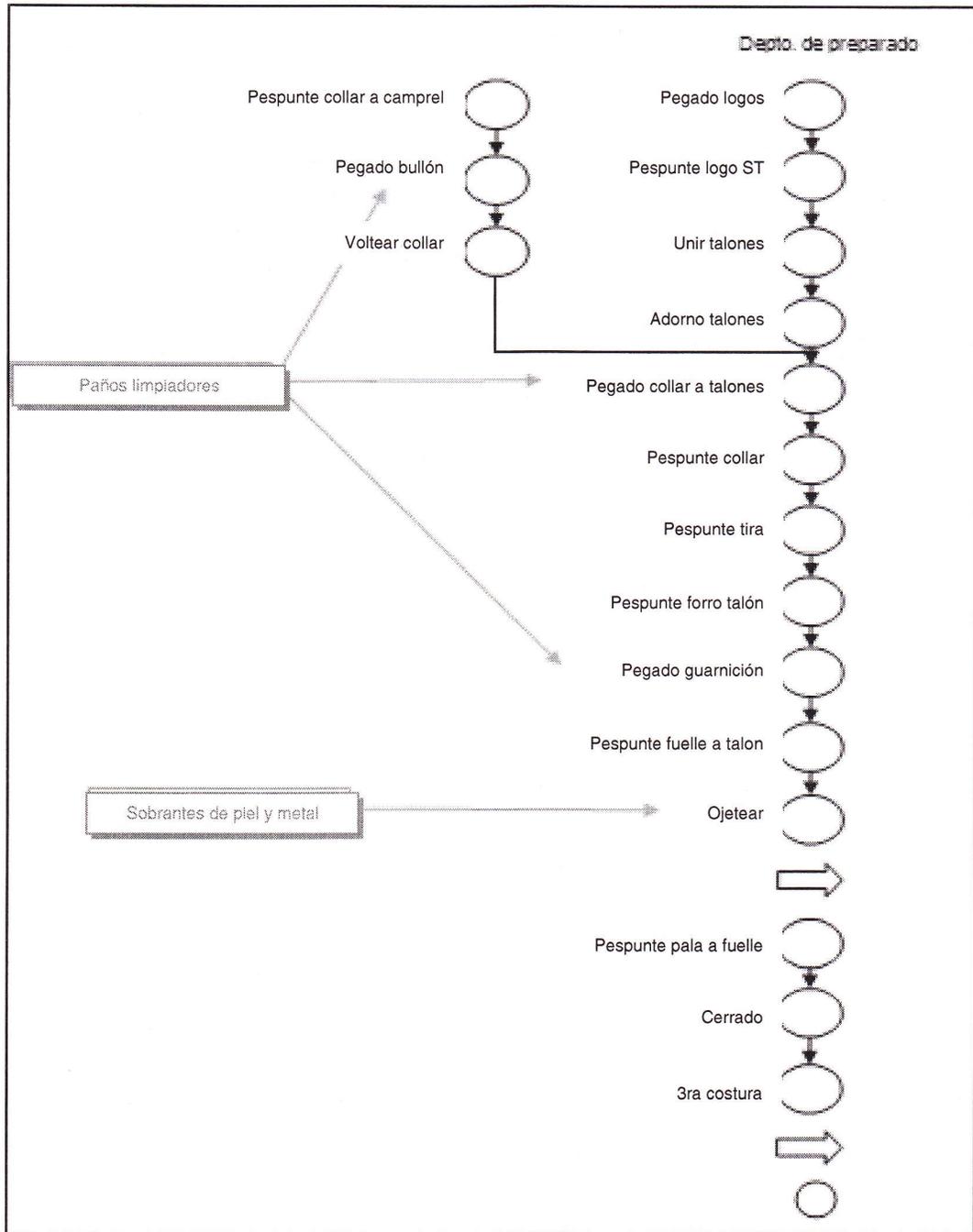
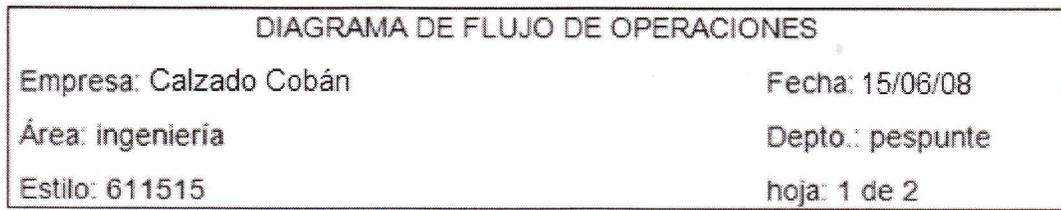
5.1.2.2. Etapa según diagramas de flujo de obtención de desperdicios.

Figura 24. Diagrama de flujo preparado.



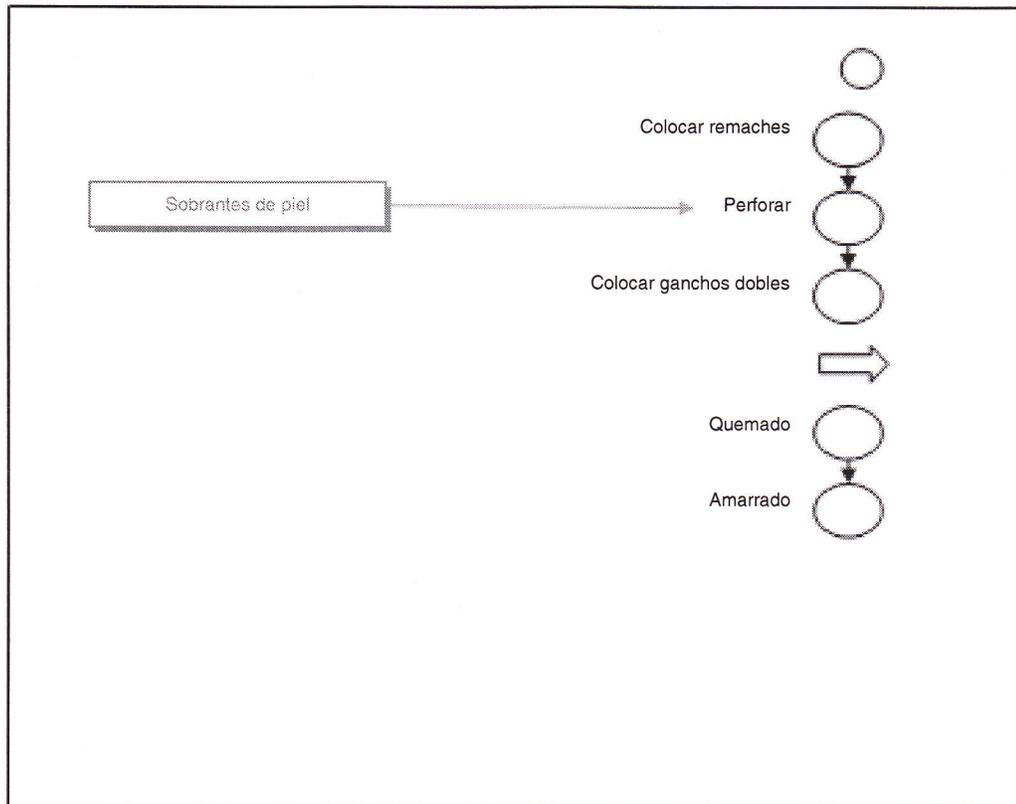
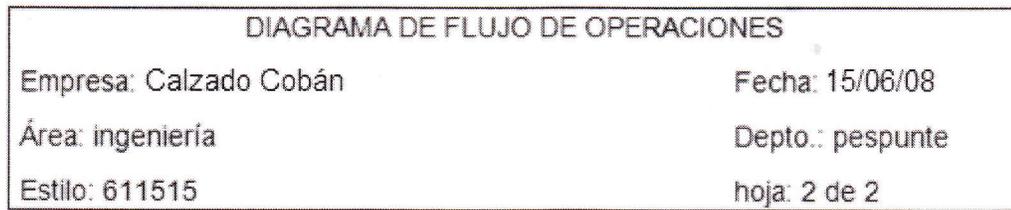
Fuente: propia

Figura 25. Diagrama de flujo pespunte hoja 1.



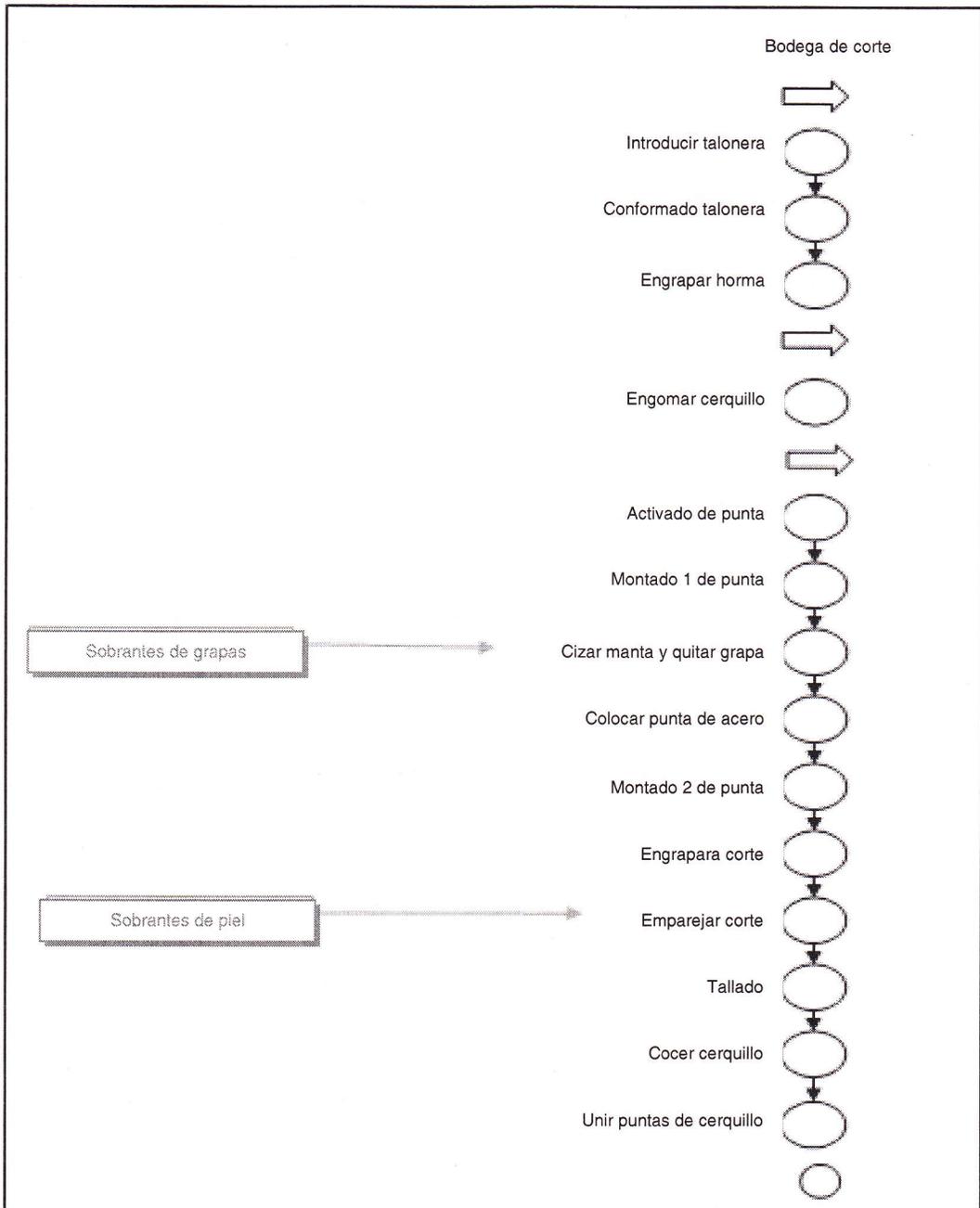
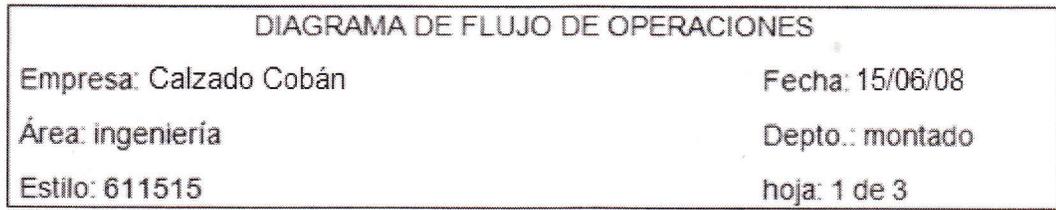
Fuente: propia.

Figura 26. Diagrama de flujo respunte hoja 2.



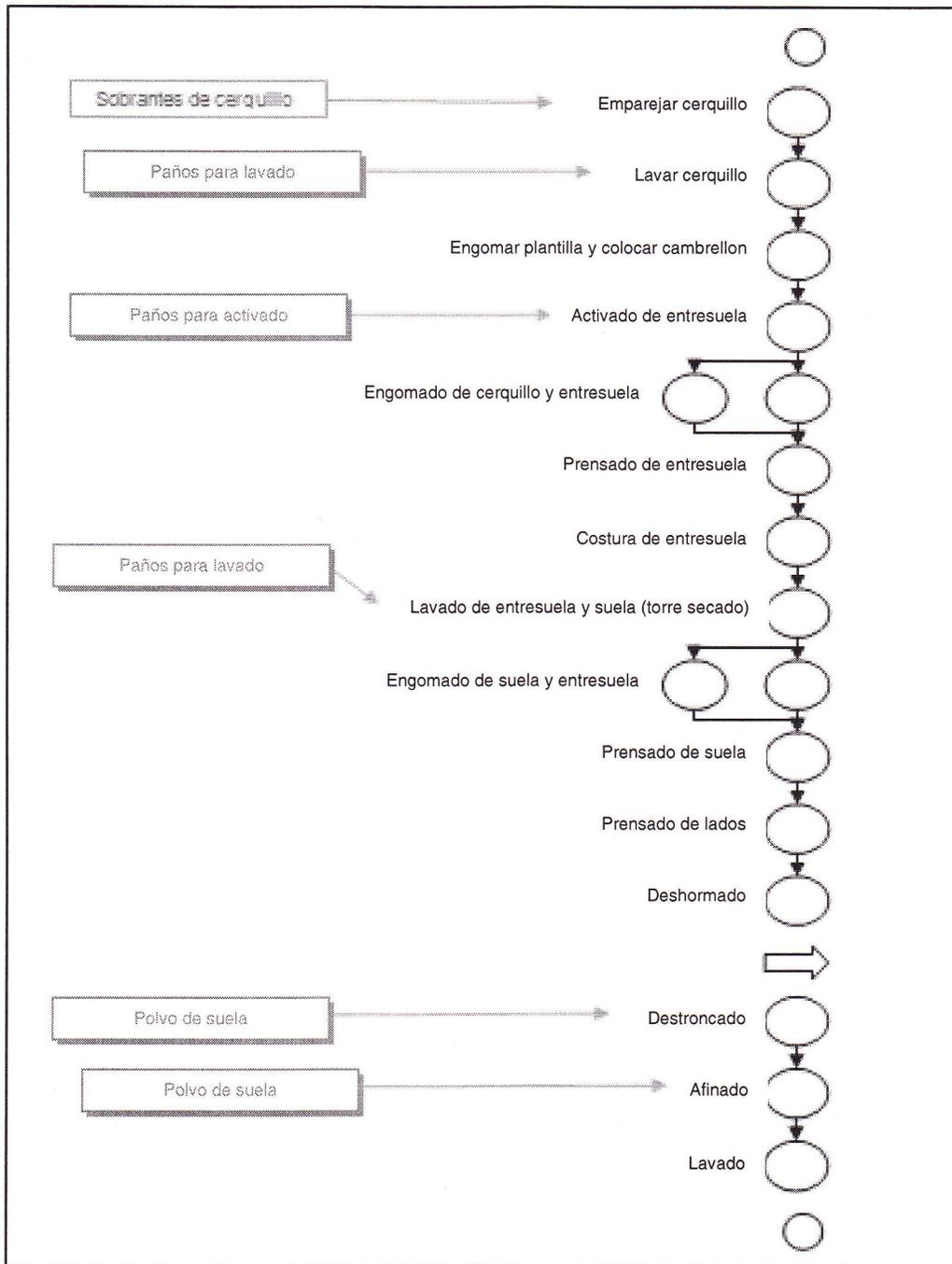
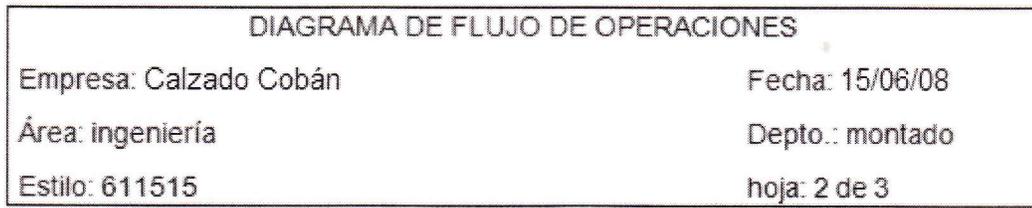
Fuente: propia

Figura 27. Diagrama de flujo montado hoja 1.



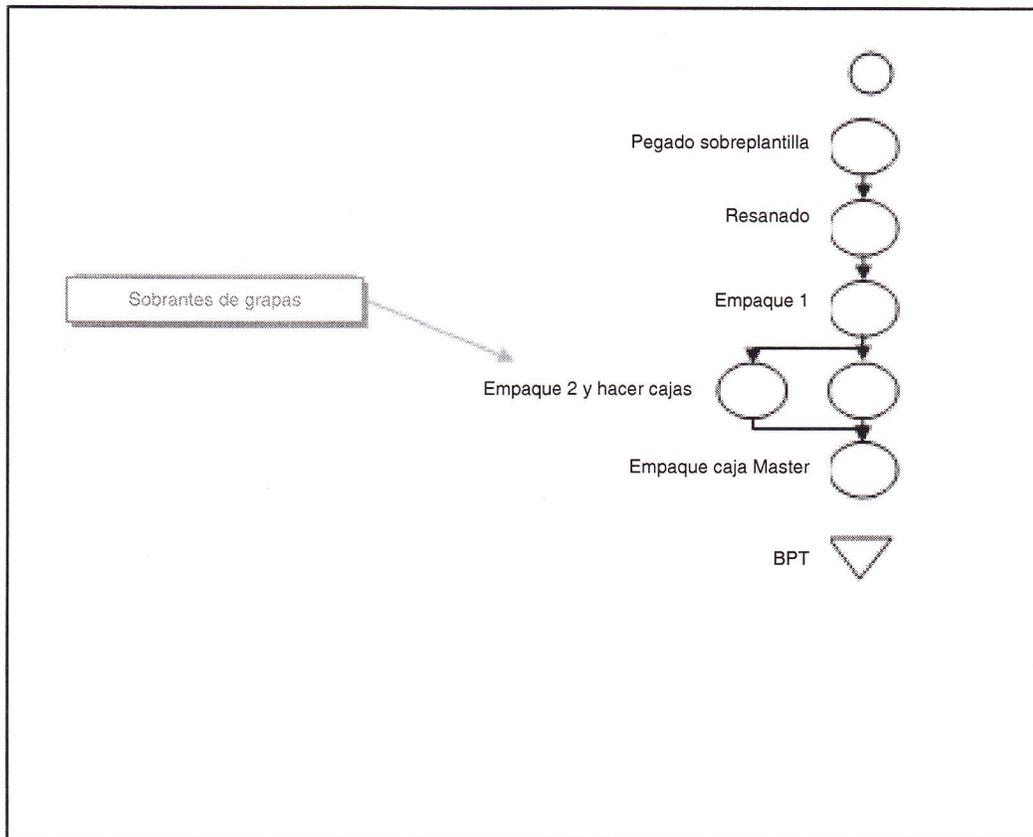
Fuente: propia.

Figura 28. Diagrama de flujo montado hoja 2.



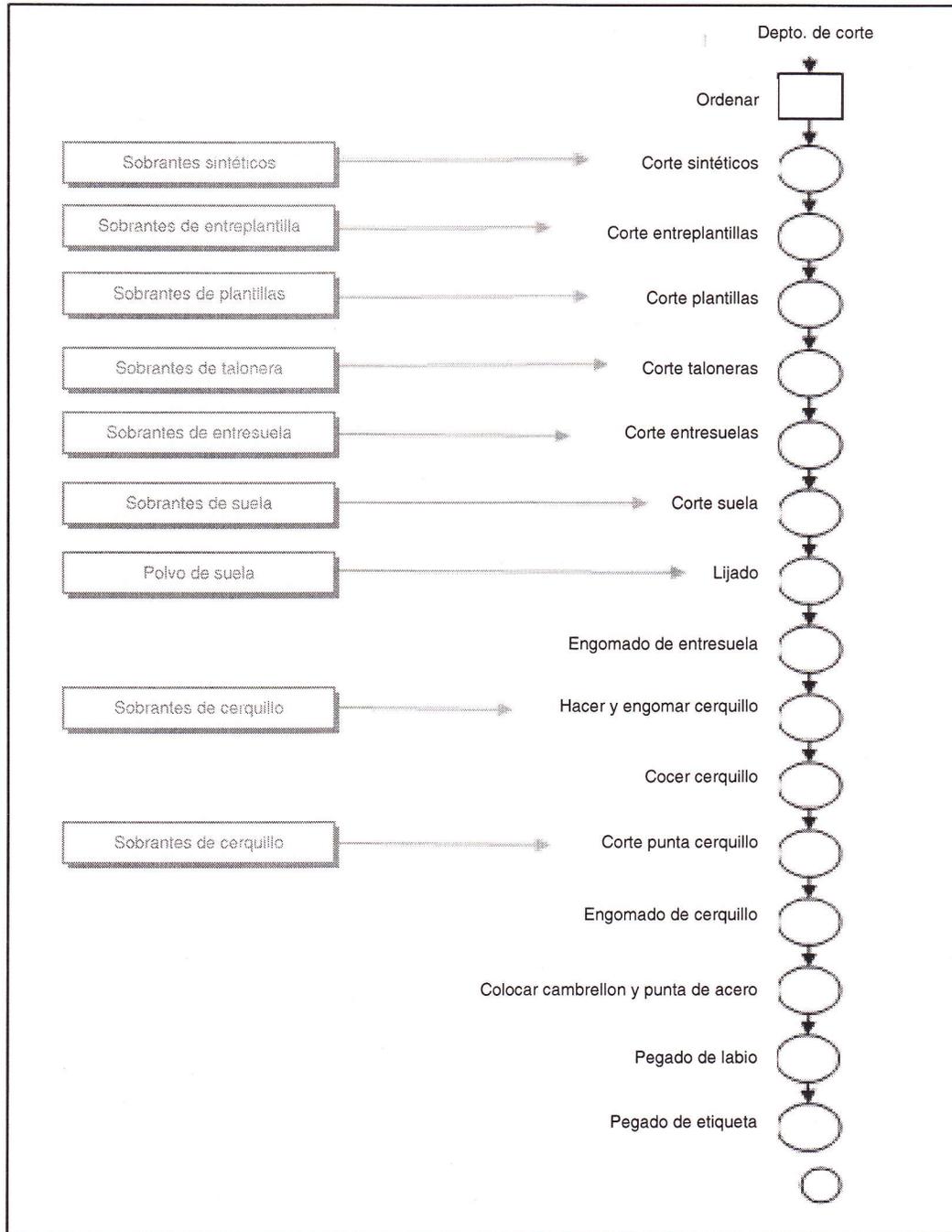
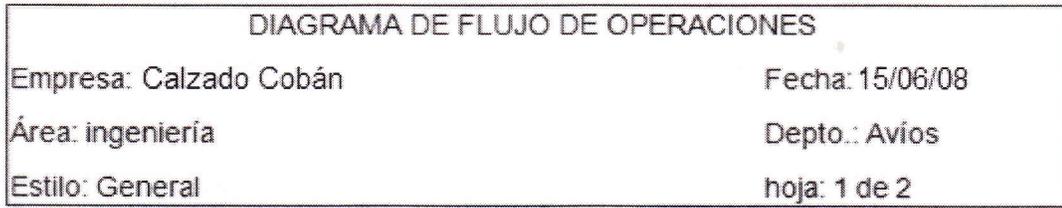
Fuente: propia

Figura 29. Diagrama de flujo montado hoja 3.



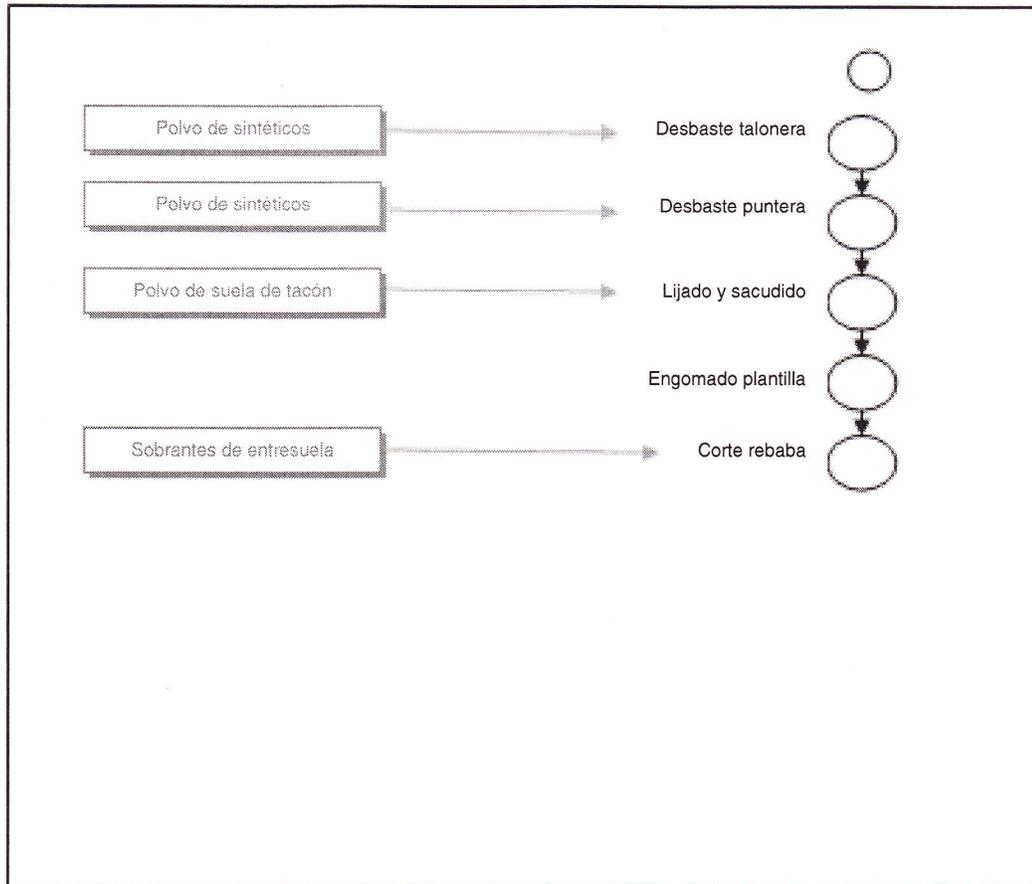
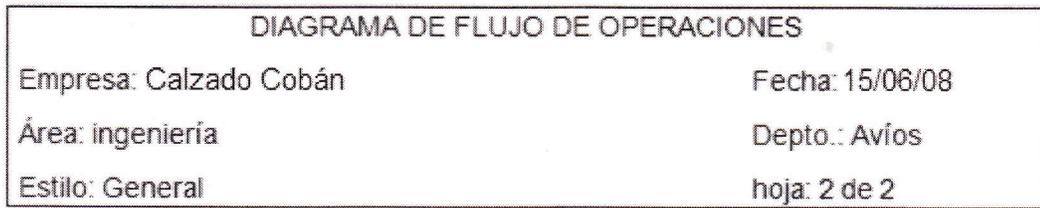
Fuente: propia.

Figura 30. Diagrama de flujo avíos hoja 1.



Fuente: propia.

Figura 31. Diagrama de flujo avíos hoja 2.



Fuente: propia.

5.2. Medidas de mitigación

5.2.1. Medidas de mitigación en maquilas

En lo que respecta al uso de materiales utilizados por las maquilas las medidas de mitigación propuestas son:

- El uso de equipo para prevenir olores
- El uso adecuado de herramientas con los materiales tóxicos.

El uso de equipo para prevenir olores serían las mascarillas.

En lo que respecta a herramientas, se debe reducir el uso de las manos, con la implementación de brochas adecuadas, moldes para pegar materiales.

En labores operativas de maquilas, ya que no existe demasiada maquinaria en comparación con labores dentro de la empresa, el ruido y la ventilación se ven reducidos gradualmente.

La iluminación como principal problema dentro de las maquilas, se trató con anterioridad en las modificaciones a las estaciones de trabajo, mediante la implementación de luminarias fluorescentes y a distancia acorde a las labores diarias.

Tabla XXXIII. Costos de mitigación.

COSTOS DE MITIGACIÓN	
Implementación de mascarillas	Q 80.00
Herramientas	Q 200.00
Modificación en estaciones de trabajo	Q 27,500.00
TOTAL	Q 27,780.00

Fuente: Tienda virtual Twenga, área mant.

Para los residuos de adhesivos se recomienda que estos se depositen conjuntamente con los de todas las maquilas, para reducir y concentrarlos en un solo lugar y transportarlos al relleno sanitario de Cobán, A.V..

El plan de la recolección de desechos provocados por adhesivos, consistirá en la contratación del mismo camión utilizado en la fábrica para las maquilas. Pasará los días lunes a las 16:00. Cada maquila asignará a un trabajador responsable de la recolección de sus desechos y esa misma persona será la encargada de entregar los desechos al camión contratado.

Se les informará a las maquilas del plan de recolección mediante un memorándum, detallando el plan de trabajo.

5.2.2. Medidas de mitigación dentro de la empresa

5.2.2.1. Bodega de pieles

Para reducir los desechos por piel se recomienda el uso de algún tipo de material sintético como nylon sobre las tarimas y mesas para colocar la piel, así se reduce el polvo producido.

Se recomienda el uso de cinchos para carga en los trabajadores de esta área, ya que son los encargados del despacho de la misma.

5.2.2.2. Área de corte

Para el uso de troqueles, se recomienda la creación de más herramientas para destrabe de piezas sobre mesa, ya que no todos los cortadores cuentan con la misma.

5.2.2.3. Área de preparado

Ya que el principal problema es el desecho producido por el desbaste, se recomienda a los operarios el uso de mascarilla. Cuando se realice la limpieza de la maquinaria, el operario debe tener colocada la mascarilla, ya que es en este momento es cuando se desprende la mayor cantidad de desecho.

5.2.2.4. Área de respunte

Los operarios de esta área son los que realizan los trabajos más minuciosos, se recomienda tener lo más cómodos posibles las estaciones de trabajo para una mejor eficiencia en operación. Acoplar las máquinas a la estatura de los operarios ya que existen máquinas dentro de la planta en las que las labores se realizan paradas, y para los que realizan operaciones sentados, sillas cómodas, espacio suficiente para movilizarse.

Para las operaciones manuales se podría utilizar mascarilla, ya que en la mayoría de este tipo de trabajo, se utilizan adhesivos.

5.2.2.5. Área avíos

Para los lijados, el uso de mascarilla. En los operarios que utilizan troqueles, la implementación de las mismas herramientas utilizadas en el área de corte. Para los operarios que trabajan con maquinaria que utiliza resistencia de calor, se recomienda el uso de guantes y el uso de tapones para oídos en las máquinas de costura de cerquillo.

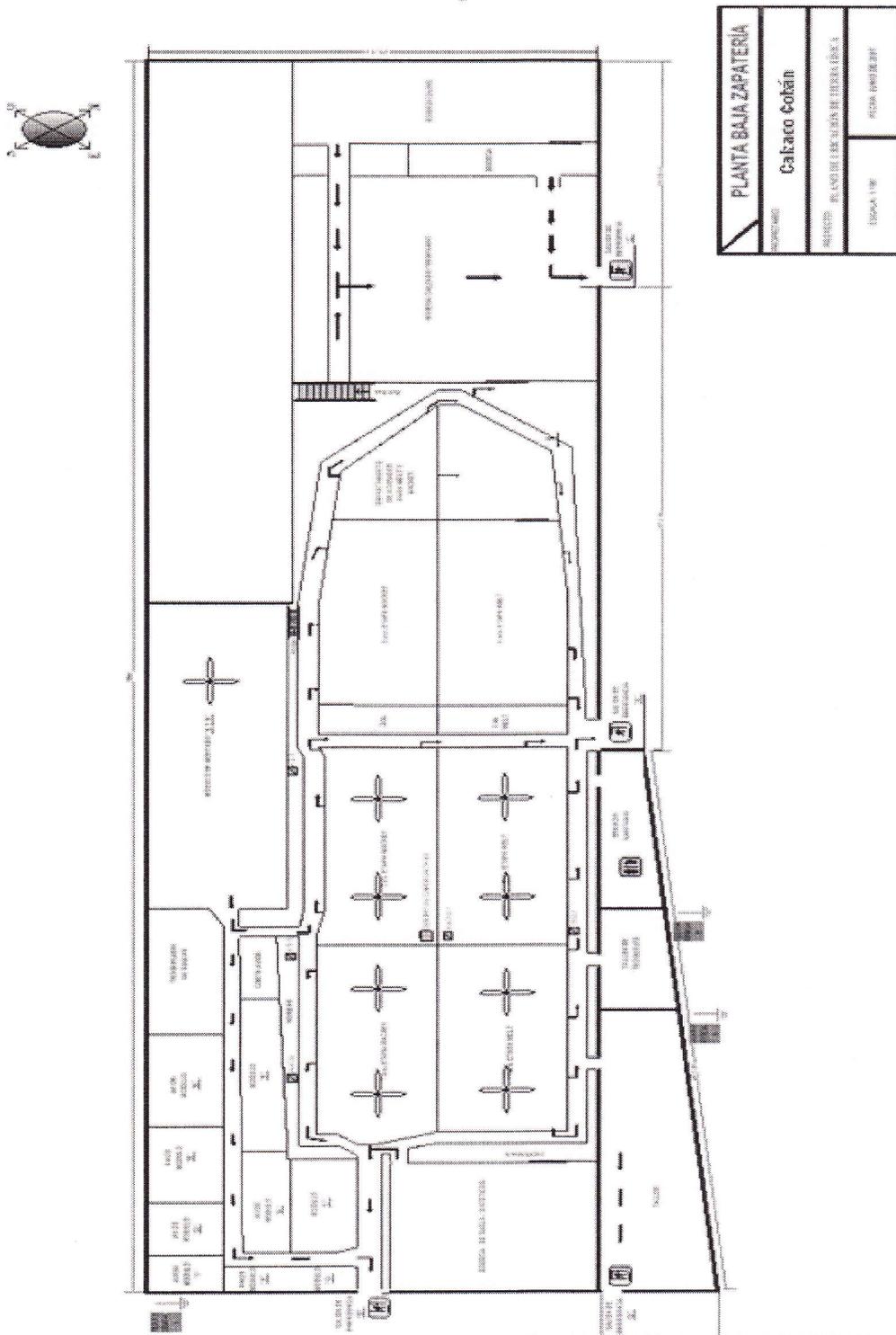
5.2.2.6. Área de montaje

En esta área es en donde se utiliza la mayor cantidad de agentes tóxicos, por lo que la utilización de mascarilla debe ser prioridad en esta área. El uso de tapones para oídos por el tipo de maquinaria pesada.

Ya que el área de montaje se encuentra en la planta baja de la empresa, se recomienda la colocación de ventiladores. La colocación de 9 ventiladores se muestra en la Figura 33. La distancia entre ventiladores será de 2.5 m. La existencia de 8 ventiladores en las primeras 2 áreas de montaje, se debe a que éstas, están por debajo de las líneas de pespunte. La otra área de montaje es un lugar más abierto, por lo que no es necesario el uso de ventiladores

La velocidad de los ventiladores debe ser lo más lento posible, ya que los adhesivos se pueden llegar a secar. La instalación se puede realizar con las líneas actuales de corriente.

Figura 32. Plano de ubicación de ventiladores.



Fuente: Gerencia de planta

Para el manejo de todos los desechos, se podría realizar una clasificación por el tipo de material utilizado, para ocasionar el menor daño posible a los trabajadores y a los habitantes de San Cristóbal Verapaz.

Tabla XXXIV. Clasificación de desechos.

CLASIFICACIÓN DE DESECHOS	
Desechos	Ubicación
Adhesivos	Basurero de empresa
Metales	Basurero de empresa
Sintéticos	Basurero de empresa
Piel	Basurero local
Otros	Basurero local

Fuente: propia

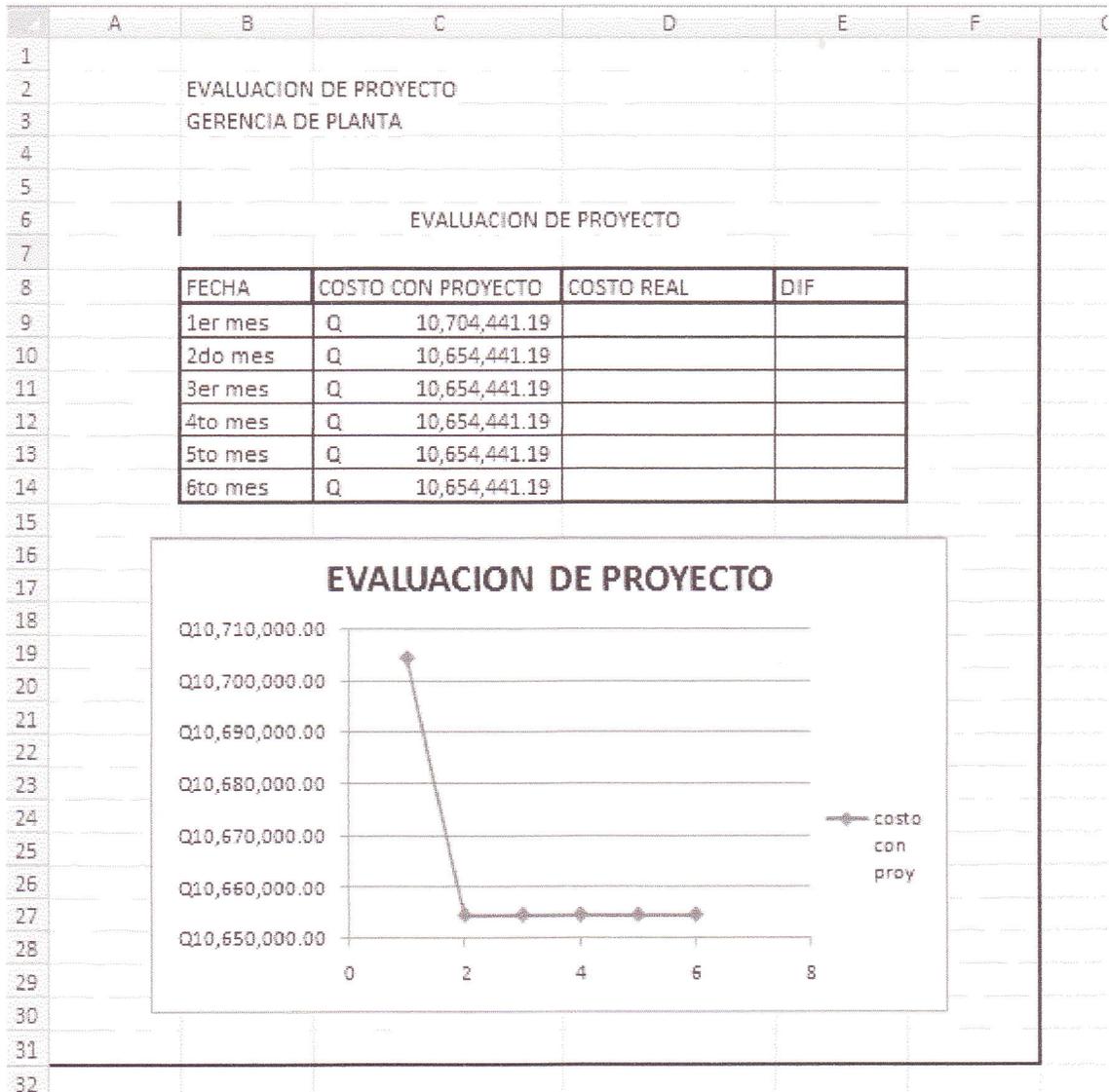
6. SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA

6.1. Plan de seguimiento

El plan de seguimiento consistirá en visitas frecuentes a las distintas maquilas por los encargados del proyecto. Una vez al mes se realizará una evaluación de desarrollo de proyecto.

Se utilizará el formato de la figura 34 para evaluar si las condiciones financieras se están desarrollando según lo planeado. Consistirá en la comparación de los costos teóricos del proyecto, con los reales. La gráfica mostrará el desarrollo del mismo en cuanto dinero invertido.

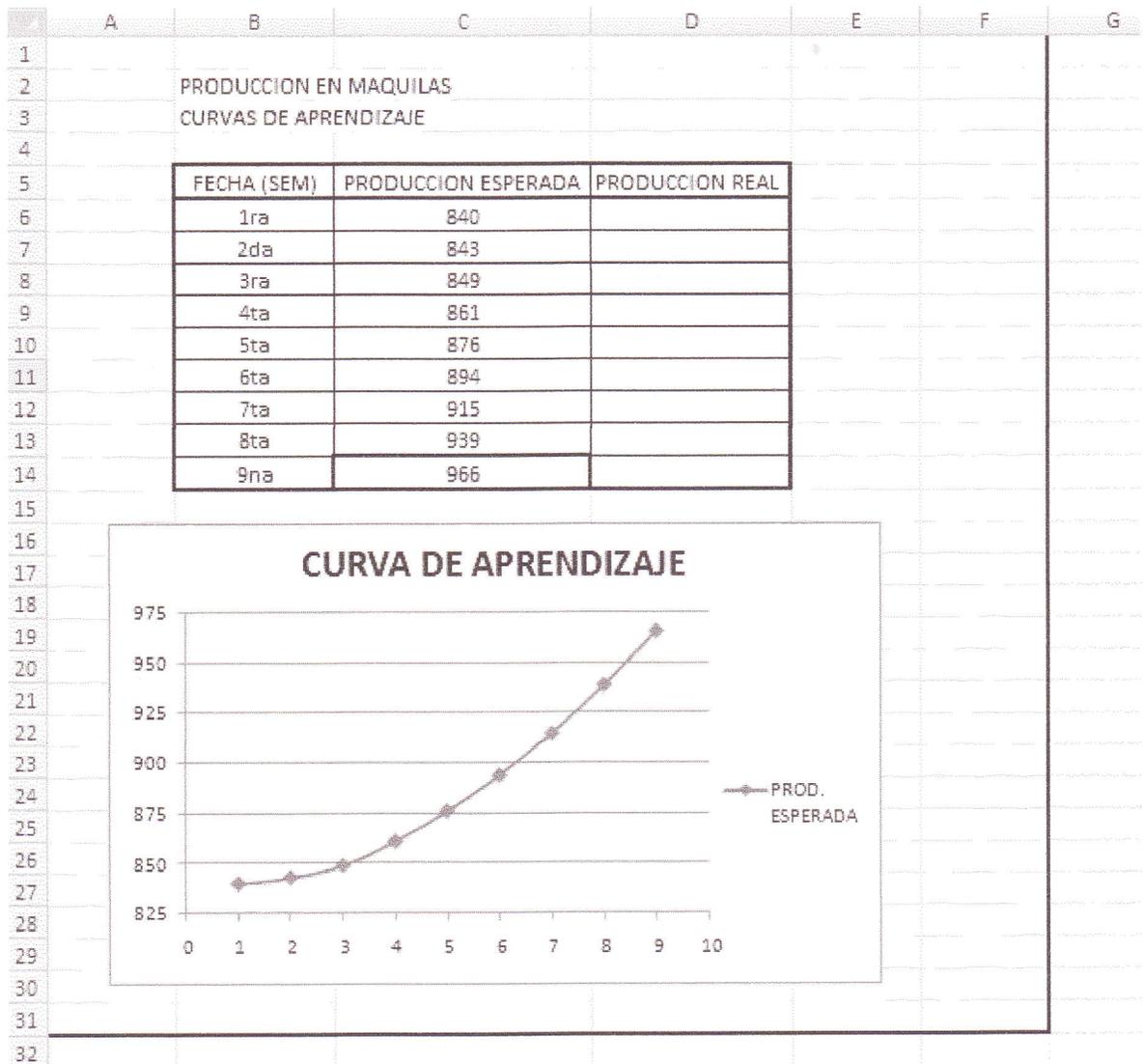
Figura 33. Formato de evaluación de proyecto.



Fuente: propia.

En el incremento de producción en las maquilas, se desarrollarán curvas de aprendizaje para un crecimiento gradual. Para no asignar demasiada carga desde el principio se trabajó exponencialmente con incremento de producción de 3 pares.

Figura 34. Curvas de aprendizaje.



Fuente: propia

Para que no exista ningún problema, ambas partes firmarán un acuerdo en donde se responsabilizan por las labores de ambas partes, detallando lo siguiente:

- Los incrementos de producción en cuanto a metas.
- La empresa no sobrecargará de órdenes de producción a maquilas.
- Los materiales se despacharán con consumos actualizados.

- No deberán existir demoras en la entrega de materia prima por parte de la empresa.
- No deberán existir demoras en la entrega de producto en proceso por parte de las maquilas.

6.2. Monitoreo y mejora continua

Todos los formatos creados para el proyecto serán revisados por la gerencia para la evaluación y aprobación correspondiente.

En el departamento de ingeniería, con la modificación en las cédulas de consumo, se creará una base de datos con todos los estilos trabajados por maquilas. Más adelante se podría implementar para todos los estilos de la empresa.

Para un plan de mejora continua, la evaluación de tiempos de producción y las curvas de aprendizaje, servirán para decidir si las maquilas son capaces de producir algún otro estilo producido por la fábrica, o si en algún momento podrían ayudar a líneas de producción en módulos.

Se controlará si cada área está utilizando los formatos respectivos creados para el trabajo para maquilas mediante visitas frecuentes a las áreas de trabajo. Se aceptarán sugerencias en la modificación de los archivos, sin embargo se deben mostrar los mismos resultados.

6.3. Evaluación gerencial y técnica

Se creará un archivo para anotar las observaciones del comportamiento del proyecto a mediano y largo plazo. Se realizarán comparaciones entre diferentes momentos del proyecto, si en algún momento se desvía, podría reducirse su capacidad de producción gradualmente o cambiar el

presupuesto de maquilas. Estas evaluaciones se realizarán consolidando en un solo archivo las diferentes gráficas creadas con sus respectivas tablas. Ver figuras 17, 20, 34 y 35.

Si los costos o materiales de las cédulas de consumo van a ser modificados, gerencia tiene que estar enterado y evaluar si conviene realizar los cambios, el área de ingeniería debe pasar copia de la cédula de consumo modificada y la tabla XXIX que muestra totales.

La mejor forma de evaluar el proyecto, es observar si existe reducción de inventarios de materia prima y de producto en proceso mediante visitas constantes a las bodegas. Si llegara a existir aumento en el flujo de efectivo es que el proyecto es eficiente.

CONCLUSIONES

1. Un sistema Just on Time reduce los inventarios de materia prima y producto en proceso, sin embargo es necesario la implementación de herramientas de ingeniería para lograrlo.
2. La implementación de pronósticos para una buena planificación de producción, se logra mediante la intervención de los departamentos de planificación y ventas, ya que estos realizan los pedidos que deben ser producidos.
3. El control de producción con base a los datos y tablas de porcentajes muestra el comportamiento de las líneas de producción. Con los gráficos de control se puede llegar a detectar problemas basados en los límites establecidos con los cálculos.
4. La actualización de cantidad de material necesario para producción y sus costos, hacen que la adquisición de materia prima sea más eficiente, para que no se pida material de más a fin de que se logre un presupuesto más exacto.

RECOMENDACIONES

1. Si las diferencias en los errores de los pronósticos establecidos aumentan en un mediano plazo, los factores de ponderación pudieran ser modificados, teniendo cuidado de que el factor posterior sea mayor que el anterior, y que la sumatoria sea 4.
2. Si se desea una aceleración en el establecimiento de los nuevos estándares, las curvas de aprendizaje teóricas podrían ser modificadas, teniendo cuidado que no se sobrecargue producción a maquilas, ya que esto podría disminuir la eficiencia.
3. El inspector de calidad necesita ser capacitado por el encargado del departamento de ingeniería, para la recopilación de tiempos necesarios para las graficas de control de producción.
4. Todas las tareas modificadas por el proyecto deben ser inducidas por el encargado del proyecto para un mejor desenvolvimiento del mismo.
5. Para un mejor monitoreo, es aconsejable reuniones mensuales con los trabajadores de la empresa que esten relacionados con el proyecto y las maquilas.

BIBLIOGRAFÍA

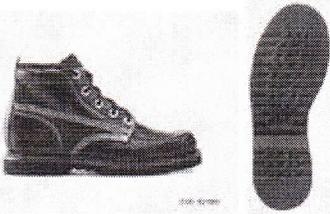
1. CASTRO MARTÍNEZ, J. R. Diseño y mejoramiento del sistema de planificación de la producción y plan de mantenimiento preventivo en industria de calzado Cobán, S.A. Trabajo de graduación Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Pág. 15 a 27. 2007.
2. MIJANGOS ANAYA, C. A. Optimización de procesos, espacios de bodegas y flujo de trabajo en una fábrica de gelatinas. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Pág. 11, 33, 37. 2000.
3. NIEBEL, FREIVALDS. Ingeniería industrial, 11ª edición. 2004.
4. PAZ MADRID, J. R. Administración en un proceso de producción de camisas, aplicando el sistema Justo a Tiempo o mano a mano. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Pág. 22. 1998.
5. QUAN MACK, E. A. Control de producción en el proceso de manufactura de una playera básica. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Pág. 42 a 51. 1991.
6. SIERRA LÓPEZ, S. D. Diseño de una planta para procesar desechos de polvo de hule y P.V.C. provenientes de la industria de calzado. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Pág. 20 a 41. 2000.
7. TORRES, SERGIO. Control y planeación de producción. 2002.

ANEXOS

CATÁLAGO DE CALZADO DE 6"



621005 Industrial



621025 Strong



621030 61MS



622049



622050



625007 Industrial

